

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE MÓDULO ELÁSTICO DEL
CONCRETO $F'_c=210$ KG/CM² PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS
SOMETIDOS A FLEXIÓN, CUSCO 2024**

PRESENTADO POR:

BACH. BILL ANTONY VARGAS QUISPE

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL

DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

MGT. ING. MIJAIL ELIO ROZAS GOMEZ

CUSCO –PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC

El que suscribe, **Mgt. Ing. Mijail Elio Rozas Gomez**, docente asesor del trabajo de investigación/tesis titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO $F'_c=210$ KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN, CUSCO 2024”** presentado por el **Br. Bill Antony Vargas Quispe** con Nro. de DNI: **76565412**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión 1 veces, mediante el software antiplagio, conforme al Artículo 6° del reglamento para el uso del sistema antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje del **9 %**

Porcentaje	Evaluación y acciones.	Marque con una X
Del 1 al 10 %	No se considera plagio.	x
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	

Por tanto, en mi condición de docente asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Cusco, 24 de setiembre del 2024



Mgt. Ing. Mijail Elio Rozas Gomez

Docente de la facultad de Ingeniería Civil

Nro. de DNI: 46035754

ORCID del asesor: 0000-0002-3582-2907

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema Antiplagio
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:27259:384868146**

NOMBRE DEL TRABAJO

DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO FC 210 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXION, CUSCO 2024

AUTOR

BILL ANTONY VARGAS QUISPE

RECUENTO DE PALABRAS

70070 Words

RECUENTO DE CARACTERES

315307 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

191 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.6MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 24, 2024 12:54 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 24, 2024 12:57 PM GMT-5

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 9 palabras)

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Melitón Vargas y Graciela Quispe por todo el apoyo y amor que siempre me han dado, a todos mis hermanos en especial a mi hermano Cristian Vargas por acompañarme en las innumerables desveladas de estudio y motivarme siempre a salir adelante.

Agradecimientos

A Dios, por haberme dado todas las facilidades para poder realizar esta investigación.

A mis padres Melitón Vargas y Graciela Quispe por ser los mejores padres, por todo el esfuerzo que siempre hicieron por darme de comer, vestir y darme una educación.

A mis hermanos por sus consejos, apoyo económico y moral en esta etapa de mi vida.

A mi asesor, el Mgt. Ing. Mijail Elio Rozas Gomez por haberme guiado en todo este proceso de investigación, por los consejos impartidos y la amistad que me brindó.

A los ingenieros Dr. Adriel Gamarra Durand y M.Sc. Ing. Juan Carlos Malpartida Linares por las recomendaciones que me brindaron para que esta investigación sea mejor.

A mis amigos de la facultad por la motivación y apoyo que me brindaron en esta etapa de mi vida.

Bill Antony Vargas Quispe

Tabla de contenido

Resumen	i
Abstract	ii
Presentación	iii
Capítulo I: Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	1
1.2.1. Problema General.....	1
1.2.2. Problemas Específicos.....	1
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos de la investigación	2
1.4.1. Objetivo General	2
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Hipótesis	3
1.5.1. Hipótesis General	3
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	3
Capítulo II: Marco Teórico	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Definición de términos.....	9
2.2.2. Fundamentos teóricos.....	11
Capítulo III: Metodología	31
3.1. Enfoque de la investigación	31
3.2. Alcance de estudio	31
3.3. Diseño de la investigación	31

3.4. Operacionalización de variables	31
3.5. Población y muestras	32
3.5.1. Población	32
3.5.2. Muestra.....	32
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.6.1. Técnicas	32
3.6.2. Instrumentos	33
3.7. Flujograma de desarrollo de la investigación.....	34
Capítulo IV: Ensayos	36
4.1. Diseño de mezcla del concreto premezclado f'_c 210 kg/cm².....	36
4.1.1. Condiciones ambientales.....	36
4.1.2. Materiales	36
4.1.3. Consideraciones del diseño de mezcla.....	38
4.1.4. Características del concreto	39
4.2. Ensayos en estado fresco del concreto.....	39
4.2.1. Ensayo de asentamiento empleando el cono de Abrams.....	39
4.2.2. Elaboración y curado de muestras.....	40
4.3. Ensayos en estado fraguado del concreto	43
4.3.1. Resistencia a compresión de las muestras.....	43
4.3.2. Resistencia a tracción indirecta de las muestras	45
4.3.3. Módulo de elasticidad y relación de Poisson de las muestras	47
Capítulo V: Formulas teóricas.....	59
5.1. Norma E.060 concreto armado	59
5.1.1. Módulo de elasticidad del concreto (E_c).....	59
5.1.2. Resistencia a tracción del concreto.....	59
5.2. Normal del ACI 318S-14.....	60
5.2.1. Módulo de elasticidad del concreto (E_c).....	60
5.2.2. Resistencia a tracción del concreto.....	63

Capítulo VI: Análisis comparativo valores experimentales y teóricos.....	65
6.1. Correlación del valor teórico y experimental del E_c	65
6.2. Correlación del valor teórico y experimental de tracción indirecta.....	67
6.3. Variabilidad entre el valor teórico y experimental de μ	69
Capítulo VII: Resultados	70
7.1. Resultados de los ensayos en estado fresco del concreto.....	70
7.1.1. Resultados de asentamiento empleando el cono de Abrams	70
7.2. Resultados de los ensayos en estado fraguado del concreto.....	71
7.2.1. Resultados de la resistencia a compresión de las muestras	71
7.2.2. Resultados de la resistencia a tracción indirecta de las muestras	72
7.2.3. Resultados del módulo de elasticidad y relación de Poisson de las muestras	73
7.3. Correlación de los valores experimentales y teóricos	76
7.3.1. Módulo de elasticidad teórico en función del experimental	76
7.3.2. Resistencia a tracción indirecta teórico en función del experimental	78
7.3.3. Relación de Poisson experimental comparado con relación de Poisson teórico.....	79
Capítulo VIII: Discusión de resultados.....	81
Capítulo IX: Conclusiones	83
Capítulo X: Recomendaciones	84
Capítulo XI: Referencias.....	85
Capítulo XII: Anexos.....	89

Índice de figuras

Figura 1	<i>Modulo de elasticidad curva esfuerzo vs deformación</i>	12
Figura 2	<i>Diagrama noval σ -ε del hormigón (concreto)</i>	13
Figura 3	<i>Diagrama no noval σ -ε del hormigón</i>	13
Figura 4	<i>Curva esfuerzo-deformación a la compresión en concretos de densidad normal</i>	16
Figura 5	<i>Efecto de la velocidad de carga en la resistencia a la compresión del concreto</i>	17
Figura 6	<i>Distribución de fuerzas internas en el ensayo de tracción indirecta</i>	18
Figura 7	<i>Esquema de los patrones de tipos de fracturas</i>	25
Figura 8	<i>Compresómetro adecuado</i>	27
Figura 9	<i>Flujograma de desarrollo de la investigación</i>	35
Figura 10	<i>Medición del asentamiento en campo (Slump)</i>	40
Figura 11	<i>Varillado de las muestras de concreto (briquetas)</i>	42
Figura 12	<i>Recojo de las muestras de concreto</i>	42
Figura 13	<i>Curado de las muestras de concreto</i>	43
Figura 14	<i>Medición de las dimensiones de la muestra y codificación</i>	44
Figura 15	<i>Ensayo a compresión de las muestras</i>	45
Figura 16	<i>Ensayo a tracción indirecta por compresión diametral (brasileño)</i>	47
Figura 17	<i>Colocación de la muestra en el equipo de medición</i>	49
Figura 18	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson</i>	49
Figura 19	<i>Sincronización de los videos para la toma de datos</i>	50
Figura 20	<i>Diagrama de deformación longitudinal</i>	53
Figura 21	<i>Curva esfuerzo vs deformación longitudinal unitaria-muestra M01</i>	57
Figura 22	<i>Curva esfuerzo vs deformación transversal unitaria-muestra M01</i>	58
Figura 23	<i>Correlación de datos experimentales</i>	62
Figura 24	<i>Residuos en el criterio de mínimos cuadrados</i>	67
Figura 25	<i>Ecuación de ajuste módulo de elasticidad y raíz de $f'c$ con todos los puntos</i>	76
Figura 26	<i>Ecuación de ajuste módulo de elasticidad y raíz de $f'c$ sin puntos atípicos</i>	77
Figura 27	<i>Ecuación de ajuste módulo de elasticidad teórica y experimental vs raíz de $f'c$</i>	78
Figura 28	<i>Ecuación de ajuste resistencia a tracción versus raíz de $f'c$</i>	79
Figura 29	<i>Relación de Poisson experimental</i>	80

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Requisitos de la Varilla de Compactación</i>	20
Tabla 2 <i>Requisitos del Método de Compactación</i>	20
Tabla 3 <i>Requisitos de Moldeado por Varillado</i>	21
Tabla 4 <i>Edades de ensayo y tolerancias permisibles</i>	24
Tabla 5 <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	31
Tabla 6 <i>Límites de módulo de finesa Norma DIN 1045</i>	38
Tabla 7 <i>Dosificación concreto premezclado $f'c$ 210 kg/cm²</i>	39
Tabla 8 <i>Datos de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M01</i>	51
Tabla 9 <i>Calculo de módulo de elasticidad y relación de Poisson-muestra M01</i>	55
Tabla 10 <i>Factor de modificación λ</i>	64
Tabla 11 <i>Resultados de asentamiento</i>	70
Tabla 12 <i>Resistencia a la compresión de las muestras</i>	71
Tabla 13 <i>Resistencia a tracción de las muestras</i>	72
Tabla 14 <i>Módulo de elasticidad y relación de Poisson de las muestras</i>	74

Índice de anexos

Anexo 1	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M01</i>	89
Anexo 2	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M02</i>	91
Anexo 3	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M03</i>	93
Anexo 4	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M04</i>	95
Anexo 5	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M05</i>	97
Anexo 6	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M06</i>	99
Anexo 7	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M07</i>	101
Anexo 8	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M08</i>	103
Anexo 9	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M09</i>	104
Anexo 10	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M10</i>	107
Anexo 11	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M11</i>	109
Anexo 12	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M12</i>	111
Anexo 13	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M13</i>	113
Anexo 14	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M14</i>	115
Anexo 15	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M15</i>	116
Anexo 16	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M16</i>	119
Anexo 17	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M17</i>	120
Anexo 18	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M18</i>	123
Anexo 19	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M19</i>	125
Anexo 20	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M20</i>	127
Anexo 21	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M21</i>	129
Anexo 22	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M22</i>	131
Anexo 23	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M23</i>	133
Anexo 24	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M24</i>	134
Anexo 25	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M25</i>	136
Anexo 26	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M26</i>	138
Anexo 27	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M27</i>	141
Anexo 28	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M28</i>	142
Anexo 29	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M29</i>	144
Anexo 30	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M30</i>	146
Anexo 31	<i>Análisis de datos atípicos y doble pendiente en el módulo de elasticidad</i>	149

Anexo 32	<i>Ficha de toma de datos - elaboración de muestras y ensayo de asentamiento</i>	150
Anexo 33	<i>Ficha de toma de datos - dimensionamiento y codificación de muestras.....</i>	151
Anexo 34	<i>Ficha de toma de datos - resistencia a tracción indirecta.....</i>	153
Anexo 35	<i>Ficha de toma de datos - resistencia a la compresión.....</i>	154
Anexo 36	<i>Ficha de toma de datos ensayo módulo estático de elasticidad (resumen).....</i>	155
Anexo 37	<i>Descarga de concreto del mixer a la bomba pluma para el vaciado de la losa</i>	156
Anexo 38	<i>Ensayo de asentamiento a pie de obra</i>	156
Anexo 39	<i>Preparación de muestras de concreto a pie de obra (briquetas).....</i>	157
Anexo 40	<i>Fraguado de muestras de concreto a pie de obra.....</i>	157
Anexo 41	<i>Recojo de muestras de concreto para su curado.....</i>	158
Anexo 42	<i>Curado de las muestras de concreto en laboratorio</i>	158
Anexo 43	<i>Medición de la altura de las muestras de concreto</i>	159
Anexo 44	<i>Pesaje de las muestras de concreto</i>	159
Anexo 45	<i>Ensayo de rotura a compresión para determinar la resistencia</i>	160
Anexo 46	<i>Ensayo de resistencia tracción indirecta</i>	160
Anexo 47	<i>Falla de la muestra por ensayo de tracción indirecta</i>	161
Anexo 48	<i>Ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson.....</i>	161
Anexo 49	<i>Matriz de consistencia</i>	162
Anexo 50	<i>Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 14/05/2024 ...</i>	163
Anexo 51	<i>Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 20/05/2024 ...</i>	164
Anexo 52	<i>Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 27/05/2024 ...</i>	165
Anexo 53	<i>Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 03/06/2024 ...</i>	166
Anexo 54	<i>Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 10/06/2024 ...</i>	167
Anexo 55	<i>Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 14/06/2024 ...</i>	168
Anexo 56	<i>Propiedades físicas arena natural.....</i>	169
Anexo 57	<i>Propiedades físicas arena chancada</i>	170
Anexo 58	<i>Propiedades físicas piedra chancada</i>	171
Anexo 59	<i>Ensayos de calidad de agregados.....</i>	172
Anexo 60	<i>Análisis fisicoquímico de agua</i>	175
Anexo 61	<i>Ficha técnica cemento</i>	176
Anexo 62	<i>Ficha técnica aditivo.....</i>	177

Resumen

El módulo de elasticidad del concreto está ligado a los esfuerzos y deformaciones en las estructuras. Actualmente, el parámetro de módulo de elasticidad del concreto se determina mediante la ecuación proporcionada por la NTP E.060 ($E_c = 15000\sqrt{f'c}$ (en kg/cm²)), la cual se basan en la ecuación propuestas por el ACI 318, este hecho indica una variabilidad geológica y geográfica en el estudio de este parámetro. Por consiguiente, se han realizado modificaciones a esta ecuación en distintos países, y es necesario proponer una corrección a esta ecuación para adaptarla a las condiciones específicas de nuestra región. La investigación titulada “Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm² para el diseño de elementos sometidos a flexión, Cusco 2024” tuvo como objetivo general determinar de forma experimental la variabilidad del módulo elástico del concreto premezclado f'c 210 kg/cm² en elementos sometidos a flexión. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo, con alcance correlacional y un diseño experimental y consistió en obtener los valores de módulo de elasticidad, resistencia a tracción indirecta, relación de Poisson y resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² realizando ensayos normalizados utilizando la NTP y ASTM, con los resultados de estos ensayos se determinó el análisis correlacional de los datos experimentales y teóricos. Los resultados revelan que el módulo de elasticidad teórico es mayor que el módulo de elasticidad experimental en un 30% y se obtuvo un factor de corrección de 0.7 a la fórmula teórica proporcionada por la NTP E.060 de concreto ($E_c = 15000\sqrt{f'c}$ (en kg/cm²)). Respecto a la resistencia a tracción indirecta del concreto el valor teórico es mayor que el valor experimental en un 34% y se obtuvo un factor de corrección de 0.66 a la fórmula teórica proporcionada por la NTP E.060 de concreto ($f_{ct} = 1.78\sqrt{f'c}$ (en kg/cm²)). Respecto a la relación de Poisson se obtuvo un valor de 0.16, el cual se encuentra dentro de los valores teóricos para la relación de Poisson. Se concluye que el módulo de elasticidad teórico del concreto en elementos sometidos a flexión supera en un 30% al experimental, evidenciando una variabilidad significativa que afecta las deflexiones de estos elementos en el diseño con concreto premezclado de f'c 210 kg/cm².

Palabras clave: concreto, módulo de elasticidad, relación de Poisson, resistencia a tracción, resistencia a compresión.

Abstract

The modulus of elasticity of concrete is linked to the stresses and deformations in structures. Currently, the modulus of elasticity parameter of concrete is determined by the equation provided by NTP E.060 ($E_c=15000\sqrt{f'c}$ (in kg/cm²)), which is based on the equation proposed by ACI 318, this fact indicates a geological and geographical variability in the study of this parameter. Consequently, modifications have been made to this equation in different countries, and it is necessary to propose a correction to this equation to adapt it to the specific conditions of our region. The research entitled 'Determination of the variability of the elastic modulus of concrete f'c 210 kg/cm² for the design of elements subjected to bending, Cusco 2024' had the general objective of experimentally determining the variability of the elastic modulus of ready-mixed concrete f'c 210 kg/cm² in elements subjected to bending. The methodology used had a quantitative approach, with correlational scope and an experimental design and consisted of obtaining the values of modulus of elasticity, indirect tensile strength, Poisson's ratio and compressive strength of concrete f'c 210 kg/cm² by performing standardised tests using the NTP and ASTM. With the results of these tests, the correlational analysis of the experimental and theoretical data was determined. The results reveal that the theoretical modulus of elasticity is higher than the experimental modulus of elasticity by 30% and a correction factor of 0.7 was obtained for the theoretical formula provided by the NTP E.060 for concrete ($E_c=15000\sqrt{f'c}$ (in kg/cm²)). Regarding the indirect tensile strength of concrete, the theoretical value is higher than the experimental value by 34% and a correction factor of 0.66 to the theoretical formula provided by NTP E.060 for concrete ($f_{ct}=1.78\sqrt{f'c}$ (in kg/cm²)) was obtained. Regarding the Poisson's ratio, a value of 0.16 was obtained, which is within the theoretical values for Poisson's ratio. It is concluded that the theoretical modulus of elasticity of concrete in elements subjected to bending exceeds the experimental one by 30%, showing a significant variability that affects the deflections of these elements in the design with ready-mixed concrete of f'c 210 kg/cm².

Keywords: concrete, modulus of elasticity, Poisson's ratio, tensile strength, compressive strength.

Presentación

La presente investigación presenta un análisis correlacional entre los valores experimentales y teóricos del módulo de elasticidad del concreto, resistencia tracción indirecta del concreto y relación de Poisson siguiendo la metodología de las normativas ASTM, NTP y E.060.

El primer capítulo tiene como título “introducción” donde se expone la problemática a analizar de la investigación, seguidamente la formulación de los problemas, la justificación de la investigación, los objetivos de la investigación, y las hipótesis de la investigación.

El segundo capítulo tiene como título “marco teórico” donde se expone los antecedentes de la investigación tanto nacionales como internacionales, seguidamente de las bases teóricas donde se encuentran la definición de términos y los fundamentos teóricos del módulo de elasticidad, tracción indirecta del concreto, relación de poisson y un resumen de los procedimientos normalizados de estos ensayos.

El tercer capítulo tiene como título “metodología” donde se expone el enfoque de la investigación, alcance del estudio, diseño de la investigación, operacionalización de variables, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y el flujograma de desarrollo de la investigación.

El cuarto capítulo tiene como título “ensayos” donde se expone los ensayos de asentamiento, de compresión, tracción indirecta, módulo de elasticidad y relación de Poisson de manera detallada, también se muestra como se hizo la recolección de datos, y el procesamiento de estos datos.

El quinto capítulo tiene como título “formulas teóricas” donde se expone las fórmulas teóricas de la norma E.060 de concreto armado y el ACI 318 que se utilizaron en la investigación, su origen de estas fórmulas y como se hizo el análisis metodológico de estas fórmulas.

El sexto capítulo tiene como título “análisis comparativo valores experimentales y teóricos” donde se expone como se realiza la correlación de los valores experimentales y teóricos que se menciona en el capítulo cuatro y cinco, detallando las fórmulas estadísticas y los criterios que se utilizó para el análisis correlacional.

El séptimo capítulo tiene como título “resultados” donde se expone los resultados de los ensayos de asentamiento, resistencia a compresión, tracción indirecta, módulo de elasticidad y relación de

Poisson, y los resultados de la correlación entre los valores experimentales y teóricos de todos estos ensayos, también se observan las gráficas de dispersión, ecuación de ajuste y los coeficientes de corrección para las fórmulas teóricas.

El octavo capítulo tiene como título “discusión de resultados” donde se expone las implicaciones de los resultados teóricos y experimentales, también se compara los resultados de esta investigación con los resultados de otros autores.

Finalmente, en los capítulos siguientes se presenta las conclusiones de la investigación, recomendaciones, referencias y anexos.

Capítulo I: Introducción

1.1. Planteamiento del problema

El concreto es un material esencial para la construcción de estructuras en el ámbito de la ingeniería civil. Su comportamiento mecánico, caracterizado por propiedades como trabajabilidad, resistencia a compresión, baja conductividad eléctrica y durabilidad, desempeña un papel fundamental en el diseño y construcción de edificaciones. En el contexto peruano, es esencial considerar la resistencia a compresión y deflexiones en elementos sometidos a flexión, ya que esta propiedad varía en función del módulo de elasticidad y la relación de Poisson. Estos parámetros son fundamentales en el diseño estructural de edificaciones, especialmente cuando se utilizan software especializados.

En este sentido, es crucial realizar investigaciones experimentales para determinar el valor real de estas variables en las regiones de Perú, específicamente en la ciudad de Cusco, que presenta características geológicas y geográficas distintas a las de los Estados Unidos, donde se originaron muchas de las ecuaciones y fórmulas utilizadas en el diseño estructural de concreto.

También es importante destacar que el mercado del concreto ahora está abarcado en su mayor porcentaje por concreto premezclado, por lo que también es un factor que considerar, ya que el diseño, producción y características de estos concretos varía respecto a un concreto convencional, por lo que es una variable más que nos indica la falta de precisión de las ecuaciones de nuestra normativa, que utilizamos para determinar el módulo de elasticidad y relación de Poisson. Esta falta de precisión se refleja en los elementos sometidos a flexión, ya que las deflexiones reales son mucho mayores a las deflexiones teóricas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. *Problema General*

¿Cuál es la variabilidad experimental del módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm² para el diseño de elementos sometidos a flexión, Cusco 2024?

1.2.2. *Problemas Específicos*

- ¿Cuál es el módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm², en testigos de concreto?

- ¿Cuál es la relación Poisson “ μ ” del concreto f'c 210 kg/cm², en testigos de concreto?
- ¿Cuál es el coeficiente de corrección del módulo elástico teórico?

1.3. Justificación

La presente investigación justifica su relevancia a través de su contribución en distintos aspectos. Primeramente, desde una perspectiva teórica, aborda la carencia de datos experimentales sobre el módulo de elasticidad del concreto en la región de Cusco. Los diseños estructurales actuales se apoyan en valores teóricos que podrían no reflejar con precisión las propiedades del concreto local. Por ende, investigar y determinar experimentalmente este parámetro esencial ampliará el conocimiento sobre las propiedades del concreto en la región.

En términos prácticos, la investigación es vital para mejorar la seguridad y eficiencia del diseño de estructuras de concreto en Cusco. La falta de datos experimentales podría resultar en diseños ineficientes y potencialmente peligrosos. Conocer con precisión el módulo de elasticidad permitirá el diseño de estructuras más seguras y eficientes, reduciendo así los riesgos y costos asociados con posibles fallos estructurales.

El impacto social de este estudio es significativo, ya que las deformaciones excesivas en las estructuras pueden comprometer directamente la seguridad de las personas que utilizan o trabajan en edificios y estructuras de concreto. Mejorar el diseño y la calidad de estas estructuras contribuirá a la seguridad de la comunidad y al bienestar de sus habitantes.

Finalmente, desde una perspectiva metodológica, la investigación se basa en la realización de ensayos experimentales para determinar el módulo de elasticidad del concreto. Esta metodología es crucial para asegurar la validez y aplicabilidad de los resultados, y además proporciona un enfoque replicable que puede ser utilizado en futuros estudios relacionados con las propiedades del concreto en otras regiones.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. *Objetivo General*

Determinar de forma experimental la variabilidad del módulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm² para del diseño de elementos sometidos a flexión Cusco 2024.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar el módulo elástico del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en testigos de concreto.
- Determinar la relación de Poisson del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en testigos de concreto.
- Analizar y proponer un coeficiente de corrección a la fórmula que determina el módulo elástico teórico.

1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis General*

El módulo elástico experimental del concreto $f'c$ 210 kg/cm² varía respecto al módulo elástico teórico.

1.5.2. *Hipótesis Específicas*

- El módulo elástico experimental del concreto $f'c$ 210 kg/cm² es menor al módulo elástico teórico.
- La relación de Poisson experimental del concreto $f'c$ 210 kg/cm² está dentro del rango de los valores teóricos 0.15 y 0.20.
- El coeficiente de corrección para la fórmula que determina el módulo elástico es lineal.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Tesis: Determinación del módulo de elasticidad y la resistencia a compresión del hormigón en función de la variabilidad y caracterización de los agregados

Resumen: Este estudio se desarrolló con el propósito de abordar la estimación del módulo de elasticidad en el concreto, considerando su importancia en la prevención de deformaciones estructurales y fallos en las construcciones. En el contexto de Ecuador, se observó que la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS) había adoptado una ecuación empírica basada en el código ACI para este propósito, pero se había observado variabilidad en los resultados, influida principalmente por las características de los agregados, que componen una parte sustancial del concreto. La investigación involucró la elaboración de 12 tipos de concreto, teniendo en cuenta los agregados comúnmente utilizados en Cuenca, así como las relaciones agua-cemento y agregado fino-agregado grueso, para el análisis de módulo de elasticidad para estos 12 tipos de concreto se utilizaron 3 muestras para cada tipo, lo que hizo un total de 48 muestras para el análisis de este parámetro. Los datos recopilados se sometieron a un análisis de varianza para evaluar la influencia de estos factores en las propiedades del concreto. Se validó la ecuación del ACI 318 adoptada por la NEC-SE-DS para los concretos diseñados con los agregados de Cuenca, encontrándose dentro de los parámetros establecidos por la normativa. Además, se determinó que, tanto mediante el método ASTM C-469 como con mediciones de ultrasonido, la relación agua-cemento era el factor que mejor explicaba la variabilidad del módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión simple. Aunque la relación entre el agregado fino y el agregado grueso también tenía un efecto significativo en el módulo de elasticidad, su influencia fue menor que la de la relación agua-cemento. Por otro lado, la resistencia a la compresión no se vio afectada por la relación entre el agregado fino y el agregado grueso. Estos resultados contribuyen al conocimiento y la optimización de los diseños estructurales y la eficiencia en la construcción en Ecuador, ofreciendo un

enfoque más preciso en la estimación del módulo de elasticidad del concreto en función de las características regionales de los agregados (Serpa y Vázquez, 2018).

Tesis: Determinación de la relación de Poisson y módulo de elasticidad para concretos de 21 y 28 Megapascuales en concretos de la ciudad de Villavicencio

. **Resumen:** Este estudio se desarrolló con el propósito de mejorar el comportamiento mecánico del concreto, centrándose en reducir las variaciones en las condiciones de trabajo para obtener resultados más precisos y menos sujetos a incertidumbre. Se analizaron datos de concretos en Villavicencio, Meta, para determinar su cumplimiento con los requisitos de la NSR 10 y evaluar posibles discrepancias. Se siguieron procedimientos estándar para la elaboración de concretos de 21 y 28 Mega Pascales (MPa), realizando ensayos en muestras curadas a 14 y 28 días, para el análisis del parámetro de módulo de elasticidad se utilizaron 88 muestras en total, por lo que solo 22 muestras corresponden el análisis de módulo de elasticidad del concreto de 21 MPa curadas a los 28 días. Los resultados proporcionaron evidencia clara sobre el comportamiento esperado de los especímenes en comparación con la normativa. Se identificaron diferencias significativas entre los datos obtenidos y la NSR 10, con el objetivo de contribuir a una mejor comprensión del comportamiento del concreto en Colombia y recalibrar valores para una mayor precisión. En conjunto con buenas prácticas tecnológicas, este estudio busca avanzar en la comprensión y la exactitud en la elaboración del concreto (Pineda, 2016).

Artículo: Determinación del módulo de elasticidad de dos concretos autocompactantes de alta resistencia (70 MPa)

Resumen: Este estudio se desarrolló con el objetivo de abordar la importancia del módulo de elasticidad en el diseño estructural y su relación con el concreto autocompactante (SCC), un material de construcción cada vez más relevante en la industria. Se centró en la determinación experimental del módulo de elasticidad en dos mezclas de SCC con resistencia nominal de 70 MPa a los 28 días, variando solo el tipo de cemento utilizado: uno modificado con caliza de alta resistencia inicial y otro con puzolana. Se llevaron a cabo análisis comparativos en dos etapas clave del proceso del concreto, evaluando parámetros como la temperatura, peso unitario, contenido de aire y fluidez sin restricciones en la fase

de concreto fresco, y examinando la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad, la relación de Poisson y el módulo de corte en la fase de concreto endurecido, siguiendo las normas ASTM correspondientes. Los resultados representan un avance significativo en la comprensión y caracterización del SCC, brindando a los ingenieros herramientas esenciales para realizar diseños estructurales más precisos y seguros, lo cual es crucial a medida que el uso del SCC sigue creciendo en la industria de la construcción, mejorando la eficiencia y la seguridad en proyectos arquitectónicos e ingeniería civil (Ramírez y Murillo, 2020).

Artículo: Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto

Resumen: Este estudio se desarrolló con el objetivo de abordar el uso del módulo de elasticidad en el análisis y diseño de estructuras de concreto reforzado, particularmente en el contexto colombiano, donde se emplea una ecuación definida por la "Norma Sismo Resistente de 1998 (NSR-98)" para estimar el módulo de elasticidad (E_c). Se llevaron a cabo extensos análisis utilizando 611 muestras de concreto con una resistencia de 210 kg/cm², recolectadas en las 3 plantas concreteras del área metropolitana de Bucaramanga, el número de muestras es proporcional a la producción mensual de concreto premezclado (m³/mes) la producción de las plantas es de 3250, 5500 y 7500 m³/mes. Los datos obtenidos se utilizaron para evaluar diversas ecuaciones propuestas para estimar el valor de E_c en este tipo de concreto. Como resultado, se propone la ecuación $E_c = 6,250\sqrt{f'_c}$ (en Kg/cm²) en lugar de la fórmula sugerida por el NSR-98, y se recomienda la utilización de la ecuación ajustada $E_c = 0.054W^{1.5}\sqrt{f'_c}$ (en Kg/cm²) cuando se conoce el peso unitario (W) del concreto. Se observó que la fórmula propuesta por el NSR-98 sobreestima en un 50% los valores de E_c para concretos con $W = 2,375$ Kg/m³ y $f'_c = 210$ kg/cm², mientras que las ecuaciones del ACI y el CEC los sobrestiman en un 24% y 46.2%, respectivamente. Estas conclusiones tienen un impacto significativo en la optimización de diseños estructurales y la eficiencia en proyectos de construcción en Colombia (Serrano y Pérez, 2010).

2.1.2. *Antecedentes nacionales*

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

Resumen: Esta investigación se planteó con el objetivo de determinar el valor del módulo de elasticidad del concreto simple (E_c) en la región Lambayeque, específicamente utilizando agregados provenientes de las canteras "Tres Tomas" y "Pátapo-La Victoria", que son consideradas las más representativas a nivel regional. La motivación principal radica en la falta de información disponible sobre este tema en el ámbito regional, lo que resalta la importancia de contribuir con nuevos datos para investigaciones futuras. La metodología propuesta implica la determinación del E_c a través de ensayos en probetas cilíndricas de concreto con resistencias a la compresión de 210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , ya que estas dosificaciones son las más comúnmente empleadas en la construcción de estructuras convencionales como viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares y centros de servicio. En la fase inicial, se llevaron a cabo los ensayos necesarios para el diseño de mezclas según las directrices del Comité ACI-211, incluyendo la evaluación de la granulometría, humedad, peso específico y absorción. Se realizaron un total de 240 probetas, de las cuales 120 fueron sometidas a ensayos de resistencia a la compresión y 120 se utilizaron para la determinación del módulo de elasticidad, por ende 60 se utilizaron para concretos de diseño $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados revelaron variaciones entre el E_c establecido por la norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones y el obtenido en laboratorio, con diferencias del 6.92% y 5.44% para resistencias a la compresión de 210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , respectivamente (Ruiz Sanchez, 2021).

Tesis: 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.

Resumen: El objetivo de esta investigación es adaptar la ecuación del módulo de elasticidad del concreto a la realidad local de la ciudad de Juliaca, considerando los diversos agregados disponibles, principalmente de las canteras ISLA y YOCARA, que son ampliamente utilizadas en la producción de

concreto en la provincia de San Román, departamento de Puno. Se ha desarrollado una nueva ecuación matemática para calcular el módulo de elasticidad del concreto en Juliaca, tomando como referencia una resistencia a la compresión simple de 210 kg/cm² y utilizando agregados de ambas canteras. En una etapa inicial, se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de ISLA y YOCARA. Posteriormente, se llevaron a cabo diseños de mezcla con una dosificación de 210 kg/cm², la más comúnmente empleada en estructuras locales, utilizando el método A.C.I. para el diseño de mezclas, ampliamente reconocido en la región. El número de muestras que se utilizó para el análisis del módulo de elasticidad del concreto $f'c$ 210 kg/cm² fueron 20 muestras, 10 muestras para la cantera de Isla y 10 muestras para la cantera Yocara. Los resultados experimentales finales revelaron que, para la cantera ISLA, la ecuación del módulo de elasticidad es $E_c=8715\sqrt{f'c}$ (kg/cm²), con variaciones del 58.00% respecto al ACI 318, RNE, y del 57.62% respecto al ACI 363. Para la cantera YOCARA, la ecuación es $E_c=7885\sqrt{f'c}$ (kg/cm²), con variaciones del 52.52% respecto al ACI 318, RNE, y del 51.21% respecto al ACI 363. Estas ecuaciones proporcionan una mejor adecuación a las condiciones locales en comparación con las establecidas por los reglamentos mencionados (Alarcón, 2017).

Tesis: Influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú, 2017.

Resumen: El objetivo principal de esta investigación fue abordar la discrepancia en Perú en cuanto al uso del mismo valor de módulo elástico para el diseño y evaluación de estructuras de concreto, sin considerar la zonificación sísmica ni el origen de los agregados. Se llevó a cabo un estudio para determinar la influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto armado en diferentes regiones del país. El tipo de investigación fue descriptivo correlacional, con un diseño comparativo que incluyó viviendas multifamiliares en Lima, edificios multifamiliares en Huancayo, edificios de oficinas en Cusco y una edificación de mercado en Ucayali. Se utilizó la técnica de análisis documental para recolectar datos y se encontró que la deriva en los sistemas de estructuración dual es mayor cuando el módulo elástico es menor, no superando el 9,55% con el módulo de elasticidad promedio de la Norma Sismo Resistente Colombiana. Sin embargo, en estructuras aporticadas, los valores superan el 9,51%, y en estructuras de albañilería confinada, aunque la deriva es superior, no

supera el 2,47%. Estos resultados ofrecen información valiosa para mejorar las prácticas de diseño y evaluación de estructuras de concreto en Perú, considerando las variaciones en el módulo de elasticidad según la ubicación y los materiales utilizados (Saavedra y Ramírez, 2017).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Definición de términos

Módulo de elasticidad: La conexión entre la fuerza aplicada en dirección normal y la deformación unitaria asociada, en situaciones donde las fuerzas de tensión o compresión no superan el límite de proporcionalidad del material, se utiliza para calcular la rigidez de los componentes estructurales (Norma Técnica de Edificaciones, 2009, p. 16).

Relación de Poisson: “Se refiere a la proporción entre las deformaciones transversales y longitudinales experimentadas por el concreto cuando se encuentra sometido a esfuerzos de compresión dentro de su rango elástico” (Cristancho y Torres, 2015, p. 32).

Agregados: Son minerales frecuentes que se forman debido a la acción erosiva del agua y el viento, siendo común hallarlos en canteras y lechos de ríos. Estos minerales, como arena, grava o roca, son depositados por las corrientes fluviales. También pueden ser formadas de manera mecánica, chancando rocas para así dividir las hasta formar grava y arena (Cristancho y Torres, 2015, p. 21).

Agregado fino: Partículas resultantes de la descomposición ya sea de forma natural o provocada, que atraviesan el tamiz estandarizado de 9,5 mm (3/8 pulgadas) y quedan retenidas en el tamiz estandarizado de 75 μ m (No. 200); deben cumplir con los límites definidos en esta normativa (Burga, 2021, p. 9).

Arena: Se trata del material de tamaño reducido que se origina por la descomposición natural de las rocas.

Agregado grueso: Se refiere al material de construcción que queda atrapado en el tamiz estandarizado de 4,75 mm (N°4), originado por la descomposición natural o mecánica de la roca, y que satisface los requisitos establecidos en la norma técnica peruana (NTP) (Burga, 2021, p. 9).

Cemento: El cemento se obtiene al moler el clínker, un material con propiedades cementantes que proporcionan la adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y formar una masa sólida

con la resistencia y durabilidad adecuadas. Este componente es crucial para la fabricación del concreto. Sin embargo, en diseños estructurales, se recomienda el uso de cementos hidráulicos (Cristancho y Torres, 2015, p. 20).

Agua: El agua desempeña un papel esencial en la producción del hormigón, ya que es responsable de generar la propiedad fundamental del concreto en su estado fresco, conocida como trabajabilidad. Por esta razón, es crucial ejercer precaución al establecer la relación entre agua y cemento, además de garantizar que el agua utilizada sea potable o de alta calidad. La importancia de analizar el agua en el cemento se debe a la posibilidad de que contenga impurezas, como azúcares, ácidos, materia vegetal y aceites, los cuales podrían obstaculizar o retardar el proceso de hidratación (Cristancho y Torres, 2015, p. 26).

Los aditivos: Son sustancias que se incorporan a la mezcla de hormigón con el fin de modificar una o varias características o propiedades del concreto, ya sea en su estado fresco o endurecido. En esencia, los aditivos buscan lograr un comportamiento específico que beneficie al concreto sin afectar las demás características. Estos aditivos se dividen principalmente en aditivos químicos y aditivos minerales. Los primeros incluyen principalmente plastificantes y superplastificantes, así como incorporadores de aire y controladores de fragua (Cristancho y Torres, 2015, p. 27).

Concreto: El concreto, un material artificial creado por el ser humano está compuesto por diversos elementos como agregados, agua, cemento y aditivos. Estos componentes son determinantes para las propiedades mecánicas de este material, siendo de especial relevancia para los ingenieros civiles debido a que el hormigón es ampliamente utilizado en la construcción. Destaca por su capacidad de resistir fuerzas de compresión, baja conductividad eléctrica, durabilidad y otras características positivas.

Es importante señalar que el concreto tiene dos fases: una en estado plástico, conocida como concreto fresco, y otra en estado endurecido. Aunque se han mencionado propiedades favorables del concreto, en su fase plástica adquiere una propiedad denominada trabajabilidad. Esta implica la capacidad de colocar y consolidar el concreto de manera fácil, permitiendo su moldeado en diversas formas y la creación de efectos arquitectónicos especiales (Cristancho y Torres, 2015, p. 20).

Deformación axial: La alteración en la longitud de un objeto provocada por una carga axial, también llamada deformación total, se expresa como δ (delta) (García y Vigo, 2017, p. 20).

2.2.2. Fundamentos teóricos

2.2.2.1. Módulo de elasticidad

El Módulo de Elasticidad define la proporcionalidad entre esfuerzo y deformación. Este módulo se determina mediante la pendiente de la recta esfuerzo-deformación que pasa por el origen. Sin embargo, debido a la naturaleza de la relación entre esfuerzos y deformaciones en el concreto, no es factible asignarle estrictamente una pendiente, es decir, un Módulo de Elasticidad. No obstante, para materiales con una gráfica de esfuerzo-deformación en forma de curva, se suelen considerar otras formas de calcular el módulo de elasticidad. Estas pueden incluir la pendiente de la recta tangente a la curva en el origen o en otro punto, la pendiente de la secante entre el origen y otro punto, o la pendiente de la cuerda entre dos puntos en la curva.

Dado que el concreto no posee las características de un cuerpo elástico, es más apropiado referirse al parámetro como el módulo de deformación longitudinal en lugar del módulo de elasticidad. Este módulo no mantiene un valor constante en el gráfico σ - ϵ del diagrama noval.

a) Módulo Tangente: Cuyo valor varía en cada punto y se determina por la pendiente de la tangente a la curva en ese punto:

$$Ec = \frac{d\sigma}{d\epsilon}$$

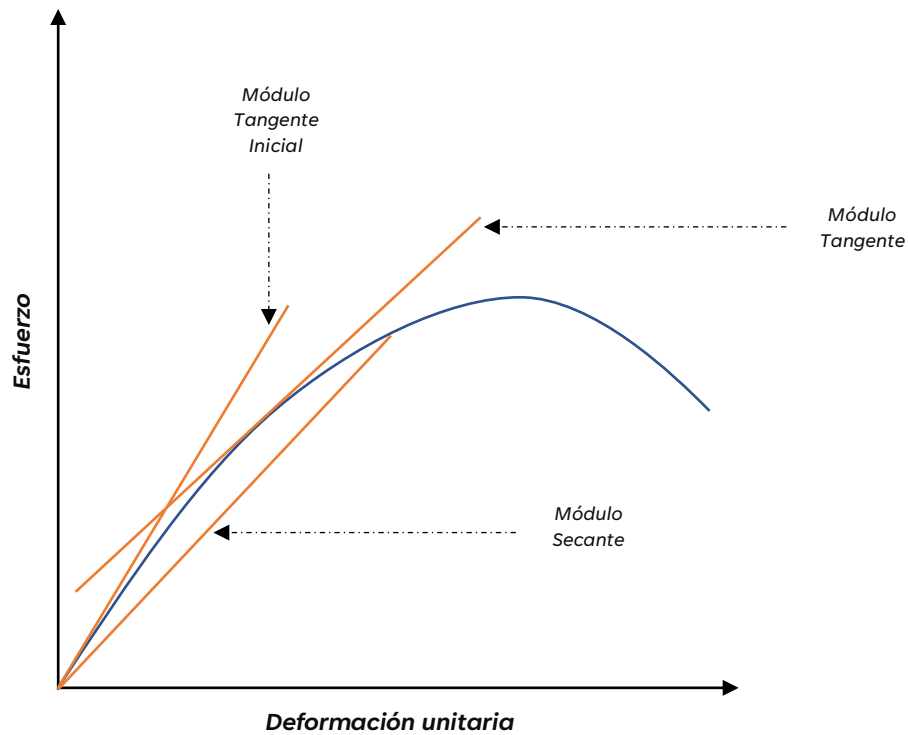
b) Módulo Secante: Cuyo valor varía en cada punto y se calcula por la pendiente de la recta que conecta el origen con dicho punto:

$$Ec = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

c) Módulo Tangente Inicial: También conocido como módulo de elasticidad en el origen, que corresponde a una deformación nula, en este caso, el módulo tangente y el secante coinciden. Su medida se basa en la inclinación de la tangente a la curva en el origen.

Figura 1

Modulo de elasticidad curva esfuerzo vs deformación

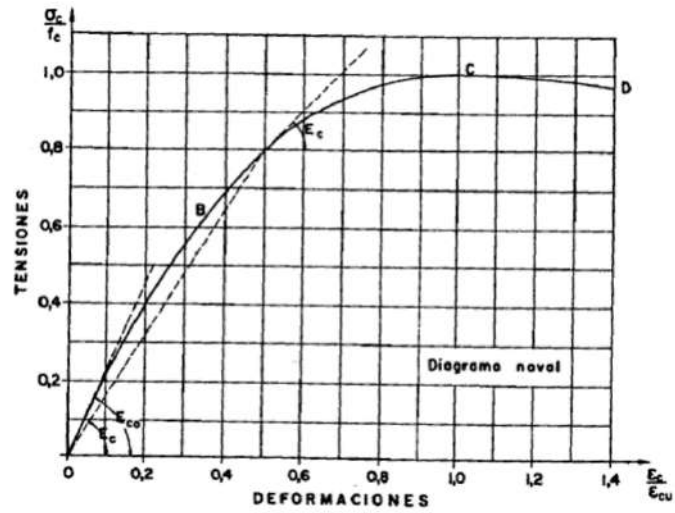


A partir de las definiciones previas de módulo tangente, módulo secante y módulo inicial, junto con las representaciones en las figuras 1 ,2 y 3 que ilustran los diagramas σ - ϵ noval y reiterativo, se derivan conclusiones significativas:

- El módulo tangente en el diagrama noval disminuye a medida que la tensión aumenta, alcanzando la anulación en la tensión máxima.
- El módulo secante en el diagrama no lineal también disminuye a medida que la tensión aumenta, alcanzando un valor que equivale aproximadamente a la mitad o un tercio del valor inicial en el punto de tensión máxima.
- En el diagrama reiterativo, para tensiones previamente alcanzadas, el módulo secante es constante y aproximadamente igual al 85% del módulo inicial en la primera carga.

Figura 2

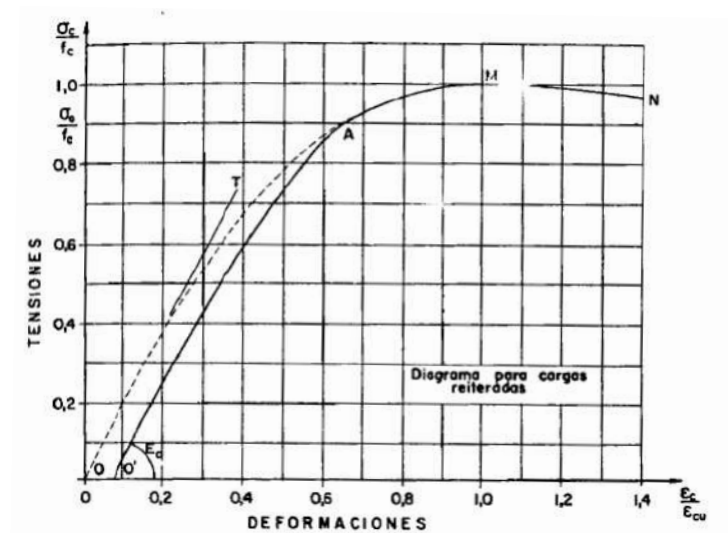
Diagrama noval $\sigma - \varepsilon$ del hormigón (concreto)



Nota. Tomada de (Montoya et al., 2000)

Figura 3

Diagrama no noval $\sigma - \varepsilon$ del hormigón



Nota. Tomada de (Montoya et al., 2000)

En consecuencia, al determinar deformaciones para cargas cercanas a las de servicio en estructuras, que generan tensiones en el concreto de alrededor del 40% de la resistencia a la rotura como máximo, se puede considerar un valor constante para el módulo secante de deformaciones. Este valor, específico para cada tipo de hormigón y condiciones de humedad ambiental, sería igual a 85 veces el módulo de elasticidad inicial del diagrama noval (Montoya et al., 2000, p. 93).

Así, la fórmula para la determinación del módulo de elasticidad experimental del concreto se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$Ec = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma_{(0.00005)}}{\varepsilon_{0.4\sigma_{max}} - 0.00005}$$

Dónde:

E_c : Módulo de Elasticidad del concreto

$S_2 \approx 0.4\sigma_{max}$: Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga de rotura

$S_1 \approx \sigma_{(0.00005)}$: Esfuerzo conforme a una deformación unitaria de 0.00005.

$\varepsilon_2 \approx \varepsilon_{0.4 \sigma_{max}}$: Deformación Unitaria al 40% de la carga rotura.

Algunos alcances del RNE (reglamento nacional de edificaciones) E.060 del concreto armado (2009, p. 50), sobre el módulo de elasticidad establece que:

- En el caso de concretos con un peso unitario W_c que varía entre 1450 y 2500 kg/m³, el módulo de elasticidad, E_c , del concreto puede ser considerado como:

$$Ec = wc^{1.5}0.043\sqrt{f'c} \text{ (en MPa)}$$

- En el caso de concretos con peso unitario normal ($W_c = 2300 \text{ kg/m}^3$), se puede utilizar la siguiente expresión para el módulo de elasticidad, E_c :

$$Ec = 4700\sqrt{f'c} \text{ (en MPa)}$$

- Es posible emplear valores alternativos para el módulo de elasticidad (E_c) siempre y cuando cuenten con respaldo suficiente a través de resultados obtenidos en pruebas de laboratorio.

2.2.2.2. Relación de Poisson

A La relación entre las deformaciones transversales y longitudinales cuando el concreto está sujeto a fuerzas de compresión dentro del rango elástico se define como la relación de Poisson. Estas deformaciones en las direcciones axial y lateral son constantes según descubrió el científico Poisson en la zona elástica, pero esta relación ciertamente no permanece constante, pero puede darse el mismo tratamiento que el módulo elástico, es decir, se le puede considerar un valor intermedio dentro de estos valores. En este contexto, la deformación axial y la deformación lateral son proporcionales, lo que establece la constante conocida como el módulo de Poisson. Para este estudio en particular, se llevó a cabo la determinación de la razón de Poisson, la cual funciona como un parámetro para el módulo de corte en el concreto. Este enfoque ayuda a evitar la sobreestimación de esfuerzos en el diseño estructural. En los ensayos realizados según el método ASTM C-469, la Relación de Poisson se determina a partir de las deformaciones transversales medidas a la mitad de la altura del espécimen, utilizando la fórmula que se indica a continuación (Escobedo y Torres, 2022, p. 120).

$$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$$

Donde:

μ = Razón de Poisson

ε_{t2} = Deformación unitaria transversal en la altura medida del espécimen producida por el esfuerzo S2.

ε_{t1} = Deformación unitaria transversal en la altura medida del espécimen producida por el esfuerzo S1.

ε_2 = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2.

A nivel general, se suele aceptar que el coeficiente de Poisson del concreto hidráulico puede variar entre aproximadamente 0.11 y 0.27, y para los concretos de peso normal, su rango más común se encuentra entre 0.15 y 0.20. No obstante, estos valores son estimaciones generales que podrían necesitar confirmación en situaciones específicas donde se requiera una consideración más precisa de esta propiedad del concreto, o cuando surjan dudas sobre el comportamiento de los agregados en este aspecto.

2.2.2.3. Diagrama de esfuerzo-deformación unitario

De acuerdo con Cristancho y Torres (2015, pág. 29) el gráfico se construye utilizando la información derivada de una prueba de tensión o compresión, en la cual se identifican ciertos niveles de esfuerzo al dividir la carga aplicada entre el área de la sección transversal inicial de la muestra.

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

σ = Esfuerzo.

P= Carga aplicada.

A_0 = Área de la sección.

Además, se calculará la deformación unitaria al dividir la variación en la longitud entre la longitud inicial del cilindro.

$$\epsilon = \frac{\delta}{L_0}$$

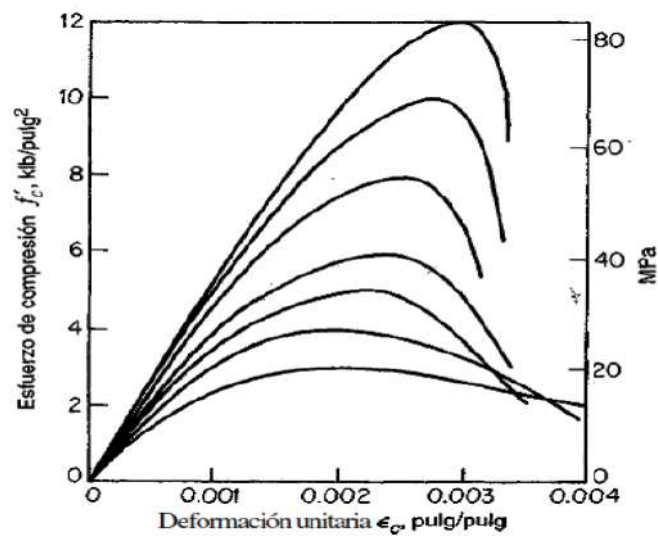
ϵ = Deformación unitaria.

δ = Cambio en la longitud.

L_0 = Longitud original.

Figura 4

Curva esfuerzo-deformación a la compresión en concretos de densidad normal



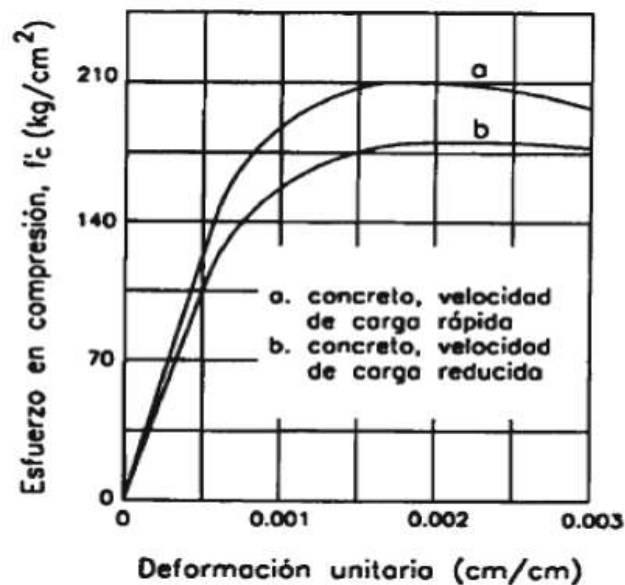
Nota. Tomada de (Cristancho Cala y Torres Gutiérrez, 2015)

Este gráfico posee una relevancia fundamental para los ingenieros civiles, ya que proporciona información crucial sobre la resistencia de un material cuando se somete a cargas externas, como compresión y tensión. Es importante tener en cuenta que al realizar el ensayo dos veces en el mismo material con dos especímenes, los diagramas de esfuerzo-deformación unitaria nunca serán idénticos, indicando que la composición del material es diferente o que su comportamiento frente a fuerzas específicas es desigual. A continuación, se presentarán dos representaciones gráficas, una correspondiente al concreto de densidad normal y la otra al concreto liviano.

La relación esfuerzo-deformación unitaria también está influenciada por la velocidad con la que se aplica la carga. En el caso de una carga rápida, el último esfuerzo es mayor en comparación con una carga más lenta. A continuación, se presenta la Figura 5 en relación con lo mencionado anteriormente.

Figura 5

Efecto de la velocidad de carga en la resistencia a la compresión del concreto



Nota. Tomada de (Cristancho Cala y Torres Gutiérrez, 2015)

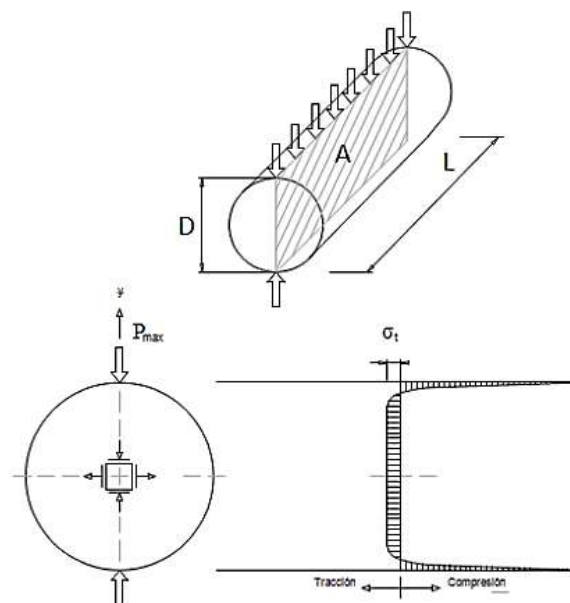
2.2.2.4. Ensayo brasileño

El ensayo brasileño es un ensayo indirecto para determinar la resistencia a tracción, también llamado ensayo de tracción por hendimiento por la normativa ASTM C496-96, este ensayo en forma general es aplicado a materiales como el hormigón, rocas, o materiales de la misma naturaleza (Hevia Villanueva, 2017, p. 3).

La siguiente imagen que nos proporciona Vargas Neumann (2016, p. 4) representa la distribución de fuerzas internas horizontales generadas a lo largo del eje diametral donde se aplica la carga de compresión durante el Ensayo de Tracción Indirecta en un espécimen cilíndrico. Se observa una concentración de fuerzas de compresión cerca de los puntos de aplicación de la carga (se utilizan listones delgados de madera entre los platos de la prensa para distribuir la carga), así como una distribución bastante uniforme de fuerzas de tracción en la mayor parte (aproximadamente el 80%) de la región central del espécimen.

Figura 6

Distribución de fuerzas internas en el ensayo de tracción indirecta



Nota. Tomada de (Vargas Neumann, 2016)

A pesar de que el ensayo está diseñado para ser realizado en muestras cilíndricas, también se puede realizar utilizando muestras prismáticas o cúbicas. Sin embargo, en este caso, es esencial

considerar los coeficientes de corrección para ajustar los resultados según lo estipulado en las normativas pertinentes.

La fórmula recomendada por la norma ASTM C496 (1996, p. 4), para calcular la fuerza de tracción en Megapascales (MPa) es la siguiente:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi Dt}$$

Donde:

P: Carga de rotura (N)

D: Diámetro de la probeta (mm)

t: Espesor de la probeta medida en el centro (mm)

2.2.2.5. Ensayos

a) Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra

Las normas ASTM C31 (2023), ASTM C172 (2017), NTP 339.033 (1999) y NTP 339.036 (2017) nos proporciona las siguientes especificaciones:

a.1. Aparatos:

Moldes: Los moldes deben estar hechos de materiales como acero, hierro fundido, o cualquier otro material no absorbente ni reactivo al cemento presente en el concreto. Es crucial que los moldes mantengan sus dimensiones y forma en todas las condiciones de uso, y deben ser herméticos al agua, verificado por su capacidad para retener agua vertida en ellos. Se recomienda el uso de sellantes como grasa pesada, arcilla de modelar o cera microcristalina para prevenir pérdidas a través de las juntas. Es necesario contar con un método efectivo para asegurar las placas de base a los moldes, y si son reutilizables, se recomienda cubrirlos ligeramente con aceite mineral o un desencofrante no reactivo antes de su uso.

Varilla de Compactación: Se trata de una barra de acero recta y redonda cuyas dimensiones se ajustan a las especificadas en la Tabla 1. Su extremo compactador o ambos extremos son redondeados y poseen una punta hemisférica con el mismo diámetro que la barra.

Tabla 1

Requisitos de la Varilla de Compactación

Diámetro del cilindro o ancho de la viga in. [mm]	Dimensiones de la varilla ^A	
	Diámetro in. [mm]	Longitud de la varilla in. [mm]
<6 [150]	3/8 [10]	12 [300]
6 [150]	5/8 [16]	20 [500]
9 [225]	5/8 [16]	26 [650]

Nota. Tomada de (ASTM C31, 2023)

a.2. Moldeado de Especímenes:

Lugar de Moldeado: Forme los especímenes de manera ágil en una superficie firme y nivelada, sin vibraciones ni otras interferencias, preferiblemente en un área cercana al lugar de almacenamiento previsto.

Colado de Cilindros: Elija una barra de compactación según la Tabla 1. Determine el método de compactación de acuerdo con la Tabla 2, a menos que se especifique un método diferente. Si el método de compactación implica el uso de una barra, identifique los requisitos de moldeo según la Tabla 3. Seleccione una cuchara de albañil. Mientras vierte el concreto en el molde, desplaza la cuchara de albañil alrededor del borde de la abertura del molde para garantizar una distribución uniforme del concreto con la menor segregación posible. Cada capa de concreto debe compactarse según sea necesario. Al colocar la capa final, añada suficiente concreto para llenar el molde después de la compactación.

Tabla 2

Requisitos del Método de Compactación

Asentamiento in. (mm)	Método de Compactación
≥ 1 [25]	varillado o vibración
< 1 [25]	vibración

Nota. Tomada de (ASTM C31, 2023)

Tabla 3*Requisitos de Moldeado por Varillado*

Tipo y Tamaño del Espécimen	Número de Capas de Aproximadamente Igual Profundidad	Número de golpes de Varilla por Capa
Cilíndricos:		
Diámetro, in. [mm]		
4 [100]	2	25
6 [150]	3	25
9 [225]	4	50
Vigas:		
Ancho, in. [mm]		
6 [150] a 8 [200]	2	vea 9.3
>8 [200]	3 o más de igual profundidad, cada uno sin exceder 6 in. [150 mm].	vea 9.3

Nota. Tomada de (ASTM C31, 2023)

Compactación: Distribuya el concreto en el molde en el número requerido de capas de volumen aproximadamente igual. Golpee cada capa utilizando el extremo redondeado de la varilla y la cantidad de golpes especificada. Asegúrese de golpear la capa inferior en su totalidad. Distribuya uniformemente los golpes de varilla a lo largo de la sección transversal del molde. Para cada capa subsiguiente, permita que la varilla penetre a través de la capa en proceso y en la capa inferior alrededor de 1 pulgada (25 mm). Después de varillar cada capa, golpee suavemente los lados exteriores del molde de 10 a 15 veces con una maza para cerrar posibles huecos creados durante el varillado y liberar burbujas de aire grandes. Emplee la mano abierta al golpear los moldes cilíndricos de un solo uso de calibre ligero para evitar daños. Después de golpear, nivele cada capa de concreto a lo largo de los lados y extremos de los moldes de viga con una regla o herramienta adecuada. Los moldes que no se llenaron adecuadamente deben ajustarse con concreto representativo durante la compactación de la capa superior. Retire el concreto en exceso de los moldes que se llenaron en exceso.

Acabado: Una vez completada la compactación, realice el acabado de las superficies superiores nivelándolas con una varilla de compactación cuando la consistencia del concreto lo permita, o utilice una llana de mano o fratás. Si se prefiere, aplique una fina capa de pasta de cemento consistente en la

parte superior de los cilindros recién formados. Permita que esta capa endurezca y se cure junto con el espécimen.

a.3. Curado

Almacenamiento: En caso de que no sea posible moldear los especímenes en el lugar donde recibirán el curado inicial, tras completar el acabado, traslade los especímenes de inmediato al sitio designado para el almacenamiento inicial. Asegúrese de que la superficie de soporte donde se colocan los especímenes esté nivelada dentro de un margen de 1/4 de pulgada por pie [20 mm por metro]. Si necesita mover cilindros en moldes de un solo uso, utilice un fratás grande o un dispositivo similar para levantar y retirar los cilindros desde la parte inferior de los moldes. Si la superficie superior se daña durante el traslado al lugar de almacenamiento inicial, realice el acabado nuevamente de inmediato.

Curado Inicial: Inmediatamente después del proceso de moldeo y acabado, es esencial almacenar los especímenes durante un período de hasta 48 horas en un rango de temperatura que oscile entre 60 y 80 °F [16 y 27 °C], en un entorno que evite la pérdida de humedad de los especímenes. Para mezclas de concreto con una resistencia especificada de 6000 psi [40 MPa] o más, la temperatura durante el curado inicial debe mantenerse entre 68 y 78 °F [20 y 26 °C]. Existen diversos procedimientos que pueden emplearse para asegurar las condiciones de temperatura y humedad especificadas durante este periodo. Es crucial seleccionar un procedimiento adecuado o una combinación de ellos. Para prevenir la exposición directa a la luz solar y a dispositivos calefactores radiantes, si se utilizan, todos los especímenes deben ser protegidos. Además, se debe controlar la temperatura de almacenamiento mediante dispositivos de calefacción y enfriamiento según sea necesario, y se recomienda registrar la temperatura utilizando un termómetro de máxima-mínima. En el caso de moldes de cartón, se debe evitar el contacto de las superficies exteriores de los moldes con arpillera mojada u otras fuentes de agua.

Curado Final: Después de finalizar el proceso de curado inicial y dentro de los 30 minutos posteriores a la eliminación de los moldes, proceda a curar los especímenes con agua, asegurándose de mantener agua en sus superficies constantemente. Este curado debe llevarse a cabo a una temperatura de 73 ± 3 °F [23 ± 2 °C], utilizando depósitos de agua o habitaciones húmedas que cumplan con los

requisitos establecidos en la Especificación C 511. Esta práctica, sin embargo, no es aplicable cuando se aplica un compuesto para encabezar de mortero de sulfuro, y especialmente antes de realizar ensayos. En este último caso, los extremos de los cilindros deben estar suficientemente secos para evitar la formación de bolsas de vapor o espuma mayores de 1/4 de pulgada [6 mm] durante o después del encabezado, según lo especifica la Práctica C 617. En un intervalo de hasta 3 horas justo antes del ensayo, no es necesario mantener una temperatura de curado específica, siempre y cuando se garantice la presencia de humedad en los cilindros y la temperatura ambiente se encuentre entre 68 y 86 °F [20 y 30 °C].

b) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP, 2015).

Las especificaciones y el procedimiento de acuerdo con las normas NTP 339.034 (2015) y ASTM C39 (2001) son las siguientes:

El procedimiento implica aplicar una carga axial de compresión a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad predefinida hasta que se produzca la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante la prueba por el área de la sección transversal del espécimen.

b.1. Procedimiento:

-Se llevarán a cabo ensayos de compresión en especímenes curados en condiciones húmedas tan pronto como sea práctico después de su retirada del almacenamiento húmedo.

-Los cilindros deberán protegerse contra la pérdida de humedad mediante cualquier método adecuado durante el periodo que transcurre entre la retirada del almacenamiento húmedo y la realización del ensayo. Los ensayos de los cilindros se llevarán a cabo en condiciones húmedas.

-Todos los cilindros de ensayo correspondientes a una determinada edad de ensayo deberán fracturarse dentro del tiempo permitido, según las tolerancias prescritas de la siguiente manera:

Tabla 4

Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2%

Nota. Tomada de (NTP 339.034, 2015)

-Colocación del espécimen: Coloca el bloque de rotura inferior con su superficie endurecida hacia arriba sobre la base de la máquina de ensayo, justo debajo del bloque de apoyo superior con asiento esférico. Asegúrate de limpiar bien las superficies de contacto tanto de los bloques superior e inferior como del espécimen de prueba, y coloca el espécimen sobre el bloque de rotura inferior. Si se usan almohadillas, limpia las superficies de los cojinetes del anillo de retención y centra las almohadillas sobre el espécimen. Alinea con precisión los ejes del espécimen con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.

-Verificación del cero y asiento del bloque: Antes de comenzar el ensayo, verifica que el indicador de carga esté en cero. Si no lo está, ajusta el indicador. Una vez que el espécimen esté colocado en la máquina, pero antes de aplicar la carga, inclina suavemente la parte móvil del bloque de asiento esférico para que su superficie de apoyo quede paralela a la parte superior del espécimen.

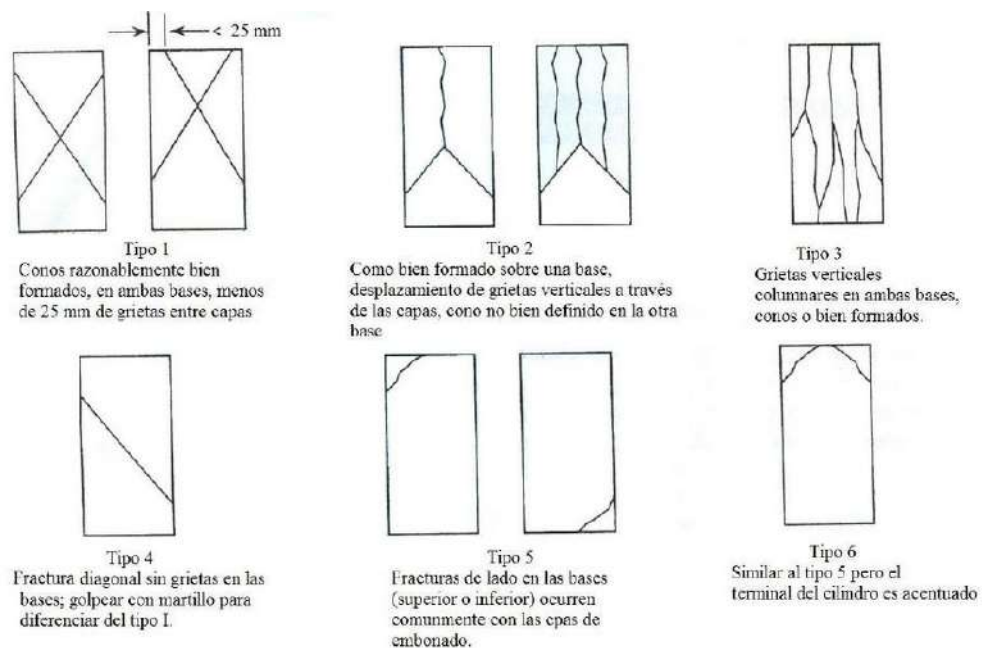
-Verificación de la alineación al utilizar almohadillas: Si se emplean almohadillas, verifica la alineación del espécimen tras aplicar la carga, pero antes de alcanzar el 10% de la resistencia esperada del espécimen. Asegúrate de que el eje del cilindro no se desvíe más de 0,5° de la vertical y que los extremos del cilindro estén centrados en los anillos de retención. Si la alineación no es correcta, libera la carga y ajusta cuidadosamente la posición del espécimen. Luego, vuelve a aplicar la carga y verifica tanto el centro como la alineación del espécimen. Se permite una pausa en la aplicación de la carga para realizar esta verificación.

-Velocidad de carga: Aplicar la carga de manera continua y sin impacto.

-Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra una disminución constante de la carga y el espécimen presenta un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 7). En el caso de una máquina de ensayo equipada con un detector de rotura del espécimen, se prohíbe el cierre automático de la máquina hasta que la carga haya caído por debajo del 95% de la carga máxima. Cuando se utilizan almohadillas, es posible que ocurra una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Figura 7 antes de que se alcance la capacidad última del espécimen. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y describir el tipo de patrón de fractura de acuerdo con la Figura 7, esquematizando y describiendo brevemente el patrón de fractura. En caso de que el patrón de fractura no coincida con ninguno de los patrones típicos mostrados en la figura 7, esquematizar y describir brevemente el patrón de fractura. Si la resistencia medida es inferior a la esperada, examinar la fractura del concreto y observar la evidencia de segregación, así como la presencia de grandes vacíos de aire; si las fracturas ocurren predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, verificar si el refrentado se realizó de acuerdo con las normas NTP 339.037 o NTP 339.216.

Figura 7

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



Nota. Tomada de (NTP 339.034, 2015)

c) **Método de ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson del hormigón en compresión (ASTM, 2014).**

Las especificaciones para este ensayo nos la proporcionan la norma ASTM C469 (2014) y son las siguientes:

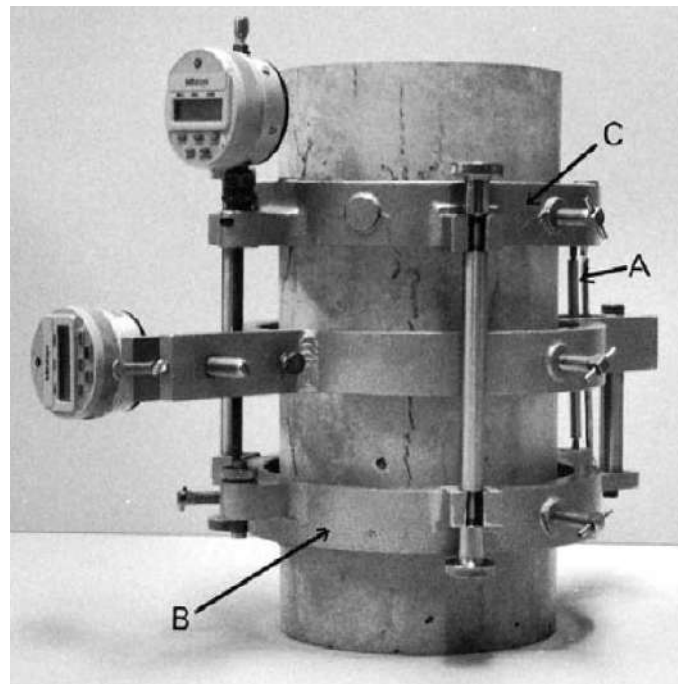
c.1. Aparatos:

Compresómetro: Para la determinación del módulo de elasticidad, se empleará un dispositivo sensor que puede o no estar adherido, el cual medirá con una precisión de 5 millonésimas la deformación promedio de dos líneas de medición ubicadas de manera diametralmente opuesta, y que son paralelas al eje y se centran en la altura media de la probeta.

La longitud efectiva de cada línea de medición debe ser al menos tres veces el tamaño máximo del árido en el concreto y no debe superar los dos tercios de la altura de la probeta; la longitud ideal para la línea de medición es la mitad de la altura de la probeta. Se puede optar por puntos de medición integrados o cementados en la probeta, y se leerá la deformación de las dos líneas de manera independiente. Alternativamente, se puede utilizar un compresómetro, como se ilustra en la Figura 8, que consta de dos yugos. Uno de los yugos (consultar B, Fig. 8) se fija de manera rígida a la probeta, mientras que el otro (ver C, Fig. 8) se sujeta en dos puntos diametralmente opuestos, permitiendo su libre rotación.

Figura 8

Compresómetro adecuado



Nota. Tomada de (ASTM C469, 2014)

En un punto específico de la circunferencia de la horquilla giratoria, ubicado a la mitad entre los dos puntos de apoyo, se emplea una varilla pivotante (ver A, Fig. 8) para mantener una distancia constante entre las dos horquillas. En el lado opuesto de la circunferencia del yugo giratorio, el cambio en la distancia entre los yugos (es decir, la lectura del medidor) corresponde a la suma del desplazamiento generado por la deformación de la probeta y el desplazamiento provocado por la rotación del yugo alrededor de la varilla de pivote.

Extensómetro: En caso de requerirse la obtención de la relación de Poisson, la deformación transversal se calculará de dos maneras: (1) mediante un extensómetro no adherido con la capacidad de medir con precisión de 25 μ pulgadas (0,635 μ m) el cambio de diámetro en la altura media de la probeta, o (2) mediante dos extensómetros adheridos, ubicados circunferencialmente en puntos diametralmente opuestos a la altura media de la probeta, y capaces de medir la deformación circunferencial con una precisión de 5 millonésimas. Una opción práctica es el uso de un aparato combinado compuesto por un compresómetro y extensómetros sin conexiones. Este dispositivo incluirá un tercer yugo, formado por

dos segmentos idénticos, posicionado a la mitad entre los dos yugos del compresómetro y fijado a la probeta en dos puntos diametralmente opuestos.

A mitad de camino entre estos puntos, se utiliza una varilla pivotante corta, situada junto a la varilla pivotante larga, para mantener una distancia constante entre los yugos inferior y medio. La horquilla central está articulada en su punto de pivote, lo que permite la rotación de los dos segmentos en el plano horizontal. En el lado opuesto de la circunferencia, los dos segmentos están conectados mediante un reloj comparador u otro dispositivo sensor capaz de medir con precisión la deformación transversal a 50 $\mu\text{in.}$ (1,27 $\mu\text{m.}$). Si las distancias desde la bisagra y el calibrador hasta el plano vertical que pasa por los puntos de apoyo del yugo central son iguales, la deformación transversal del diámetro de la probeta será la mitad de la lectura del calibrador.

Balanza: En caso de ser necesario, se empleará una balanza con una exactitud de 50 gramos [0,1 libra].

c.2. Procedimiento:

-La temperatura en las proximidades de la muestra no debe experimentar cambios superiores a 2°C [4°F] durante la ejecución de la prueba.

-Excepto conforme a lo indicado en la sección 6.5, emplear al menos dos muestras emparejadas para evaluar la resistencia a la compresión según el método de ensayo C39/C39M antes de llevar a cabo la prueba del módulo de elasticidad.

-Posicione la muestra en la máquina de ensayo con el dispositivo de medición de deformación conectado, ya sea sobre la platina inferior o el bloque de cojinetes. Alinee con precisión el eje de la muestra con el punto central de aplicación de fuerza del bloque superior de cojinetes de asiento esférico. Registre las lecturas de los indicadores de deformación. Antes de aplicar la carga a la muestra, incline manualmente la parte móvil del bloque de asiento esférico de manera que la superficie del cojinete se asemeje visualmente a estar paralela a la parte superior de la muestra de ensayo.

-Aplique carga a la muestra en un mínimo de tres ocasiones. Durante la primera carga, evite registrar cualquier información. Los cálculos se fundamentarán en el promedio de los resultados obtenidos en las cargas subsiguientes.

-Aplique la carga de manera continua y sin impactos. Ajuste las máquinas de ensayo tipo tornillo para que la cabeza móvil se desplace a una velocidad de 1 mm/min [0,05 pulg. /min] cuando la máquina esté en funcionamiento sin carga. En el caso de máquinas accionadas hidráulicamente, aplique la carga a una velocidad constante en el rango de 250 ± 50 kPa/s [35 ± 7 psi/s]. Cargue la muestra hasta que la carga aplicada alcance el 40 % de la carga última promedio de las muestras emparejadas. Este valor representa la carga máxima para la prueba del módulo de elasticidad.

-Durante la primera carga, supervise el desempeño de los calibradores. Corrija cualquier problema de fijación o alineación que pueda causar lecturas inexactas antes de realizar la segunda carga. En la segunda carga y las sucesivas, recolecte cada serie de lecturas según se detalla a continuación: Registre, sin interrupción de la carga, tanto la carga aplicada como la deformación longitudinal en dos puntos específicos: (1) cuando la deformación longitudinal alcanza los 50 microstrain y (2) cuando la carga aplicada es equivalente al 40 % de la carga de rotura promedio de las muestras emparejadas. La deformación longitudinal se define como la deformación longitudinal medida en la probeta dividida por la longitud efectiva de la galga.

-En el caso de querer calcular la relación de Poisson, anote la deformación transversal en los puntos mencionados anteriormente. La deformación transversal se refiere al cambio medido en el diámetro de la probeta dividido por el diámetro original.

-En el caso de querer obtener una curva de tensión-deformación, se realizarán lecturas en al menos dos puntos intermedios sin interrumpir la carga, o se empleará un dispositivo que registre de manera continua las lecturas del medidor.

-Cuando se alcance la carga máxima, a excepción de la carga final, disminuya la carga a cero con la misma velocidad a la que se aplicaba.

-No está prohibido calcular el módulo de elasticidad y la resistencia con la misma carga, siempre y cuando los medidores sean intercambiables, desmontables o estén adecuadamente protegidos, de manera que se pueda cumplir con el requisito de carga continúa estipulado en el método del ensayo C39/C39M. En esta situación, registre múltiples lecturas intermedias para obtener una curva tensión-

deformación hasta alcanzar al menos el 40 % de la carga de rotura, y determine el valor de la deformación al 40 % de la carga de rotura mediante interpolación.

-En caso de realizar lecturas intermedias, represente gráficamente los resultados de cada ensayo utilizando la deformación longitudinal como la variable independiente y la tensión de compresión como la variable dependiente. Para calcular el esfuerzo de compresión, divida la carga aplicada en la máquina de ensayo por la sección transversal de la muestra, determinada a partir del diámetro.

Capítulo III: Metodología

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo. Según Hernández Sampieri (2014) una investigación tiene enfoque cuantitativo ya que se utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis en base a la medición numérica y análisis estadístico. En esta investigación se recolecta y analiza muestras de concreto en campo, se utiliza normativas, instrumentos y ensayos, para medir las propiedades del concreto módulo de elasticidad, resistencia a la compresión, y relación de Poisson.

3.2. Alcance de estudio

El alcance de esta investigación es correlacional ya que primero determinaremos los valores experimentales del módulo de elasticidad y relación de Poisson, seguidamente determinaremos los valores teóricos del módulo de elasticidad y relación de Poisson; para luego relacionarlos y determinar un factor de corrección para los valores teóricos.

3.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es experimental ya que su objetivo es determinar la variabilidad del módulo de elasticidad y relación de Poisson experimental respecto al teórico, en donde las variables dependientes son el módulo de elasticidad y relación de Poisson y variables independientes el esfuerzo y la deformación (longitudinal y transversal).

3.4. Operacionalización de variables

Tabla 5

Matriz de operacionalización de variables

<i>Variable</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Unidad de Medida</i>	<i>Instrumento de investigación</i>
Independiente:				
<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo • Deformación 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión. • Deformación unitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del esfuerzo a la compresión. • Incremento de la deformación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kg/cm² • Adimensional. 	Ensayo

<i>Variable</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Unidad de Medida</i>	<i>Instrumento de investigación</i>
Dependiente: • Módulo de elasticidad del concreto simple (E_c)	• Zona elástica del diagrama esfuerzo vs deformación.	• Relación entre el fuerza y deformación.	• Kg/cm ²	Ensayo

3.5. Población y muestras

3.5.1. Población

La población estará constituida por muestras de concreto premezclado f_c 210 kg/cm² para elementos sometidos a flexión de la planta de concreto Pymac (Premezclado y maquinarias Cusco) de un mes de producción.

3.5.2. Muestra

Se aplicará un muestreo aleatorio para seleccionar las muestras de concreto premezclado con el respectivo procedimiento que la norma nos indica, para garantizar la representatividad del concreto a ensayar. La cantidad de muestras se tomó teniendo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones, norma E.060 de concreto armado (2020) y el promedio mensual de producción anual de la planta de concreto Pymac.

$$\text{N}^\circ \text{ de ensayos} = \frac{\text{Promedio mensual (m}^3\text{)}}{5 \text{ camiones (m}^3\text{)}} = \frac{1500 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3} = 30$$

Un ensayo para el módulo de elasticidad y relación de Poisson está conformado por 2 probetas cilíndricas y adicional a esto 1 probeta cilíndrica para el ensayo brasileño (resistencia a tracción) por lo que sería un total de 90 probetas cilíndricas a ensayar.

Tamaño de la muestra:

$$n = 90$$

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

En la presente investigación se utilizó diversos ensayos normalizados de acuerdo con la norma técnica peruana y ASTM, para determinar las propiedades del concreto premezclado a analizar; consistencia del concreto, resistencia a compresión, módulo de elasticidad y relación de Poisson.

Se utilizó fichas de recolección de datos las cuales se encuentran en los anexos, gráficos de dispersión para el análisis estadístico, mejor entendimiento e interpretación de los datos.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación están detallados en las respectivas normativas que se utilizó para los diferentes ensayos, a continuación, indicamos las normativas que se utilizaron:

- Práctica normalizada para muestreo de concreto recién mezclado (ASTM C172-17)
- Práctica estándar para la elaboración y curado de muestras de concreto en campo (ASTM C31-23)
- Método de Ensayo Normalizado para determinar la tracción por hendimiento de las probetas cilíndricas de hormigón (ASTM C496, 1996)
- Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica (NTP 339.084, 2022)
- Método de ensayo normalizado para asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico (ASTM C143, 2010)
- Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (NTP 339.035, 2009)
- Resistencia a la compresión de cilindros de concretos (ASTM C39-01)
- Método de ensayo normalizado para módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson del hormigón en compresión (ASTM C469-14)
- Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco (NTP 339.036-17)

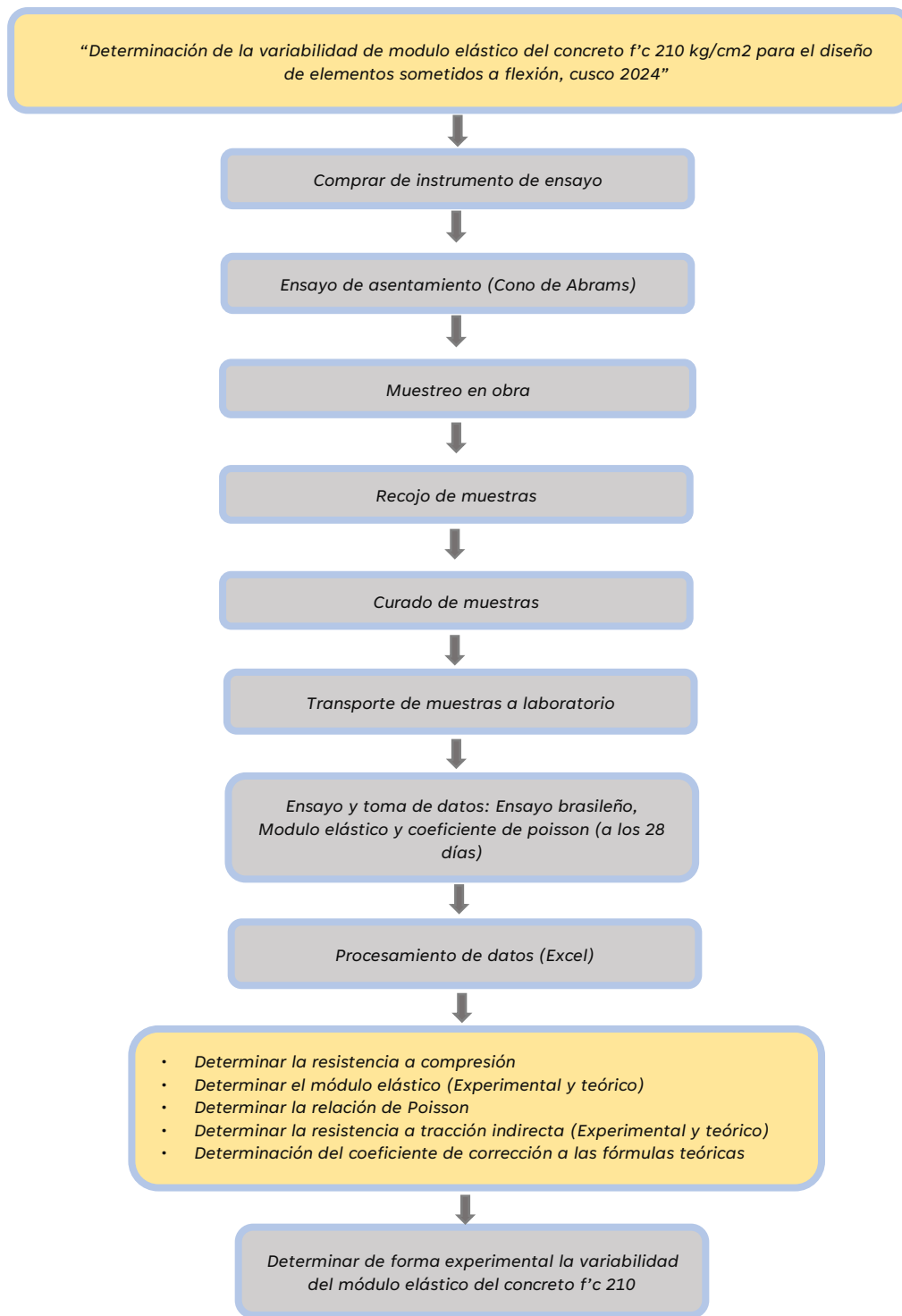
- Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034-15)
- Reglamento nacional de edificaciones Norma E.060 concreto armado

En términos generales se utilizó un laboratorio para los ensayos, movilidad para el transporte de las muestras, y una computadora para el procesamiento e interpretación de los datos y los resultados.

3.7. Flujograma de desarrollo de la investigación

Figura 9

Flujograma de desarrollo de la investigación



Capítulo IV: Ensayos

4.1. Diseño de mezcla del concreto premezclado $f'c$ 210 kg/cm²

Este diseño de mezcla ha sido elaborado meticulosamente por el equipo técnico del “Laboratorio de Concreto de P&MC”.

- El tiempo de trabajabilidad del concreto es de 2:00 horas.
- La vida útil del concreto es de 6:00 horas.

Si se supera el tiempo de trabajabilidad, el concreto debe ser reemplado utilizando plastificantes. Si se excede el tiempo de vida útil, será necesario redosificar el concreto añadiendo una cantidad adicional de cemento y aditivo.

4.1.1. *Condiciones ambientales*

El diseño de mezcla se realizó considerando las siguientes condiciones:

Temperatura Ambiental:

- Máxima: 28.0°C
- Mínima: 5.0°C

Humedad:

- Máxima: 56%
- Mínima: 17%

Estas condiciones corresponden a un clima típico de la sierra, caracterizado por ser seco y lluvioso con fluctuaciones de estos parámetros, por lo cual condicionan el óptimo comportamiento del concreto premezclado en grandes volúmenes.

4.1.2. *Materiales*

a. **Arena natural de cantera Huasac Mayu**

Material procedente de río, ubicada al pie del Río Huasac mayu – C.C. de Vilcabamba, Distrito de Caicay. Esta arena natural cumple con los requisitos establecidos de la ASTM C 33 y la Norma E060 del RNE. (ver anexo 56 y 59)

b. Arena chancada de cantera Huasac Mayu

Material procedente de río, ubicada al pie del Río Huasac mayu – C.C. de Vilcabamba, Distrito de Caicay. Esta arena chancada cumple con los requisitos establecidos de la ASTM C 33 y la Norma E060 del RNE. (ver anexo 57 y 59).

c. Piedra chancada de cantera Huasac Mayu

Material procedente de río, ubicada al pie del Río Huasac mayu – C.C. de Vilcabamba, Distrito de Caicay, la piedra chancada cumple con los requisitos establecidos de la Norma ASTM C 33 y la Norma E060 del RNE. (ver anexo 58 y 59).

d. Agua

Cumple con los requisitos establecidos por la norma NTP 339.088 y la norma ASTM C1602 (ver anexo 60).

e. Cemento Yura

Cumple con los requisitos establecidos por la norma NTP334.082 y la norma ASTM C 1157 (ver anexo 61).

f. Aditivo Sika Viscocrete 2300

Sika® ViscoCrete-2300 PE es un superplastificante de tercera generación diseñado para hormigones y morteros, especialmente adecuado para hormigones de alto rendimiento producidos en plantas de concreto premezclado. No contiene cloruros. Cumple con los requisitos de la norma ASTM C 494 tipo F (ver anexo 62).

g. Estudio de cantera

De la Cantera Vilcabamba (arena y grava), se han realizado diversas pruebas de laboratorio, como: contenido de humedad natural, cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200, análisis granulométrico por tamizado, peso específico, capacidad de absorción, peso unitario compactado y peso unitario suelto. Todos estos resultados pueden consultarse en los anexos que resumen las propiedades físicas de los materiales.

4.1.3. Consideraciones del diseño de mezcla

El diseño de mezclas descrito en este informe se llevó a cabo siguiendo el método indicado en la norma DIN 1045, el cual es recomendado para concretos bombeables y trabajables. Este método se basa en el módulo de fineza combinado de la piedra y la arena, los cuales deben ajustarse a los límites establecidos por la mencionada norma, que son los siguientes:

Tabla 6

Límites de módulo de fineza Norma DIN 1045

% Pasante DIN 1045			
Malla	T_{\max}	T_{med}	T_{\min}
1 1/2"	100	100	100
1"	94	88	76
3/4"	90	80	60
1/2"	84	69	48
3/8"	80	61	40
# 4	66	48	24
# 8	55	37	15
# 16	42	28	10
# 30	30	19	6
# 50	19	11	3
# 100	8	5	2

Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

Las proporciones que se detallan en la tabla 6 fueron calculadas aplicando la norma DIN 1045, recomendada para concretos trabajables. Todos estos tipos de concreto han sido verificados tanto en laboratorio como en obra.

4.1.4. Características del concreto

Concreto f'c 210 kg/cm² a 28 días de edad

- Relación agua cemento: 0.65
- Tamaño máximo nominal: 3/4"
- Concreto bombeable: Slump 6" a 7" ± 1"

Tabla 7

Dosificación concreto premezclado f'c 210 kg/cm²

Materiales	Dosificación
Agua	182 kg
Cemento Yura	280 kg
P.CH. Vilcabamba	586 kg
Arena Natural	652 kg
Arena chancada	675 kg
Aditivo Viscocrete	3.36 kg
TOTAL	2,378 kg

El presente diseño ya incluye los factores de desperdicios y corrección por humedad

Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

4.2. Ensayos en estado fresco del concreto

4.2.1. Ensayo de asentamiento empleando el cono de Abrams

Para este ensayo se utilizó la norma técnica peruana NTP 339.035 (2009) y la norma ASTM C143 (2010), que nos ayudó con el correcto procedimiento y control en todo el proceso de la prueba.

La NTP 339.036 nos indica que antes de realizar el moldeo de las muestras, se debe realizar el ensayo de cono de Abrams, lo que nos indica que cada vez que realicemos las briquetas se deber realizar un ensayo de asentamiento, por lo tanto, se realizó un total de 30 ensayos de asentamiento.

El procedimiento que se realizó en campo para el ensayo de asentamiento fue:

- Se tomó la muestra de concreto directamente del chute del mixer del primer cuarto de cubo (0.2 m³) descargado a la batea de la bomba pluma, todo esto en una carretilla.
- Se colocó una plancha metálica y encima de esta el cono de Abrams, en una área nivelada y limpia.
- Pisando las orejas o aletas del cono de Abrams se procedió al llenado de concreto al cono, en tres capas de volumen iguales, en cada una de estas capas se varilla con 25 golpes y al final se enrasa la última capa.
- Se levantó el cono en un intervalo de 5 segundos sin girarlo, luego se voltea el cono y se coloca al costado para poder medir el asentamiento (Slump).
- En la ficha de toma de datos (elaboración de muestras y ensayo de asentamiento) que se encuentra en el anexo 32, se anotó la fecha de vaciado del concreto en la losa, la dirección donde se vació, el Slump del concreto, y el tipo de descarga del concreto.

Figura 10

Medición del asentamiento en campo (Slump)



4.2.2. *Elaboración y curado de muestras*

Para este ensayo se utilizó la norma técnica peruana NTP 339.033 (1999), NTP 339.036 (2017) y la norma ASTM C31 (2023), que nos ayudó con el correcto procedimiento para la toma de muestras y elaboración de briquetas. El procedimiento que se realizó fue:

- Se tomó la muestra de concreto del tercio central de descarga (a la mitad) del mixer, directamente del chute del mixer a la carretilla.
- Se alistó tres moldes cilíndricos de 6"x12" (15cmx30cm) de plástico, en una área nivelada y limpia.
- Se llenó los moldes de concreto en tres capas de igual altura, cada una de estas capas son varillados 25 veces y golpeados con un martillo de goma 10 veces, la última capa es enrasada y finalmente se realiza un pequeño acabado en la superficie.
- Luego al siguiente día o en un lapso no menor de 24 horas de haber sido moldeadas se desmoldó los cilindros de concreto, se codificó con la fecha de vaciado y la dirección del vaciado, posteriormente fueron llevados al laboratorio cuidadosamente para ser curados y luego ensayadas.
- En la ficha de toma de datos (elaboración de muestras y ensayo de asentamiento) que se encuentra en el anexo 32, se anotó el número de briquetas elaboradas, el tipo de diseño del concreto ($f'c$) y la fecha de recojo de las briquetas.

Figura 11

Varillado de las muestras de concreto (briquetas)



Figura 12

Recojo de las muestras de concreto



Figura 13

Curado de las muestras de concreto



4.3. Ensayos en estado fraguado del concreto

4.3.1. Resistencia a compresión de las muestras

Para este ensayo se utilizó la norma técnica peruana NTP 339.034 (2015) y la norma ASTM C39 (2001), que nos ayudó con el correcto procedimiento y control en todo el proceso del ensayo.

El número de ensayos que hace referencia este ítem es a la muestra compañera que se requiere para determinar la carga de rotura, mas no es una evaluación de aceptación de concreto. Por lo que se realizó 30 muestras en total, lo que indica 30 ensayos de rotura.

El procedimiento que se realizó en laboratorio fue:

- Se retiro las briquetas del poso de curado cumpliendo los 28 días y se limpió la superficie de las dos caras de la briqueta.
- Se llevó al laboratorio y se colocó en un lugar fresco donde no pueda perder mucha humedad.
- Se codifico y determino sus dimensiones peso, longitud, diámetro. La codificación está constituida por la letra C y un número, ejemplo; “C01”, estos datos se anotaron en La

ficha de toma de datos (dimensionamiento y codificación de muestras) que se encuentra en el anexo 33.

- Las briquetas fueron colocadas a la máquina de ensayo y las dos caras de las briquetas son colocadas con una almohadilla de neopreno, para que la carga se distribuya de manera uniforme en toda la superficie.
- Ya colocada la briqueta se verifico que el medidor de fuerza este en cero y cerramos la canastilla de la máquina.
- Se procedió a aplicar la carga de manera constante, hasta que la briqueta falle.
- Una vez falle la briqueta se anotó la carga máxima de rotura y el tipo de falla de esta en la ficha de toma de datos (resistencia a la compresión) que se encuentra en el anexo 35.
- Para determinar la resistencia a la compresión real del concreto se utiliza la siguiente ecuación:

$$f'_{c(Real)} = \frac{\text{Carga máxima de rotura}}{\text{Area de la sección transversal de la briqueta}}$$

Figura 14

Medición de las dimensiones de la muestra y codificación



Figura 15

Ensayo a compresión de las muestras



4.3.2. Resistencia a tracción indirecta de las muestras

Para este ensayo se utilizó la norma técnica peruana NTP 339.084 (2022) y la norma ASTM C496 (1996), que nos ayudó con el correcto procedimiento y control en todo el proceso del ensayo.

La NTP 339.08 no indica la frecuencia de ensayos que se debe realizar para determinar la resistencia a tracción indirecta, por lo que nos apoyamos en el criterio de evaluación y aceptación del concreto de la norma E.060 de concreto armado, que nos indica que se debe tomar al menos un ensayo cada día, y no debe tomarse menos de una muestra de ensayo por cada 5 camiones mezcladores (50 m³) en caso de concreto premezclado. Como nuestra población de estudio es de un mes de producción de la planta de concreto premezclado Pymac, el número de ensayos fue:

$$\text{N}^\circ \text{ de ensayos} = \frac{\text{Promedio mensual (m}^3\text{)}}{5 \text{ camiones (m}^3\text{)}} = \frac{1500 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3} = 30$$

El número de ensayos está conformado por una muestra ya que no especifica la norma técnica peruana. Por lo que se realizó 30 muestras en total, lo que indica 30 ensayos de resistencia a tracción indirecta.

El procedimiento que se realizó en laboratorio fue:

- Se retiró las briquetas del poso de curado cumpliendo los 28 días y se limpió la superficie de las dos caras de la biqueta.
- Se llevó al laboratorio y se colocó en un lugar fresco donde no pueda perder mucha humedad.
- Se codifico y determino sus dimensiones peso, longitud, diámetro. La codificación está constituida por la letra T y un número, ejemplo; "T01", estos datos se anotaron en La ficha de toma de datos (dimensionamiento y codificación de muestras) que se encuentra en el anexo 33.
- Se trazó una línea diametral en cada extremo de la biqueta en un mismo plano axial.
- Se midió los diámetros en tres partes, dos en los extremos y uno en el medio de la biqueta y la longitud se mide en dos partes, estos fueron medidos en las líneas trazadas.
- Luego la biqueta se colocó de manera longitudinal y se procedió a aplicar la carga de manera constante con una velocidad en un rango de 0.7 MPa/min y 1.4 MPa/min hasta que falle la biqueta y se anotó la carga máxima aplicada. En la ficha de toma de datos (resistencia a tracción indirecta) se anota la carga máxima.
- Para determinar la resistencia a tracción indirecta real (experimental) del concreto se utiliza la siguiente ecuación:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi Dt}$$

Donde:

- P: Carga de rotura (N)
- D: Diámetro de la probeta (mm)
- t: Espesor de la probeta medida en el centro (mm)

Figura 16

Ensayo a tracción indirecta por compresión diametral (brasileño)



4.3.3. Módulo de elasticidad y relación de Poisson de las muestras

Para este ensayo se utilizó la norma ASTM C469 (2014), que nos ayudó con el correcto procedimiento y control en todo el proceso del ensayo.

La ASTM C469 indica que la frecuencia de ensayos que se debe realizar para determinar el módulo de elasticidad y relación de Poisson de ser de acuerdo con la frecuencia de ensayos a compresión, por lo que nos apoyamos en el criterio de evaluación y aceptación del concreto de la norma E.060 de concreto armado, que nos indica que se debe tomar al menos un ensayo cada día, y no debe tomarse menos de una muestra de ensayo por cada 5 camiones mezcladores (50 m³) en caso de concreto premezclado. Como nuestra población de estudio es de un mes de producción de la planta de concreto premezclado Pymac, el número de ensayos fue:

$$\text{N}^\circ \text{ de ensayos} = \frac{\text{Promedio mensual (m}^3\text{)}}{5 \text{ camiones (m}^3\text{)}} = \frac{1500 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3} = 30$$

El número de ensayos está conformado por dos muestras, una muestra para determinar la resistencia de rotura máxima y una muestra compañera para determinar las deformaciones hasta el 40% de la carga de rotura. El número de ensayos que hace referencia este ítem es a la muestra compañera que se requiere para determinar las deformaciones hasta el 40% de la carga de rotura. Por lo que se realizó 30 muestras en total, lo que indica 30 ensayos de módulo de elasticidad y relación de Poisson.

El procedimiento que se realizó en laboratorio fue:

- Se retiró las briquetas del poso de curado cumpliendo los 28 días y se limpió la superficie de las dos caras de la briketa.
- Se llevó al laboratorio y se colocó en un lugar fresco donde no pueda perder mucha humedad.
- Se codificó y determinó sus dimensiones peso, longitud, diámetro. La codificación está constituida por la letra M y un número, ejemplo; "M01".
- Una vez que se tiene el resultado de la carga máxima de rotura de la briketa compañera (C01), se procedió a colocar la briketa compañera (M01) en el equipo de medición de deformaciones con la ayuda de dos tacones de madera y un nivel de mano.

Figura 17

Colocación de la muestra en el equipo de medición



- Se procedió a la aplicación de carga continua tres ciclos, la primera para acomodar el equipo en la briqueta, y la segunda y tercera para la toma de datos.

Figura 18

Ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson



- Se tomó los datos de carga aplicada, deformación longitudinal y deformación transversal, hasta un 40% de la carga de rotura de la briqueta compañera. Esta toma de datos se realizó con dos cámaras celulares, luego se sincronizó los videos en un editor de videos (wondershare filmora) y de ahí se tomó los datos en la ficha de toma de datos (Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson) que se muestra en la siguiente tabla:

Figura 19

Sincronización de los videos para la toma de datos

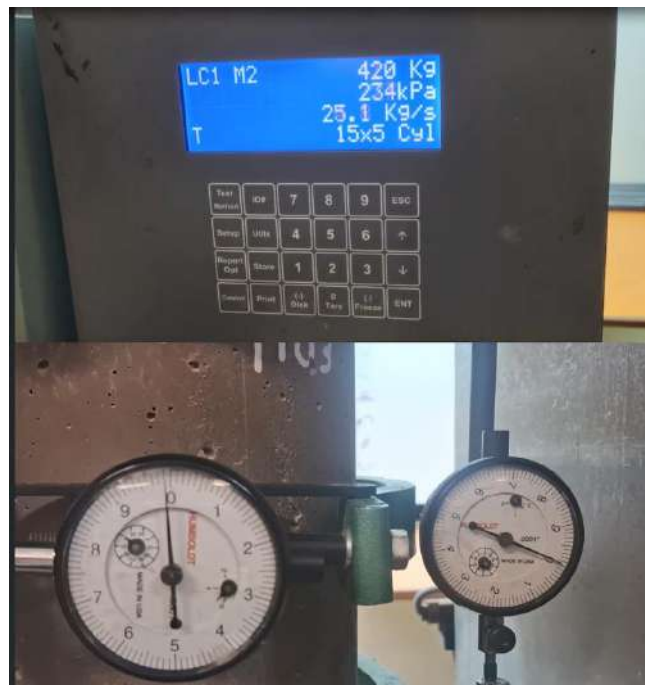


Tabla 8

Datos de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M01

Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (líneas)	Deformac. Longitudinal en el dial (líneas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	2460	13.66	0.20	5	0.0000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313
2	3710	20.61	0.90	10	0.0002286	0.0025400	0.0001143	0.0012700	0.0000075	0.0000625
3	4860	27.00	1.20	15	0.0003048	0.0038100	0.0001524	0.0019050	0.0000101	0.0000938
4	6040	33.55	1.90	20	0.0004826	0.0050800	0.0002413	0.0025400	0.0000159	0.0001250
5	7280	40.44	2.50	25	0.0006350	0.0063500	0.0003175	0.0031750	0.0000210	0.0001563
6	8850	49.16	3.00	30	0.0007620	0.0076200	0.0003810	0.0038100	0.0000252	0.0001875
7	10900	60.55	4.00	35	0.0010160	0.0088900	0.0005080	0.0044450	0.0000336	0.0002188
8	12700	70.54	6.00	40	0.0015240	0.0101600	0.0007620	0.0050800	0.0000503	0.0002500
9	14650	81.38	7.30	45	0.0018542	0.0114300	0.0009271	0.0057150	0.0000612	0.0002813
10	16400	91.10	8.90	50	0.0022606	0.0127000	0.0011303	0.0063500	0.0000747	0.0003125
11	17880	99.32	10.00	55	0.0025400	0.0139700	0.0012700	0.0069850	0.0000839	0.0003438
12	19040	105.76	10.50	60	0.0026670	0.0152400	0.0013335	0.0076200	0.0000881	0.0003750
13	20050	111.37	11.50	65	0.0029210	0.0165100	0.0014605	0.0082550	0.0000965	0.0004063
14	22910	127.26	12.90	70	0.0032766	0.0177800	0.0016383	0.0088900	0.0001082	0.0004375
Ciclo 3										
1	1980	11.00	0.20	5	0.0000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313
2	3180	17.66	0.90	10	0.0002286	0.0025400	0.0001143	0.0012700	0.0000075	0.0000625
3	4230	23.50	1.50	15	0.0003810	0.0038100	0.0001905	0.0019050	0.0000126	0.0000938
4	5470	30.38	2.00	20	0.0005080	0.0050800	0.0002540	0.0025400	0.0000168	0.0001250
5	6780	37.66	2.80	25	0.0007112	0.0063500	0.0003556	0.0031750	0.0000235	0.0001563

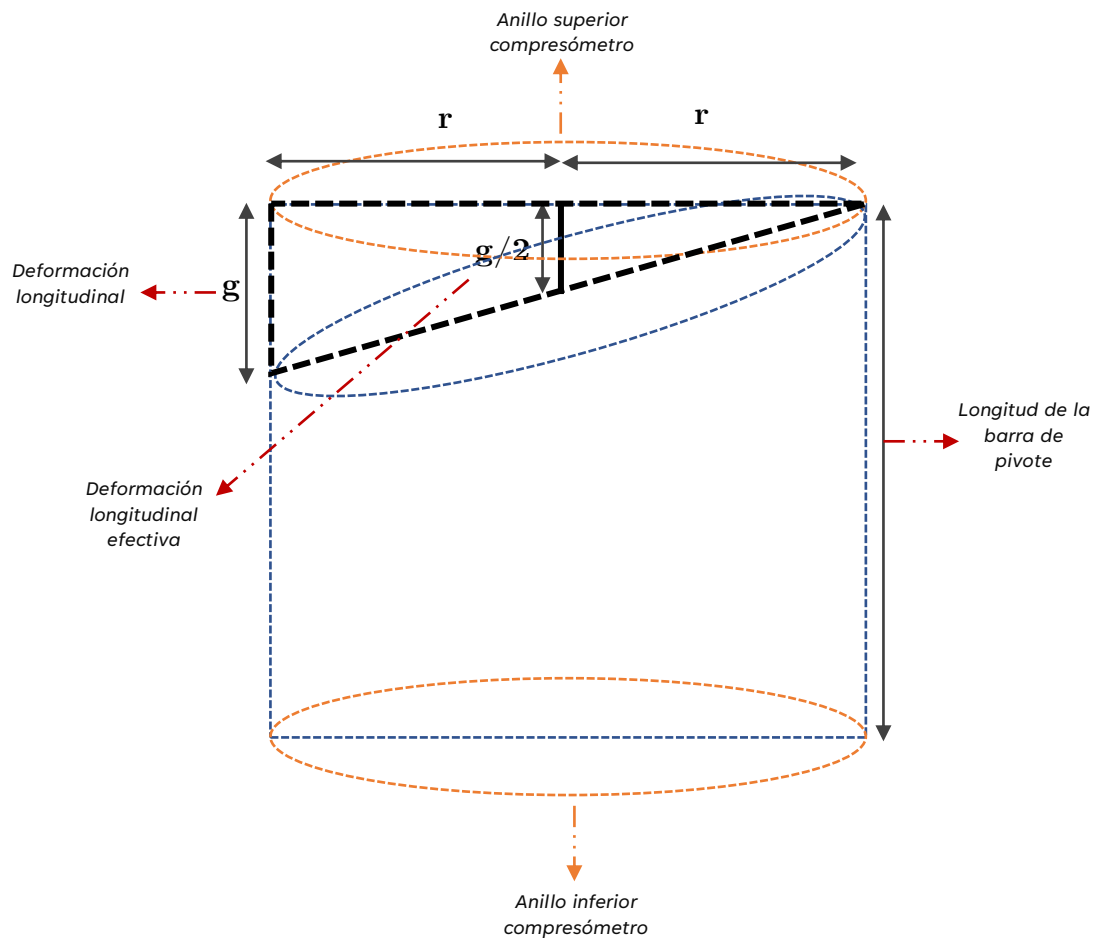
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Deformac. Transversal en el dial (líneas)	Deformac. Longitudinal en el dial (líneas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
6	8430	46.83	3.10	30	0.0007874	0.0076200	0.0003937	0.0038100	0.0000260	0.0001875
7	10370	57.60	4.70	35	0.0011938	0.0088900	0.0005969	0.0044450	0.0000394	0.0002188
8	12490	69.38	6.20	40	0.0015748	0.0101600	0.0007874	0.0050800	0.0000520	0.0002500
9	14120	78.43	8.00	45	0.0020320	0.0114300	0.0010160	0.0057150	0.0000671	0.0002813
10	15870	88.15	9.30	50	0.0023622	0.0127000	0.0011811	0.0063500	0.0000780	0.0003125
11	17360	96.43	10.10	55	0.0025654	0.0139700	0.0012827	0.0069850	0.0000847	0.0003438
12	18660	103.65	10.90	60	0.0027686	0.0152400	0.0013843	0.0076200	0.0000914	0.0003750
13	20890	116.04	12.10	65	0.0030734	0.0165100	0.0015367	0.0082550	0.0001015	0.0004063
14	23090	128.26	12.90	70	0.0032766	0.0177800	0.0016383	0.0088900	0.0001082	0.0004375

- En la tabla 8 se muestran los datos del ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson de la briqueta M01, como se describe en la parte superior teniendo los resultados de ensayo de resistencia a compresión de la briqueta compañera C01 igual a 55630 kg, la ASTM 469 nos indica que la carga aplicada en el equipo de compresión sea hasta el 40% de la carga ultima, el cual seria 22252, por este motivo la columna de carga que se muestra en la tabla 8 está cerca de este valor.
- En la columna deformación transversal y deformación longitudinal está en unidades de líneas, esto se debe a que cada marcador en el dial (una línea), equivale a 0.0001 pulgadas, por el que se convirtió a una unidad conocida (cm), posterior a esto se procedió a calcular la deformación transversal unitaria y la deformación longitudinal unitaria.

- Para el cálculo de la columna deformación transversales efectiva y deformación longitudinal efectiva, se dividió la deformación transversal y deformación longitudinal entre 2, esto debido a que la deformación que mide el dial es la parte exterior de la briqueta, y lo que se requiere es la deformación en el centro de la briqueta, a continuación, se muestra la figura 20 para su mejor entendimiento.

Figura 20

Diagrama de deformación longitudinal



- Para el cálculo de la columna deformación transversales unitarias y deformación longitudinal unitaria, se dividió la deformación transversal efectiva y deformación longitudinal efectiva entre la longitud total transversal y la longitud total longitudinal, la longitud total transversal es el diámetro, mientras que la longitud total longitudinal es la distancia que hay entre los dos anillos del compresómetro. La longitud total

longitudinal es constante para todas las muestras y es de 20.32, esto se debe a la barra pivotante que sostiene ambos anillos del compresómetro permanece constante.

- Una vez que se tiene los valores de las deformaciones unitarias (transversal y longitudinal), se procedió al cálculo del módulo de elasticidad experimental y relación de Poisson con las siguientes formulas:

$$Ec = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma_{(0.00005)}}{\varepsilon_{0.4\sigma_{max}} - 0.00005}$$

Dónde:

E_c : Módulo de Elasticidad del concreto

$S_2 \approx 0.4\sigma_{max}$: Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga de rotura

$S_1 \approx \sigma_{(0.00005)}$: Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005.

$\varepsilon_2 \approx \varepsilon_{0.4 \sigma_{max}}$: Deformación Unitaria al 40% de la carga rotura.

$$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$$

Donde:

μ : Razón de Poisson

ε_{t2} : Deformación unitaria transversal producida por el esfuerzo S_2 .

ε_{t1} : Deformación unitaria transversal producida por el esfuerzo S_1 .

ε_2 : Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S_2 .

- Para determinar los valores de S_1 y ε_2 se realizó una interpolación.
- Para determinar los valores de ε_{t1} y ε_{t2} se realizó una interpolación.

Tabla 9

Calculo de módulo de elasticidad y relación de Poisson-muestra M01

Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$Ec = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
	0.000031	13.664492	
	0.000050	$\sigma(0.00005)$	
S2 \approx 0.4 σ_{max} = 123.6025 kg/cm2	0.000063	20.607831	ϵ_{t2} = 0.000105508
	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		ϵ_{t1} = 0.000005201
S1 \approx $\sigma(0.00005)$ = 17.8305 kg/cm2	σ	ϵ	ϵ_2 = 0.00043031
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max}$ = 0.00043	111.371161	0.000406	μ = 0.263751376
	123.602547	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	127.257521	0.000438	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 2$
			σ
			ϵt
			111.371161 0.000096
			123.602547 $\epsilon t 2$
			127.257521 0.0001082
			Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
			σ
			ϵt
			13.664492 0.000002
			17.830495 $\epsilon t 1$
			20.607831 0.000008
Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$Ec = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
	0.000031	10.998249	
	0.000050	$\sigma(0.00005)$	
S2 \approx 0.4 σ_{max} = 123.6025 kg/cm2	0.000063	17.663855	ϵ_{t2} = 0.000105654
	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		ϵ_{t1} = 0.000005201
S1 \approx $\sigma(0.00005)$ = 14.99761 kg/cm2	σ	ϵ	ϵ_2 = 0.000425597
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max}$ = 0.000426	116.037084	0.000406	μ = 0.267449393
	123.602547	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	128.257361	0.000438	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 2$
			σ
			ϵt
			116.037084 0.000101
			123.602547 $\epsilon t 2$
			128.257361 0.0001082
			Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
			σ
			ϵt
			10.998249 0.000002
			14.997613 $\epsilon t 1$
			17.663855 0.000008

- Una vez tengamos los cálculos del módulo de elasticidad y relación de Poisson para los dos ciclos, se procedió a promediar estos valores para determinar los valores experimentales de módulo de elasticidad y relación de Poisson, como indica la ASTM 469.
- Finalmente se procedió a graficar la curva de esfuerzo vs deformación longitudinal unitaria y esfuerzo vs deformación transversal unitaria.
- Este procedimiento se realizó para las 30 muestras que se sometieron al ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson, los resultados de todas estas muestras se encuentran en el capítulo de anexos.

Figura 21

Curva esfuerzo vs deformación longitudinal unitaria-muestra M01

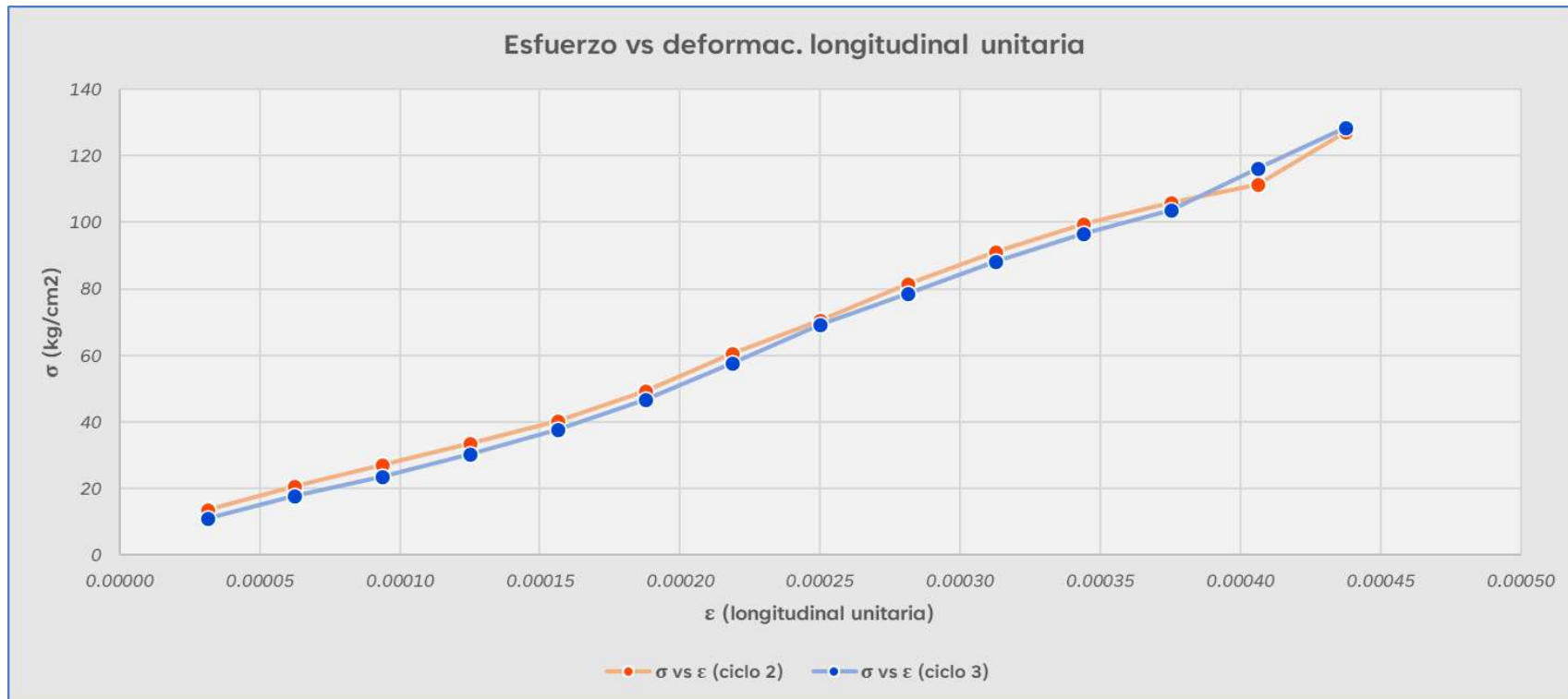
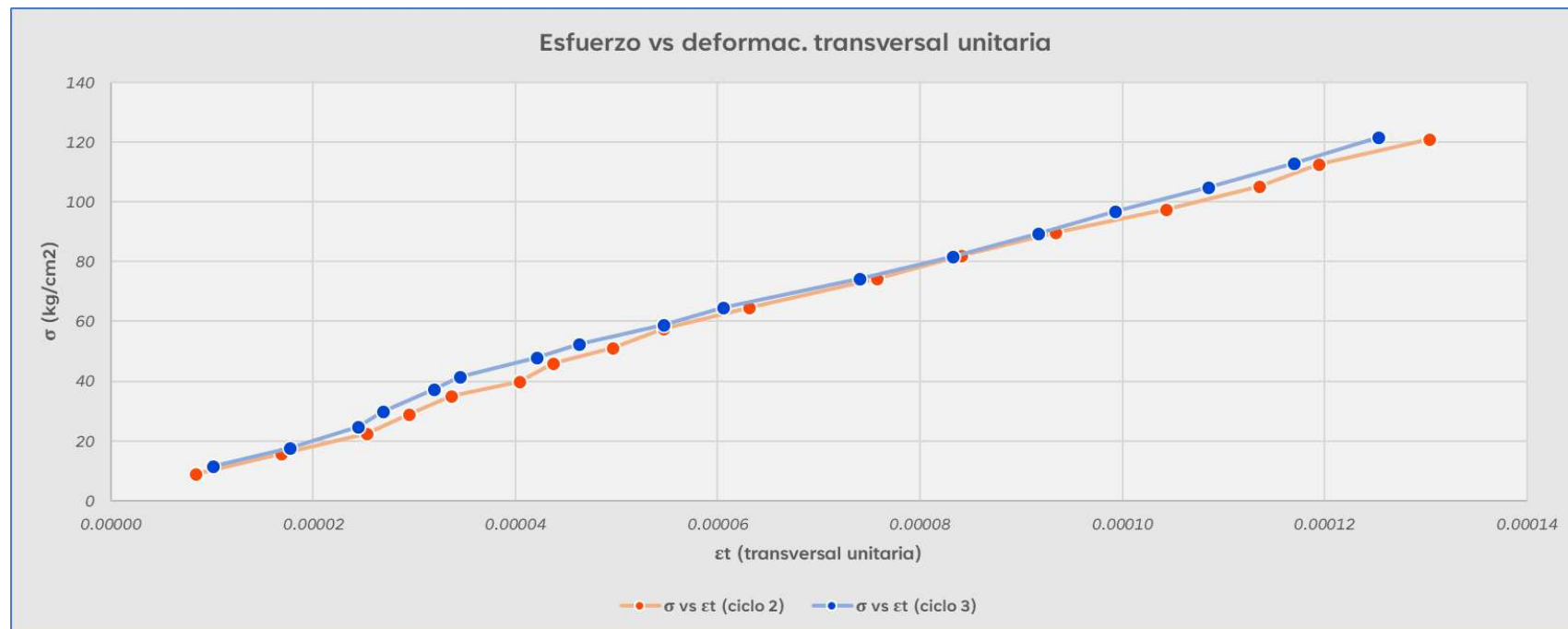


Figura 22

Curva esfuerzo vs deformación transversal unitaria-muestra M01



Capítulo V: Formulas teóricas

5.1. Norma E.060 concreto armado

5.1.1. *Módulo de elasticidad del concreto (E_c)*

Para esta investigación se utilizó las fórmulas que nos proporciona la norma E.060, el cual nos proporciona 2 casos para determinar el módulo de elasticidad del concreto, un caso para concretos con peso unitario normal y otro caso para concretos con peso que comprenden entre 1450 y 2500 kg/m³. Para poder convertir las unidades, nos apoyamos en el anexo II de la NTP E.060 que nos indica la equivalencia de fórmulas en el sistema MKS.

Formula proporcionada por la norma técnica peruana E.060 de concreto armado:

- En el caso que el peso unitario (w_c) del concreto este comprendido entre 1450 y 2500 kg/m³, se puede utilizar la siguiente expresión para el módulo de elasticidad, E_c :

$$E_c = w_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'c} \text{ (en MPa)}$$

$$E_c = w_c^{1.5} 0.136 \sqrt{f'c} \text{ (en kg/cm}^2\text{)}$$

- En el caso de concretos con peso unitario normal ($W_c \approx 2300 \text{ kg/m}^3$), se puede utilizar la siguiente expresión para el módulo de elasticidad, E_c :

$$E_c = 4700 \sqrt{f'c} \text{ (en MPa)}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c} \text{ (en kg/cm}^2\text{)}$$

- La norma E.060 nos indica que se puede utilizar otro valor para el módulo de elasticidad del concreto siempre y cuando esta tenga un respaldo con ensayos en laboratorio.

5.1.2. *Resistencia a tracción del concreto*

Para esta investigación se utilizó las fórmulas que nos proporciona la norma E.060 en el capítulo 9 (Requisitos de resistencia y servicio), en este capítulo menciona que a falta de ensayos experimentales la resistencia del concreto a tracción por flexión (f_r) se puede utilizar las siguientes formulas:

Formula proporcionada por la norma técnica peruana E.060 de concreto armado:

- En el caso de concretos con peso unitario normal ($W_c \approx 2300 \text{ kg/m}^3$), se puede utilizar la siguiente expresión para la resistencia a tracción del concreto, f_r :

$$f_r = 0.62\sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)}$$

$$f_r = 2\sqrt{f'_c} \text{ (en kg/cm}^2\text{)}$$

- En el caso de concreto liviano hay 2 casos, el primer caso es cuando tenemos el ensayo por compresión diametral (Split test) y el segundo caso cuando se utiliza agregado lúvido para el diseño de concreto.

$$f_r = 0.62(1.8f_{ct}) \text{ (en MPa)} \leftrightarrow 1.8f_{ct} < \sqrt{f'_c} \text{ (Primer caso)}$$

$$f_{ct} = 0.56\sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \leftrightarrow 1.8f_{ct} \leq \sqrt{f'_c} \text{ (Para concretos con peso unitario normal)}$$

$$f_{ct} = 1.78\sqrt{f'_c} \text{ (en kg/cm}^2\text{)} \leftrightarrow 1.8f_{ct} \leq \sqrt{f'_c} \text{ (Para concretos con peso unitario normal)}$$

$$f_r = (0.75)0.62\sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \leftrightarrow \text{Todos sus componentes livianos (Segundo caso)}$$

$$f_r = (0.85)0.62\sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \leftrightarrow \text{Con arena de peso normal (Segundo caso)}$$

Donde:

f_r : Resistencia del concreto a tracción por flexión (Modulo de rotura)

f'_c : Resistencia a compresión del concreto

f_{ct} : Resistencia a compresión diametral del concreto (Split test)

5.2. Normal del ACI 318S-14

5.2.1. Módulo de elasticidad del concreto (E_c)

Para esta investigación se profundizó más sobre las fórmulas proporcionadas por la NTP E.060, lo que nos llevó a la norma ACI 318. La primera formula que se incluyó a la normativa ACI 318 fue la formula $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$ (en MPa) para concretos de peso unitario normal, esta fórmula se basó en los estudios de Walker (1920) quien propuso:

$$E_c = Kf'_c{}^n$$

Donde:

E_c : Modulo de elasticidad del concreto

f'_c : Esfuerzo a compresión del concreto

K y n: Parámetros que dependen a las condiciones de los ensayos.

La segunda formula que se introdujo a la normativa ACI 319, fue la fórmula para concretos de peso unitario que va de 1440 y 2560 kg/m³:

$$E_c = w_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)}$$

Donde:

E_c : Modulo de elasticidad del concreto

f'_c : Esfuerzo a compresión del concreto

w_c : Peso unitario del concreto

Esta fórmula se basó en los estudios de Pauw (1960), y a su vez este estudio se basó en datos experimentales de Richar, Shideler, Hanon, Kluge, Sparks, Price, Expanded Shale Clay and Slate Institute y Expanded Clay and Shale Association. Los materiales que se utilizaron para este estudio fueron: Grava, C-haydita, todo-haydita seca, todo-haydita humeda, esquisto, esquisto expandido, arcilla expandida, pizarra expandida, escoria expandida, ceniza volante sintetizada, diatomita sintetizada, piedra pómez, arcilla expandida, esquisto bituminoso, escoria, perlita y vermiculita exfoliada.

Muchos de estos investigadores concluyeron que el módulo de elasticidad del concreto con áridos ligeros generan menores valores que el módulo de elasticidad del concreto con áridos de peso normal, por lo que se consideró que se obtendría una mejor aproximación si consideramos el peso unitario del concreto en la formula empírica, teniendo así la siguiente expresión:

$$E_c = a w^{3/2} \sqrt{f'_c}$$

Donde:

E_c : Modulo de elasticidad del concreto (psi)

w: Peso unitario del concreto (psf)

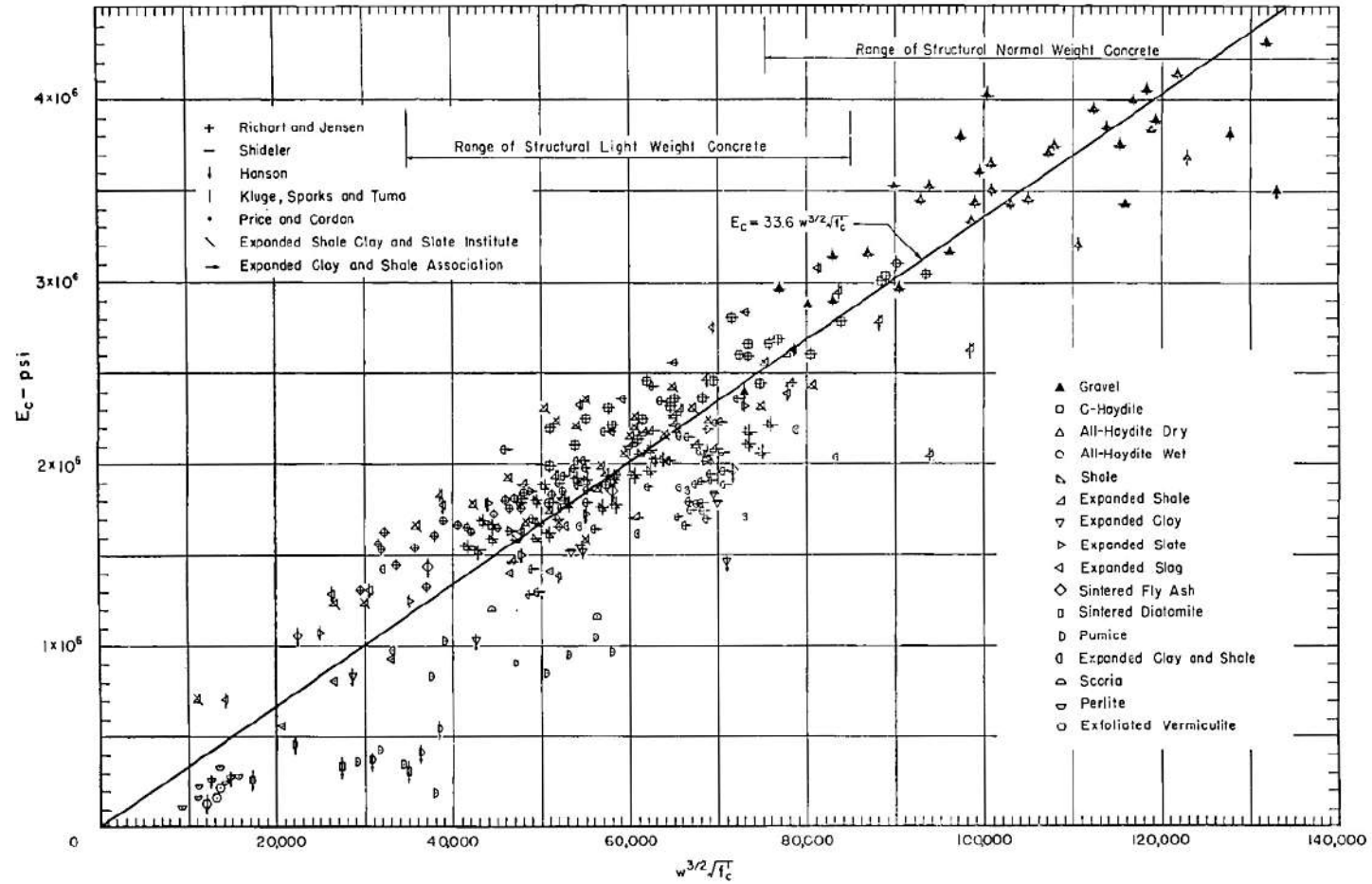
f'_c : Resistencia a compresión del concreto (psi)

a: una constante adecuada

Con toda esta información, Pauw (1960) determina la constante adecuada (a), con el método estadístico regresión lineal por mínimos cuadrados, obteniendo el siguiente grafico:

Figura 23

Correlación de datos experimentales



Nota. Tomada de (Pauw, 1960)

El resultado de la ecuación con todos los datos fue $E_c = 32.43 w^{3/2} \sqrt{f'_c}$, pero la mayoría de los datos proporcionados por Price y Cordon eran para concretos con agregados relativamente débiles y estos concretos no pueden considerarse de calidad estructural, por lo que se sacaron estos datos y la ecuación quedo como se muestra en la figura 23 $E_c = 33.60 w^{3/2} \sqrt{f'_c}$, así concluyó Pauw (1960) que la ecuación para concretos de calidad estructural puede determinarse mediante la ecuación empírica aproximada:

$$E_c = 33 w^{3/2} \sqrt{f'_c} \text{ (psi)}$$

Donde:

E_c : Modulo de elasticidad del concreto (psi)

w: Peso unitario del concreto (psf)

f'_c : Resistencia a compresión del concreto (psi)

Esta fórmula se incluyó al ACI 318 para unidades del sistema internacional (SI) con la siguiente expresión:

$$E_c = w_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)}$$

Donde:

E_c : Modulo de elasticidad del concreto (MPa)

f'_c : Esfuerzo a compresión del concreto (MPa)

w_c : Peso unitario del concreto (kg/m³)

5.2.2. Resistencia a tracción del concreto

Para esta investigación se profundizo más sobre las fórmulas proporcionadas por la NTP E.060 para resistencia a tracción del concreto, lo que nos llevó a la norma ACI 318, en esta norma menciona la resistencia a tracción del concreto como módulo de rotura el cual es expresado de la siguiente manera:

$$f_r = 0.62 \lambda \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)}$$

El cual λ esta en función del agregado que compone el concreto, los valores para este factor se muestran en la tabla siguiente que nos proporciona el ACI 318:

Tabla 10

Factor de modificación λ

Concreto	Composición de los agregados	λ
Todos livianos	Fino: ASTM C330M Grueso: ASTM C330M	0.75
Liviano, mezcla fina	Fino: Combinación de ASTM C330M y C33M Grueso: ASTM C330	0.75 a 0.85 ^[1]
Arena, liviana	Fino: ASTM C33M Grueso: ASTM C330M	0.85
Arena, liviana, Mezcla gruesa	Fino: ASTM C33M Grueso: Combinación de ASTM C330M y C33M	0.85 a 1.00 ^[2]
Peso normal	Fino: ASTM C33M Grueso: ASTM C33M	1.00

^[1]Se permite la interpolación lineal de 0.75 a 0.85 con base al volumen absoluto del agregado fino de peso normal como una fracción del volumen absoluto total de agregado fino.

^[2]Se permite la interpolación lineal de 0.80 a 1.00 con base al volumen absoluto del agregado grueso de peso normal como una fracción del volumen absoluto total de agregado grueso

Nota. Tomada de (Comité ACI 318, 2014)

Si se emplea la resistencia promedio a tracción por hendimiento del concreto liviano (Split test), f_{ct} , para calcular λ , es necesario realizar ensayos de laboratorio conforme a la norma ASTM C330 para determinar el valor de f_{ct} . A partir de estos ensayos, los valores correspondientes de f_{cm} y λ deben calcularse utilizando la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{f_{ct}}{0.56\sqrt{f_{cm}}} \leq 1.0$$

Donde:

λ : Factor de corrección para concreto liviano

f_{ct} : Resistencia a compresión diametral del concreto (Split test) (en MPa)

f_{cm} : Resistencia promedio a compresión (en MPa)

Capítulo VI: Análisis comparativo valores experimentales y teóricos

6.1. Correlación del valor teórico y experimental del Ec

Para la correlación de valores del módulo de elasticidad del concreto, se procedió a la utilización de la formula proporcionada por la norma técnica peruana E.060 de concreto armado y los datos tomados por el ensayo en laboratorio, de estos se tomó los valores teóricos y experimentales respectivamente. Una vez tomada los resultados experimentales y teóricos se procedió a la comparación de estos dos valores con el método estadístico regresión lineal por mínimos cuadrados. El modelo teórico físico del módulo de elasticidad del concreto nos indica que la gráfica debe pasar por el origen de las coordenadas, por lo que la regresión lineal pasa por el origen, para poder determinar la ecuación que pasa por el origen, nos apoyamos al libro de estadística de N. Gujarati y C. Porter (2010) el cual nos indica lo siguiente:

$$Y = \beta X \rightarrow (\text{Ecuación de módulo de elasticidad en función de } \sqrt{f'c})$$

Y: Modulo de elasticidad experimental (Ec)

β : Coeficiente de la ecuación de módulo de elasticidad

X: Raíz de la resistencia a compresión del concreto ($\sqrt{f'c}$)

Donde β es:

$$\beta = \frac{\sum X_i Y_i}{\sum X_i^2}$$

X_i : Datos experimentales del ensayo de resistencia a compresión ($\sqrt{f'c}$)

Y_i : Datos experimentales del ensayo de módulo de elasticidad del concreto (Ec)

β : Coeficiente de la ecuación de módulo de elasticidad

El coeficiente de determinación en ecuaciones que pasan por el origen de coordenadas se le denomina coeficiente de determinación simple el cual se expresa de la siguiente manera:

$$r_{simple}^2 = \frac{(\sum X_i Y_i)^2}{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$$

Pero los autores no recomiendan esta expresión ya que a pesar de que satisface la relación de $0 < r^2 < 1$, r_{simple}^2 no refleja la correlación muestral (algunos autores no presentan el r^2 en modelos de regresión con intercepto), por este motivo para determinar el coeficiente de determinación, primero determinamos el coeficiente de correlación con la siguiente expresión:

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - \sum X_i^2)(n \sum Y_i^2 - \sum Y_i^2)}}$$

$$R^2 = r^2$$

Donde:

X_i : Datos experimentales del ensayo de resistencia a compresión ($\sqrt{f'c}$)

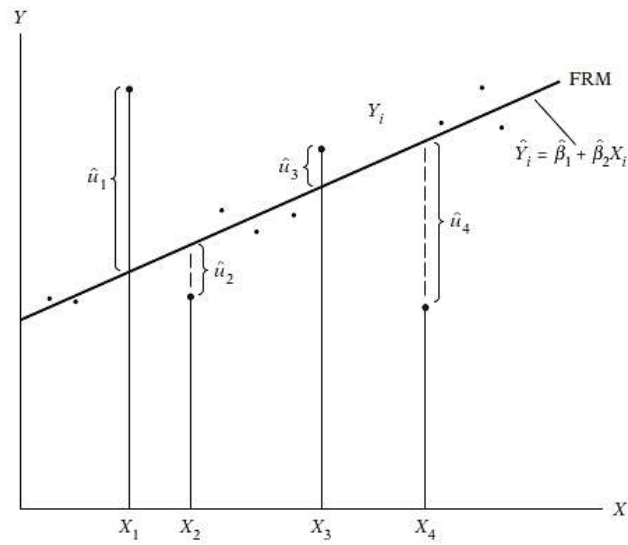
Y_i : Datos experimentales del ensayo de módulo de elasticidad del concreto (Ec)

n: Tamaño de la muestra (30)

Una vez realizada la gráfica de dispersión se observó que hay puntos muy alejados de la recta de regresión, por lo que se tomó el criterio de Ruiz Sanchez (2021), en esta investigación se considera conveniente quitar los puntos más alejados para mejorar el ajuste de la recta de regresión. Para poder determinar los puntos más alejados de la recta nos ayudamos con el libro estadístico de N. Gujarati y C. Porter (2010), este libro nos indica que los valores con mayor residuo son los puntos más alejados de la recta, para mejor entendimiento observamos la figura 24:

Figura 24

Residuos en el criterio de mínimos cuadrados



Nota. Tomada de (N. Gujarati y C. Porter, 2010)

$$u = Y_i - \hat{Y}_i$$

Donde:

Y_i : Valores observados (módulo de elasticidad del concreto experimental)

\hat{Y}_i : Valores estimados (valores estimados con la ecuación de regresión lineal)

u : Residuo

Finalmente realizamos el mismo análisis para el módulo de elasticidad teórico del concreto, y realizamos una gráfica de dispersión con todos los puntos teóricos y experimentales.

6.2. Correlación del valor teórico y experimental de tracción indirecta

Para la correlación de valores de tracción indirecta del concreto, se procedió a la utilización de la fórmula proporcionada por la norma técnica peruana E.060 de concreto armado y los datos tomados por el ensayo en laboratorio, de estos se tomó los valores teóricos y experimentales respectivamente. Una vez tomada los resultados experimentales y teóricos se procedió a la comparación de estos dos valores con el método estadístico regresión lineal por mínimos cuadrados. El modelo teórico físico del módulo de elasticidad del concreto nos indica que la gráfica debe pasar por el origen de las coordenadas, por lo que la regresión lineal pasa por el origen, para poder determinar la ecuación que pasa por el

origen, nos apoyamos al libro de estadística de N. Gujarati y C. Porter (2010) el cual nos indica lo siguiente:

$$Y = \beta X \rightarrow (\text{Ecuación de módulo de elasticidad en función de } \sqrt{f'c})$$

Y: Resistencia a tracción indirecta experimental del concreto (fct)

β : Coeficiente de la ecuación de resistencia a tracción indirecta

X: Raíz de la resistencia a compresión del concreto ($\sqrt{f'c}$)

Donde β es:

$$\beta = \frac{\sum X_i Y_i}{\sum X_i^2}$$

X_i : Datos experimentales del ensayo de resistencia a compresión ($\sqrt{f'c}$)

Y_i : Datos experimentales de la resistencia a tracción indirecta del concreto (fct)

β : Coeficiente de la ecuación de resistencia a tracción indirecta

El coeficiente de determinación en ecuaciones que pasan por el origen de coordenadas se le denomina coeficiente de determinación simple el cual se expresa de la siguiente manera:

$$r_{simple}^2 = \frac{(\sum X_i Y_i)^2}{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$$

Pero los autores no recomiendan esta expresión ya que a pesar de que satisface la relación de $0 < r^2 < 1$, r_{simple}^2 no refleja la correlación muestral (algunos autores no presentan el r^2 en modelos de regresión con intercepto), por este motivo para determinar el coeficiente de determinación, primero determinamos el coeficiente de correlación con la siguiente expresión:

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$

$$R^2 = r^2$$

Donde:

X_i : Datos experimentales del ensayo de resistencia a compresión ($\sqrt{f'c}$)

Y_i : Datos experimentales de la resistencia a tracción indirecta del concreto (fct)

n: Tamaño de la muestra (30)

Finalmente realizamos el mismo análisis para la resistencia a tracción indirecta teórica del concreto, y realizamos una gráfica de dispersión con todos los puntos teóricos y experimentales.

6.3. Variabilidad entre el valor teórico y experimental de μ

Para la Variabilidad de valores de la relación de Poisson del concreto, se procedió a la utilización de los valores teóricos proporcionados por Catalán Oliva (2006, pág. 13) para concreto de peso normal que es de 0.15 y 0.20, y los datos tomados de los ensayos en laboratorio, con estos datos se procedió a la comparación y análisis de los resultados, determinando así la variación que existe entre estos dos valores.

Fórmula para la determinación de la relación de Poisson experimental del concreto se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$$

Donde:

μ : Razón de Poisson

ε_{t2} : Deformación unitaria transversal producida por el esfuerzo S_2 .

ε_{t1} : Deformación unitaria transversal producida por el esfuerzo S_1 .

ε_2 : Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S_2 .

Capítulo VII: Resultados

7.1. Resultados de los ensayos en estado fresco del concreto

7.1.1. Resultados de asentamiento empleando el cono de Abrams

En la tabla 11 se observa el asentamiento de todas las obras muestreadas durante 30 días, se sacó las muestras a pie de obra, 3 briquetas por obra y por día, lo que hace un total de 90 muestras.

B/D nos indica si el concreto fue entregado con bomba pluma o si fue de manera directa.

Tabla 11

Resultados de asentamiento

N° de ensayo	Fecha de vaciado	Cliente (Dirección)	f'c (kg/cm ²)	N° de briquetas	Slump	B/D	Fecha de recojo
1	11/04/2024	Prona	210	3	7	B	13/04/2024
2	12/04/2024	Tupac Amaru	210	3	7	B	13/04/2024
3	13/04/2024	Petro Perú	210	3	7	B	15/04/2024
4	15/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	17/04/2024
5	16/04/2024	Kuychiro	210	3	7	B	18/04/2024
6	17/04/2024	Tupac Amaru	210	3	7	B	19/04/2024
7	18/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	19/04/2024
8	19/04/2024	Manuel Prado	210	3	7	B	21/04/2024
9	20/04/2024	Ticapata	210	3	7	B	22/04/2024
10	22/04/2024	Alto Qosqo	210	3	7	B	23/04/2024
11	23/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	25/04/2024
12	24/04/2024	Tupac Amaru	210	3	7	B	26/04/2024
13	25/04/2024	Bancopata	210	3	8	B	27/04/2024
14	26/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	28/04/2024
15	27/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	29/04/2024
16	29/04/2024	Manuel Prado	210	3	6	B	01/05/2024
17	30/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	01/05/2024
18	02/05/2024	Manuel Prado	210	3	9	B	04/05/2024
19	03/05/2024	Tupac Amaru	210	3	6	B	05/05/2024
20	04/05/2024	Arcopata	210	3	7	B	05/05/2024
21	06/05/2024	Patapata	210	3	8	B	08/05/2024
22	07/05/2024	Vinocanchon	210	3	8	B	09/05/2024
23	08/05/2024	Larapa	210	3	7	B	10/05/2024
24	09/05/2024	Molino	210	3	8	B	11/05/2024
25	10/05/2024	Manuel Prado	210	3	9	B	12/05/2024
26	11/05/2024	Los Inkas	210	3	7	B	13/05/2024
27	14/05/2024	Santa Rosa	210	3	9	B	15/05/2024
28	15/05/2024	Penal	210	3	7	B	16/05/2024
29	16/05/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	18/05/2024

N° de ensayo	Fecha de vaciado	Cliente (Dirección)	f'c (kg/cm ²)	N° de briquetas	Slump	B/D	Fecha de recojo
30	17/05/2024	Vía Expresa	210	3	7	B	18/05/2024

7.2. Resultados de los ensayos en estado fraguado del concreto

7.2.1. Resultados de la resistencia a compresión de las muestras

En la tabla 12 se observa los resultados a compresión de las muestras, con su respectivo tipo de falla, en la figura 7 se muestra un esquema de los patrones de tipo de falla con la que se tipificaron.

Tabla 12

Resistencia a la compresión de las muestras

N° de ensayo	Fecha de vaciado	Código	Tiempo de curado (días)	Fecha de ruptura	Diámetro de briketa (mm)	Carga (kg)	f'c (real) (kg/cm ²)	Tipo de falla
1	11/04/2024	C01	33	14/05/2024	151.40	55630	309.01	5
2	12/04/2024	C02	32	14/05/2024	151.00	53620	299.42	2
3	13/04/2024	C03	31	14/05/2024	151.00	38480	214.88	5
4	15/04/2024	C04	29	14/05/2024	152.00	55120	303.76	2
5	16/04/2024	C05	28	14/05/2024	151.78	40110	221.68	5
6	17/04/2024	C06	33	20/05/2024	151.00	47860	267.26	2
7	18/04/2024	C07	32	20/05/2024	151.20	45720	254.63	5
8	19/04/2024	C08	31	20/05/2024	151.00	42180	235.54	2
9	20/04/2024	C09	30	20/05/2024	151.80	44170	244.06	2
10	22/04/2024	C10	28	20/05/2024	151.05	38670	215.80	5
11	23/04/2024	C11	34	27/05/2024	150.80	52020	291.26	2
12	24/04/2024	C12	33	27/05/2024	152.05	52510	289.19	4
13	25/04/2024	C13	32	27/05/2024	151.15	41800	232.95	2
14	26/04/2024	C14	31	27/05/2024	152.00	45820	252.51	2
15	27/04/2024	C15	30	27/05/2024	151.80	51440	284.23	2
16	29/04/2024	C16	35	03/06/2024	152.00	59970	330.49	5
17	30/04/2024	C17	34	03/06/2024	151.65	55620	307.93	3
18	02/05/2024	C18	32	03/06/2024	151.20	41020	228.46	4
19	03/05/2024	C19	31	03/06/2024	151.70	48110	266.18	5
20	04/05/2024	C20	30	03/06/2024	151.70	39870	220.59	5
21	06/05/2024	C21	35	10/06/2024	151.20	33960	189.14	2
22	07/05/2024	C22	34	10/06/2024	151.70	43880	242.78	2
23	08/05/2024	C23	33	10/06/2024	151.70	40350	223.25	4
24	09/05/2024	C24	32	10/06/2024	151.00	45530	254.25	5
25	10/05/2024	C25	31	10/06/2024	151.75	44260	244.72	5
26	11/05/2024	C26	34	14/06/2024	151.40	43530	241.79	2

N° de ensayo	Fecha de vaciado	Código	Tiempo de curado (días)	Fecha de ruptura	Diámetro de briqueta (mm)	Carga (kg)	f'c (real) (kg/cm ²)	Tipo de falla
27	14/05/2024	C27	31	14/06/2024	151.70	45870	253.79	4
28	15/05/2024	C28	30	14/06/2024	151.40	41680	231.52	5
29	16/05/2024	C29	29	14/06/2024	151.00	43570	243.30	3
30	17/05/2024	C30	28	14/06/2024	152.00	38100	209.97	4

7.2.2. Resultados de la resistencia a tracción indirecta de las muestras

En la tabla 13 se muestra los resultados a tracción indirecta experimental, tracción indirecta teórica, y las mediciones de sus dimensiones como se indicó en la metodología. Se utilizó NTP 339.084 (2022) para la tracción indirecta experimental y la NTP E.060 para la tracción indirecta teórica.

Tabla 13

Resistencia a tracción de las muestras

N° de ensayo	Fecha de rotura	Código	Resistencia compresión (kg/cm ²)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a tracción experimental (kg/cm ²)	Resistencia a tracción teórica (kg/cm ²)
1	14/05/2024	T01	309.01	30.30	152.00	17900	24.74	31.29
2	14/05/2024	T02	299.42	30.20	151.10	13620	19.00	30.80
3	14/05/2024	T03	214.88	30.40	151.68	7590	10.48	26.09
4	14/05/2024	T04	303.76	30.20	152.00	9232	12.80	31.02
5	14/05/2024	T05	221.68	30.40	151.10	12530	17.37	26.50
6	20/05/2024	T06	267.26	30.40	152.00	15870	21.86	29.10
7	20/05/2024	T07	254.63	30.25	151.18	11780	16.40	28.40
8	20/05/2024	T08	235.54	30.15	151.00	12760	17.84	27.32
9	20/05/2024	T09	244.06	30.35	152.10	14440	19.91	27.81
10	20/05/2024	T10	215.80	30.40	151.70	13490	18.62	26.15
11	27/05/2024	T11	291.26	30.10	151.80	14010	19.52	30.38
12	27/05/2024	T12	289.19	30.25	151.85	15540	21.54	30.27
13	27/05/2024	T13	232.95	30.10	151.75	10700	14.91	27.17
14	27/05/2024	T14	252.51	30.10	151.25	11410	15.96	28.29
15	27/05/2024	T15	284.23	30.20	151.50	15630	21.75	30.01
16	03/06/2024	T16	330.49	30.30	151.90	15590	21.56	32.36
17	03/06/2024	T17	307.93	30.25	151.80	18720	25.95	31.24
18	03/06/2024	T18	228.46	30.25	151.90	13700	18.98	26.90
19	03/06/2024	T19	266.18	30.30	151.80	11740	16.25	29.04
20	03/06/2024	T20	220.59	30.20	151.80	12720	17.66	26.44

N° de ensayo	Fecha de rotura	Código	Resistencia compresión (kg/cm ²)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a tracción experimental (kg/cm ²)	Resistencia a tracción teórica (kg/cm ²)
21	10/06/2024	T21	189.14	30.25	151.80	9280	12.87	24.48
22	10/06/2024	T22	242.78	30.15	151.05	14020	19.60	27.73
23	10/06/2024	T23	223.25	30.25	151.00	12450	17.35	26.60
24	10/06/2024	T24	254.25	30.30	151.10	13920	19.36	28.38
25	10/06/2024	T25	244.72	30.30	151.20	13870	19.27	27.85
26	14/06/2024	T26	241.79	30.30	151.80	14050	19.45	27.68
27	14/06/2024	T27	253.79	30.40	151.80	14570	20.10	28.36
28	14/06/2024	T28	231.52	30.35	151.85	14080	19.45	27.08
29	14/06/2024	T29	243.30	30.30	151.80	14200	19.65	27.76
30	14/06/2024	T30	209.97	30.35	151.15	11810	16.39	25.79

7.2.3. Resultados del módulo de elasticidad y relación de Poisson de las muestras

En la tabla 14 se observa los resultados de módulo de elasticidad experimental, relación de Poisson experimental y módulo de elasticidad teórico, Ec1 y Ec2 son los resultados de los dos ciclos en las que se tomó el módulo de elasticidad experimental de una muestra, Ec es el promedio de Ec1 y Ec2, de la misma manera se tomó los resultados de relación de Poisson (μ_1 , μ_2 , μ (promedio)). El módulo de elasticidad teórica 1 ($Ec = w_c^{1.5} 0.136 \sqrt{f'_c}$ (en kg/cm²)) y teórica 2 ($Ec = 15000 \sqrt{f'_c}$ (en kg/cm²)) es el resultado de la fórmula que nos proporciona la NTP E.060, en la primera interviene el peso unitario y la resistencia a compresión, y en la segunda solo la resistencia a compresión. En los anexos, se muestran a más detalle los resultados de módulo de elasticidad y relación Poisson experimental de todas las muestras, con sus respectivos gráficos esfuerzo versus deformación unitaria longitudinal y deformación unitaria transversal.

Tabla 14

Módulo de elasticidad y relación de Poisson de las muestras

N° de ensayo	Fecha de ensayo	Código	Peso unitario (kg/m ³)	Resistencia (kg/cm ²)	Ec1 (kg/cm ²)	Ec2 (kg/cm ²)	μ_1	μ_2	μ (Prom.)	Ec (Promedio) (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad teórica 1 (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad teórica 2 (kg/cm ²)
1	14/05/2024	M01	2345.19	309.01	278120.387	289153.142	0.264	0.267	0.27	283636.76	271512.34	263678.65
2	14/05/2024	M02	2346.23	299.42	223550.180	220245.549	0.242	0.229	0.24	221897.86	267445.60	259557.02
3	14/05/2024	M03	2371.75	214.88	110098.932	109386.298	0.133	0.132	0.13	109742.62	230269.98	219880.59
4	14/05/2024	M04	2352.16	303.76	204915.948	310536.459	0.219	0.325	0.27	257726.20	270398.28	261431.15
5	14/05/2024	M05	2327.63	221.68	116296.673	116771.851	0.146	0.131	0.14	116534.26	227393.12	223335.67
6	20/05/2024	M06	2349.95	267.26	216276.781	218500.962	0.186	0.183	0.18	217388.87	253274.95	245219.90
7	20/05/2024	M07	2352.22	254.63	156154.482	161977.341	0.158	0.152	0.16	159065.91	247578.85	239357.83
8	20/05/2024	M08	2360.52	235.54	118914.827	120438.500	0.117	0.115	0.12	119676.66	239376.61	230209.19
9	20/05/2024	M09	2361.88	244.06	93974.856	93630.889	0.101	0.102	0.10	93802.87	243877.42	234335.59
10	20/05/2024	M10	2373.86	215.80	164022.969	169306.745	0.190	0.194	0.19	166664.86	231069.04	220349.81
11	27/05/2024	M11	2365.21	291.26	200521.771	200242.417	0.226	0.228	0.23	200382.09	266982.19	255994.21
12	27/05/2024	M12	2355.32	289.19	216716.332	216215.393	0.228	0.230	0.23	216465.86	264364.83	255082.64
13	27/05/2024	M13	2393.99	232.95	201239.682	199908.698	0.224	0.231	0.23	200574.19	243140.21	228942.44
14	27/05/2024	M14	2363.12	252.51	185210.116	181398.354	0.187	0.189	0.19	183304.23	248259.90	238358.30
15	27/05/2024	M15	2354.95	284.23	122842.544	108753.399	0.112	0.109	0.11	115797.97	262027.13	252886.14
16	03/06/2024	M16	2353.77	330.49	226034.869	225074.535	0.222	0.202	0.21	225554.70	282334.54	272690.34
17	03/06/2024	M17	2369.14	307.93	110001.562	111514.088	0.098	0.097	0.10	110757.82	275203.54	263220.31
18	03/06/2024	M18	2375.83	228.46	258678.555	266965.364	0.209	0.222	0.22	262821.96	238046.91	226721.32
19	03/06/2024	M19	2352.09	266.18	156578.262	147116.767	0.124	0.102	0.11	151847.51	253108.23	244725.04
20	03/06/2024	M20	2362.71	220.59	183871.567	186527.340	0.173	0.168	0.17	185199.45	231977.85	222783.93

N° de ensayo	Fecha de ensayo	Código	Peso unitario (kg/m ³)	Resistencia (kg/cm ²)	Ec1 (kg/cm ²)	Ec2 (kg/cm ²)	μ_1	μ_2	μ (Prom.)	Ec (Promedio) (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad teórica 1 (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad teórica 2 (kg/cm ²)
21	10/06/2024	M21	2342.86	189.14	171421.612	170817.650	0.184	0.182	0.18	171119.63	212102.30	206290.09
22	10/06/2024	M22	2355.15	242.78	202058.697	201916.256	0.218	0.218	0.22	201987.48	242197.14	233719.01
23	10/06/2024	M23	2353.20	223.25	178891.693	176314.225	0.181	0.171	0.18	177602.96	231962.89	224120.98
24	10/06/2024	M24	2358.42	254.25	99168.957	98168.355	0.098	0.095	0.10	98668.66	248369.59	239176.33
25	10/06/2024	M25	2357.10	244.72	111589.237	109371.336	0.100	0.091	0.10	110480.29	243465.25	234651.49
26	14/06/2024	M26	2363.66	241.79	104560.100	100770.005	0.079	0.075	0.08	102665.05	243018.17	233246.31
27	14/06/2024	M27	2351.44	253.79	162402.397	159930.278	0.183	0.176	0.18	161166.34	247043.70	238959.94
28	14/06/2024	M28	2366.21	231.52	103595.096	106003.462	0.099	0.101	0.10	104799.28	238182.91	228236.08
29	14/06/2024	M29	2365.68	243.30	94738.221	94823.974	0.100	0.105	0.10	94781.10	244086.34	233971.60
30	14/06/2024	M30	2351.44	209.97	98206.103	97788.369	0.098	0.098	0.10	97997.24	224705.60	217352.79

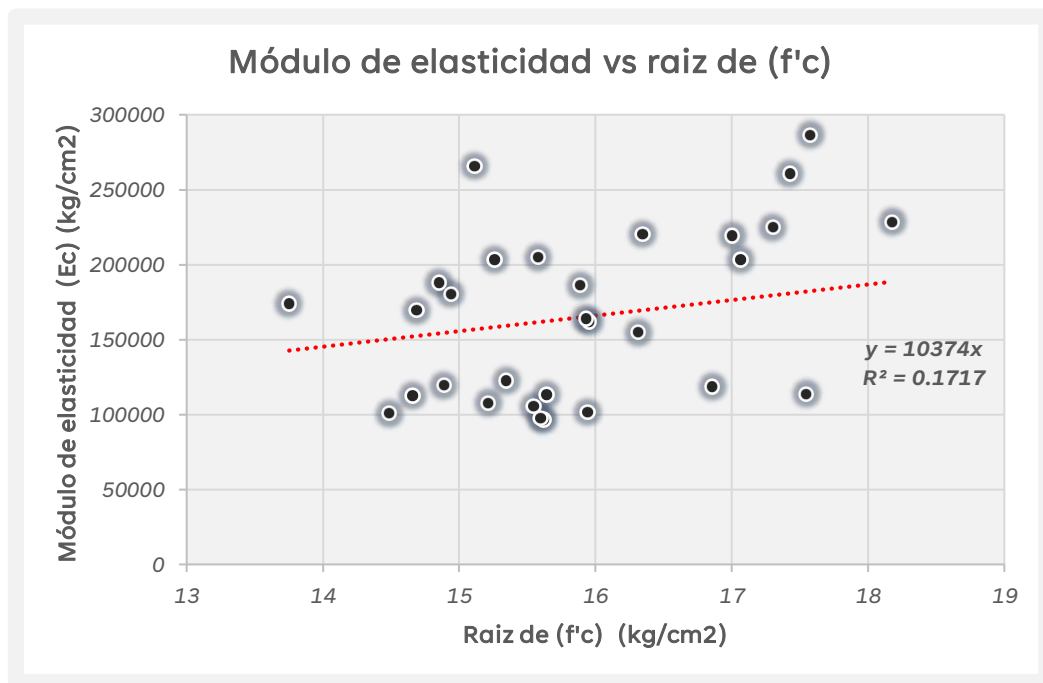
7.3. Correlación de los valores experimentales y teóricos

7.3.1. Módulo de elasticidad teórico en función del experimental

En la figura 25 se observa la gráfica de dispersión con los datos de módulo de elasticidad y la raíz cuadrada de la resistencia a compresión de las muestras, de esta gráfica obtenemos la ecuación de ajuste por regresión lineal. El modelo teórico físico del módulo de elasticidad nos indica que la gráfica debe pasar por el origen de las coordenadas, por lo que se ajusta la recta de regresión a una ecuación sin intercepto este ajuste se realizó de acuerdo con (N. Gujarati y C. Porter, 2010).

Figura 25

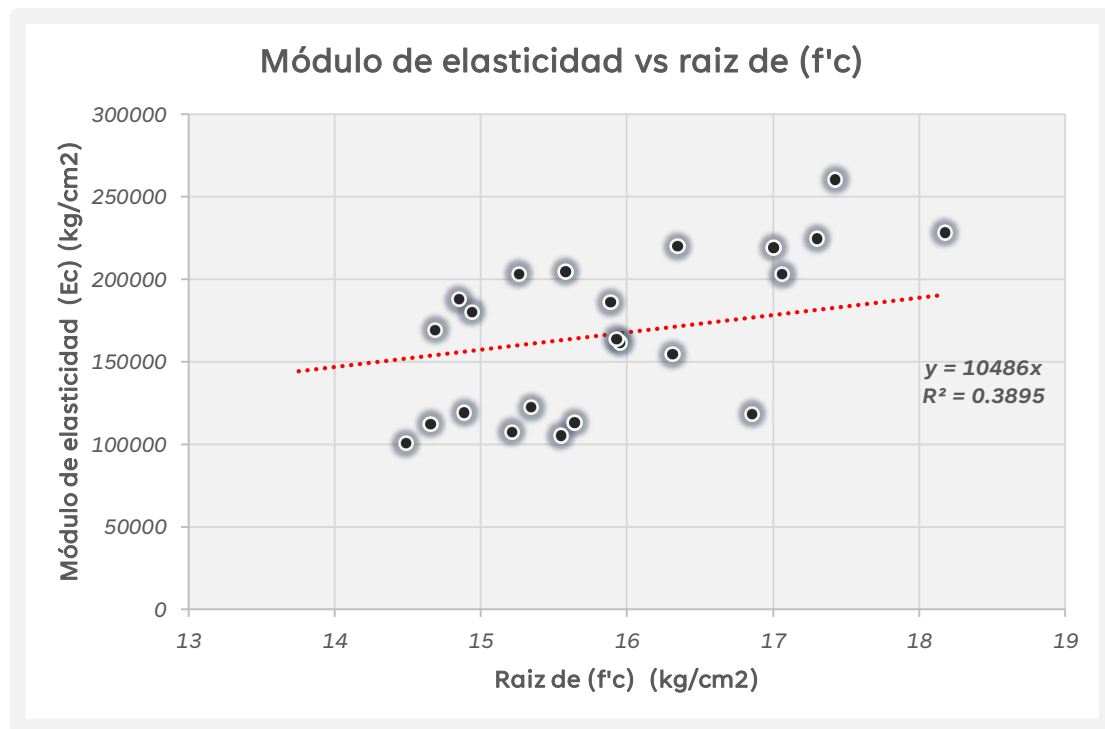
Ecuación de ajuste módulo de elasticidad y raíz de f'c con todos los puntos



En la figura 26 se observa la gráfica de dispersión con los datos de módulo de elasticidad experimental sin los puntos atípicos, este criterio se determinó con la ayuda de la referencia de Ruiz Sanchez (2021) y para el análisis estadístico de los datos se utilizó N. Gujarati y C. Porter (2010). En el anexo 31 se muestran una tabla con el análisis que se le dio a los datos.

Figura 26

Ecuación de ajuste módulo de elasticidad y raíz de $f'c$ sin puntos atípicos

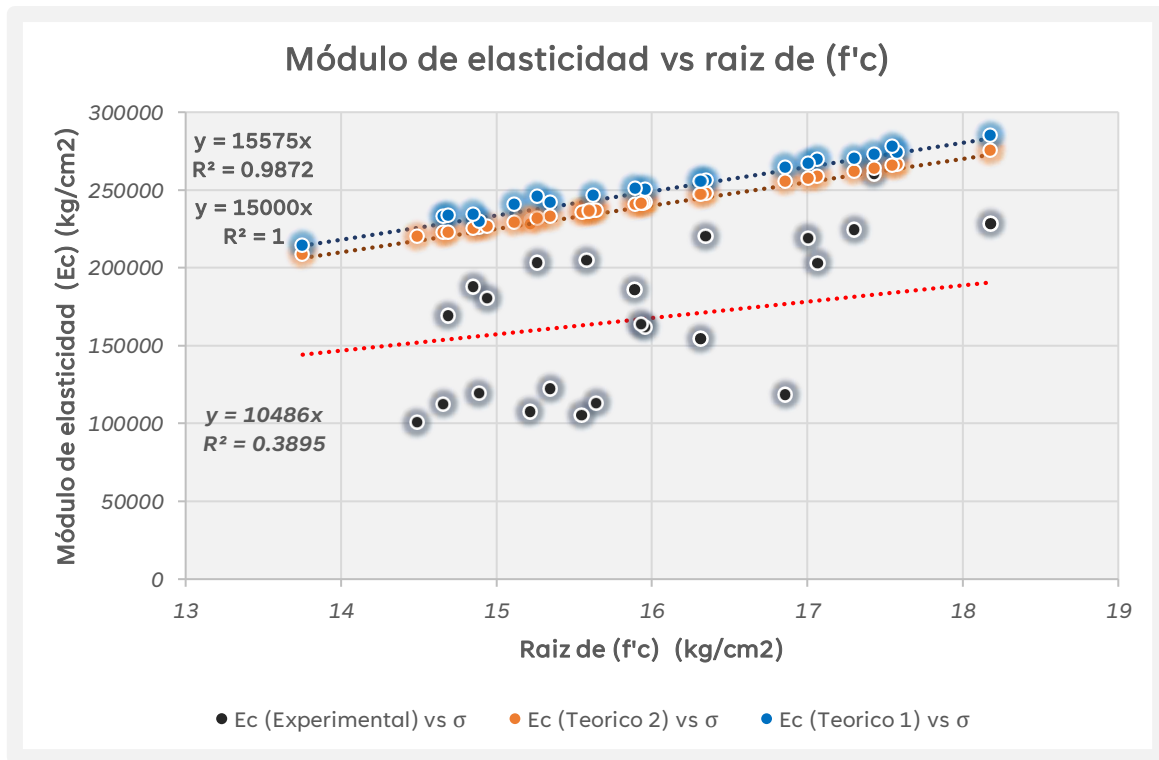


En las figuras 25 y 26 se observa las ecuaciones de ajuste por regresión lineal que son relativamente iguales. De estas dos ecuaciones, se eligió la ecuación con mayor coeficiente de correlación que es la figura 26 en donde su coeficiente de determinación es $R^2=0.3895$ y su coeficiente de correlación es de $r=0.6241$ lo que nos indica una correlación positiva media.

En la figura 27 se observa la gráfica de dispersión determinadas con las ecuaciones de módulo de elasticidad teórica 1 ($Ec = w_c^{1.5}0.136\sqrt{f'c}$), módulo de elasticidad teórica 2 ($Ec = 15000\sqrt{f'c}$) y módulo de elasticidad experimenta.

Figura 27

Ecuación de ajuste módulo de elasticidad teórica y experimental vs raíz de $f'c$



Las ecuaciones de ajuste de regresión lineal teórica 1 y teórica 2 son similares lo que nos indica que el concreto es de peso unitario normal. Para determinar el coeficiente de corrección a la fórmula teórica con peso unitario normal que nos proporciona la NTP E.060, se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación de regresión lineal experimental = Ecuación teórica corregida

$$10486\sqrt{f'c} = k * 15000\sqrt{f'c}$$

$$k = \frac{10486}{15000}$$

$$k = 0.69$$

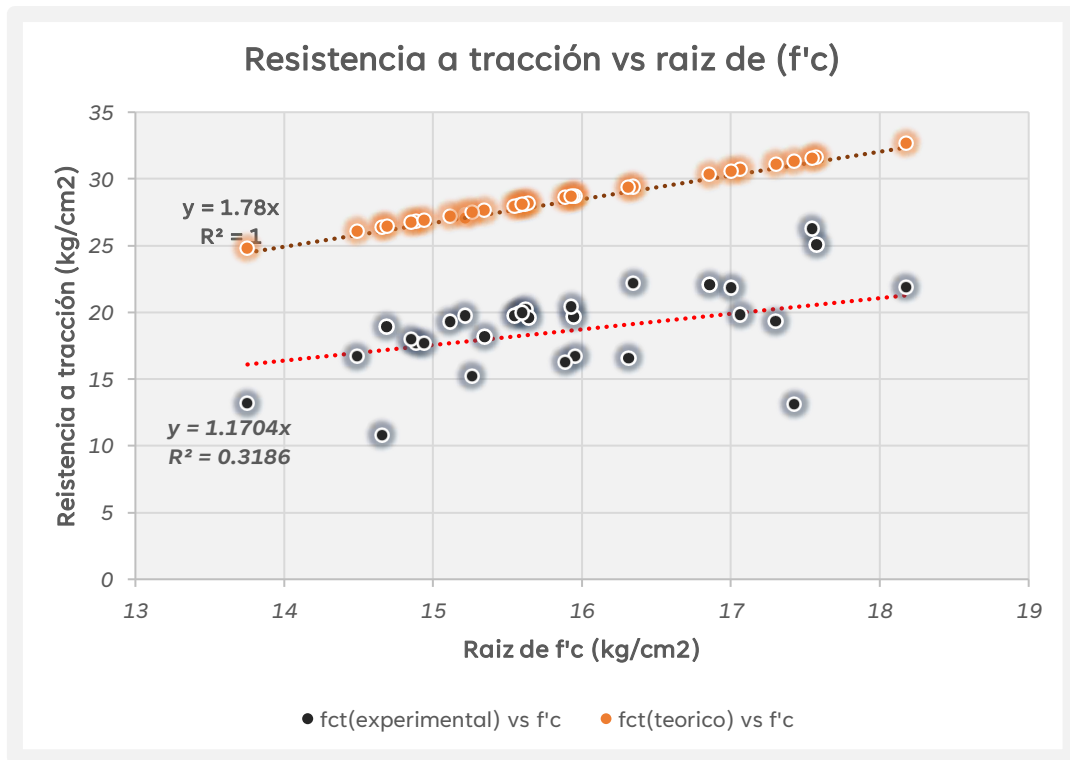
$$k \approx 0.70$$

7.3.2. Resistencia a tracción indirecta teórico en función del experimental

En la figura 28 se observa la gráfica de dispersión determinada con la ecuación de resistencia a tracción teórica ($f_{ct} = 1.78\sqrt{f'c}$) proporcionada por la NTP E.060 y resistencia a tracción experimental.

Figura 28

Ecuación de ajuste resistencia a tracción versus raíz de $f'c$



Para determinar el coeficiente de corrección a la ecuación teórica se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación de regresión lineal experimental = Ecuación teórica corregida

$$1.1704\sqrt{f'c} = k * 1.78\sqrt{f'c}$$

$$k = \frac{1.1704}{1.78}$$

$$k = 0.658$$

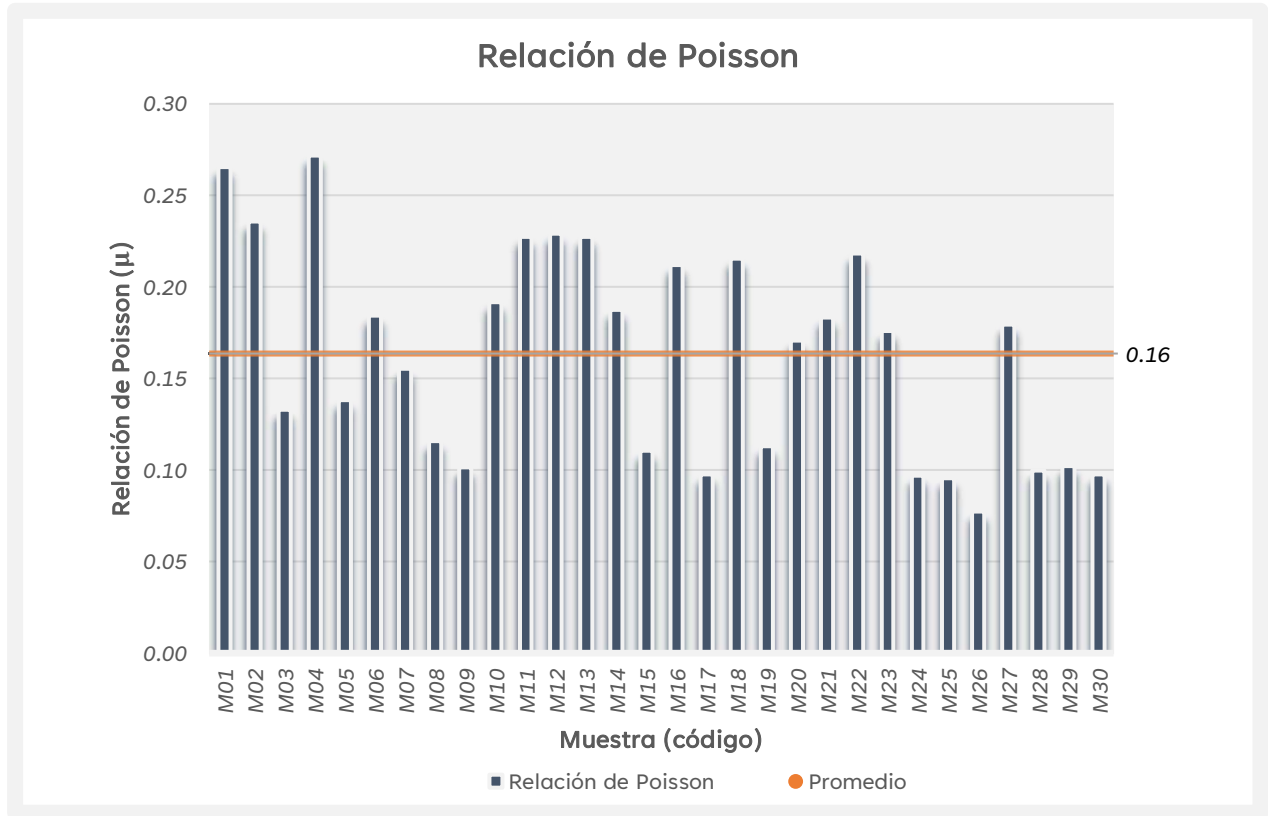
$$k \approx 0.66$$

7.3.3. Relación de Poisson experimental comparado con relación de Poisson teórico

En la figura 29 se observa la gráfica de columnas de nuestros resultados de relación de Poisson experimental y también se observa el promedio de estos resultados que es 0.16, la normativa no nos proporciona una ecuación teórica para determinar la relación de Poisson, pero tenemos valores teóricos como las que nos proporciona Catalán Oliva (2006, pág. 13) para concreto de peso normal que es de 0.15 y 0.20, lo que nos indica que el concreto estudiado está en el rango teórico y que podemos hacer uso de este valor más real.

Figura 29

Relación de Poisson experimental



Capítulo VIII: Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis general planteada ya que el módulo de elasticidad teórico varía respecto al módulo de elasticidad experimental.

Con respecto a los resultados de módulo de elasticidad, la característica más importante es que el módulo de elasticidad experimental es menor en un 30% al módulo de elasticidad teórico, esto quiere decir que el diseño estructural que realizamos con el módulo de elasticidad teórico que nos proporciona la normativa E.060 nos genera menores deflexiones en elementos horizontales (teóricamente).

Con respecto a los resultados de resistencia a tracción del concreto, la característica más importante es que la resistencia a tracción experimental es menor en un 34% a la resistencia a tracción teórica, esto nos da a entender que el momento de agrietamiento máximo que se obtiene en el diseño estructura con la fórmula proporcionada por la norma E.060 es mucho menor, lo que también influye de manera indirecta e inversamente proporcional en las deflexiones en elementos sometidos a flexión.

Con respecto a los resultados de relación de Poisson, la característica más importante es que la relación de Poisson experimental está dentro del rango teóricos, y no hay mucha variación de este parámetro respecto a valores teóricos de otras investigaciones. La norma técnica peruana no menciona un valor teórico para la relación de Poisson, y tampoco la ACI 318.

Comparando estos resultados con los antecedentes, los autores Gutiérrez y Cala (2015), Gamonal Burga (2021), Torrado y Porras (2009), Guzmán y Pérez (2010), y Carvajal y González (2012) coinciden en que los resultados teóricos son menores a los resultados experimentales. Las muestras de concreto que los autores utilizan son realizadas tanto en laboratorio, en plantas de concreto (concreto premezclado), y a pie de obra, la presente investigación se realizó a pie de obra con concreto premezclado, por lo que aborda una mayor realidad de los resultados de los ensayos.

Con respecto a los resultados de módulo de elasticidad, los autores Serrano y Pérez (2010) y Torrado y Porras (2009) determinaron que el módulo de elasticidad teórico es mayor en un 52% y 50% respectivamente al valor experimental, mientras que esta investigación el valor teórico es mayor en un 30% al valor experimental, estos valores teóricos se determinaron con las fórmulas empíricas del ACI

318, lo que nos indica que esta fórmula para el módulo de elasticidad varía de acuerdo a la zona de estudio y es necesario realizar ensayos experimentales para el diseño estructural adecuado. Con respecto a la relación de Poisson, Torrado y Porras (2009) determinaron una relación de Poisson promedio de 0.16 en la que coincide con el resultado de la presente investigación, esto nos indica que la variación de relación de Poisson no depende de la zona de estudio por lo que permanece más constante en cualquier zona.

Con respecto a los resultados de módulo de elasticidad, Gamonal Burga (2021) y Escobedo y Torres (2022) determinaron que el módulo de elasticidad teórico es mayor en un 27% y 23% respectivamente al valor experimental, estos valores teóricos se determinarían con las fórmulas del ACI-318 y la NTP E.060 respectivamente, como vemos estos resultados se acercan más al resultado de esta investigación donde se observa que el módulo de elasticidad teórico es mayor en 30% al valor experimental; de esto podemos inferir que el módulo de elasticidad experimental tiene valores más homogéneos en una zona determinada, ya que estas investigaciones se hicieron en Perú, mientras que las investigaciones de Serrano y Pérez (2010) y Torrado y Porras (2009) se hicieron en Colombia, que también guardan cierta similitud en cuanto a los resultados entre estas. Con respecto a la relación de Poisson, Escobedo y Torres (2022) determina una relación de Poisson promedio de 0.11, y esta investigación tiene una relación de Poisson promedio de 0.16, estos valores están dentro de los parámetros teóricos y la pequeña diferencia es principalmente por el número de muestras ensayadas en cada investigación.

Capítulo IX: Conclusiones

1. Se determinó que el módulo de elasticidad teórico del concreto en elementos sometidos a flexión supera en un 30% al experimental, evidenciando una variabilidad significativa que afecta las deflexiones de estos elementos en el diseño con concreto premezclado de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.
2. Se determinó el módulo de elasticidad del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usado en elementos sometidos a flexión el cual es $10486\sqrt{f'_c}$ (kg/cm^2).
3. Se determinó que la relación de Poisson del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ experimental es 0.16, verificándose que se encuentra dentro de los valores teóricos, que van de 0.15 a 0.20.
4. Se determinó el coeficiente de corrección para la ecuación de módulo de elasticidad del concreto ($E_c = 15000\sqrt{f'_c}$ (en kg/cm^2)), el cual es 0.70.
5. Se determinó la resistencia a tracción experimental y teórica del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, observándose que la tracción teórica es un 34% mayor que la experimental. Esta diferencia influye en el momento de agrietamiento máximo en elementos horizontales y en el diseño estructural general que utiliza la fórmula teórica.
6. Se determinó el coeficiente de corrección de 0.66 para la ecuación de resistencia a tracción indirecta proporcionada por la NTP E.060 ($f_{ct} = 1.78\sqrt{f'_c}$ (en kg/cm^2)), a partir de la correlación entre la resistencia a tracción indirecta experimental y teórica del concreto, considerando el ensayo normalizado NTP 339.084 y la NTP E.060.

Capítulo X: Recomendaciones

1. Se recomienda a la norma técnica peruana E.060 de concreto, considere proponer una nueva fórmula de módulo de elasticidad que represente mucho mejor la realidad peruana, porque la variabilidad de módulo de elasticidad encontrada en esta investigación es de 30% y también porque la fórmula que actualmente está en la normativa es una copia del ACI-318, algunos de los países vecinos tienen una modificación a esta fórmula proporcionada por ACI-318 el cual es un ejemplo positivo que debemos seguir.
2. Se recomienda a la norma técnica peruana E.060 de concreto, considere proponer una nueva fórmula de resistencia a tracción indirecta del concreto, porque varía en un 34% respecto al valor experimental y porque también esta fórmula es una copia del ACI-318, por lo que existen estas diferencias como se muestra en el presente estudio.
3. Se recomienda a la norma técnica peruana E.060 de concreto que proporcione más información teórica sobre la relación de Poisson, ya que este parámetro es la menos estudiada y mencionada en las normativas.
4. Se recomienda a la norma técnica peruana realizar una normativa para realizar el ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson, ya que este ensayo solo lo encontramos en el ASTM C469.
5. Se recomienda a las plantas concreteras realizar un ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson y proporcionar al cliente estos valores, ya que las plantas de concreto en la actualidad abordan la mayor cantidad de obras donde se necesita el concreto, de esta manera contribuiría a la sociedad, a la investigación científica y a la ingeniería para el diseño óptimo de estructuras con menor riesgo.
6. Se recomienda utilizar estas fórmulas con los factores de corrección de esta investigación para la población de estudio de esta investigación.

Capítulo XI: Referencias

- Alarcón, B. X. (2017). *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*[tesis de título; Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional, Juliaca.
- ASTM C143. (2010). *Método de ensayo normalizado para asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico*.
- ASTM C172. (2017). *Prácticas normalizadas para muestreo de concreto recién mezclado*.
- ASTM C31. (2023). *Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra*.
- ASTM C39. (2001). *Método estandar de compresión de los especímenes cilíndricos*.
- ASTM C469. (2014). *Método de ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson del hormigón en compresión*.
- ASTM C496. (1996). *Método de Ensayo Normalizado para determinar la tracción por hendimiento de las probetas cilíndricas de hormigón*.
- ASTM D4254. (2006). *Método de Prueba Estándar para Densidad Mínima, Peso Unitario de suelos y Cálculo de Densidad Relativa*.
- Carvajal Buenahora, M. F., & González Barragán, E. A. (2012). *Comparación de los módulos de elasticidad de concreto normal, con el ensayo de compresión y el ensayo de flexión*. Repositorio institucional, Bucaramanga.
- Catalán Oliva, C. R. (2006). *Consideraciones sobre el modulo de poisson*. El salvador.
- Comité ACI 318. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14)*. American Concrete Institute.
- Escobedo Muñoz, A. C., & Torres Jara, J. N. (2022). *Análisis del módulo de elasticidad, coeficiente de Poisson y resistencia a la compresión del concreto estructural por la influencia de material*

- pasante de la malla N° 200*[tesis de título; Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional.
- Gamonal Burga, R. (2021). *Evaluación de las propiedades de un concreto $f'c=210$ kg/cm² obtenido con agregado fino de cerro y piedra chancada en ciudad de Cutervo*. Repositorio institucional, Cajamarca, Perú.
- García, C. F., & Vigo, D. A. (2017). *Influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú, 2017*[tesis de título; Universidad Científica del Perú]. Repositorio institucional.
- Gutiérrez Torres, A. G., & Cala Cristancho, L. M. (2015). *Obtención del módulo de elasticidad y la relación de poisson, para concretos de 21y 28 MPa en seis diferentes obras ubicadas en la zona occidental de Bogotá*[Tesis de título; Universidad la Gran Colombia]. Repositorio institucional.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hevia Villanueva, M. (2017). Análisis de la tensión de una grieta en un disco brasileño. *Brno university of technology*, 51.
- Montoya Jiménez, P., Meseguer García, Á., & Cabré Morán, F. (2000). *Hormigon Armado*. Gustavo Gili, SA, Barcelona.
- N. Gujarati, D., & C. Porter, D. (2010). *Econometría* (Quinta ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Norma Técnica de Edificaciones. (2009). *E.060 Concreto Armado*.
- NTP 339.033. (1999). *Método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra*. Lima.
- NTP 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima.
- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima.
- NTP 339.036. (2017). *Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco*. Lima.

- NTP 339.084. (2022). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto por compresión diametral de una probeta cilíndrica*. Lima.
- NTP 400.037. (2018). *AGREGADOS. Agregados para el concreto. Requisitos*. Lima.
- NTP 400.040. (1999). *AGREGADOS. Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso*. Lima.
- Pauw, A. (1960). *Modulus of elasticity of concrete as affected by density*. Michigan: Journal of the American Concrete Institute.
- Pineda, J. M. (2016). *Determinación de la relación de poisson y modulo de elasticidad para concretos de 21 y 28 Megapascales en concretos de la ciudad de villavicencio*. Repositorio institucional, Bogotá, Colombia.
- Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C. (2024). *Diseño de mezclas concreto f'c 210*. Cusco.
- Pytel, A., & L. Singer, F. (2008). *Resistencia de materiales* (Cuarta ed.). México: Oxford University Press México.
- Ramírez, M., & Murillo, M. (2020). Determinación del módulo de elasticidad de dos concretos autocompactantes de alta resistencia (70 Mpa). *Métodos y Materiales*, 11.
- Ruiz Sanchez, D. A. (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 agregado de las canteras Tres tomas y La victoria en el año 2020*. Repositorio Institucional, Chiclayo.
- Saavedra García, C. F., & Ramirez Vigo, D. A. (2017). *Influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú, 2017*. Repositorio institucional, Iquitos, Perú.
- Serpa Bojorque, J. D., & Vázquez Maita, D. C. (2018). *Determinación del módulo de elasticidad y resistencia a compresión del hormigón en función de la variabilidad y caracterización de los agregados*. Repositorio institucional, Cuenca, Ecuador.
- Serrano Guzmán, F. M., & Pérez Ruiz, D. D. (2010). Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, 15.



- Serrano Guzmán, M. F., & Pérez Ruiz, D. D. (2010). Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. *Concreto y cemento*, 14.
- Torrado Gómez, L. M., & Porras Alvarez, N. A. (2009). *Determinación de las ecuaciones del módulo de elasticidad estático y dinámico del concreto producido en Bucaramanga y su area metropolitana*. Repositorio institucional, Bucaramanga, Colombia .
- Torre, D. D. (2018). Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$. Con agregados pétreos del Municipio de Técpan de Galeana, Guerrero. *Revista de Ingeniería Civil*, 8.
- Vargas Neumann, J. (2016). Ensayos de tracción indirecta. *Terra lyon*, 8.
- Vélez Patiño, L. A. (2018). *Revisión bibliográfica sobre la variabilidad del módulo de elasticidad del concreto convencional en el diseño estructural*. Colombia.
- Walker, S. (1920). *Modulus of elasticity of concrete*. Chicago: Structural Materials Research Laboratory.

Capítulo XII: Anexos

Cálculos y gráficos módulo de elasticidad y relación de Poisson

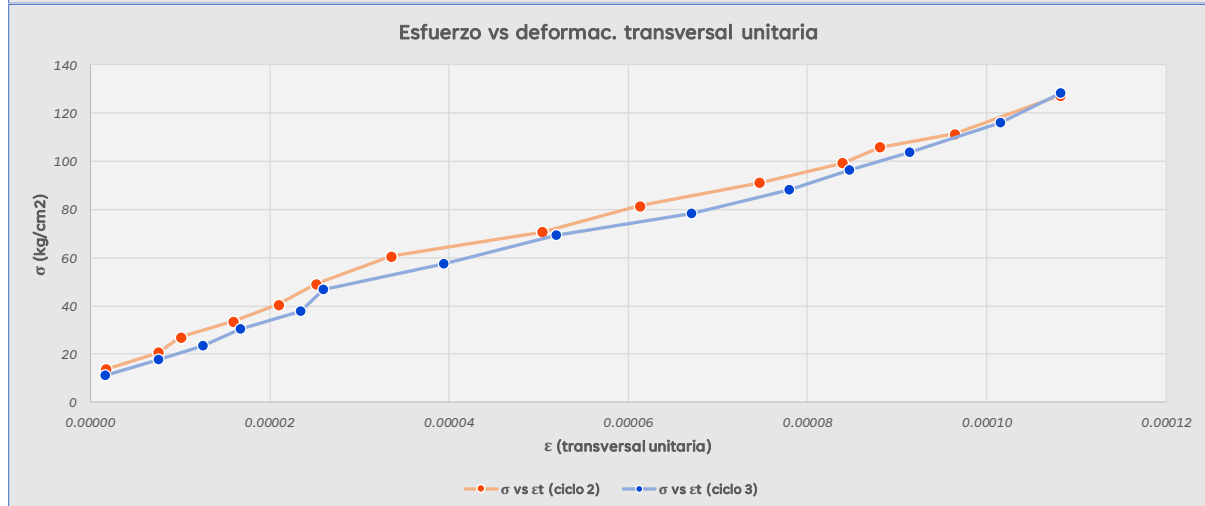
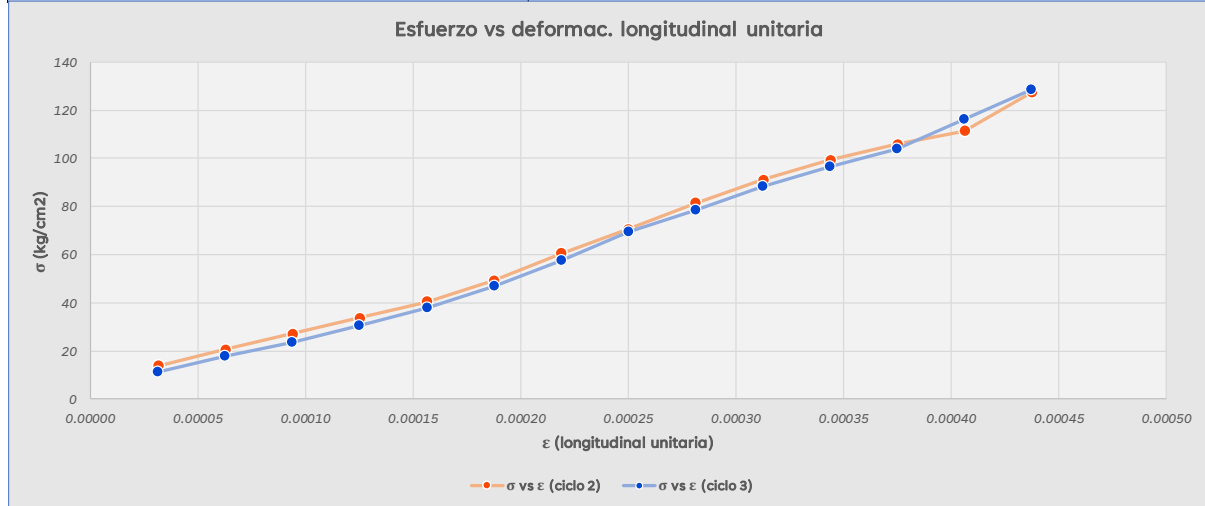
Anexo 1

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M01

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																						
Ficha de toma de datos																						
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																						
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																						
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																						
Referencia: ASTM C469/C469M-14																						
Lugar: CUSCO																						
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M01</td> <td style="width: 40%;">Resistencia máxima: 309.01 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 33</td> <td>Carga de rotura: 55630 kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32 cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.14 cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 180.03 cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M01	Resistencia máxima: 309.01 kg/cm ²	Edad: 33	Carga de rotura: 55630 kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 5		Longitud de medicion: 20.32 cm		Diametro: 15.14 cm		Area: 180.03 cm ²
Codigo de la muestra: M01	Resistencia máxima: 309.01 kg/cm ²																					
Edad: 33	Carga de rotura: 55630 kg																					
Material: Concreto	Tipo de falla: 5																					
	Longitud de medicion: 20.32 cm																					
	Diametro: 15.14 cm																					
	Area: 180.03 cm ²																					
Ciclo 2																						
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria												
1	2460	13.66	0.20	5	0.000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313												
2	3710	20.61	0.90	10	0.0002286	0.0025400	0.0001143	0.0012700	0.0000075	0.0000625												
3	4860	27.00	1.20	15	0.0003048	0.0038100	0.0001524	0.0019050	0.0000101	0.0000938												
4	6040	33.55	1.90	20	0.0004826	0.0050800	0.0002413	0.0025400	0.0000159	0.0001250												
5	7280	40.44	2.50	25	0.0006350	0.0063500	0.0003175	0.0031750	0.0000210	0.0001563												
6	8850	49.16	3.00	30	0.0007620	0.0076200	0.0003810	0.0038100	0.0000252	0.0001875												
7	10900	60.55	4.00	35	0.0010160	0.0088900	0.0005080	0.0044450	0.0000336	0.0002188												
8	12700	70.54	6.00	40	0.0015240	0.0101600	0.0007620	0.0050800	0.0000503	0.0002500												
9	14650	81.38	7.30	45	0.0018542	0.0114300	0.0009271	0.0057150	0.0000612	0.0002813												
10	16400	91.10	8.90	50	0.0022606	0.0127000	0.0011303	0.0063500	0.0000747	0.0003125												
11	17880	99.32	10.00	55	0.0025400	0.0139700	0.0012700	0.0069850	0.0000839	0.0003438												
12	19040	105.76	10.50	60	0.0026670	0.0152400	0.0013335	0.0076200	0.0000881	0.0003750												
13	20050	111.37	11.50	65	0.0029210	0.0165100	0.0014605	0.0082550	0.0000965	0.0004063												
14	22910	127.26	12.90	70	0.0032766	0.0177800	0.0016383	0.0088900	0.0001082	0.0004375												
Ciclo 3																						
1	1980	11.00	0.20	5	0.0005080	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313												
2	3180	17.66	0.90	10	0.0002286	0.0025400	0.0001143	0.0012700	0.0000075	0.0000625												
3	4230	23.50	1.50	15	0.0003810	0.0038100	0.0001905	0.0019050	0.0000126	0.0000938												
4	5470	30.38	2.00	20	0.0005080	0.0050800	0.0002540	0.0025400	0.0000168	0.0001250												
5	6780	37.66	2.80	25	0.0007112	0.0063500	0.0003556	0.0031750	0.0000235	0.0001563												
6	8430	46.83	3.10	30	0.0007874	0.0076200	0.0003937	0.0038100	0.0000260	0.0001875												
7	10370	57.60	4.70	35	0.0011938	0.0088900	0.0005969	0.0044450	0.0000394	0.0002188												
8	12490	69.38	6.20	40	0.0015748	0.0101600	0.0007874	0.0050800	0.0000520	0.0002500												
9	14120	78.43	8.00	45	0.0020320	0.0114300	0.0010160	0.0057150	0.0000671	0.0002813												
10	15870	88.15	9.30	50	0.0023622	0.0127000	0.0011811	0.0063500	0.0000780	0.0003125												
11	17360	96.43	10.10	55	0.0025654	0.0139700	0.0012827	0.0069850	0.0000847	0.0003438												
12	18660	103.65	10.90	60	0.0027686	0.0152400	0.0013843	0.0076200	0.0000914	0.0003750												
13	20890	116.04	12.10	65	0.0030734	0.0165100	0.0015367	0.0082550	0.0001015	0.0004063												
14	23090	128.26	12.90	70	0.0032766	0.0177800	0.0016383	0.0088900	0.0001082	0.0004375												



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵ_{t2}																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon_{0.4\sigma_{max}} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>13.664492</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>20.607831</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	13.664492	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	20.607831	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ_{t2}</th></tr></thead><tbody><tr><td>111.371161</td><td>0.000096</td></tr><tr><td>123.602547</td><td>ϵ_{t2}</td></tr><tr><td>127.257521</td><td>0.0001082</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ_{t2}	111.371161	0.000096	123.602547	ϵ_{t2}	127.257521	0.0001082
ϵ	σ																		
0.000031	13.664492																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	20.607831																		
σ	ϵ_{t2}																		
111.371161	0.000096																		
123.602547	ϵ_{t2}																		
127.257521	0.0001082																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 123.6025 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$	$\epsilon_{t2} = 0.000105508$	Interpolamos para allar ϵ_{t1}																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 17.8305 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>111.371161</td><td>0.000406</td></tr><tr><td>123.602547</td><td>$\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$</td></tr><tr><td>127.257521</td><td>0.000438</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	111.371161	0.000406	123.602547	$\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$	127.257521	0.000438	$\epsilon_{t1} = 0.000005201$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ_{t1}</th></tr></thead><tbody><tr><td>13.664492</td><td>0.000002</td></tr><tr><td>17.830495</td><td>ϵ_{t1}</td></tr><tr><td>20.607831</td><td>0.000008</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ_{t1}	13.664492	0.000002	17.830495	ϵ_{t1}	20.607831	0.000008
σ	ϵ																		
111.371161	0.000406																		
123.602547	$\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$																		
127.257521	0.000438																		
σ	ϵ_{t1}																		
13.664492	0.000002																		
17.830495	ϵ_{t1}																		
20.607831	0.000008																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon_{0.4\sigma_{max}} = 0.00043$	$E_c = 278120 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.00043031$	$\mu = 0.26375138$																

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵ_{t2}																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon_{0.4\sigma_{max}} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>10.998249</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>17.663855</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	10.998249	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	17.663855	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ_{t2}</th></tr></thead><tbody><tr><td>116.037084</td><td>0.000101</td></tr><tr><td>123.602547</td><td>ϵ_{t2}</td></tr><tr><td>128.257361</td><td>0.0001082</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ_{t2}	116.037084	0.000101	123.602547	ϵ_{t2}	128.257361	0.0001082
ϵ	σ																		
0.000031	10.998249																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	17.663855																		
σ	ϵ_{t2}																		
116.037084	0.000101																		
123.602547	ϵ_{t2}																		
128.257361	0.0001082																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 123.6025 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$	$\epsilon_{t2} = 0.000105654$	Interpolamos para allar ϵ_{t1}																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 14.99761 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>116.037084</td><td>0.000406</td></tr><tr><td>123.602547</td><td>$\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$</td></tr><tr><td>128.257361</td><td>0.000438</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	116.037084	0.000406	123.602547	$\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$	128.257361	0.000438	$\epsilon_{t1} = 0.000005201$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ_{t1}</th></tr></thead><tbody><tr><td>10.998249</td><td>0.000002</td></tr><tr><td>14.997613</td><td>ϵ_{t1}</td></tr><tr><td>17.663855</td><td>0.000008</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ_{t1}	10.998249	0.000002	14.997613	ϵ_{t1}	17.663855	0.000008
σ	ϵ																		
116.037084	0.000406																		
123.602547	$\epsilon_{0.4\sigma_{max}}$																		
128.257361	0.000438																		
σ	ϵ_{t1}																		
10.998249	0.000002																		
14.997613	ϵ_{t1}																		
17.663855	0.000008																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon_{0.4\sigma_{max}} = 0.000426$	$E_c = 289153 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000425597$	$\mu = 0.26744939$																



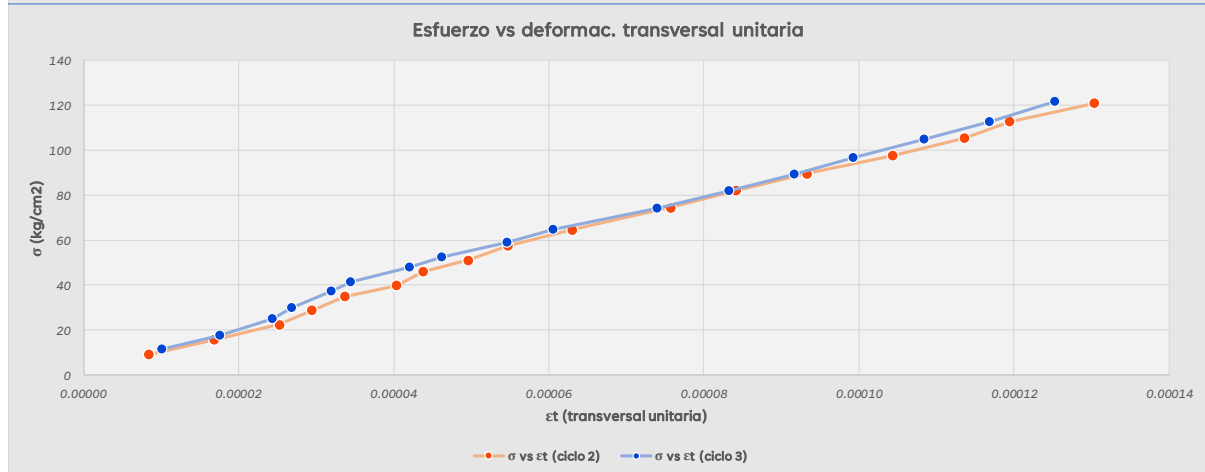
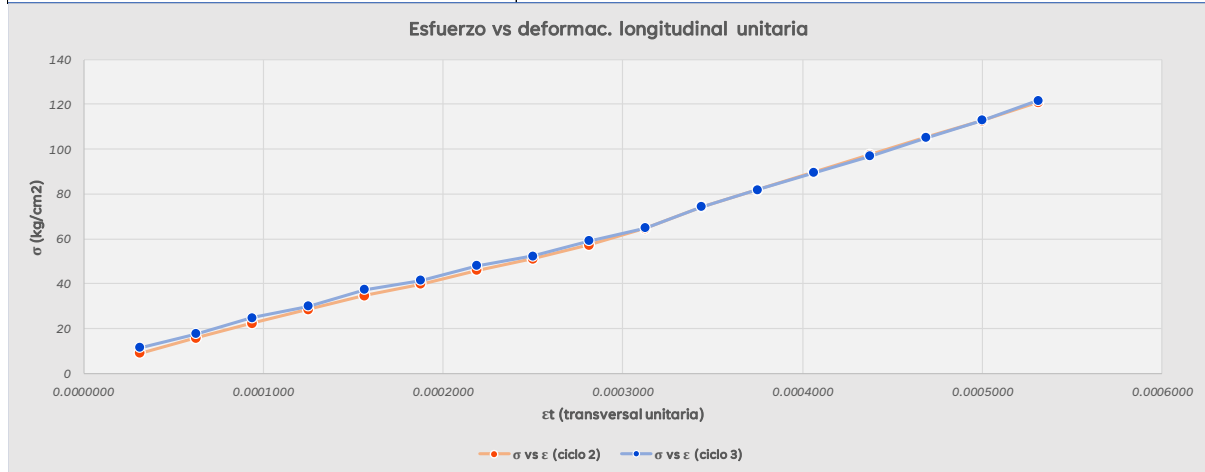
Anexo 2

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M02

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto Fc 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M02</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 299.42</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 32</td> <td>Carga de rotura: 53620</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.10</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 179.08</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M02	Resistencia máxima: 299.42	kg/cm²	Edad: 32	Carga de rotura: 53620	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 2			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.10	cm		Area: 179.08	cm²
Codigo de la muestra: M02	Resistencia máxima: 299.42	kg/cm²																										
Edad: 32	Carga de rotura: 53620	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 2																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.10	cm																										
	Area: 179.08	cm²																										
Fecha de vaciado: 12/04/2024																												
Fecha de ensayo: 14/05/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1640	9.16	1.00	5	0.0002540	0.0012700	0.0001270	0.0006350	0.0000084	0.0000313																		
2	2830	15.80	2.00	10	0.0005080	0.0025400	0.0002540	0.0012700	0.0000168	0.0000625																		
3	4010	22.39	3.00	15	0.0007620	0.0038100	0.0003810	0.0019050	0.0000252	0.0000938																		
4	5160	28.81	3.50	20	0.0008890	0.0050800	0.0004445	0.0025400	0.0000294	0.0001250																		
5	6250	34.90	4.00	25	0.0010160	0.0063500	0.0005080	0.0031750	0.0000336	0.0001563																		
6	7160	39.98	4.80	30	0.0012192	0.0076200	0.0006096	0.0038100	0.0000404	0.0001875																		
7	8260	46.12	5.20	35	0.0013208	0.0088900	0.0006604	0.0044450	0.0000437	0.0002188																		
8	9150	51.09	5.90	40	0.0014986	0.0101600	0.0007493	0.0050800	0.0000496	0.0002500																		
9	10300	57.52	6.50	45	0.0016510	0.0114300	0.0008255	0.0057150	0.0000547	0.0002813																		
10	11570	64.61	7.50	50	0.0019050	0.0127000	0.0009525	0.0063500	0.0000631	0.0003125																		
11	13330	74.44	9.00	55	0.0022860	0.0139700	0.0011430	0.0069850	0.0000757	0.0003438																		
12	14680	81.98	10.00	60	0.0025400	0.0152400	0.0012700	0.0076200	0.0000841	0.0003750																		
13	16060	89.68	11.10	65	0.0028194	0.0165100	0.0014097	0.0082550	0.0000934	0.0004063																		
14	17470	97.55	12.40	70	0.0031496	0.0177800	0.0015748	0.0088900	0.0001043	0.0004375																		
15	18860	105.32	13.50	75	0.003429	0.0190500	0.0017145	0.0095250	0.0001135	0.0004688																		
16	20180	112.69	14.20	80	0.0036068	0.0203200	0.0018034	0.0101600	0.0001194	0.0005000																		
17	21650	120.90	15.50	85	0.003937	0.0215900	0.0019685	0.0107950	0.0001304	0.0005313																		
Ciclo 3																												
1	2090	11.67	1.20	5	0.0003048	0.0012700	0.0001524	0.0006350	0.0000101	0.0000313																		
2	3160	17.65	2.10	10	0.0005334	0.0025400	0.0002667	0.0012700	0.0000177	0.0000625																		
3	4460	24.91	2.90	15	0.0007366	0.0038100	0.0003683	0.0019050	0.0000244	0.0000938																		
4	5380	30.04	3.20	20	0.0008128	0.0050800	0.0004064	0.0025400	0.0000269	0.0001250																		
5	6690	37.36	3.80	25	0.0009652	0.0063500	0.0004826	0.0031750	0.0000320	0.0001563																		
6	7440	41.55	4.10	30	0.0010414	0.0076200	0.0005207	0.0038100	0.0000345	0.0001875																		
7	8590	47.97	5.00	35	0.0012700	0.0088900	0.0006350	0.0044450	0.0000421	0.0002188																		
8	9380	52.38	5.50	40	0.0013970	0.0101600	0.0006985	0.0050800	0.0000463	0.0002500																		
9	10570	59.02	6.50	45	0.0016510	0.0114300	0.0008255	0.0057150	0.0000547	0.0002813																		
10	11600	64.78	7.20	50	0.0018288	0.0127000	0.0009144	0.0063500	0.0000606	0.0003125																		
11	13310	74.32	8.80	55	0.0022352	0.0139700	0.0011176	0.0069850	0.0000740	0.0003438																		
12	14660	81.86	9.90	60	0.0025146	0.0152400	0.0012573	0.0076200	0.0000833	0.0003750																		
13	16020	89.46	10.90	65	0.0027686	0.0165100	0.0013843	0.0082550	0.0000917	0.0004063																		
14	17320	96.72	11.80	70	0.0029972	0.0177800	0.0014986	0.0088900	0.0000992	0.0004375																		
15	18800	104.98	12.90	75	0.0032766	0.0190500	0.0016383	0.0095250	0.0001085	0.0004688																		
16	20200	112.80	13.90	80	0.0035306	0.0203200	0.0017653	0.0101600	0.0001169	0.0005000																		
17	21790	121.68	14.90	85	0.0037846	0.0215900	0.0018923	0.0107950	0.0001253	0.0005313																		



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	σ
	σ		ϵt
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 119.7686 \text{ kg/cm}^2$	0.000031 9.157988	$\epsilon_{t2} = 0.000128862$	112.687926 0.000119
	0.000050 $\sigma(0.00005)$		119.768614 ϵt_2
	0.000063 15.803114	$\epsilon_{t1} = 0.000013457$	120.896610 0.0001304
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 13.14506 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_2 = 0.000526956$	Interpolamos para allar ϵt_1
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000527$	σ		σ
	ϵ	$\mu = 0.241961257$	9.157988 0.000008
$E_c = 223550 \text{ kg/cm}^2$	112.687926 0.000500		13.145063 ϵt_1
	119.768614 $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	15.803114 0.000017	
	120.896610 0.000531		

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	σ
	σ		ϵt
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 119.7686 \text{ kg/cm}^2$	0.000031 11.670851	$\epsilon_{t2} = 0.000123509$	112.799609 0.000117
	0.000050 $\sigma(0.00005)$		119.768614 ϵt_2
	0.000063 17.645879	$\epsilon_{t1} = 0.000014634$	121.678390 0.0001253
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 15.25587 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_2 = 0.000524528$	Interpolamos para allar ϵt_1
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000525$	σ		σ
	ϵ	$\mu = 0.229437047$	11.670851 0.000010
$E_c = 220246 \text{ kg/cm}^2$	112.799609 0.000500		15.255868 ϵt_1
	119.768614 $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	17.645879 0.000018	
	121.678390 0.000531		



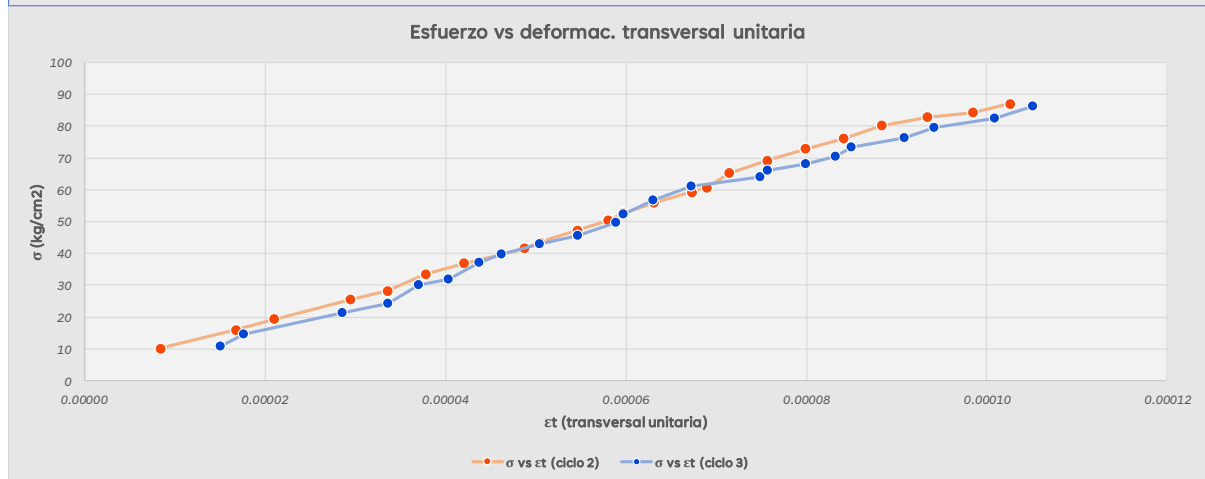
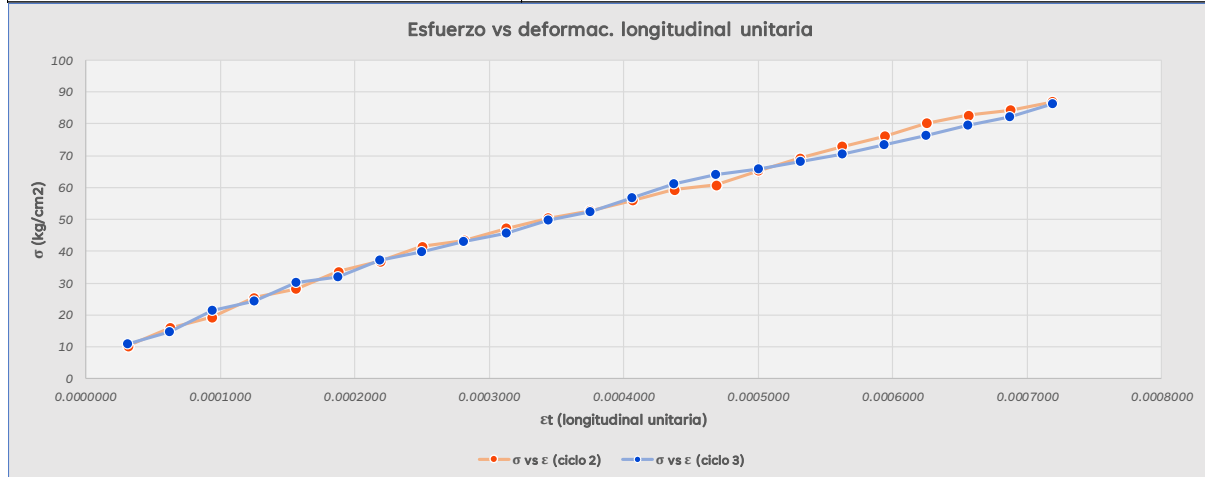
Anexo 3

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M03

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																						
Ficha de toma de datos																						
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																						
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																						
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																						
Referencia: ASTM C469/C469M-14																						
Lugar: CUSCO																						
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Codigo de la muestra: M03</td> <td style="width: 50%;">Resistencia máxima: 214.88 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 31</td> <td>Carga de rotura: 38480 kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32 cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.10 cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 179.08 cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M03	Resistencia máxima: 214.88 kg/cm ²	Edad: 31	Carga de rotura: 38480 kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 5		Longitud de medicion: 20.32 cm		Diametro: 15.10 cm		Area: 179.08 cm ²
Codigo de la muestra: M03	Resistencia máxima: 214.88 kg/cm ²																					
Edad: 31	Carga de rotura: 38480 kg																					
Material: Concreto	Tipo de falla: 5																					
	Longitud de medicion: 20.32 cm																					
	Diametro: 15.10 cm																					
	Area: 179.08 cm ²																					
Fecha de vaciado: 13/04/2024																						
Fecha de ensayo: 14/05/2024																						
Ciclo 2																						
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria												
1	1830	10.22	1.00	5	0.0002540	0.0012700	0.0001270	0.0006350	0.0000084	0.0000313												
2	2860	15.97	2.00	10	0.0005080	0.0025400	0.0002540	0.0012700	0.0000168	0.0000625												
3	3460	19.32	2.50	15	0.0006350	0.0031750	0.0003175	0.0015875	0.0000210	0.0000938												
4	4560	25.46	3.50	20	0.0008900	0.0044450	0.0004445	0.0022225	0.0000294	0.0001250												
5	5060	28.26	4.00	25	0.0010160	0.0050800	0.0005080	0.0025400	0.0000336	0.0001563												
6	6020	33.62	4.50	30	0.0011430	0.0057150	0.0005715	0.0028575	0.0000378	0.0001875												
7	6600	36.86	5.00	35	0.0012700	0.0063500	0.0006350	0.0031750	0.0000421	0.0002188												
8	7440	41.55	5.80	40	0.0014732	0.0073660	0.0007366	0.0036830	0.0000488	0.0002500												
9	7780	43.44	6.00	45	0.0015240	0.0081000	0.0008100	0.0040500	0.0000505	0.0002813												
10	8460	47.24	6.50	50	0.0016510	0.0090170	0.0009017	0.0045085	0.0000547	0.0003125												
11	9030	50.42	6.90	55	0.0017526	0.0099250	0.0009925	0.0049625	0.0000580	0.0003438												
12	9440	52.71	7.10	60	0.0018034	0.0107400	0.0010740	0.0053700	0.0000597	0.0003750												
13	10010	55.90	7.50	65	0.0019050	0.0116050	0.0011605	0.0058050	0.0000631	0.0004063												
14	10620	59.30	8.00	70	0.0020320	0.0125000	0.0012500	0.0062500	0.0000673	0.0004375												
15	10890	60.81	8.20	75	0.0020828	0.0134250	0.0013425	0.0067125	0.0000690	0.0004688												
16	11690	65.28	8.50	80	0.0021590	0.0144000	0.0014400	0.0072000	0.0000715	0.0005000												
17	12390	69.19	9.00	85	0.0022860	0.0154200	0.0015420	0.0077100	0.0000757	0.0005313												
18	13050	72.87	9.50	90	0.0024130	0.0165000	0.0016500	0.0082500	0.0000799	0.0005625												
19	13640	76.17	10.00	95	0.0025400	0.0176200	0.0017620	0.0088000	0.0000841	0.0005938												
20	14360	80.19	10.50	100	0.0026670	0.0188000	0.0018800	0.0093500	0.0000883	0.0006250												
21	14820	82.76	11.10	105	0.0028194	0.0200000	0.0020000	0.0100000	0.0000934	0.0006563												
22	15100	84.32	11.70	110	0.0029718	0.0212500	0.0021250	0.0106250	0.0000984	0.0006875												
23	15580	87.00	12.20	115	0.0030988	0.0225500	0.0022550	0.0113250	0.0001026	0.0007188												
Ciclo 3																						
1	1920	10.72	1.80	5	0.0004572	0.0012700	0.0002286	0.0006350	0.0000151	0.0000313												
2	2610	14.57	2.10	10	0.0005334	0.0025400	0.0002667	0.0012700	0.0000177	0.0000625												
3	3830	21.39	3.40	15	0.0008636	0.0038100	0.0004318	0.0019050	0.0000286	0.0000938												
4	4360	24.35	4.00	20	0.0010160	0.0050800	0.0005080	0.0025400	0.0000336	0.0001250												
5	5380	30.04	4.40	25	0.0011176	0.0063500	0.0005588	0.0031750	0.0000370	0.0001563												
6	5690	31.77	4.80	30	0.0012192	0.0076200	0.0006096	0.0038100	0.0000404	0.0001875												
7	6650	37.13	5.20	35	0.0013208	0.0089000	0.0006604	0.0044450	0.0000437	0.0002188												
8	7120	39.76	5.50	40	0.0013970	0.0101600	0.0006985	0.0050800	0.0000463	0.0002500												
9	7710	43.05	6.00	45	0.0015240	0.0114300	0.0007620	0.0057150	0.0000505	0.0002813												
10	8190	45.73	6.50	50	0.0016510	0.0127000	0.0008255	0.0063500	0.0000547	0.0003125												
11	8890	49.64	7.00	55	0.0017780	0.0139700	0.0008890	0.0069850	0.0000589	0.0003438												
12	9380	52.38	7.10	60	0.0018034	0.0152400	0.0009017	0.0076200	0.0000597	0.0003750												
13	10170	56.79	7.50	65	0.0019050	0.0165100	0.0009525	0.0082550	0.0000631	0.0004063												
14	10960	61.20	8.00	70	0.0020320	0.0177800	0.0010160	0.0089000	0.0000673	0.0004375												
15	11490	64.16	8.90	75	0.0022606	0.0190500	0.0011303	0.0095250	0.0000749	0.0004688												
16	11810	65.95	9.00	80	0.0022860	0.0203200	0.0011430	0.0101600	0.0000757	0.0005000												
17	12210	68.18	9.50	85	0.0024130	0.0215900	0.0012065	0.0107950	0.0000799	0.0005313												
18	12630	70.53	9.90	90	0.0025146	0.0228600	0.0012573	0.0114300	0.0000833	0.0005625												
19	13150	73.43	10.10	95	0.0025654	0.0241300	0.0012827	0.0120650	0.0000849	0.0005938												
20	13690	76.45	10.80	100	0.0027432	0.0254000	0.0013716	0.0127000	0.0000908	0.0006250												
21	14260	79.63	11.20	105	0.0028448	0.0266700	0.0014224	0.0133350	0.0000942	0.0006563												
22	14740	82.31	12.00	110	0.0030480	0.0279400	0.0015240	0.0139700	0.0001009	0.0006875												
23	15440	86.22	12.50	115	0.0031750	0.0292100	0.0015875	0.0146050	0.0001051	0.0007188												



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>10.218974</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>15.970638</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	10.218974	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	15.970638	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>84.320500</td> <td>0.000098</td> </tr> <tr> <td>85.951068</td> <td>$\epsilon t 2$</td> </tr> <tr> <td>87.000886</td> <td>0.0001026</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	84.320500	0.000098	85.951068	$\epsilon t 2$	87.000886	0.0001026
ϵ	σ																		
0.000031	10.218974																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	15.970638																		
σ	ϵt																		
84.320500	0.000098																		
85.951068	$\epsilon t 2$																		
87.000886	0.0001026																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 85.95107 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000100962$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 13.66997 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>84.320500</td> <td>0.000688</td> </tr> <tr> <td>85.951068</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>87.000886</td> <td>0.000719</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	84.320500	0.000688	85.951068	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	87.000886	0.000719	$\epsilon_{t1} = 0.000013457$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10.218974</td> <td>0.000008</td> </tr> <tr> <td>13.669972</td> <td>$\epsilon t 1$</td> </tr> <tr> <td>15.970638</td> <td>0.000017</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	10.218974	0.000008	13.669972	$\epsilon t 1$	15.970638	0.000017
σ	ϵ																		
84.320500	0.000688																		
85.951068	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
87.000886	0.000719																		
σ	ϵt																		
10.218974	0.000008																		
13.669972	$\epsilon t 1$																		
15.970638	0.000017																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000707$	Ec = 110099 kg/cm²	$\epsilon_2 = 0.00070651$																	
		$\mu = 0.13328843$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>10.721547</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>14.574603</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	10.721547	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	14.574603	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>82.310210</td> <td>0.000101</td> </tr> <tr> <td>85.951068</td> <td>$\epsilon t 2$</td> </tr> <tr> <td>86.219107</td> <td>0.0001051</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	82.310210	0.000101	85.951068	$\epsilon t 2$	86.219107	0.0001051
ϵ	σ																		
0.000031	10.721547																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	14.574603																		
σ	ϵt																		
82.310210	0.000101																		
85.951068	$\epsilon t 2$																		
86.219107	0.0001051																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 85.95107 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000104844$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 13.03338 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>82.310210</td> <td>0.000688</td> </tr> <tr> <td>85.951068</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>86.219107</td> <td>0.000719</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	82.310210	0.000688	85.951068	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	86.219107	0.000719	$\epsilon_{t1} = 0.000016653$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10.721547</td> <td>0.000015</td> </tr> <tr> <td>13.033381</td> <td>$\epsilon t 1$</td> </tr> <tr> <td>14.574603</td> <td>0.000018</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	10.721547	0.000015	13.033381	$\epsilon t 1$	14.574603	0.000018
σ	ϵ																		
82.310210	0.000688																		
85.951068	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
86.219107	0.000719																		
σ	ϵt																		
10.721547	0.000015																		
13.033381	$\epsilon t 1$																		
14.574603	0.000018																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000717$	Ec = 109386 kg/cm²	$\epsilon_2 = 0.000716607$																	
		$\mu = 0.132298473$																	



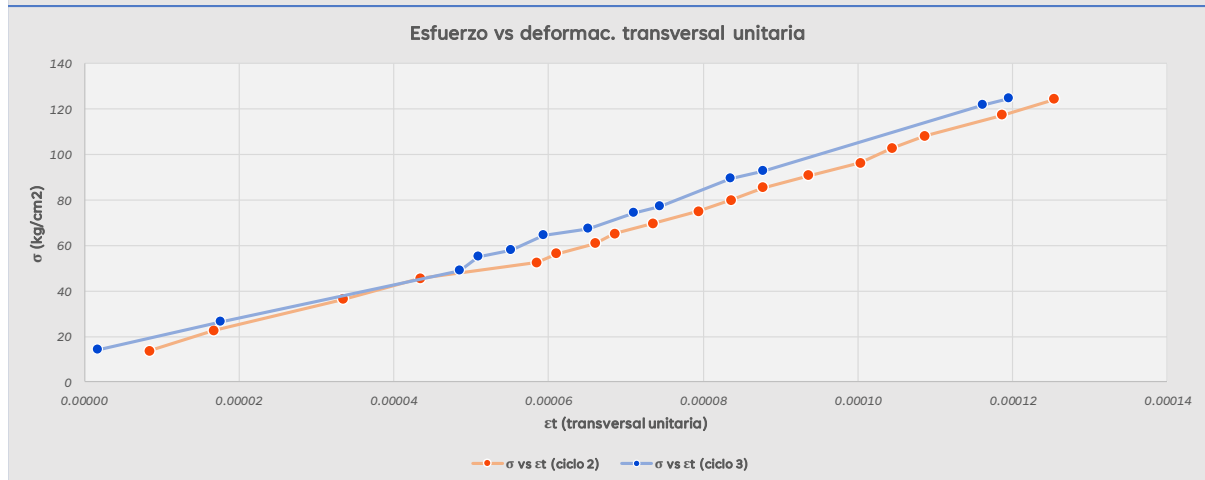
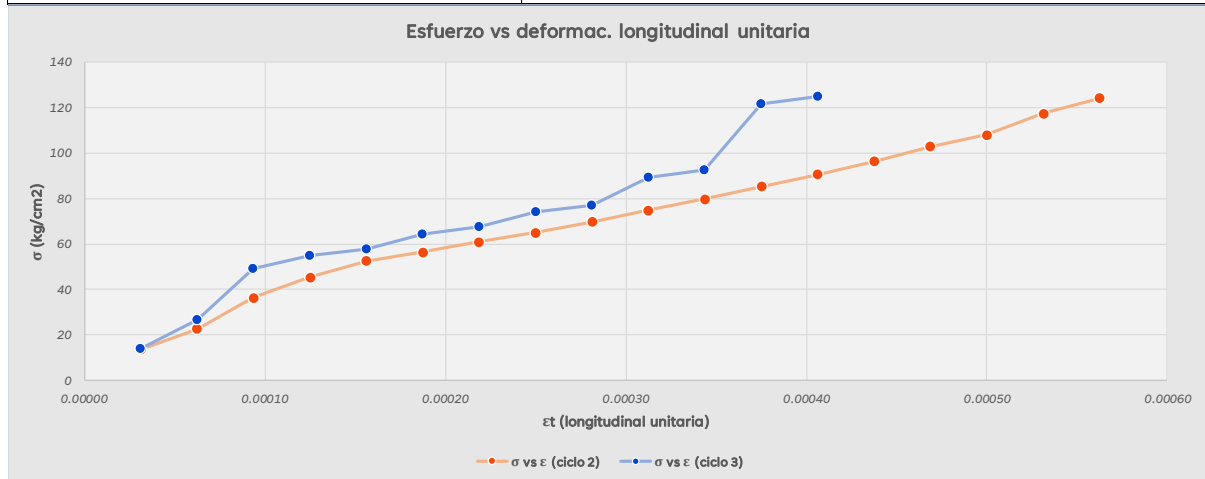
Anexo 4

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M04

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M04										
Edad: 29										
Material: Concreto										
Fecha de vaciado: 15/04/2024										
Fecha de ensayo: 14/05/2024										
Resistencia máxima: 303.76 kg/cm ² Carga de rotura: 55120 kg Tipo de falla: 2 Longitud de medicion: 20.32 cm Diametro: 15.20 cm Area: 181.46 cm ²										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	2480	13.67	1.00	5	0.0002540	0.0012700	0.0001270	0.0006350	0.0000084	0.0000313
2	4110	22.65	2.00	10	0.0005080	0.0025400	0.0002540	0.0012700	0.0000167	0.0000625
3	6600	36.37	4.00	15	0.0010160	0.0038100	0.0005080	0.0019050	0.0000334	0.0000938
4	8250	45.46	5.20	20	0.0013208	0.0050800	0.0006604	0.0025400	0.0000434	0.0001250
5	9540	52.57	7.00	25	0.0017780	0.0063500	0.0008890	0.0031750	0.0000585	0.0001563
6	10230	56.38	7.30	30	0.0018542	0.0076200	0.0009271	0.0038100	0.0000610	0.0001875
7	11050	60.90	7.90	35	0.0020066	0.0088900	0.0010033	0.0044450	0.0000660	0.0002188
8	11810	65.08	8.20	40	0.0020828	0.0101600	0.0010414	0.0050800	0.0000685	0.0002500
9	12650	69.71	8.80	45	0.0022352	0.0114300	0.0011176	0.0057150	0.0000735	0.0002813
10	13590	74.89	9.50	50	0.0024130	0.0127000	0.0012065	0.0063500	0.0000794	0.0003125
11	14490	79.85	10.00	55	0.0025400	0.0139700	0.0012700	0.0069850	0.0000836	0.0003438
12	15490	85.36	10.50	60	0.0026670	0.0152400	0.0013335	0.0076200	0.0000877	0.0003750
13	16460	90.71	11.20	65	0.0028448	0.0165100	0.0014224	0.0082550	0.0000936	0.0004063
14	17480	96.33	12.00	70	0.0030480	0.0177800	0.0015240	0.0088900	0.0001003	0.0004375
15	18660	102.83	12.50	75	0.0031750	0.0190500	0.0015875	0.0095250	0.0001044	0.0004688
16	19610	108.07	13.00	80	0.0033020	0.0203200	0.0016510	0.0101600	0.0001086	0.0005000
17	21300	117.38	14.20	85	0.0036068	0.0215900	0.0018034	0.0107950	0.0001186	0.0005313
18	22550	124.27	15.00	90	0.0038100	0.0228600	0.0019050	0.0114300	0.0001253	0.0005625
Ciclo 3										
1	2530	13.94	0.20	5	0.0000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313
2	4820	26.56	2.10	10	0.0005334	0.0025400	0.0002667	0.0012700	0.0000175	0.0000625
3	8900	49.05	5.80	15	0.0014732	0.0038100	0.0007366	0.0019050	0.0000485	0.0000938
4	9970	54.94	6.10	20	0.0015494	0.0050800	0.0007747	0.0025400	0.0000510	0.0001250
5	10510	57.92	6.60	25	0.0016764	0.0063500	0.0008382	0.0031750	0.0000551	0.0001563
6	11670	64.31	7.10	30	0.0018034	0.0076200	0.0009017	0.0038100	0.0000593	0.0001875
7	12250	67.51	7.80	35	0.0019812	0.0088900	0.0009906	0.0044450	0.0000652	0.0002188
8	13470	74.23	8.50	40	0.0021590	0.0101600	0.0010795	0.0050800	0.0000710	0.0002500
9	13980	77.04	8.90	45	0.0022606	0.0114300	0.0011303	0.0057150	0.0000744	0.0002813
10	16220	89.39	10.00	50	0.0025400	0.0127000	0.0012700	0.0063500	0.0000836	0.0003125
11	16800	92.58	10.50	55	0.0026670	0.0139700	0.0013335	0.0069850	0.0000877	0.0003438
12	22100	121.79	13.90	60	0.0035306	0.0152400	0.0017653	0.0076200	0.0001161	0.0003750
13	22640	124.77	14.30	65	0.0036322	0.0165100	0.0018161	0.0082550	0.0001195	0.0004063



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>13.667045</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>22.649821</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	13.667045	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	22.649821	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>117.382281</td><td>0.000119</td></tr><tr><td>121.504439</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>124.270913</td><td>0.0001253</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	117.382281	0.000119	121.504439	ϵt_2	124.270913	0.0001253
ϵ	σ																		
0.000031	13.667045																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	22.649821																		
σ	ϵt																		
117.382281	0.000119																		
121.504439	ϵt_2																		
124.270913	0.0001253																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 121.5044 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000122645$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 19.05671 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>117.382281</td><td>0.000531</td></tr><tr><td>121.504439</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>124.270913</td><td>0.000563</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	117.382281	0.000531	121.504439	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	124.270913	0.000563	$\epsilon_{t1} = 0.000013368$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>13.667045</td><td>0.000008</td></tr><tr><td>19.056710</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>22.649821</td><td>0.000017</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	13.667045	0.000008	19.056710	ϵt_1	22.649821	0.000017
σ	ϵ																		
117.382281	0.000531																		
121.504439	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
124.270913	0.000563																		
σ	ϵt																		
13.667045	0.000008																		
19.056710	ϵt_1																		
22.649821	0.000017																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.00055$	$E_c = 204916 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.00054995$																	
		$\mu = 0.218574152$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>13.942590</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>26.562563</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	13.942590	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	26.562563	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>121.791006</td><td>0.000116</td></tr><tr><td>121.504439</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>124.766894</td><td>0.0001195</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	121.791006	0.000116	121.504439	ϵt_2	124.766894	0.0001195
ϵ	σ																		
0.000031	13.942590																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	26.562563																		
σ	ϵt																		
121.791006	0.000116																		
121.504439	ϵt_2																		
124.766894	0.0001195																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 121.5044 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000115816$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 21.51457 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>121.791006</td><td>0.000375</td></tr><tr><td>121.504439</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>124.766894</td><td>0.000406</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	121.791006	0.000375	121.504439	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	124.766894	0.000406	$\epsilon_{t1} = 0.000011196$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>13.942590</td><td>0.000002</td></tr><tr><td>21.514574</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>26.562563</td><td>0.000018</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	13.942590	0.000002	21.514574	ϵt_1	26.562563	0.000018
σ	ϵ																		
121.791006	0.000375																		
121.504439	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
124.766894	0.000406																		
σ	ϵt																		
13.942590	0.000002																		
21.514574	ϵt_1																		
26.562563	0.000018																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000372$	$E_c = 310536 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000371991$																	
		$\mu = 0.324917023$																	



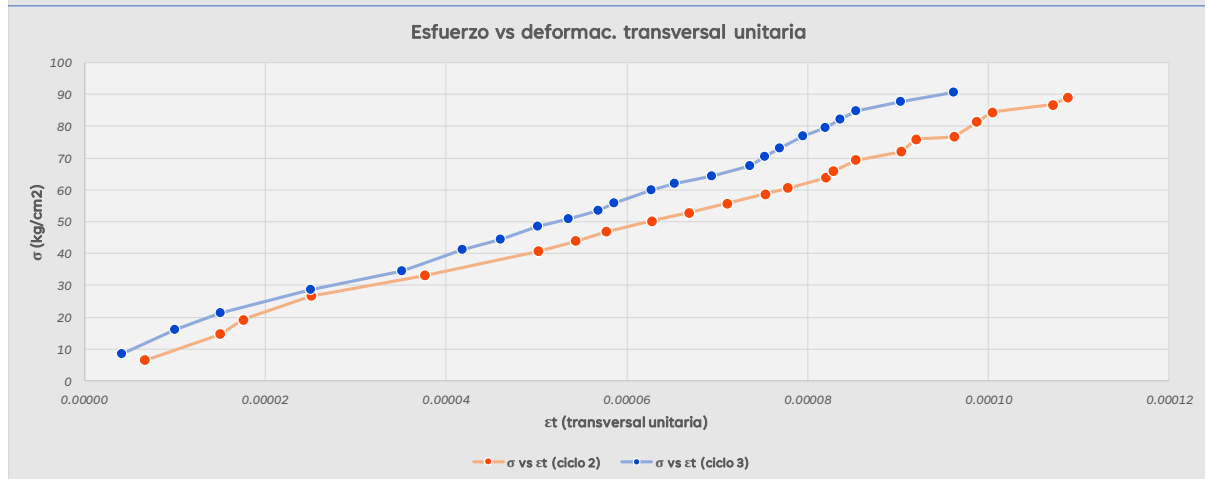
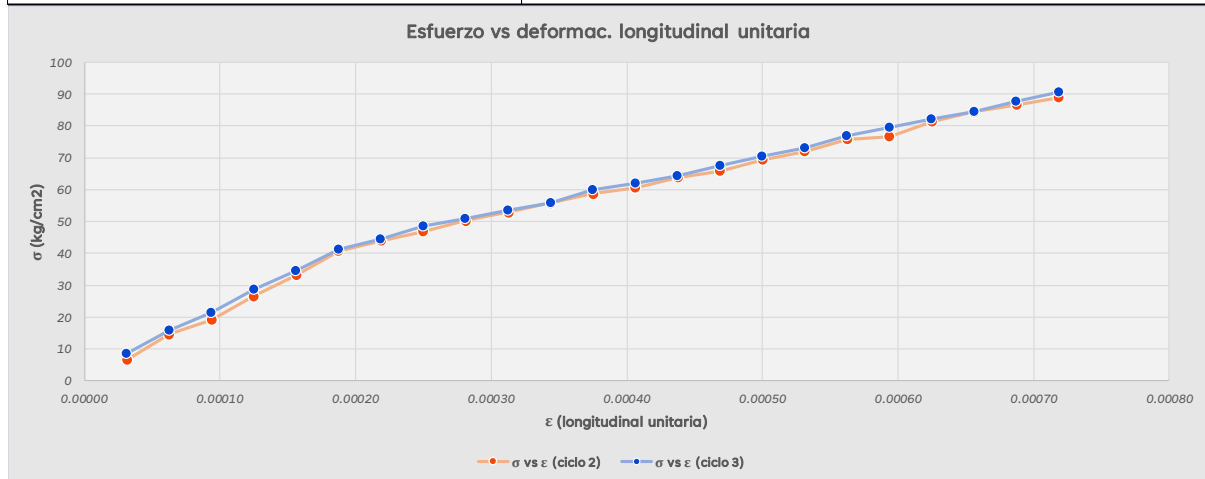
Anexo 5

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M05

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f _c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M05										
Edad: 28										
Material: Concreto										
Resistencia máxima: 221.68 kg/cm ²										
Carga de rotura: 40110 kg										
Tipo de falla: 5										
Longitud de medicion: 20.32 cm										
Diametro: 15.18 cm										
Area: 180.93 cm ²										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1180	6.52	0.80	5	0.0002032	0.0012700	0.0001016	0.0006350	0.0000067	0.0000313
2	2650	14.65	1.80	10	0.0004572	0.0025400	0.0002286	0.0012700	0.0000151	0.0000625
3	3470	19.18	2.10	15	0.0005334	0.0038100	0.0002667	0.0019050	0.0000176	0.0000938
4	4820	26.64	3.00	20	0.0007620	0.0050800	0.0003810	0.0025400	0.0000251	0.0001250
5	6000	33.16	4.50	25	0.0011430	0.0063500	0.0005715	0.0031750	0.0000377	0.0001563
6	7380	40.79	6.00	30	0.0015240	0.0076200	0.0007620	0.0038100	0.0000502	0.0001875
7	7960	43.99	6.50	35	0.0016510	0.0089000	0.0008255	0.0044450	0.0000544	0.0002188
8	8480	46.87	6.90	40	0.0017526	0.0101600	0.0008763	0.0050800	0.0000577	0.0002500
9	9100	50.29	7.50	45	0.0019050	0.0114300	0.0009525	0.0057150	0.0000628	0.0002813
10	9560	52.84	8.00	50	0.0020320	0.0127000	0.0010160	0.0063500	0.0000669	0.0003125
11	10090	55.77	8.50	55	0.0021590	0.0139700	0.0010795	0.0069850	0.0000711	0.0003438
12	10630	58.75	9.00	60	0.0022860	0.0152400	0.0011430	0.0076200	0.0000753	0.0003750
13	10970	60.63	9.30	65	0.0023622	0.0165100	0.0011811	0.0082550	0.0000778	0.0004063
14	11560	63.89	9.80	70	0.0024892	0.0177800	0.0012446	0.0089000	0.0000820	0.0004375
15	11910	65.83	9.90	75	0.0025146	0.0190500	0.0012573	0.0095250	0.0000828	0.0004688
16	12550	69.36	10.20	80	0.0025908	0.0203200	0.0012954	0.0101600	0.0000853	0.0005000
17	13040	72.07	10.80	85	0.0027432	0.0215900	0.0013716	0.0107950	0.0000904	0.0005313
18	13730	75.88	11.00	90	0.0027940	0.0228600	0.0013970	0.0114300	0.0000920	0.0005625
19	13880	76.71	11.50	95	0.0029210	0.0241300	0.0014605	0.0120650	0.0000962	0.0005938
20	14730	81.41	11.80	100	0.0029972	0.0254000	0.0014986	0.0127000	0.0000987	0.0006250
21	15280	84.45	12.00	105	0.0030480	0.0266700	0.0015240	0.0133350	0.0001004	0.0006563
22	15690	86.72	12.80	110	0.0032512	0.0279400	0.0016256	0.0139700	0.0001071	0.0006875
23	16100	88.98	13.00	115	0.0033020	0.0292100	0.0016510	0.0146050	0.0001088	0.0007188
Ciclo 3										
1	1560	8.62	0.50	5	0.0001270	0.0012700	0.0000635	0.0006350	0.0000042	0.0000313
2	2890	15.97	1.20	10	0.0003048	0.0025400	0.0001524	0.0012700	0.0000100	0.0000625
3	3850	21.28	1.80	15	0.0004572	0.0038100	0.0002286	0.0019050	0.0000151	0.0000938
4	5190	28.68	3.00	20	0.0007620	0.0050800	0.0003810	0.0025400	0.0000251	0.0001250
5	6240	34.49	4.20	25	0.0010668	0.0063500	0.0005334	0.0031750	0.0000351	0.0001563
6	7480	41.34	5.00	30	0.0012700	0.0076200	0.0006350	0.0038100	0.0000418	0.0001875
7	8030	44.38	5.50	35	0.0013970	0.0089000	0.0006985	0.0044450	0.0000460	0.0002188
8	8780	48.53	6.00	40	0.0015240	0.0101600	0.0007620	0.0050800	0.0000502	0.0002500
9	9230	51.01	6.40	45	0.0016256	0.0114300	0.0008128	0.0057150	0.0000536	0.0002813
10	9680	53.50	6.80	50	0.0017272	0.0127000	0.0008636	0.0063500	0.0000569	0.0003125
11	10110	55.88	7.00	55	0.0017780	0.0139700	0.0008890	0.0069850	0.0000586	0.0003438
12	10860	60.02	7.50	60	0.0019050	0.0152400	0.0009525	0.0076200	0.0000628	0.0003750
13	11200	61.90	7.80	65	0.0019812	0.0165100	0.0009906	0.0082550	0.0000653	0.0004063
14	11650	64.39	8.30	70	0.0021082	0.0177800	0.0010541	0.0089000	0.0000694	0.0004375
15	12210	67.48	8.80	75	0.0022352	0.0190500	0.0011176	0.0095250	0.0000736	0.0004688
16	12730	70.36	9.00	80	0.0022860	0.0203200	0.0011430	0.0101600	0.0000753	0.0005000
17	13230	73.12	9.20	85	0.0023368	0.0215900	0.0011684	0.0107950	0.0000770	0.0005313
18	13910	76.88	9.50	90	0.0024130	0.0228600	0.0012065	0.0114300	0.0000795	0.0005625
19	14410	79.64	9.80	95	0.0024892	0.0241300	0.0012446	0.0120650	0.0000820	0.0005938
20	14850	82.07	10.00	100	0.0025400	0.0254000	0.0012700	0.0127000	0.0000837	0.0006250
21	15320	84.67	10.20	105	0.0025908	0.0266700	0.0012954	0.0133350	0.0000853	0.0006563
22	15860	87.66	10.80	110	0.0027432	0.0279400	0.0013716	0.0139700	0.0000904	0.0006875
23	16420	90.75	11.50	115	0.0029210	0.0292100	0.0014605	0.0146050	0.0000962	0.0007188



Ciclo 2				
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t2$	
				ϵ
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	0.000031	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	86.716944	0.000107
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 88.67346 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\epsilon_{t2} = 0.000108547$	88.673464	$\epsilon t2$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 11.39645 \text{ kg/cm}^2$	0.000063	$\epsilon_{t1} = 0.000011714$	88.982970	0.0001088
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000714$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		Interpolamos para allar $\epsilon t1$	
$E_c = 116297 \text{ kg/cm}^2$	σ	ϵ	σ	ϵt
	86.716944	0.000688	6.521733	0.000007
	88.673464	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	11.396452	$\epsilon t1$
	88.982970	0.000719	14.646265	0.000015
		$\mu = 0.145727058$		

Ciclo 3				
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t2$	
				ϵ
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	0.000031	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	87.656516	0.000090
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 88.67346 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\epsilon_{t2} = 0.000092292$	88.673464	$\epsilon t2$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 13.03241 \text{ kg/cm}^2$	0.000063	$\epsilon_{t1} = 0.000007698$	90.751576	0.0000962
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000698$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		Interpolamos para allar $\epsilon t1$	
$E_c = 116772 \text{ kg/cm}^2$	σ	ϵ	σ	ϵt
	87.656516	0.000688	8.621952	0.000004
	88.673464	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	13.032413	$\epsilon t1$
	90.751576	0.000719	15.972719	0.000010
		$\mu = 0.130593311$		



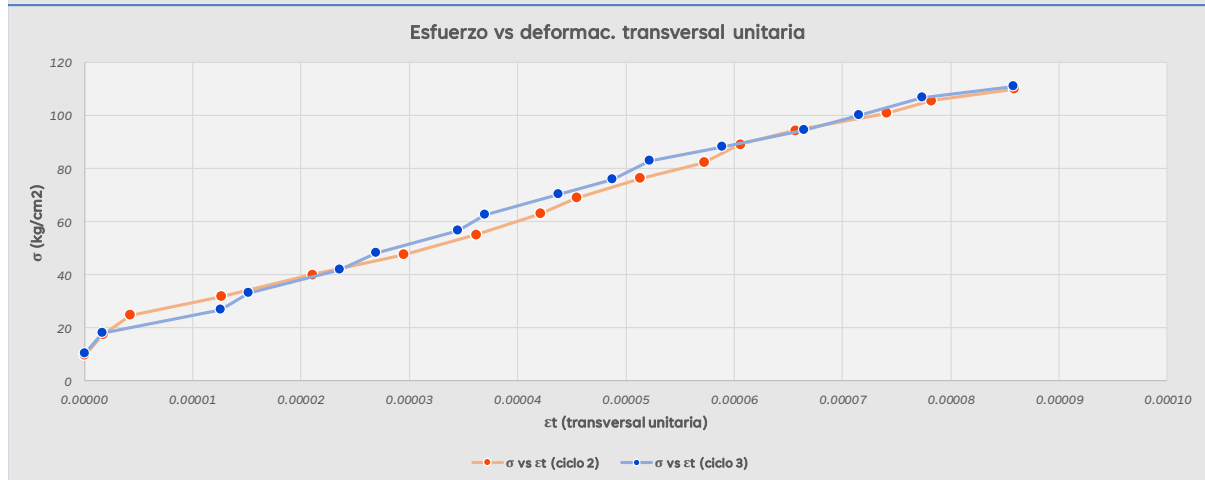
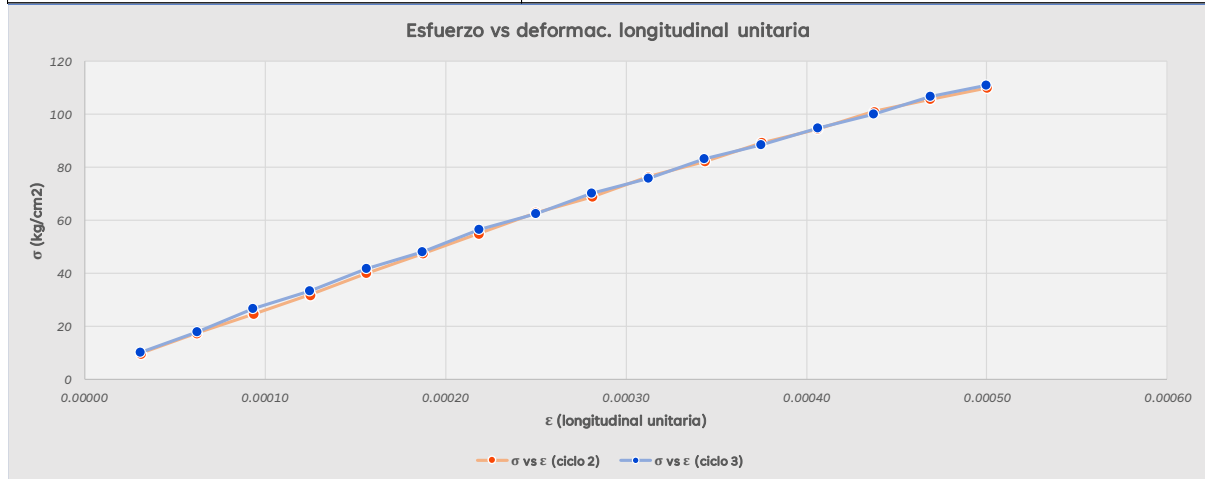
Anexo 6

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M06

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M06</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 267.26</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 33</td> <td>Carga de rotura: 47860</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Fecha de vaciado: 17/04/2024</td> <td>Diametro: 15.10</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Fecha de ensayo: 20/05/2024</td> <td>Area: 179.08</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M06	Resistencia máxima: 267.26	kg/cm²	Edad: 33	Carga de rotura: 47860	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 2			Longitud de medicion: 20.32	cm	Fecha de vaciado: 17/04/2024	Diametro: 15.10	cm	Fecha de ensayo: 20/05/2024	Area: 179.08	cm²
Codigo de la muestra: M06	Resistencia máxima: 267.26	kg/cm²																										
Edad: 33	Carga de rotura: 47860	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 2																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
Fecha de vaciado: 17/04/2024	Diametro: 15.10	cm																										
Fecha de ensayo: 20/05/2024	Area: 179.08	cm²																										
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1750	9.77	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	3130	17.48	0.20	10	0.0000508	0.0025400	0.0000254	0.0012700	0.0000017	0.0000625																		
3	4430	24.74	0.50	15	0.0001270	0.0038100	0.0000635	0.0019050	0.0000042	0.0000938																		
4	5710	31.89	1.50	20	0.0003810	0.0050800	0.0001905	0.0025400	0.0000126	0.0001250																		
5	7190	40.15	2.50	25	0.0006350	0.0063500	0.0003175	0.0031750	0.0000210	0.0001563																		
6	8520	47.58	3.50	30	0.0008890	0.0076200	0.0004445	0.0038100	0.0000294	0.0001875																		
7	9870	55.12	4.30	35	0.0010922	0.0088900	0.0005461	0.0044450	0.0000362	0.0002188																		
8	11280	62.99	5.00	40	0.0012700	0.0101600	0.0006350	0.0050800	0.0000421	0.0002500																		
9	12350	68.96	5.40	45	0.0013716	0.0114300	0.0006858	0.0057150	0.0000454	0.0002813																		
10	13680	76.39	6.10	50	0.0015494	0.0127000	0.0007747	0.0063500	0.0000513	0.0003125																		
11	14740	82.31	6.80	55	0.0017272	0.0139700	0.0008636	0.0069850	0.0000572	0.0003438																		
12	15980	89.23	7.20	60	0.0018288	0.0152400	0.0009144	0.0076200	0.0000606	0.0003750																		
13	16910	94.43	7.80	65	0.0019812	0.0165100	0.0009906	0.0082550	0.0000656	0.0004063																		
14	18080	100.96	8.80	70	0.0022352	0.0177800	0.0011176	0.0088900	0.0000740	0.0004375																		
15	18920	105.65	9.30	75	0.0023622	0.0190500	0.0011811	0.0095250	0.0000782	0.0004688																		
16	19700	110.01	10.20	80	0.0025908	0.0203200	0.0012954	0.0101600	0.0000858	0.0005000																		
Ciclo 3																												
1	1860	10.39	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	3240	18.09	0.20	10	0.0000508	0.0025400	0.0000254	0.0012700	0.0000017	0.0000625																		
3	4800	26.80	1.50	15	0.0003810	0.0038100	0.0001905	0.0019050	0.0000126	0.0000938																		
4	5950	33.23	1.80	20	0.0004572	0.0050800	0.0002286	0.0025400	0.0000151	0.0001250																		
5	7480	41.77	2.80	25	0.0007112	0.0063500	0.0003556	0.0031750	0.0000235	0.0001563																		
6	8630	48.19	3.20	30	0.0008128	0.0076200	0.0004064	0.0038100	0.0000269	0.0001875																		
7	10130	56.57	4.10	35	0.0010414	0.0088900	0.0005207	0.0044450	0.0000345	0.0002188																		
8	11210	62.60	4.40	40	0.0011176	0.0101600	0.0005588	0.0050800	0.0000370	0.0002500																		
9	12570	70.19	5.20	45	0.0013208	0.0114300	0.0006604	0.0057150	0.0000437	0.0002813																		
10	13590	75.89	5.80	50	0.0014732	0.0127000	0.0007366	0.0063500	0.0000488	0.0003125																		
11	14870	83.04	6.20	55	0.0015748	0.0139700	0.0007874	0.0069850	0.0000521	0.0003438																		
12	15820	88.34	7.00	60	0.0017780	0.0152400	0.0008890	0.0076200	0.0000589	0.0003750																		
13	16940	94.60	7.90	65	0.0020066	0.0165100	0.0010033	0.0082550	0.0000664	0.0004063																		
14	17930	100.12	8.50	70	0.0021590	0.0177800	0.0010795	0.0088900	0.0000715	0.0004375																		
15	19100	106.66	9.20	75	0.0023368	0.0190500	0.0011684	0.0095250	0.0000774	0.0004688																		
16	19860	110.90	10.20	80	0.0025908	0.0203200	0.0012954	0.0101600	0.0000858	0.0005000																		



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>9.772243</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>17.478355</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	9.772243	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	17.478355	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>105.651911</td> <td>0.000078</td> </tr> <tr> <td>106.902758</td> <td>ϵt_2</td> </tr> <tr> <td>110.007539</td> <td>0.0000858</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	105.651911	0.000078	106.902758	ϵt_2	110.007539	0.0000858
ϵ	σ																		
0.000031	9.772243																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	17.478355																		
σ	ϵt																		
105.651911	0.000078																		
106.902758	ϵt_2																		
110.007539	0.0000858																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 106.9028 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000080392$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 14.39591 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>105.651911</td> <td>0.000469</td> </tr> <tr> <td>106.902758</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>110.007539</td> <td>0.000500</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	105.651911	0.000469	106.902758	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	110.007539	0.000500	$\epsilon_{t1} = 0.000001009$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9.772243</td> <td>0.000000</td> </tr> <tr> <td>14.395910</td> <td>ϵt_1</td> </tr> <tr> <td>17.478355</td> <td>0.000002</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	9.772243	0.000000	14.395910	ϵt_1	17.478355	0.000002
σ	ϵ																		
105.651911	0.000469																		
106.902758	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
110.007539	0.000500																		
σ	ϵt																		
9.772243	0.000000																		
14.395910	ϵt_1																		
17.478355	0.000002																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000478$	$E_c = 216277 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000477724$																	
		$\mu = 0.185594029$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>10.386499</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>18.092611</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	10.386499	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	18.092611	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>106.657056</td> <td>0.000077</td> </tr> <tr> <td>106.902758</td> <td>ϵt_2</td> </tr> <tr> <td>110.901002</td> <td>0.0000858</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	106.657056	0.000077	106.902758	ϵt_2	110.901002	0.0000858
ϵ	σ																		
0.000031	10.386499																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	18.092611																		
σ	ϵt																		
106.657056	0.000077																		
106.902758	ϵt_2																		
110.901002	0.0000858																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 106.9028 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000077864$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 15.01017 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>106.657056</td> <td>0.000469</td> </tr> <tr> <td>106.902758</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>110.901002</td> <td>0.000500</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	106.657056	0.000469	106.902758	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	110.901002	0.000500	$\epsilon_{t1} = 0.000001009$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10.386499</td> <td>0.000000</td> </tr> <tr> <td>15.010166</td> <td>ϵt_1</td> </tr> <tr> <td>18.092611</td> <td>0.000002</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	10.386499	0.000000	15.010166	ϵt_1	18.092611	0.000002
σ	ϵ																		
106.657056	0.000469																		
106.902758	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
110.901002	0.000500																		
σ	ϵt																		
10.386499	0.000000																		
15.010166	ϵt_1																		
18.092611	0.000002																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000471$	$E_c = 218501 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000470559$																	
		$\mu = 0.182745115$																	



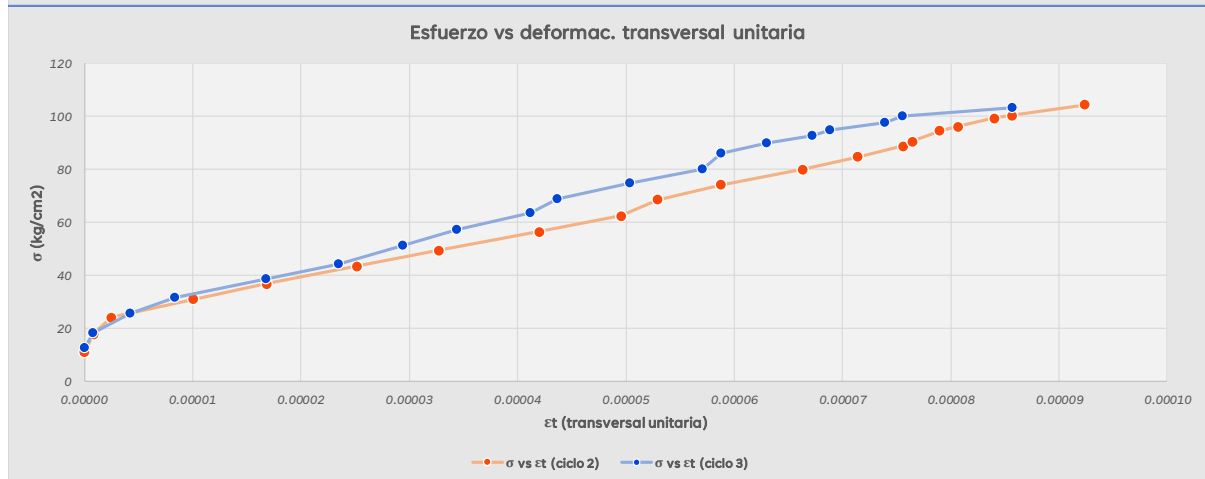
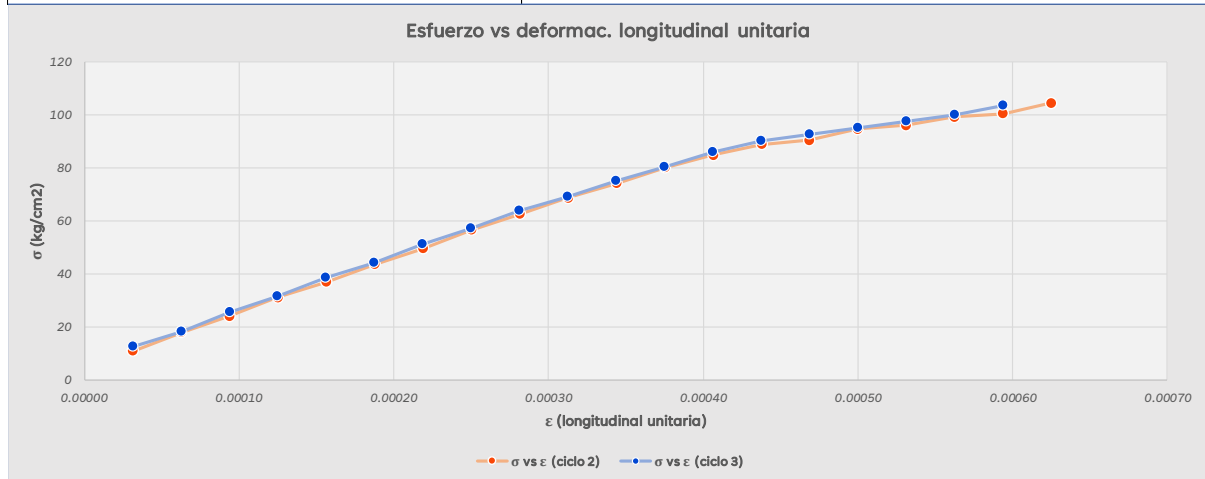
Anexo 7

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M07

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M07</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 254.63</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 32</td> <td>Carga de rotura: 45720</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.12</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 179.55</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M07	Resistencia máxima: 254.63	kg/cm²	Edad: 32	Carga de rotura: 45720	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 5			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.12	cm		Area: 179.55	cm²
Codigo de la muestra: M07	Resistencia máxima: 254.63	kg/cm²																										
Edad: 32	Carga de rotura: 45720	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 5																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.12	cm																										
	Area: 179.55	cm²																										
Fecha de vaciado: 18/04/2024																												
Fecha de ensayo: 20/05/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1960	10.92	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	3200	17.82	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	4320	24.06	0.30	15	0.0000762	0.0038100	0.0000381	0.0019050	0.0000025	0.0000938																		
4	5570	31.02	1.20	20	0.0003048	0.0050800	0.0001524	0.0025400	0.0000101	0.0001250																		
5	6600	36.76	2.00	25	0.0005080	0.0063500	0.0002540	0.0031750	0.0000168	0.0001563																		
6	7810	43.50	3.00	30	0.0007620	0.0076200	0.0003810	0.0038100	0.0000252	0.0001875																		
7	8870	49.40	3.90	35	0.0009906	0.0089000	0.0004953	0.0044450	0.0000328	0.0002188																		
8	10130	56.42	5.00	40	0.0012700	0.0101600	0.0006350	0.0050800	0.0000420	0.0002500																		
9	11210	62.43	5.90	45	0.0014986	0.0114300	0.0007493	0.0057150	0.0000496	0.0002813																		
10	12300	68.50	6.30	50	0.0016002	0.0127000	0.0008001	0.0063500	0.0000529	0.0003125																		
11	13300	74.07	7.00	55	0.0017780	0.0139700	0.0008890	0.0069850	0.0000588	0.0003438																		
12	14360	79.98	7.90	60	0.0020066	0.0152400	0.0010033	0.0076200	0.0000664	0.0003750																		
13	15200	84.65	8.50	65	0.0021590	0.0165100	0.0010795	0.0082550	0.0000714	0.0004063																		
14	15920	88.66	9.00	70	0.0022860	0.0177800	0.0011430	0.0089000	0.0000756	0.0004375																		
15	16230	90.39	9.10	75	0.0023114	0.0190500	0.0011557	0.0095250	0.0000764	0.0004688																		
16	16970	94.51	9.40	80	0.0023876	0.0203200	0.0011938	0.0101600	0.0000790	0.0005000																		
17	17240	96.02	9.60	85	0.0024384	0.0215900	0.0012192	0.0107950	0.0000806	0.0005313																		
18	17800	99.13	10.00	90	0.0025400	0.0228600	0.0012700	0.0114300	0.0000840	0.0005625																		
19	18010	100.30	10.20	95	0.0025908	0.0241300	0.0012954	0.0120650	0.0000857	0.0005938																		
20	18730	104.31	11.00	100	0.0027940	0.0254000	0.0013970	0.0127000	0.0000924	0.0006250																		
Ciclo 3																												
1	2250	12.53	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	3270	18.21	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	4590	25.56	0.50	15	0.0001270	0.0038100	0.0000635	0.0019050	0.0000042	0.0000938																		
4	5670	31.58	1.00	20	0.0002540	0.0050800	0.0001270	0.0025400	0.0000084	0.0001250																		
5	6930	38.60	2.00	25	0.0005080	0.0063500	0.0002540	0.0031750	0.0000168	0.0001563																		
6	7950	44.28	2.80	30	0.0007112	0.0076200	0.0003556	0.0038100	0.0000235	0.0001875																		
7	9190	51.18	3.50	35	0.0008890	0.0089000	0.0004445	0.0044450	0.0000294	0.0002188																		
8	10240	57.03	4.10	40	0.0010414	0.0101600	0.0005207	0.0050800	0.0000344	0.0002500																		
9	11430	63.66	4.90	45	0.0012446	0.0114300	0.0006223	0.0057150	0.0000412	0.0002813																		
10	12380	68.95	5.20	50	0.0013208	0.0127000	0.0006604	0.0063500	0.0000437	0.0003125																		
11	13440	74.85	6.00	55	0.0015240	0.0139700	0.0007620	0.0069850	0.0000504	0.0003438																		
12	14380	80.09	6.80	60	0.0017272	0.0152400	0.0008636	0.0076200	0.0000571	0.0003750																		
13	15430	85.94	7.00	65	0.0017780	0.0165100	0.0008890	0.0082550	0.0000588	0.0004063																		
14	16150	89.95	7.50	70	0.0019050	0.0177800	0.0009525	0.0089000	0.0000630	0.0004375																		
15	16620	92.56	8.00	75	0.0020320	0.0190500	0.0010160	0.0095250	0.0000672	0.0004688																		
16	17030	94.85	8.20	80	0.0020828	0.0203200	0.0010414	0.0101600	0.0000689	0.0005000																		
17	17520	97.58	8.80	85	0.0022352	0.0215900	0.0011176	0.0107950	0.0000739	0.0005313																		
18	17950	99.97	9.00	90	0.0022860	0.0228600	0.0011430	0.0114300	0.0000756	0.0005625																		
19	18540	103.26	10.20	95	0.0025908	0.0241300	0.0012954	0.0120650	0.0000857	0.0005938																		



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>10.915977</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>17.822003</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	10.915977	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	17.822003	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>100.304461</td><td>0.000086</td></tr><tr><td>101.852748</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>104.314412</td><td>0.0000924</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	100.304461	0.000086	101.852748	ϵt_2	104.314412	0.0000924
ϵ	σ																		
0.000031	10.915977																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	17.822003																		
σ	ϵt																		
100.304461	0.000086																		
101.852748	ϵt_2																		
104.314412	0.0000924																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 101.8527 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000088269$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 15.05959 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>100.304461</td><td>0.000594</td></tr><tr><td>101.852748</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>104.314412</td><td>0.000625</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	100.304461	0.000594	101.852748	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	104.314412	0.000625	$\epsilon_{t1} = 0.000000504$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>10.915977</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>15.059593</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>17.822003</td><td>0.000001</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	10.915977	0.000000	15.059593	ϵt_1	17.822003	0.000001
σ	ϵ																		
100.304461	0.000594																		
101.852748	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
104.314412	0.000625																		
σ	ϵt																		
10.915977	0.000000																		
15.059593	ϵt_1																		
17.822003	0.000001																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000606$	$E_c = 156154 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000605816$																	
		$\mu = 0.157903232$																	

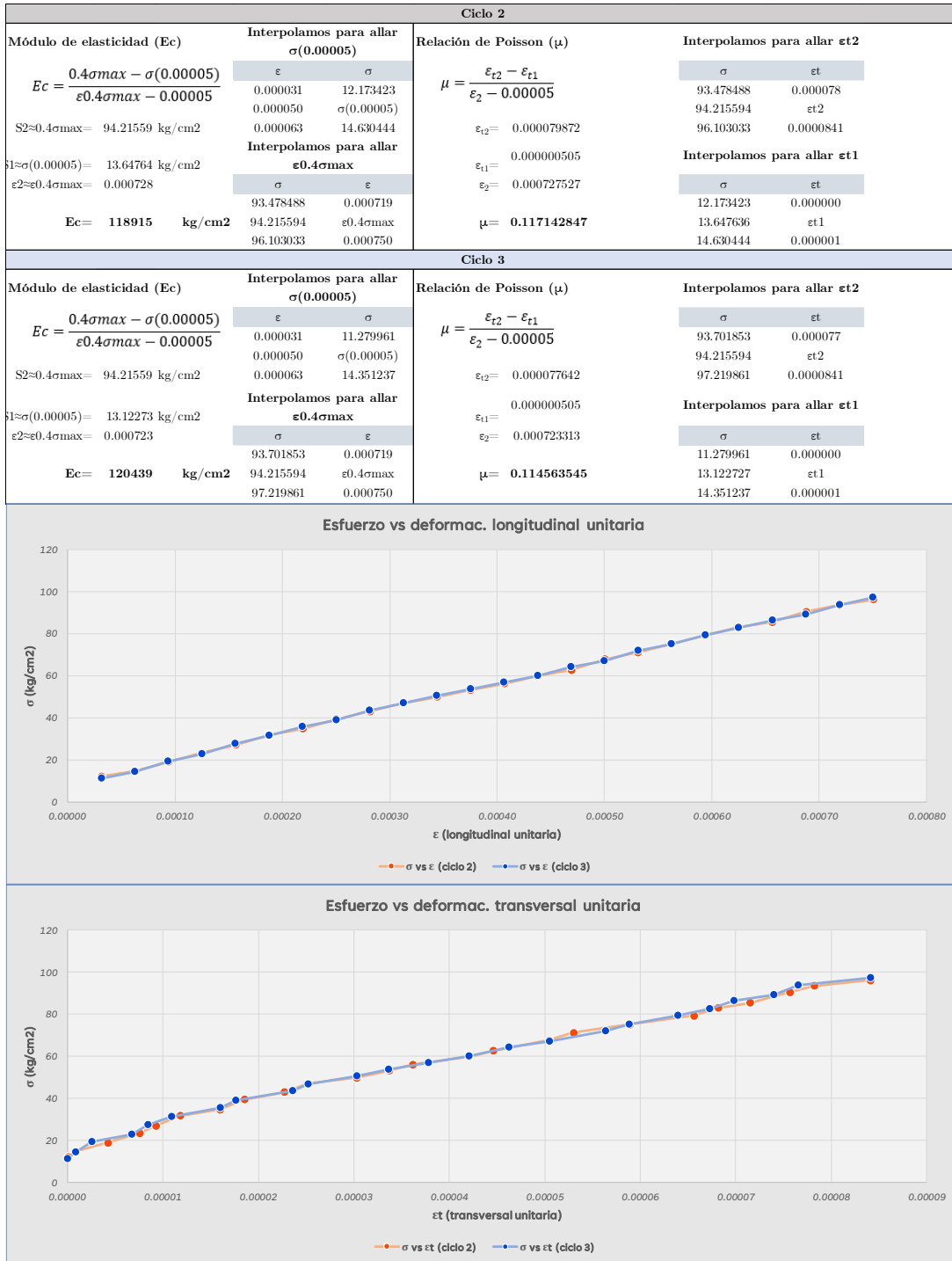
Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>12.531096</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>18.211859</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	12.531096	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	18.211859	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>99.970299</td><td>0.000076</td></tr><tr><td>101.852748</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>103.256230</td><td>0.0000857</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	99.970299	0.000076	101.852748	ϵt_2	103.256230	0.0000857
ϵ	σ																		
0.000031	12.531096																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	18.211859																		
σ	ϵt																		
99.970299	0.000076																		
101.852748	ϵt_2																		
103.256230	0.0000857																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 101.8527 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000081370$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 15.93955 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>99.970299</td><td>0.000563</td></tr><tr><td>101.852748</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>103.256230</td><td>0.000594</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	99.970299	0.000563	101.852748	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	103.256230	0.000594	$\epsilon_{t1} = 0.000000504$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>12.531096</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>15.939554</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>18.211859</td><td>0.000001</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	12.531096	0.000000	15.939554	ϵt_1	18.211859	0.000001
σ	ϵ																		
99.970299	0.000563																		
101.852748	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
103.256230	0.000594																		
σ	ϵt																		
12.531096	0.000000																		
15.939554	ϵt_1																		
18.211859	0.000001																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.00058$	$E_c = 161977 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000580403$																	
		$\mu = 0.152460714$																	



Anexo 8

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M08

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M08</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 235.54</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 31</td> <td>Carga de rotura: 42180</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.10</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 179.08</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M08	Resistencia máxima: 235.54	kg/cm²	Edad: 31	Carga de rotura: 42180	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 2			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.10	cm		Area: 179.08	cm²
Codigo de la muestra: M08	Resistencia máxima: 235.54	kg/cm²																										
Edad: 31	Carga de rotura: 42180	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 2																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.10	cm																										
	Area: 179.08	cm²																										
Fecha de vaciado: 19/04/2024																												
Fecha de ensayo: 20/05/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	2180	12.17	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2620	14.63	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	3390	18.93	0.50	15	0.0001270	0.0038100	0.0000635	0.0019050	0.0000042	0.0000938																		
4	4190	23.40	0.90	20	0.0002286	0.0050800	0.0001143	0.0025400	0.0000076	0.0001250																		
5	4840	27.03	1.10	25	0.0002794	0.0063500	0.0001397	0.0031750	0.0000093	0.0001563																		
6	5670	31.66	1.40	30	0.0003556	0.0076200	0.0001778	0.0038100	0.0000118	0.0001875																		
7	6220	34.73	1.90	35	0.0004826	0.0089000	0.0002413	0.0044450	0.0000160	0.0002188																		
8	7050	39.37	2.20	40	0.0005588	0.0101600	0.0002794	0.0050800	0.0000185	0.0002500																		
9	7680	42.89	2.70	45	0.0006858	0.0114300	0.0003429	0.0057150	0.0000227	0.0002813																		
10	8410	46.96	3.00	50	0.0007620	0.0127000	0.0003810	0.0063500	0.0000252	0.0003125																		
11	8920	49.81	3.60	55	0.0009144	0.0139700	0.0004572	0.0069850	0.0000303	0.0003438																		
12	9520	53.16	4.00	60	0.0010160	0.0152400	0.0005080	0.0076200	0.0000336	0.0003750																		
13	10050	56.12	4.30	65	0.0010922	0.0165100	0.0005461	0.0082550	0.0000362	0.0004063																		
14	10700	59.75	5.00	70	0.0012700	0.0177800	0.0006350	0.0089000	0.0000421	0.0004375																		
15	11210	62.60	5.30	75	0.0013462	0.0190500	0.0006731	0.0095250	0.0000446	0.0004688																		
16	12110	67.62	6.00	80	0.0015240	0.0203200	0.0007620	0.0101600	0.0000505	0.0005000																		
17	12730	71.09	6.30	85	0.0016002	0.0215900	0.0008001	0.0107950	0.0000530	0.0005313																		
18	13430	74.99	7.00	90	0.0017780	0.0228600	0.0008890	0.0114300	0.0000589	0.0005625																		
19	14180	79.18	7.80	95	0.0019812	0.0241300	0.0009906	0.0120650	0.0000656	0.0005938																		
20	14840	82.87	8.10	100	0.0020574	0.0254000	0.0010287	0.0127000	0.0000681	0.0006250																		
21	15280	85.33	8.50	105	0.0021590	0.0266700	0.0010795	0.0133350	0.0000715	0.0006563																		
22	16190	90.41	9.00	110	0.0022860	0.0279400	0.0011430	0.0139700	0.0000757	0.0006875																		
23	16740	93.48	9.30	115	0.0023622	0.0292100	0.0011811	0.0146050	0.0000782	0.0007188																		
24	17210	96.10	10.00	120	0.0025400	0.0304800	0.0012700	0.0152400	0.0000841	0.0007500																		
Ciclo 3																												
1	2020	11.28	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2570	14.35	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	3440	19.21	0.30	15	0.0000762	0.0038100	0.0000381	0.0019050	0.0000025	0.0000938																		
4	4080	22.78	0.80	20	0.0002032	0.0050800	0.0001016	0.0025400	0.0000067	0.0001250																		
5	4920	27.47	1.00	25	0.0002540	0.0063500	0.0001270	0.0031750	0.0000084	0.0001563																		
6	5610	31.33	1.30	30	0.0003302	0.0076200	0.0001651	0.0038100	0.0000109	0.0001875																		
7	6380	35.63	1.90	35	0.0004826	0.0089000	0.0002413	0.0044450	0.0000160	0.0002188																		
8	6980	38.98	2.10	40	0.0005334	0.0101600	0.0002667	0.0050800	0.0000177	0.0002500																		
9	7770	43.39	2.80	45	0.0007112	0.0114300	0.0003556	0.0057150	0.0000235	0.0002813																		
10	8370	46.74	3.00	50	0.0007620	0.0127000	0.0003810	0.0063500	0.0000252	0.0003125																		
11	9040	50.48	3.60	55	0.0009144	0.0139700	0.0004572	0.0069850	0.0000303	0.0003438																		
12	9590	53.55	4.00	60	0.0010160	0.0152400	0.0005080	0.0076200	0.0000336	0.0003750																		
13	10180	56.85	4.50	65	0.0011430	0.0165100	0.0005715	0.0082550	0.0000378	0.0004063																		
14	10720	59.86	5.00	70	0.0012700	0.0177800	0.0006350	0.0089000	0.0000421	0.0004375																		
15	11500	64.22	5.50	75	0.0013970	0.0190500	0.0006985	0.0095250	0.0000463	0.0004688																		
16	12000	67.01	6.00	80	0.0015240	0.0203200	0.0007620	0.0101600	0.0000505	0.0005000																		
17	12890	71.98	6.70	85	0.0017018	0.0215900	0.0008509	0.0107950	0.0000564	0.0005313																		
18	13440	75.05	7.00	90	0.0017780	0.0228600	0.0008890	0.0114300	0.0000589	0.0005625																		
19	14190	79.24	7.60	95	0.0019304	0.0241300	0.0009652	0.0120650	0.0000639	0.0005938																		
20	14790	82.59	8.00	100	0.0020320	0.0254000	0.0010160	0.0127000	0.0000673	0.0006250																		
21	15430	86.16	8.30	105	0.0021082	0.0266700	0.0010541	0.0133350	0.0000698	0.0006563																		
22	15950	89.07	8.80	110	0.0022352	0.0279400	0.0011176	0.0139700	0.0000740	0.0006875																		
23	16780	93.70	9.10	115	0.0023114	0.0292100	0.0011557	0.0146050	0.0000765	0.0007188																		
24	17410	97.22	10.00	120	0.0025400	0.0304800	0.0012700	0.0152400	0.0000841	0.0007500																		



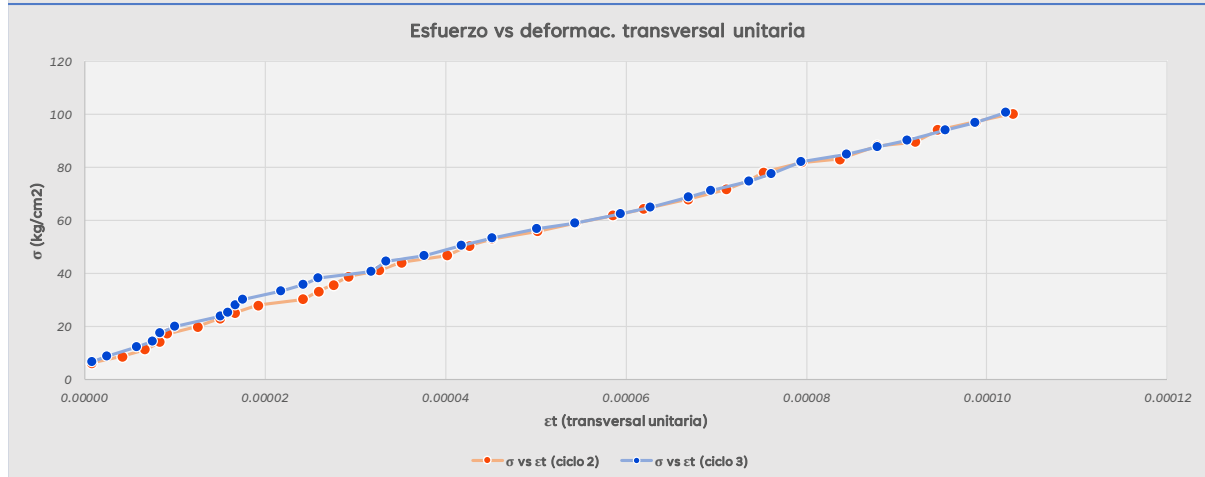
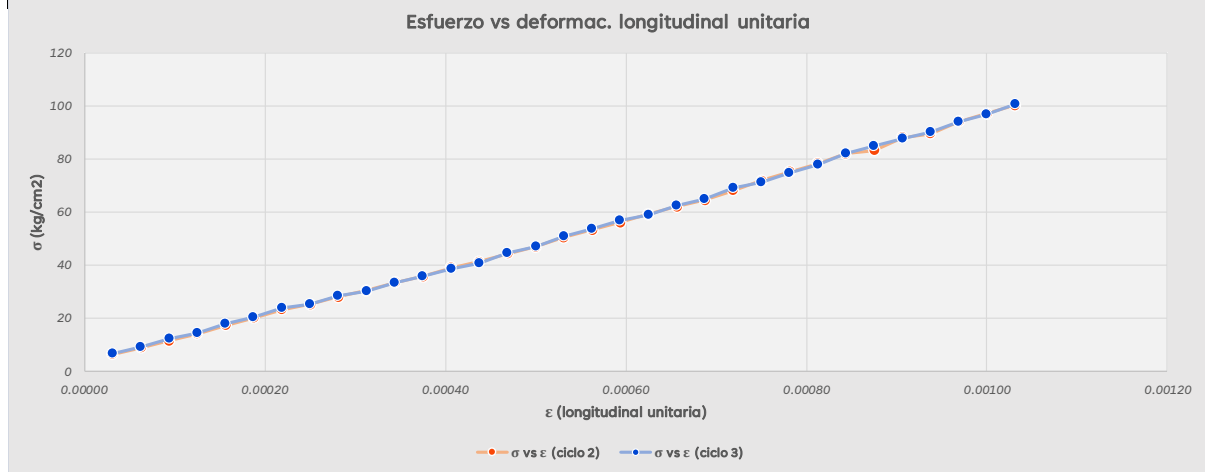
Anexo 9

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M09

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
Ficha de toma de datos										
Proyecto:	Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f _c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.									
Solicitante:	Br. Bill Antony Vargas Quispe									
Ensayo:	Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson									
Referencia:	ASTM C469/C469M-14									
Lugar:	CUSCO									
Código de la muestra:	M09									
Edad:	30									
Material:	Concreto									
Resistencia máxima:	244.06 kg/cm ²									
Carga de rotura:	44170 kg									
Tipo de falla:	2									
Longitud de medición:	20.32 cm									
Diametro:	15.18 cm									
Area:	180.98 cm ²									
Fecha de vaciado:	20/04/2024									
Fecha de ensayo:	20/05/2024									
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (líneas)	Deformac. Longitudinal en el dial (líneas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1140	6.30	0.10	5	0.000254	0.0012700	0.000127	0.0006350	0.000008	0.0000313
2	1590	8.79	0.50	10	0.001270	0.0025400	0.000635	0.0012700	0.000042	0.0000625
3	2050	11.33	0.80	15	0.002032	0.0038100	0.001016	0.0019050	0.000067	0.0000938
4	2550	14.09	1.00	20	0.002540	0.0050800	0.001270	0.0025400	0.000084	0.0001250
5	3120	17.24	1.10	25	0.002794	0.0063500	0.001397	0.0031750	0.000092	0.0001563
6	3620	20.00	1.50	30	0.003810	0.0076200	0.001905	0.0038100	0.000125	0.0001875
7	4190	23.15	1.80	35	0.004572	0.0088900	0.002286	0.0044450	0.000151	0.0002188
8	4550	25.14	2.00	40	0.005080	0.0101600	0.002540	0.0050800	0.000167	0.0002500
9	5060	27.96	2.30	45	0.005842	0.0114300	0.002921	0.0057150	0.000192	0.0002813
10	5480	30.28	2.90	50	0.007366	0.0127000	0.003683	0.0063500	0.000243	0.0003125
11	6030	33.32	3.10	55	0.007874	0.0139700	0.003937	0.0069850	0.000259	0.0003438
12	6450	35.64	3.30	60	0.008382	0.0152400	0.004191	0.0076200	0.000276	0.0003750
13	7040	38.90	3.50	65	0.008890	0.0165100	0.004445	0.0082550	0.000293	0.0004063
14	7450	41.16	3.90	70	0.009906	0.0177800	0.004953	0.0088900	0.000326	0.0004375
15	7990	44.15	4.20	75	0.010668	0.0190500	0.005334	0.0095250	0.000351	0.0004688
16	8470	46.80	4.80	80	0.012192	0.0203200	0.006096	0.0101600	0.000402	0.0005000
17	9120	50.39	5.10	85	0.012954	0.0215900	0.006477	0.0107950	0.000427	0.0005313
18	9610	53.10	5.40	90	0.013716	0.0228600	0.006858	0.0114300	0.000452	0.0005625
19	10120	55.92	6.00	95	0.015240	0.0241300	0.007620	0.0120650	0.000502	0.0005938
20	10690	59.07	6.50	100	0.016510	0.0254000	0.008255	0.0127000	0.000544	0.0006250
21	11190	61.83	7.00	105	0.017780	0.0266700	0.008890	0.0133350	0.000586	0.0006563
22	11650	64.37	7.40	110	0.018796	0.0279400	0.009398	0.0139700	0.000619	0.0006875
23	12300	67.96	8.00	115	0.020320	0.0292100	0.010160	0.0146050	0.000669	0.0007188
24	12970	71.66	8.50	120	0.021590	0.0304800	0.010795	0.0152400	0.000711	0.0007500
25	13580	75.04	8.80	125	0.022352	0.0317500	0.011176	0.0158750	0.000736	0.0007813
26	14150	78.18	9.00	130	0.022860	0.0330200	0.011430	0.0165100	0.000753	0.0008125
27	14810	81.83	9.50	135	0.024130	0.0342900	0.012065	0.0171450	0.000795	0.0008438
28	15050	83.16	10.00	140	0.025400	0.0355600	0.012700	0.0177800	0.000837	0.0008750
29	15940	88.08	10.50	145	0.026670	0.0368300	0.013335	0.0184150	0.000878	0.0009063
30	16200	89.51	11.00	150	0.027940	0.0381000	0.013970	0.0190500	0.000920	0.0009375
31	17020	94.04	11.30	155	0.028702	0.0393700	0.014351	0.0196850	0.000945	0.0009688
32	17560	97.03	11.80	160	0.029972	0.0406400	0.014986	0.0203200	0.000987	0.0100000
33	18130	100.18	12.30	165	0.031242	0.0419100	0.015621	0.0209550	0.001029	0.0103133
Ciclo 3										
1	1200	6.63	0.10	5	0.000254	0.0012700	0.000127	0.0006350	0.000008	0.0000313
2	1620	8.95	0.30	10	0.000762	0.0025400	0.000381	0.0012700	0.000025	0.0000625
3	2210	12.21	0.70	15	0.001778	0.0038100	0.000889	0.0019050	0.000059	0.0000938
4	2610	14.42	0.90	20	0.002286	0.0050800	0.001143	0.0025400	0.000075	0.0001250
5	3200	17.68	1.00	25	0.002540	0.0063500	0.001270	0.0031750	0.000084	0.0001563
6	3640	20.11	1.20	30	0.003048	0.0076200	0.001524	0.0038100	0.000100	0.0001875
7	4290	23.70	1.80	35	0.004572	0.0088900	0.002286	0.0044450	0.000151	0.0002188
8	4580	25.31	1.90	40	0.004826	0.0101600	0.002413	0.0050800	0.000159	0.0002500
9	5100	28.18	2.00	45	0.005080	0.0114300	0.002540	0.0057150	0.000167	0.0002813
10	5470	30.22	2.10	50	0.005334	0.0127000	0.002667	0.0063500	0.000176	0.0003125
11	6040	33.37	2.60	55	0.006604	0.0139700	0.003302	0.0069850	0.000218	0.0003438
12	6450	35.64	2.90	60	0.007366	0.0152400	0.003683	0.0076200	0.000243	0.0003750
13	6950	38.40	3.10	65	0.007874	0.0165100	0.003937	0.0082550	0.000259	0.0004063
14	7360	40.67	3.80	70	0.009652	0.0177800	0.004826	0.0088900	0.000318	0.0004375
15	8040	44.42	4.00	75	0.010160	0.0190500	0.005080	0.0095250	0.000335	0.0004688
16	8460	46.75	4.50	80	0.011430	0.0203200	0.005715	0.0101600	0.000376	0.0005000
17	9170	50.67	5.00	85	0.012700	0.0215900	0.006350	0.0107950	0.000418	0.0005313
18	9670	53.43	5.40	90	0.013716	0.0228600	0.006858	0.0114300	0.000452	0.0005625
19	10280	56.80	6.00	95	0.015240	0.0241300	0.007620	0.0120650	0.000502	0.0005938
20	10670	58.96	6.50	100	0.016510	0.0254000	0.008255	0.0127000	0.000544	0.0006250
21	11310	62.49	7.10	105	0.018034	0.0266700	0.009017	0.0133350	0.000594	0.0006563
22	11750	64.92	7.50	110	0.019050	0.0279400	0.009525	0.0139700	0.000627	0.0006875
23	12460	68.85	8.00	115	0.020320	0.0292100	0.010160	0.0146050	0.000669	0.0007188
24	12880	71.17	8.30	120	0.021082	0.0304800	0.010541	0.0152400	0.000694	0.0007500
25	13530	74.76	8.80	125	0.022352	0.0317500	0.011176	0.0158750	0.000736	0.0007813
26	14060	77.69	9.10	130	0.023114	0.0330200	0.011557	0.0165100	0.000761	0.0008125
27	14840	82.00	9.50	135	0.024130	0.0342900	0.012065	0.0171450	0.000795	0.0008438
28	15340	84.76	10.10	140	0.025654	0.0355600	0.012827	0.0177800	0.000845	0.0008750
29	15850	87.58	10.50	145	0.026670	0.0368300	0.013335	0.0184150	0.000878	0.0009063
30	16320	90.18	10.90	150	0.027686	0.0381000	0.013843	0.0190500	0.000912	0.0009375
31	17020	94.04	11.40	155	0.028956	0.0393700	0.014478	0.0196850	0.000954	0.0009688
32	17510	96.75	11.80	160	0.029972	0.0406400	0.014986	0.0203200	0.000987	0.0100000
33	18220	100.67	12.20	165	0.030988	0.0419100	0.015494	0.0209550	0.001021	0.0103133



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.62341 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	6.298997	$\epsilon_{t2} = 0.000099515$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 7.790865 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000002845$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.001006$	0.000063	8.785444	$\epsilon_2 = 0.001005921$
$E_c = 93974.9 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.101127666$
	σ	ϵ	
	97.026661	0.001000	
	97.623408	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	100.176160	0.001031	
			Interpolamos para allar ϵt
	σ	ϵt	
	97.026661	0.000099	
	97.623408	$\epsilon t 2$	
	100.176160	0.0001029	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
	σ	ϵt	
	6.298997	0.000001	
	7.790865	$\epsilon t 1$	
	8.785444	0.000004	

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.62341 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	6.630524	$\epsilon_{t2} = 0.000099467$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 8.022933 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000001841$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.001007$	0.000063	8.951207	$\epsilon_2 = 0.001006954$
$E_c = 93630.9 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.102017564$
	σ	ϵ	
	96.750389	0.001000	
	97.623408	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	100.673449	0.001031	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 2$
	σ	ϵt	
	96.750389	0.000099	
	97.623408	$\epsilon t 2$	
	100.673449	0.0001021	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
	σ	ϵt	
	6.630524	0.000001	
	8.022933	$\epsilon t 1$	
	8.951207	0.000003	



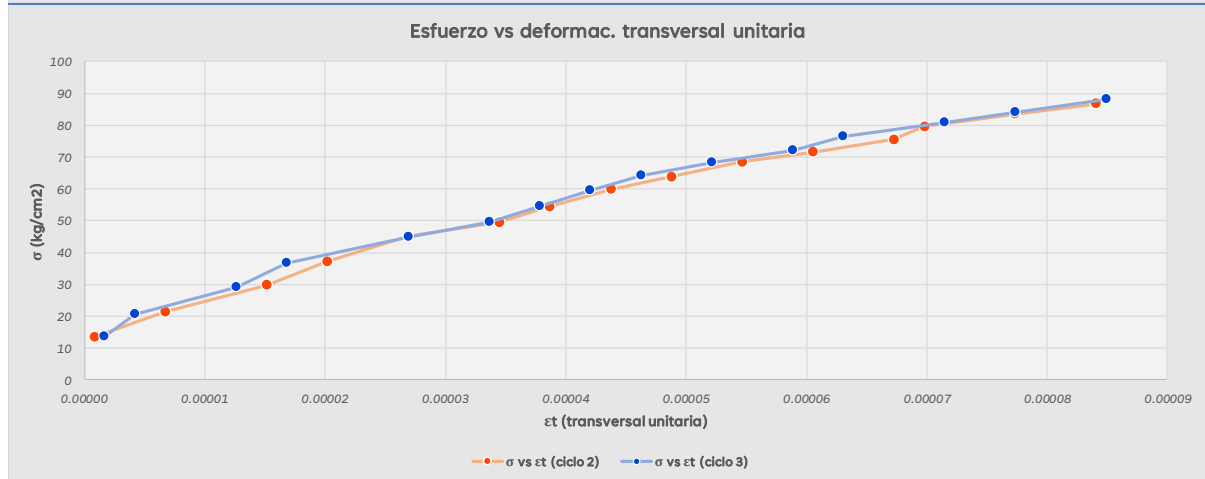
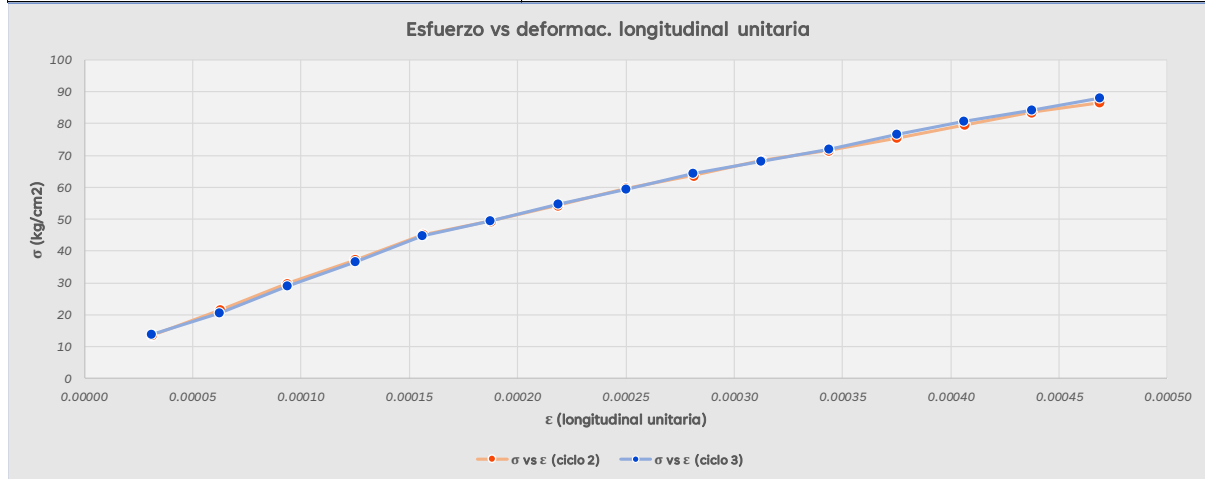
Anexo 10

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M10

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M10</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 215.80</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 28</td> <td>Carga de rotura: 38670</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.11</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 179.20</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M10	Resistencia máxima: 215.80	kg/cm²	Edad: 28	Carga de rotura: 38670	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 5			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.11	cm		Area: 179.20	cm²
Codigo de la muestra: M10	Resistencia máxima: 215.80	kg/cm²																										
Edad: 28	Carga de rotura: 38670	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 5																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.11	cm																										
	Area: 179.20	cm²																										
Fecha de vaciado: 22/04/2024																												
Fecha de ensayo: 20/05/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	2420	13.50	0.10	5	0.000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313																		
2	3850	21.48	0.80	10	0.0002032	0.0025400	0.0001016	0.0012700	0.0000067	0.0000625																		
3	5330	29.74	1.80	15	0.0004572	0.0038100	0.0002286	0.0019050	0.0000151	0.0000938																		
4	6670	37.22	2.40	20	0.0006096	0.0050800	0.0003048	0.0025400	0.0000202	0.0001250																		
5	8090	45.15	3.20	25	0.0008128	0.0063500	0.0004064	0.0031750	0.0000269	0.0001563																		
6	8860	49.44	4.10	30	0.0010414	0.0076200	0.0005207	0.0038100	0.0000345	0.0001875																		
7	9750	54.41	4.60	35	0.0011684	0.0089000	0.0005842	0.0044450	0.0000387	0.0002188																		
8	10720	59.82	5.20	40	0.0013208	0.0101600	0.0006604	0.0050800	0.0000437	0.0002500																		
9	11420	63.73	5.80	45	0.0014732	0.0114300	0.0007366	0.0057150	0.0000488	0.0002813																		
10	12260	68.42	6.50	50	0.0016510	0.0127000	0.0008255	0.0063500	0.0000547	0.0003125																		
11	12830	71.60	7.20	55	0.0018288	0.0139700	0.0009144	0.0069850	0.0000605	0.0003438																		
12	13530	75.50	8.00	60	0.0020320	0.0152400	0.0010160	0.0076200	0.0000673	0.0003750																		
13	14270	79.63	8.30	65	0.0021082	0.0165100	0.0010541	0.0082550	0.0000698	0.0004063																		
14	14980	83.60	9.20	70	0.0023368	0.0177800	0.0011684	0.0089000	0.0000774	0.0004375																		
15	15540	86.72	10.00	75	0.0025400	0.0190500	0.0012700	0.0095250	0.0000841	0.0004688																		
Ciclo 3																												
1	2460	13.73	0.20	5	0.000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313																		
2	3670	20.48	0.50	10	0.0001270	0.0025400	0.0000635	0.0012700	0.0000042	0.0000625																		
3	5220	29.13	1.50	15	0.0003810	0.0038100	0.0001905	0.0019050	0.0000126	0.0000938																		
4	6560	36.61	2.00	20	0.0005080	0.0050800	0.0002540	0.0025400	0.0000168	0.0001250																		
5	8040	44.87	3.20	25	0.0008128	0.0063500	0.0004064	0.0031750	0.0000269	0.0001563																		
6	8880	49.55	4.00	30	0.0010160	0.0076200	0.0005080	0.0038100	0.0000336	0.0001875																		
7	9780	54.58	4.50	35	0.0011430	0.0089000	0.0005715	0.0044450	0.0000378	0.0002188																		
8	10660	59.49	5.00	40	0.0012700	0.0101600	0.0006350	0.0050800	0.0000420	0.0002500																		
9	11510	64.23	5.50	45	0.0013970	0.0114300	0.0006985	0.0057150	0.0000462	0.0002813																		
10	12210	68.14	6.20	50	0.0015748	0.0127000	0.0007874	0.0063500	0.0000521	0.0003125																		
11	12890	71.93	7.00	55	0.0017780	0.0139700	0.0008890	0.0069850	0.0000589	0.0003438																		
12	13720	76.56	7.50	60	0.0019050	0.0152400	0.0009525	0.0076200	0.0000631	0.0003750																		
13	14470	80.75	8.50	65	0.0021590	0.0165100	0.0010795	0.0082550	0.0000715	0.0004063																		
14	15080	84.15	9.20	70	0.0023368	0.0177800	0.0011684	0.0089000	0.0000774	0.0004375																		
15	15780	88.06	10.10	75	0.0025654	0.0190500	0.0012827	0.0095250	0.0000849	0.0004688																		



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>13.504672</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>21.484705</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	13.504672	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	21.484705	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>83.595033</td><td>0.000077</td></tr><tr><td>86.318289</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>86.720081</td><td>0.0000841</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	83.595033	0.000077	86.318289	ϵt_2	86.720081	0.0000841
ϵ	σ																		
0.000031	13.504672																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	21.484705																		
σ	ϵt																		
83.595033	0.000077																		
86.318289	ϵt_2																		
86.720081	0.0000841																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 86.31829 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000083213$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$\epsilon_1 \approx \sigma(0.00005) = 18.29269 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>83.595033</td><td>0.000438</td></tr><tr><td>86.318289</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>86.720081</td><td>0.000469</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	83.595033	0.000438	86.318289	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	86.720081	0.000469	$\epsilon_{t1} = 0.000004372$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>13.504672</td><td>0.000001</td></tr><tr><td>18.292691</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>21.484705</td><td>0.000007</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	13.504672	0.000001	18.292691	ϵt_1	21.484705	0.000007
σ	ϵ																		
83.595033	0.000438																		
86.318289	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
86.720081	0.000469																		
σ	ϵt																		
13.504672	0.000001																		
18.292691	ϵt_1																		
21.484705	0.000007																		
$\epsilon_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 0.000465$	$E_c = 164023 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000464732$																	
		$\mu = 0.190101624$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>13.727889</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>20.480225</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	13.727889	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	20.480225	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>84.153077</td><td>0.000077</td></tr><tr><td>86.318289</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>88.059387</td><td>0.0000849</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	84.153077	0.000077	86.318289	ϵt_2	88.059387	0.0000849
ϵ	σ																		
0.000031	13.727889																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	20.480225																		
σ	ϵt																		
84.153077	0.000077																		
86.318289	ϵt_2																		
88.059387	0.0000849																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 86.31829 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000081546$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$\epsilon_1 \approx \sigma(0.00005) = 17.77929 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>84.153077</td><td>0.000438</td></tr><tr><td>86.318289</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>88.059387</td><td>0.000469</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	84.153077	0.000438	86.318289	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	88.059387	0.000469	$\epsilon_{t1} = 0.000003195$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>13.727889</td><td>0.000002</td></tr><tr><td>17.779291</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>20.480225</td><td>0.000004</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	13.727889	0.000002	17.779291	ϵt_1	20.480225	0.000004
σ	ϵ																		
84.153077	0.000438																		
86.318289	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
88.059387	0.000469																		
σ	ϵt																		
13.727889	0.000002																		
17.779291	ϵt_1																		
20.480225	0.000004																		
$\epsilon_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 0.000455$	$E_c = 169307 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000454821$																	
		$\mu = 0.193545087$																	



Anexo 11

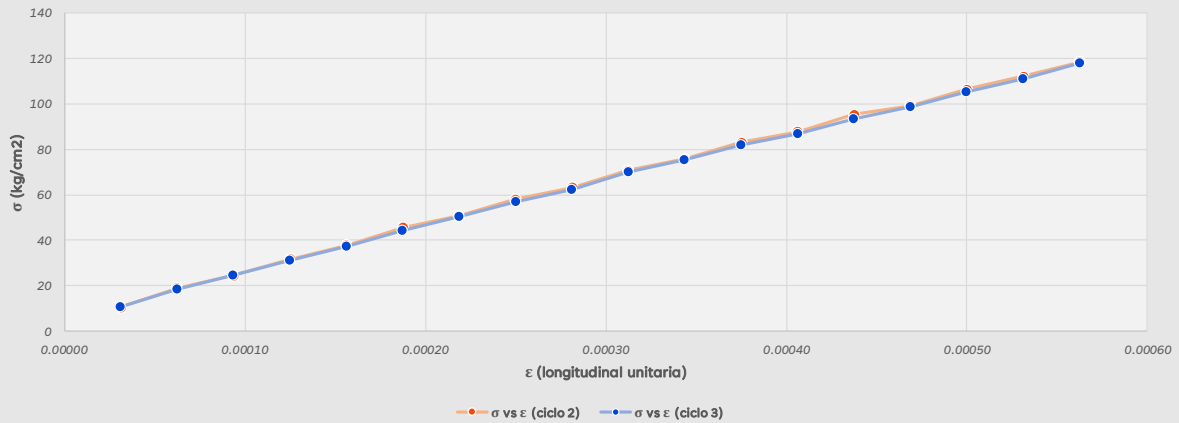
Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M11

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																						
Ficha de toma de datos																						
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																						
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																						
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																						
Referencia: ASTM C469/C469M-14																						
Lugar: CUSCO																						
Codigo de la muestra: M11																						
Edad: 34																						
Material: Concreto																						
Fecha de vaciado: 23/04/2024																						
Fecha de ensayo: 27/05/2024																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Resistencia máxima: 291.26 kg/cm²</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Carga de rotura: 52020 kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de falla: 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud de medicion: 20.32 cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diametro: 15.08 cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Area: 178.60 cm²</td> <td></td> </tr> </table>											Resistencia máxima: 291.26 kg/cm ²		Carga de rotura: 52020 kg		Tipo de falla: 2		Longitud de medicion: 20.32 cm		Diametro: 15.08 cm		Area: 178.60 cm ²	
Resistencia máxima: 291.26 kg/cm ²																						
Carga de rotura: 52020 kg																						
Tipo de falla: 2																						
Longitud de medicion: 20.32 cm																						
Diametro: 15.08 cm																						
Area: 178.60 cm ²																						
Ciclo 2																						
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria												
1	1880	10.53	0.10	5	0.000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313												
2	3400	19.04	0.50	10	0.0001270	0.0025400	0.0000635	0.0012700	0.0000042	0.0000625												
3	4380	24.52	1.30	15	0.0003302	0.0038100	0.0001651	0.0019050	0.0000109	0.0000938												
4	5670	31.75	2.20	20	0.0005588	0.0050800	0.0002794	0.0025400	0.0000185	0.0001250												
5	6750	37.79	3.00	25	0.0007620	0.0063500	0.0003810	0.0031750	0.0000253	0.0001563												
6	8150	45.63	4.10	30	0.0010414	0.0076200	0.0005207	0.0038100	0.0000345	0.0001875												
7	9070	50.78	5.00	35	0.0012700	0.0089000	0.0006350	0.0044450	0.0000421	0.0002188												
8	10370	58.06	5.80	40	0.0014732	0.0101600	0.0007366	0.0050800	0.0000488	0.0002500												
9	11300	63.27	6.20	45	0.0015748	0.0114300	0.0007874	0.0057150	0.0000522	0.0002813												
10	12640	70.77	7.30	50	0.0018542	0.0127000	0.0009271	0.0063500	0.0000615	0.0003125												
11	13500	75.59	8.00	55	0.0020320	0.0139700	0.0010160	0.0069850	0.0000674	0.0003438												
12	14840	83.09	8.80	60	0.0022352	0.0152400	0.0011176	0.0076200	0.0000741	0.0003750												
13	15660	87.68	9.20	65	0.0023368	0.0165100	0.0011684	0.0082550	0.0000775	0.0004063												
14	17010	95.24	10.50	70	0.0026670	0.0177800	0.0013335	0.0089000	0.0000884	0.0004375												
15	17730	99.27	11.20	75	0.0028448	0.0190500	0.0014224	0.0095250	0.0000943	0.0004688												
16	19000	106.38	12.20	80	0.0030988	0.0203200	0.0015494	0.0101600	0.0001027	0.0005000												
17	20020	112.09	13.00	85	0.0033020	0.0215900	0.0016510	0.0107950	0.0001095	0.0005313												
18	21150	118.42	14.20	90	0.0036068	0.0228600	0.0018034	0.0114300	0.0001196	0.0005625												
Ciclo 3																						
1	1890	10.58	0.10	5	0.000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313												
2	3280	18.36	0.30	10	0.000762	0.0025400	0.0000381	0.0012700	0.0000025	0.0000625												
3	4370	24.47	1.20	15	0.0003048	0.0038100	0.0001524	0.0019050	0.0000101	0.0000938												
4	5540	31.02	2.10	20	0.0005334	0.0050800	0.0002667	0.0025400	0.0000177	0.0001250												
5	6670	37.35	3.00	25	0.0007620	0.0063500	0.0003810	0.0031750	0.0000253	0.0001563												
6	7890	44.18	4.20	30	0.0010668	0.0076200	0.0005334	0.0038100	0.0000354	0.0001875												
7	8970	50.22	5.00	35	0.0012700	0.0089000	0.0006350	0.0044450	0.0000421	0.0002188												
8	10160	56.89	5.50	40	0.0013970	0.0101600	0.0006985	0.0050800	0.0000463	0.0002500												
9	11130	62.32	6.20	45	0.0015748	0.0114300	0.0007874	0.0057150	0.0000522	0.0002813												
10	12520	70.10	7.20	50	0.0018288	0.0127000	0.0009144	0.0063500	0.0000606	0.0003125												
11	13430	75.19	7.50	55	0.0019050	0.0139700	0.0009525	0.0069850	0.0000632	0.0003438												
12	14640	81.97	8.20	60	0.0020828	0.0152400	0.0010414	0.0076200	0.0000691	0.0003750												
13	15540	87.01	9.10	65	0.0023114	0.0165100	0.0011557	0.0082550	0.0000766	0.0004063												
14	16690	93.45	10.20	70	0.0025908	0.0177800	0.0012954	0.0089000	0.0000859	0.0004375												
15	17600	98.54	11.00	75	0.0027940	0.0190500	0.0013970	0.0095250	0.0000926	0.0004688												
16	18800	105.26	12.10	80	0.0030734	0.0203200	0.0015367	0.0101600	0.0001019	0.0005000												
17	19840	111.08	13.00	85	0.0033020	0.0215900	0.0016510	0.0107950	0.0001095	0.0005313												
18	21080	118.03	14.20	90	0.0036068	0.0228600	0.0018034	0.0114300	0.0001196	0.0005625												

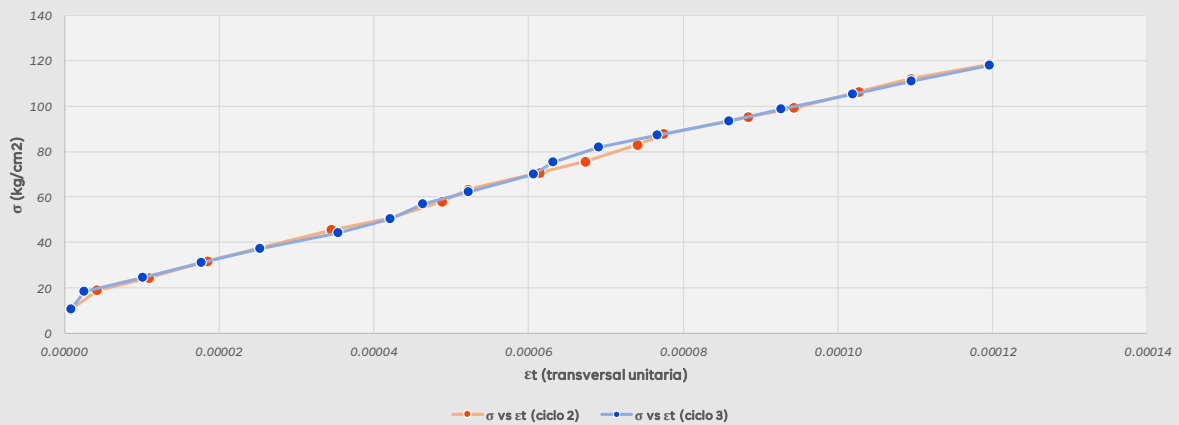
Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>10.526047</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>19.036467</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	10.526047	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	19.036467	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>112.091197</td> <td>0.000109</td> </tr> <tr> <td>116.503179</td> <td>ϵt_2</td> </tr> <tr> <td>118.418023</td> <td>0.0001196</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	112.091197	0.000109	116.503179	ϵt_2	118.418023	0.0001196
ϵ	σ																		
0.000031	10.526047																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	19.036467																		
σ	ϵt																		
112.091197	0.000109																		
116.503179	ϵt_2																		
118.418023	0.0001196																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 116.5032 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000116530$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 15.6323 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>112.091197</td> <td>0.000531</td> </tr> <tr> <td>116.503179</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>118.418023</td> <td>0.000563</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	112.091197	0.000531	116.503179	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	118.418023	0.000563	$\epsilon_{t1} = 0.000002863$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10.526047</td> <td>0.000001</td> </tr> <tr> <td>15.632299</td> <td>ϵt_1</td> </tr> <tr> <td>19.036467</td> <td>0.000004</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	10.526047	0.000001	15.632299	ϵt_1	19.036467	0.000004
σ	ϵ																		
112.091197	0.000531																		
116.503179	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
118.418023	0.000563																		
σ	ϵt																		
10.526047	0.000001																		
15.632299	ϵt_1																		
19.036467	0.000004																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000553$	$E_c = 200522 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000553042$																	
		$\mu = 0.225958858$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>10.582036</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>18.364592</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	10.582036	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	18.364592	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>111.083384</td> <td>0.000109</td> </tr> <tr> <td>116.503179</td> <td>ϵt_2</td> </tr> <tr> <td>118.026096</td> <td>0.0001196</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	111.083384	0.000109	116.503179	ϵt_2	118.026096	0.0001196
ϵ	σ																		
0.000031	10.582036																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	18.364592																		
σ	ϵt																		
111.083384	0.000109																		
116.503179	ϵt_2																		
118.026096	0.0001196																		
$S_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 116.5032 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000117372$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$S_1 \approx \sigma(0.00005) = 15.25157 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>111.083384</td> <td>0.000531</td> </tr> <tr> <td>116.503179</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>118.026096</td> <td>0.000563</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	111.083384	0.000531	116.503179	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	118.026096	0.000563	$\epsilon_{t1} = 0.000001853$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10.582036</td> <td>0.000001</td> </tr> <tr> <td>15.251570</td> <td>ϵt_1</td> </tr> <tr> <td>18.364592</td> <td>0.000003</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	10.582036	0.000001	15.251570	ϵt_1	18.364592	0.000003
σ	ϵ																		
111.083384	0.000531																		
116.503179	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
118.026096	0.000563																		
σ	ϵt																		
10.582036	0.000001																		
15.251570	ϵt_1																		
18.364592	0.000003																		
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000556$	$E_c = 200242 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000555645$																	
		$\mu = 0.228459127$																	

Esfuerzo vs deformac. longitudinal unitaria





Esfuerzo vs deformac. transversal unitaria



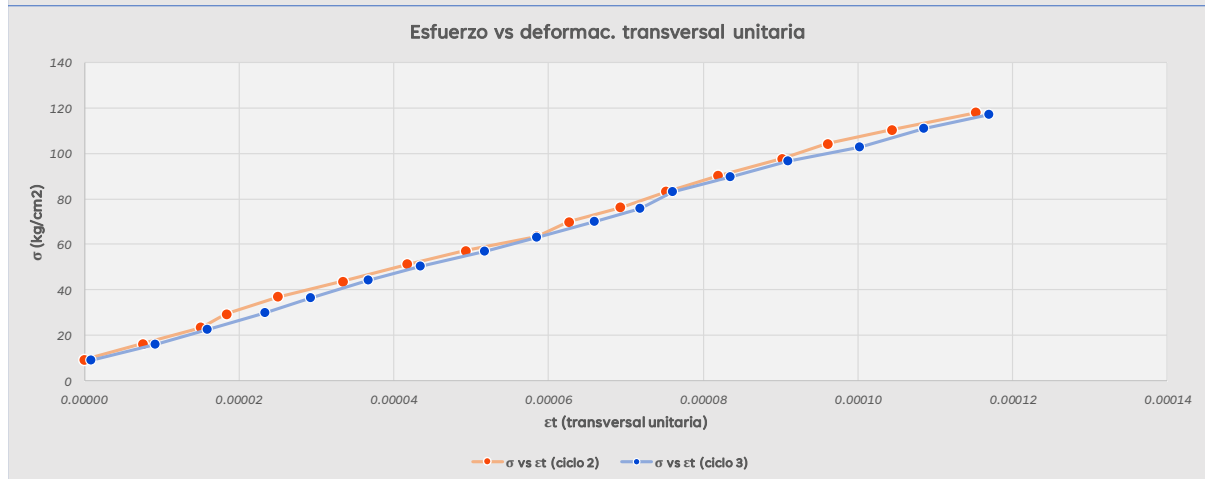
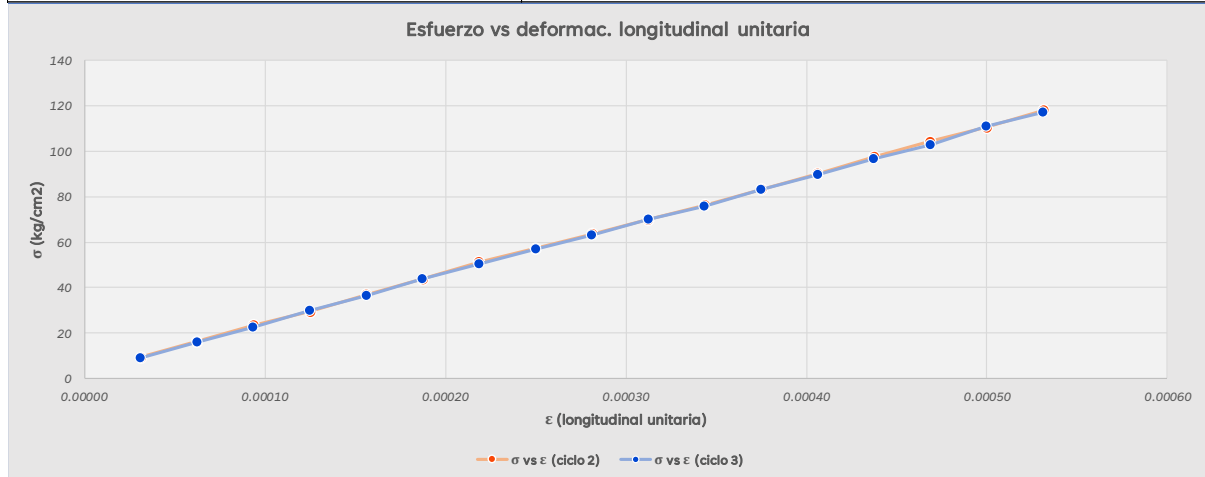
Anexo 12

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M12

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M12</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 289.19</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 33</td> <td>Carga de rotura: 52510</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.21</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 181.58</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M12	Resistencia máxima: 289.19	kg/cm²	Edad: 33	Carga de rotura: 52510	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 4			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.21	cm		Area: 181.58	cm²
Codigo de la muestra: M12	Resistencia máxima: 289.19	kg/cm²																										
Edad: 33	Carga de rotura: 52510	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 4																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.21	cm																										
	Area: 181.58	cm²																										
Fecha de vaciado: 24/04/2024																												
Fecha de ensayo: 27/05/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1690	9.31	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2950	16.25	0.90	10	0.0002286	0.0025400	0.0001143	0.0012700	0.0000075	0.0000625																		
3	4250	23.41	1.80	15	0.0004572	0.0038100	0.0002286	0.0019050	0.0000150	0.0000938																		
4	5350	29.46	2.20	20	0.0005588	0.0050800	0.0002794	0.0025400	0.0000184	0.0001250																		
5	6700	36.90	3.00	25	0.0007620	0.0063500	0.0003810	0.0031750	0.0000251	0.0001563																		
6	7930	43.67	4.00	30	0.0010160	0.0076200	0.0005080	0.0038100	0.0000334	0.0001875																		
7	9330	51.38	5.00	35	0.0012700	0.0089000	0.0006350	0.0044450	0.0000418	0.0002188																		
8	10390	57.22	5.90	40	0.0014986	0.0101600	0.0007493	0.0050800	0.0000493	0.0002500																		
9	11560	63.66	7.00	45	0.0017780	0.0114300	0.0008890	0.0057150	0.0000585	0.0002813																		
10	12690	69.89	7.50	50	0.0019050	0.0127000	0.0009525	0.0063500	0.0000626	0.0003125																		
11	13860	76.33	8.30	55	0.0021082	0.0139700	0.0010541	0.0069850	0.0000693	0.0003438																		
12	15120	83.27	9.00	60	0.0022860	0.0152400	0.0011430	0.0076200	0.0000752	0.0003750																		
13	16380	90.21	9.80	65	0.0024892	0.0165100	0.0012446	0.0082550	0.0000819	0.0004063																		
14	17730	97.64	10.80	70	0.0027432	0.0177800	0.0013716	0.0089000	0.0000902	0.0004375																		
15	18950	104.36	11.50	75	0.0029210	0.0190500	0.0014605	0.0095250	0.0000961	0.0004688																		
16	20050	110.42	12.50	80	0.0031750	0.0203200	0.0015875	0.0101600	0.0001044	0.0005000																		
17	21430	118.02	13.80	85	0.0035052	0.0215900	0.0017526	0.0107950	0.0001153	0.0005313																		
Ciclo 3																												
1	1650	9.09	0.1	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313																		
2	2930	16.14	1.1	10	0.0002794	0.0025400	0.0001397	0.0012700	0.0000092	0.0000625																		
3	4110	22.63	1.9	15	0.0004826	0.0038100	0.0002413	0.0019050	0.0000159	0.0000938																		
4	5430	29.90	2.8	20	0.0007112	0.0050800	0.0003556	0.0025400	0.0000234	0.0001250																		
5	6620	36.46	3.5	25	0.0008890	0.0063500	0.0004445	0.0031750	0.0000292	0.0001563																		
6	8000	44.06	4.4	30	0.0011176	0.0076200	0.0005588	0.0038100	0.0000368	0.0001875																		
7	9140	50.34	5.2	35	0.0013208	0.0089000	0.0006604	0.0044450	0.0000434	0.0002188																		
8	10360	57.06	6.2	40	0.0015748	0.0101600	0.0007874	0.0050800	0.0000518	0.0002500																		
9	11450	63.06	7	45	0.0017780	0.0114300	0.0008890	0.0057150	0.0000585	0.0002813																		
10	12710	70.00	7.9	50	0.0020066	0.0127000	0.0010033	0.0063500	0.0000660	0.0003125																		
11	13780	75.89	8.6	55	0.0021844	0.0139700	0.0010922	0.0069850	0.0000718	0.0003438																		
12	15120	83.27	9.1	60	0.0023114	0.0152400	0.0011557	0.0076200	0.0000760	0.0003750																		
13	16250	89.49	10	65	0.0025400	0.0165100	0.0012700	0.0082550	0.0000835	0.0004063																		
14	17570	96.76	10.9	70	0.0027686	0.0177800	0.0013843	0.0089000	0.0000910	0.0004375																		
15	18680	102.88	12	75	0.0030480	0.0190500	0.0015240	0.0095250	0.0001002	0.0004688																		
16	20180	111.14	13	80	0.0033020	0.0203200	0.0016510	0.0101600	0.0001086	0.0005000																		
17	21280	117.19	14	85	0.0035560	0.0215900	0.0017780	0.0107950	0.0001169	0.0005313																		



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>9.307306</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>16.246480</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	9.307306	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	16.246480	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110.420993</td> <td>0.000104</td> </tr> <tr> <td>115.674939</td> <td>$\epsilon t 2$</td> </tr> <tr> <td>118.021041</td> <td>0.0001153</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	110.420993	0.000104	115.674939	$\epsilon t 2$	118.021041	0.0001153
ϵ	σ																		
0.000031	9.307306																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	16.246480																		
σ	ϵt																		
110.420993	0.000104																		
115.674939	$\epsilon t 2$																		
118.021041	0.0001153																		
$S2=0.4\sigma_{max}= 115.6749 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2}= 0.000111913$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1=\sigma(0.00005)= 13.47081 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110.420993</td> <td>0.000500</td> </tr> <tr> <td>115.674939</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>118.021041</td> <td>0.000531</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	110.420993	0.000500	115.674939	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	118.021041	0.000531	$\epsilon_{t1}= 0.000004510$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9.307306</td> <td>0.000000</td> </tr> <tr> <td>13.470810</td> <td>$\epsilon t 1$</td> </tr> <tr> <td>16.246480</td> <td>0.000008</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	9.307306	0.000000	13.470810	$\epsilon t 1$	16.246480	0.000008
σ	ϵ																		
110.420993	0.000500																		
115.674939	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
118.021041	0.000531																		
σ	ϵt																		
9.307306	0.000000																		
13.470810	$\epsilon t 1$																		
16.246480	0.000008																		
$\epsilon 2=\epsilon 0.4\sigma_{max}= 0.000522$	$E_c= 216716 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2= 0.000521603$																	
		$\mu= 0.227739003$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000031</td> <td>9.087014</td> </tr> <tr> <td>0.000050</td> <td>$\sigma(0.00005)$</td> </tr> <tr> <td>0.000063</td> <td>16.136335</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	σ	0.000031	9.087014	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	16.136335	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>111.136939</td> <td>0.000109</td> </tr> <tr> <td>115.674939</td> <td>$\epsilon t 2$</td> </tr> <tr> <td>117.194949</td> <td>0.0001169</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	111.136939	0.000109	115.674939	$\epsilon t 2$	117.194949	0.0001169
ϵ	σ																		
0.000031	9.087014																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	16.136335																		
σ	ϵt																		
111.136939	0.000109																		
115.674939	$\epsilon t 2$																		
117.194949	0.0001169																		
$S2=0.4\sigma_{max}= 115.6749 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2}= 0.000114839$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1=\sigma(0.00005)= 13.31661 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>111.136939</td> <td>0.000500</td> </tr> <tr> <td>115.674939</td> <td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td> </tr> <tr> <td>117.194949</td> <td>0.000531</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵ	111.136939	0.000500	115.674939	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	117.194949	0.000531	$\epsilon_{t1}= 0.000005847$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>σ</th> <th>ϵt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9.087014</td> <td>0.000001</td> </tr> <tr> <td>13.316606</td> <td>$\epsilon t 1$</td> </tr> <tr> <td>16.136335</td> <td>0.000009</td> </tr> </tbody> </table>	σ	ϵt	9.087014	0.000001	13.316606	$\epsilon t 1$	16.136335	0.000009
σ	ϵ																		
111.136939	0.000500																		
115.674939	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
117.194949	0.000531																		
σ	ϵt																		
9.087014	0.000001																		
13.316606	$\epsilon t 1$																		
16.136335	0.000009																		
$\epsilon 2=\epsilon 0.4\sigma_{max}= 0.000523$	$E_c= 216215 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2= 0.000523409$																	
		$\mu= 0.230229494$																	



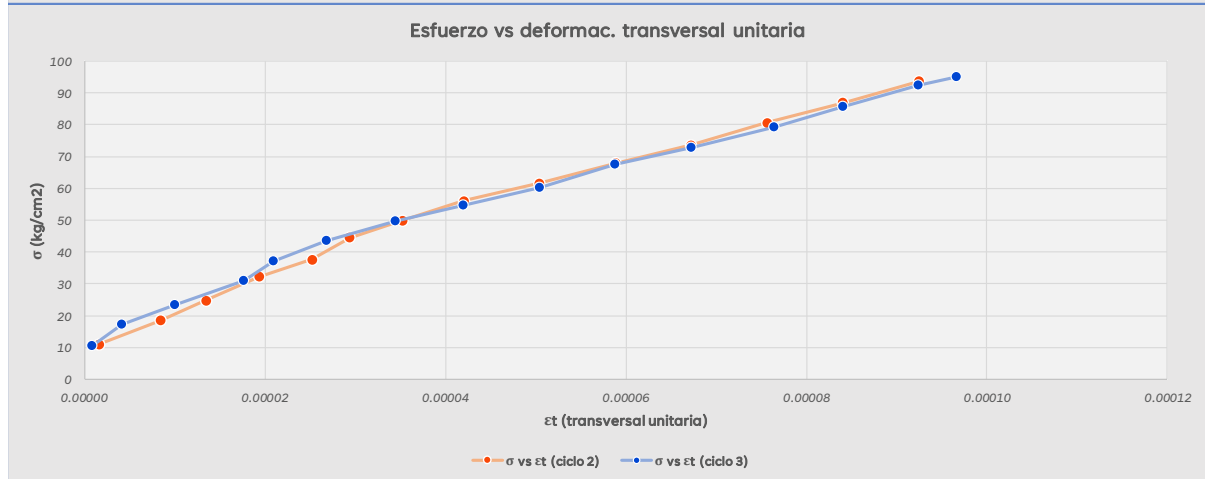
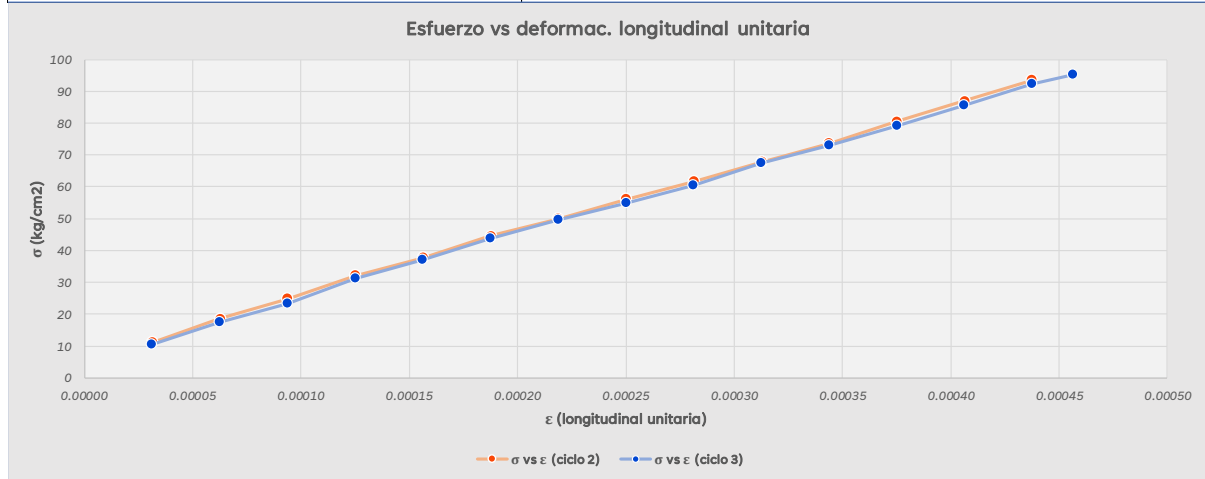
Anexo 13

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M13

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M13</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 232.95</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 32</td> <td>Carga de rotura: 41800</td> <td style="text-align: right;">kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td style="text-align: right;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.12</td> <td style="text-align: right;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 179.43</td> <td style="text-align: right;">cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M13	Resistencia máxima: 232.95	kg/cm²	Edad: 32	Carga de rotura: 41800	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 2			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.12	cm		Area: 179.43	cm ²
Codigo de la muestra: M13	Resistencia máxima: 232.95	kg/cm²																										
Edad: 32	Carga de rotura: 41800	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 2																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.12	cm																										
	Area: 179.43	cm ²																										
Fecha de vaciado: 25/04/2024																												
Fecha de ensayo: 27/05/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1990	11.09	0.20	5	0.000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313																		
2	3330	18.56	1.00	10	0.0002540	0.0025400	0.0001270	0.0012700	0.0000084	0.0000625																		
3	4460	24.86	1.60	15	0.0004064	0.0038100	0.0002032	0.0019050	0.0000134	0.0000938																		
4	5780	32.21	2.30	20	0.0005842	0.0050800	0.0002921	0.0025400	0.0000193	0.0001250																		
5	6770	37.73	3.00	25	0.0007620	0.0063500	0.0003810	0.0031750	0.0000252	0.0001563																		
6	7990	44.53	3.50	30	0.0008890	0.0076200	0.0004445	0.0038100	0.0000294	0.0001875																		
7	8960	49.93	4.20	35	0.0010668	0.0088900	0.0005334	0.0044450	0.0000353	0.0002188																		
8	10070	56.12	5.00	40	0.0012700	0.0101600	0.0006350	0.0050800	0.0000420	0.0002500																		
9	11060	61.64	6.00	45	0.0015240	0.0114300	0.0007620	0.0057150	0.0000504	0.0002813																		
10	12180	67.88	7.00	50	0.0017780	0.0127000	0.0008890	0.0063500	0.0000588	0.0003125																		
11	13210	73.62	8.00	55	0.0020320	0.0139700	0.0010160	0.0069850	0.0000672	0.0003438																		
12	14460	80.59	9.00	60	0.0022860	0.0152400	0.0011430	0.0076200	0.0000756	0.0003750																		
13	15600	86.94	10.00	65	0.0025400	0.0165100	0.0012700	0.0082550	0.0000840	0.0004063																		
14	16790	93.57	11.00	70	0.0027940	0.0177800	0.0013970	0.0088900	0.0000924	0.0004375																		
Ciclo 3																												
1	1880	10.48	0.10	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313																		
2	3120	17.39	0.50	10	0.0001270	0.0025400	0.0000635	0.0012700	0.0000042	0.0000625																		
3	4200	23.41	1.20	15	0.0003048	0.0038100	0.0001524	0.0019050	0.0000101	0.0000938																		
4	5580	31.10	2.10	20	0.0005334	0.0050800	0.0002667	0.0025400	0.0000176	0.0001250																		
5	6650	37.06	2.50	25	0.0006350	0.0063500	0.0003175	0.0031750	0.0000210	0.0001563																		
6	7840	43.69	3.20	30	0.0008128	0.0076200	0.0004064	0.0038100	0.0000269	0.0001875																		
7	8900	49.60	4.10	35	0.0010414	0.0088900	0.0005207	0.0044450	0.0000344	0.0002188																		
8	9830	54.78	5.00	40	0.0012700	0.0101600	0.0006350	0.0050800	0.0000420	0.0002500																		
9	10830	60.36	6.00	45	0.0015240	0.0114300	0.0007620	0.0057150	0.0000504	0.0002813																		
10	12100	67.43	7.00	50	0.0017780	0.0127000	0.0008890	0.0063500	0.0000588	0.0003125																		
11	13090	72.95	8.00	55	0.0020320	0.0139700	0.0010160	0.0069850	0.0000672	0.0003438																		
12	14210	79.19	9.10	60	0.0023114	0.0152400	0.0011557	0.0076200	0.0000765	0.0003750																		
13	15360	85.60	10.00	65	0.0025400	0.0165100	0.0012700	0.0082550	0.0000840	0.0004063																		
14	16580	92.40	11.00	70	0.0027940	0.0177800	0.0013970	0.0088900	0.0000924	0.0004375																		
15	17060	95.08	11.50	73	0.0029210	0.0185420	0.0014605	0.0092710	0.0000966	0.0004563																		



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
	0.000031	11.090392	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 93.18158 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t2} = 0.000091930$
	0.000063	18.558294	
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 15.57113 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\epsilon_{t1} = 0.000005714$
	σ	ϵ	
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000436$	86.939755	0.000406	$\epsilon_2 = 0.000435662$
	93.181584	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
$E_c = 201240 \text{ kg/cm}^2$	93.571698	0.000438	$\mu = 0.223555903$
Interpolamos para allar ϵt			
		σ	ϵt
		86.939755	0.000084
		93.181584	$\epsilon t 2$
		93.571698	0.0000924
Interpolamos para allar $\epsilon t 1$			
		σ	ϵt
		11.090392	0.000002
		15.571133	$\epsilon t 1$
		18.558294	0.000008

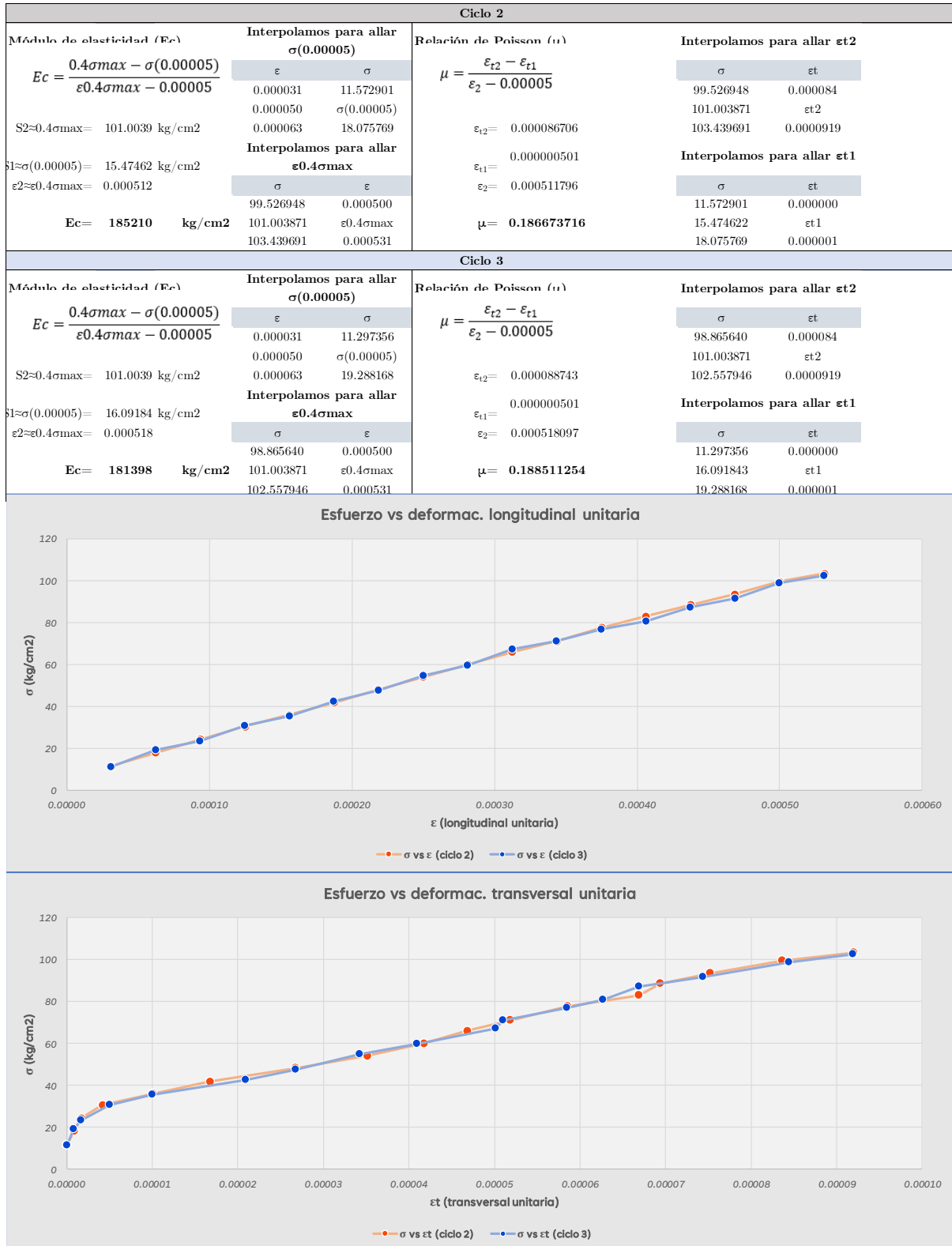
Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
	0.000031	10.477355	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 93.18158 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t2} = 0.000093650$
	0.000063	17.387951	
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 14.62371 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\epsilon_{t1} = 0.000002857$
	σ	ϵ	
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000443$	92.401355	0.000438	$\epsilon_2 = 0.000442969$
	93.181584	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
$E_c = 199909 \text{ kg/cm}^2$	95.076425	0.000456	$\mu = 0.231044598$
Interpolamos para allar $\epsilon t 2$			
		σ	ϵt
		92.401355	0.000092
		93.181584	$\epsilon t 2$
		95.076425	0.0000966
Interpolamos para allar $\epsilon t 1$			
		σ	ϵt
		10.477355	0.000001
		14.623713	$\epsilon t 1$
		17.387951	0.000004



Anexo 14



Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M14

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024. Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson Referencia: ASTM C469/C469M-14 Lugar: CUSCO Codigo de la muestra: M14 Edad: 31 Material: Concreto <div style="float: right; text-align: right;"> Resistencia máxima: 252.51 kg/cm² Carga de rotura: 45820 kg Tipo de falla: 2 Longitud de medicion: 20.32 cm Diametro: 15.20 cm Area: 181.46 cm² </div> Fecha de vaciado: 26/04/2024 Fecha de ensayo: 27/05/2024										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	2100	11.57	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	3280	18.08	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	4410	24.30	0.20	15	0.0000508	0.0038100	0.0000254	0.0019050	0.0000017	0.0000938
4	5540	30.53	0.50	20	0.0001270	0.0050800	0.0000635	0.0025400	0.0000042	0.0001250
5	6550	36.10	1.20	25	0.0003048	0.0063500	0.0001524	0.0031750	0.0000100	0.0001563
6	7600	41.88	2.00	30	0.0005080	0.0076200	0.0002540	0.0038100	0.0000167	0.0001875
7	8760	48.28	3.20	35	0.0008128	0.0089000	0.0004064	0.0044450	0.0000267	0.0002188
8	9820	54.12	4.20	40	0.0010668	0.0101600	0.0005334	0.0050800	0.0000351	0.0002500
9	10900	60.07	5.00	45	0.0012700	0.0114300	0.0006350	0.0057150	0.0000418	0.0002813
10	11980	66.02	5.60	50	0.0014224	0.0127000	0.0007112	0.0063500	0.0000468	0.0003125
11	12920	71.20	6.20	55	0.0015748	0.0139700	0.0007874	0.0069850	0.0000518	0.0003438
12	14100	77.70	7.00	60	0.0017780	0.0152400	0.0008890	0.0076200	0.0000585	0.0003750
13	15080	83.10	8.00	65	0.0020320	0.0165100	0.0010160	0.0082550	0.0000668	0.0004063
14	16080	88.62	8.30	70	0.0021082	0.0177800	0.0010541	0.0088900	0.0000693	0.0004375
15	16980	93.58	9.00	75	0.0022860	0.0190500	0.0011430	0.0095250	0.0000752	0.0004688
16	18060	99.53	10.00	80	0.0025400	0.0203200	0.0012700	0.0101600	0.0000836	0.0005000
17	18770	103.44	11.00	85	0.0027940	0.0215900	0.0013970	0.0107950	0.0000919	0.0005313
Ciclo 3										
1	2050	11.30	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	3500	19.29	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	4260	23.48	0.20	15	0.0000508	0.0038100	0.0000254	0.0019050	0.0000017	0.0000938
4	5580	30.75	0.60	20	0.0001524	0.0050800	0.0000762	0.0025400	0.0000050	0.0001250
5	6440	35.49	1.20	25	0.0003048	0.0063500	0.0001524	0.0031750	0.0000100	0.0001563
6	7730	42.60	2.50	30	0.0006350	0.0076200	0.0003175	0.0038100	0.0000209	0.0001875
7	8640	47.61	3.20	35	0.0008128	0.0089000	0.0004064	0.0044450	0.0000267	0.0002188
8	9940	54.78	4.10	40	0.0010414	0.0101600	0.0005207	0.0050800	0.0000343	0.0002500
9	10840	59.74	4.90	45	0.0012446	0.0114300	0.0006223	0.0057150	0.0000409	0.0002813
10	12210	67.29	6.00	50	0.0015240	0.0127000	0.0007620	0.0063500	0.0000501	0.0003125
11	12920	71.20	6.10	55	0.0015494	0.0139700	0.0007747	0.0069850	0.0000510	0.0003438
12	13980	77.04	7.00	60	0.0017780	0.0152400	0.0008890	0.0076200	0.0000585	0.0003750
13	14680	80.90	7.50	65	0.0019050	0.0165100	0.0009525	0.0082550	0.0000627	0.0004063
14	15840	87.29	8.00	70	0.0020320	0.0177800	0.0010160	0.0088900	0.0000668	0.0004375
15	16640	91.70	8.90	75	0.0022606	0.0190500	0.0011303	0.0095250	0.0000744	0.0004688
16	17940	98.87	10.10	80	0.0025654	0.0203200	0.0012827	0.0101600	0.0000844	0.0005000
17	18610	102.56	11.00	85	0.0027940	0.0215900	0.0013970	0.0107950	0.0000919	0.0005313



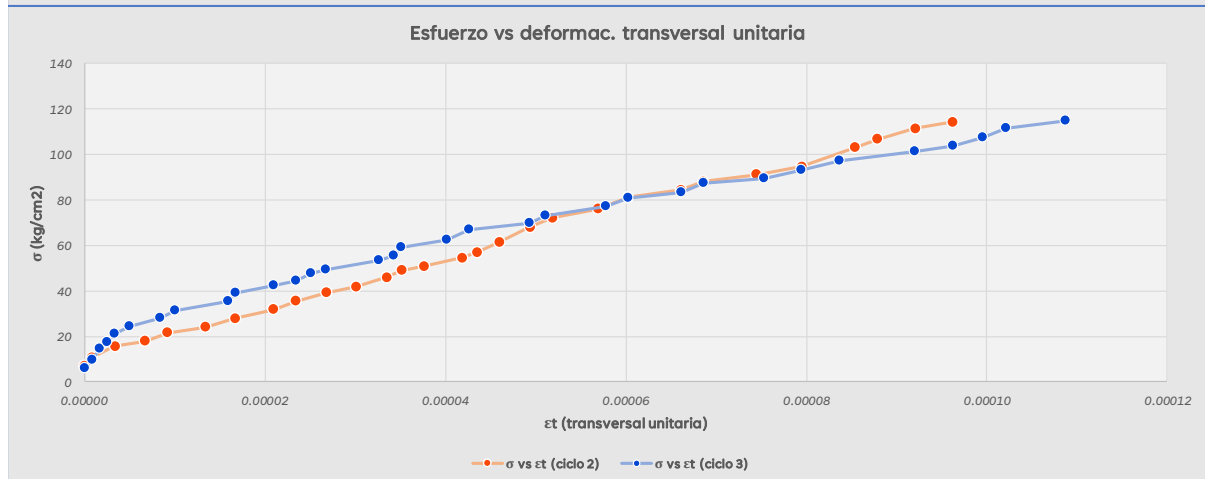
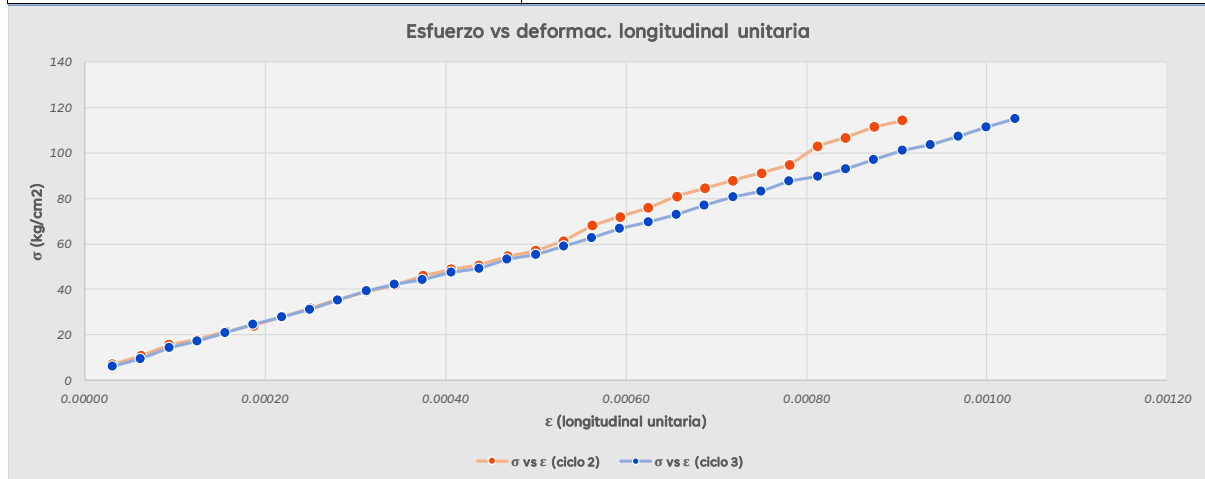
Anexo 15

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M15

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 										
Fecha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M15										
Edad: 30										
Material: Concreto										
Resistencia máxima: 284.23 kg/cm ²										
Carga de rotura: 51440 kg										
Tipo de falla: 2										
Longitud de medicion: 20.32 cm										
Diametro: 15.18 cm										
Area: 180.98 cm ²										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1290	7.13	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	1960	10.83	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	2840	15.69	0.40	15	0.0001016	0.0038100	0.0000508	0.0019050	0.0000033	0.0000938
4	3250	17.96	0.80	20	0.0002032	0.0050800	0.0001016	0.0025400	0.0000067	0.0001250
5	3890	21.49	1.10	25	0.0002794	0.0063500	0.0001397	0.0031750	0.0000092	0.0001563
6	4350	24.04	1.60	30	0.0004064	0.0076200	0.0002032	0.0038100	0.0000134	0.0001875
7	5060	27.96	2.00	35	0.0005080	0.0089000	0.0002540	0.0044450	0.0000167	0.0002188
8	5750	31.77	2.50	40	0.0006350	0.0101600	0.0003175	0.0050800	0.0000209	0.0002500
9	6420	35.47	2.80	45	0.0007112	0.0114300	0.0003556	0.0057150	0.0000234	0.0002813
10	7080	39.12	3.20	50	0.0008128	0.0127000	0.0004064	0.0063500	0.0000268	0.0003125
11	7580	41.88	3.60	55	0.0009144	0.0139700	0.0004572	0.0069850	0.0000301	0.0003438
12	8320	45.97	4.00	60	0.0010160	0.0152400	0.0005080	0.0076200	0.0000335	0.0003750
13	8860	48.96	4.20	65	0.0010668	0.0165100	0.0005334	0.0082550	0.0000351	0.0004063
14	9190	50.78	4.50	70	0.0011430	0.0177800	0.0005715	0.0088900	0.0000376	0.0004375
15	9870	54.54	5.00	75	0.0012700	0.0190500	0.0006350	0.0095250	0.0000418	0.0004688
16	10330	57.08	5.20	80	0.0013208	0.0203200	0.0006604	0.0101600	0.0000435	0.0005000
17	11120	61.44	5.50	85	0.0013970	0.0215900	0.0006985	0.0107950	0.0000460	0.0005313
18	12320	68.07	5.90	90	0.0014986	0.0228600	0.0007493	0.0114300	0.0000494	0.0005625
19	13040	72.05	6.20	95	0.0015748	0.0241300	0.0007874	0.0120650	0.0000519	0.0005938
20	13740	75.92	6.80	100	0.0017272	0.0254000	0.0008636	0.0127000	0.0000569	0.0006250
21	14670	81.06	7.20	105	0.0018288	0.0266700	0.0009144	0.0133350	0.0000602	0.0006563
22	15290	84.48	7.90	110	0.0020066	0.0279400	0.0010033	0.0139700	0.0000661	0.0006875
23	15930	88.02	8.20	115	0.0020828	0.0292100	0.0010414	0.0146050	0.0000686	0.0007188
24	16510	91.22	8.90	120	0.0022606	0.0304800	0.0011303	0.0152400	0.0000745	0.0007500
25	17130	94.65	9.50	125	0.0024130	0.0317500	0.0012065	0.0158750	0.0000795	0.0007813
26	18640	102.99	10.20	130	0.0025908	0.0330200	0.0012954	0.0165100	0.0000853	0.0008125
27	19310	106.70	10.50	135	0.0026670	0.0342900	0.0013335	0.0171450	0.0000878	0.0008438
28	20170	111.45	11.00	140	0.0027940	0.0355600	0.0013970	0.0177800	0.0000920	0.0008750
29	20690	114.32	11.50	145	0.0029210	0.0368300	0.0014605	0.0184150	0.0000962	0.0009063
Ciclo 3										
1	1100	6.08	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	1730	9.56	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	2610	14.42	0.20	15	0.0000508	0.0038100	0.0000254	0.0019050	0.0000017	0.0000938
4	3130	17.29	0.30	20	0.0000762	0.0050800	0.0000381	0.0025400	0.0000025	0.0001250
5	3820	21.11	0.40	25	0.0001016	0.0063500	0.0000508	0.0031750	0.0000033	0.0001563
6	4420	24.12	0.60	30	0.0001524	0.0076200	0.0000762	0.0038100	0.0000050	0.0001875
7	5050	27.90	1.00	35	0.0002540	0.0089000	0.0001270	0.0044450	0.0000084	0.0002188
8	5650	31.22	1.20	40	0.0003048	0.0101600	0.0001524	0.0050800	0.0000100	0.0002500
9	6400	35.36	1.90	45	0.0004826	0.0114300	0.0002413	0.0057150	0.0000159	0.0002813
10	7090	39.18	2.00	50	0.0005080	0.0127000	0.0002540	0.0063500	0.0000167	0.0003125
11	7650	42.27	2.50	55	0.0006350	0.0139700	0.0003175	0.0069850	0.0000209	0.0003438
12	8040	44.42	2.80	60	0.0007112	0.0152400	0.0003556	0.0076200	0.0000234	0.0003750
13	8640	47.74	3.00	65	0.0007620	0.0165100	0.0003810	0.0082550	0.0000251	0.0004063
14	8920	49.29	3.20	70	0.0008128	0.0177800	0.0004064	0.0088900	0.0000268	0.0004375
15	9670	53.43	3.90	75	0.0009906	0.0190500	0.0004953	0.0095250	0.0000326	0.0004688
16	10020	55.36	4.10	80	0.0010414	0.0203200	0.0005207	0.0101600	0.0000343	0.0005000
17	10710	59.18	4.20	85	0.0010668	0.0215900	0.0005334	0.0107950	0.0000351	0.0005313
18	11330	62.60	4.80	90	0.0012192	0.0228600	0.0006096	0.0114300	0.0000402	0.0005625
19	12090	66.80	5.10	95	0.0012954	0.0241300	0.0006477	0.0120650	0.0000427	0.0005938
20	12640	69.84	5.90	100	0.0014986	0.0254000	0.0007493	0.0127000	0.0000494	0.0006250
21	13220	73.05	6.10	105	0.0015494	0.0266700	0.0007747	0.0133350	0.0000510	0.0006563
22	13940	77.02	6.90	110	0.0017526	0.0279400	0.0008763	0.0139700	0.0000577	0.0006875
23	14620	80.78	7.20	115	0.0018288	0.0292100	0.0009144	0.0146050	0.0000602	0.0007188
24	15050	83.16	7.90	120	0.0020066	0.0304800	0.0010033	0.0152400	0.0000661	0.0007500
25	15850	87.58	8.20	125	0.0020828	0.0317500	0.0010414	0.0158750	0.0000686	0.0007813
26	16220	89.62	9.00	130	0.0022860	0.0330200	0.0011430	0.0165100	0.0000753	0.0008125
27	16850	93.10	9.50	135	0.0024130	0.0342900	0.0012065	0.0171450	0.0000795	0.0008438
28	17570	97.08	10.00	140	0.0025400	0.0355600	0.0012700	0.0177800	0.0000837	0.0008750
29	18310	101.17	11.00	145	0.0027940	0.0368300	0.0013970	0.0184150	0.0000920	0.0009063
30	18750	103.60	11.50	150	0.0029210	0.0381000	0.0014605	0.0190500	0.0000962	0.0009375
31	19450	107.47	11.90	155	0.0030226	0.0393700	0.0015113	0.0196850	0.0000996	0.0009688
32	20160	111.39	12.20	160	0.0030988	0.0406400	0.0015494	0.0203200	0.0001021	0.0010000
33	20800	114.93	13.00	165	0.0033020	0.0419100	0.0016510	0.0209550	0.0001088	0.0010313

Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 113.6914 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	7.127813	$\epsilon_{t2} = 0.000095295$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 9.349038 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000000502$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000899$	0.000063	10.829855	$\epsilon_2 = 0.000899399$
$E_c = 122843 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.111600165$
	σ	ϵ	
	111.448050	0.000875	
	113.691377	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	114.321277	0.000906	
	Interpolamos para allar ϵt		
	σ	ϵt	
	111.448050	0.000092	
	113.691377	$\epsilon t 2$	
	114.321277	0.0000962	
	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$		
	σ	ϵt	
	7.127813	0.000000	
	9.349038	$\epsilon t 1$	
	10.829855	0.000001	

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 113.6914 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	6.077980	$\epsilon_{t2} = 0.000106419$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 8.166595 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000000502$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.00102$	0.000063	9.559005	$\epsilon_2 = 0.001020313$
$E_c = 108753 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.109157613$
	σ	ϵ	
	111.392796	0.001000	
	113.691377	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	114.929075	0.001031	
	Interpolamos para allar ϵt		
	σ	ϵt	
	111.392796	0.000102	
	113.691377	$\epsilon t 2$	
	114.929075	0.0001088	
	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$		
	σ	ϵt	
	6.077980	0.000000	
	8.166595	$\epsilon t 1$	
	9.559005	0.000001	



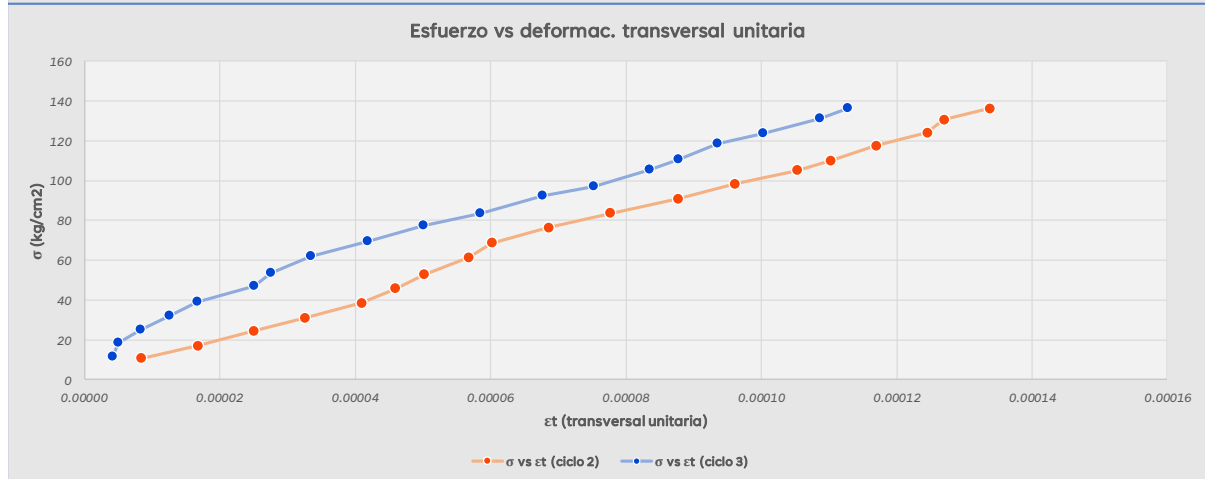
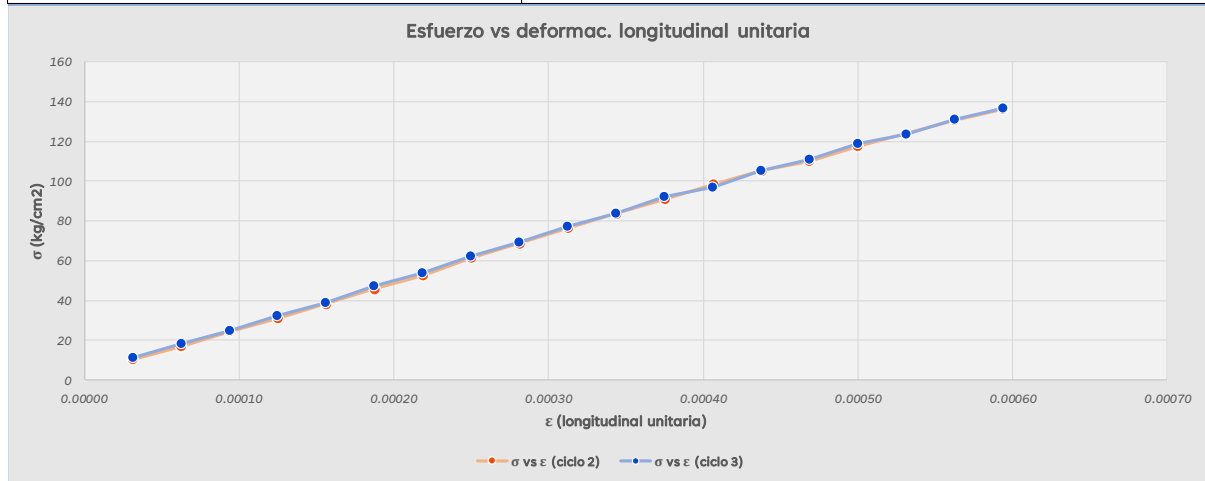
Anexo 16

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M16

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M16										
Edad: 35										
Material: Concreto										
Resistencia máxima: 330.49 kg/cm ²										
Carga de rotura: 59970 kg										
Tipo de falla: 5										
Longitud de medicion: 20.32 cm										
Diametro: 15.20 cm										
Area: 181.46 cm ²										
Fecha de vaciado: 29/04/2024										
Fecha de ensayo: 03/06/2024										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1910	10.53	1.00	5	0.0002540	0.0012700	0.0001270	0.0006350	0.0000084	0.0000313
2	3090	17.03	2.00	10	0.0005080	0.0025400	0.0002540	0.0012700	0.0000167	0.0000625
3	4430	24.41	3.00	15	0.0007620	0.0038100	0.0003810	0.0019050	0.0000251	0.0000938
4	5640	31.08	3.90	20	0.0009906	0.0050800	0.0004953	0.0025400	0.0000326	0.0001250
5	6970	38.41	4.90	25	0.0012446	0.0063500	0.0006223	0.0031750	0.0000409	0.0001563
6	8300	45.74	5.50	30	0.0013970	0.0076200	0.0006985	0.0038100	0.0000460	0.0001875
7	9560	52.68	6.00	35	0.0015240	0.0089000	0.0007620	0.0044450	0.0000501	0.0002188
8	11150	61.45	6.80	40	0.0017272	0.0101600	0.0008636	0.0050800	0.0000568	0.0002500
9	12470	68.72	7.20	45	0.0018288	0.0114300	0.0009144	0.0057150	0.0000602	0.0002813
10	13870	76.44	8.20	50	0.0020828	0.0127000	0.0010414	0.0063500	0.0000685	0.0003125
11	15180	83.66	9.30	55	0.0023622	0.0139700	0.0011811	0.0069850	0.0000777	0.0003438
12	16500	90.93	10.50	60	0.0026670	0.0152400	0.0013335	0.0076200	0.0000877	0.0003750
13	17840	98.31	11.50	65	0.0029210	0.0165100	0.0014605	0.0082550	0.0000961	0.0004063
14	19070	105.09	12.60	70	0.0032004	0.0177800	0.0016002	0.0089000	0.0001053	0.0004375
15	19980	110.11	13.20	75	0.0033528	0.0190500	0.0016764	0.0095250	0.0001103	0.0004688
16	21320	117.49	14.00	80	0.0035560	0.0203200	0.0017780	0.0101600	0.0001170	0.0005000
17	22500	124.00	14.90	85	0.0037846	0.0215900	0.0018923	0.0107950	0.0001245	0.0005313
18	23710	130.66	15.20	90	0.0038608	0.0228600	0.0019304	0.0114300	0.0001270	0.0005625
19	24730	136.28	16.00	95	0.0040640	0.0241300	0.0020320	0.0120650	0.0001337	0.0005938
Ciclo 3										
1	2040	11.24	0.50	5	0.0001270	0.0012700	0.0000635	0.0006350	0.0000042	0.0000313
2	3340	18.41	0.60	10	0.0001524	0.0025400	0.0000762	0.0012700	0.0000050	0.0000625
3	4530	24.96	1.00	15	0.0002540	0.0038100	0.0001270	0.0019050	0.0000084	0.0000938
4	5840	32.18	1.50	20	0.0003810	0.0050800	0.0001905	0.0025400	0.0000125	0.0001250
5	7070	38.96	2.00	25	0.0005080	0.0063500	0.0002540	0.0031750	0.0000167	0.0001563
6	8550	47.12	3.00	30	0.0007620	0.0076200	0.0003810	0.0038100	0.0000251	0.0001875
7	9760	53.79	3.30	35	0.0008382	0.0089000	0.0004191	0.0044450	0.0000276	0.0002188
8	11280	62.16	4.00	40	0.0010160	0.0101600	0.0005080	0.0050800	0.0000334	0.0002500
9	12570	69.27	5.00	45	0.0012700	0.0114300	0.0006350	0.0057150	0.0000418	0.0002813
10	14010	77.21	6.00	50	0.0015240	0.0127000	0.0007620	0.0063500	0.0000501	0.0003125
11	15190	83.71	7.00	55	0.0017780	0.0139700	0.0008890	0.0069850	0.0000585	0.0003438
12	16770	92.42	8.10	60	0.0020574	0.0152400	0.0010287	0.0076200	0.0000677	0.0003750
13	17620	97.10	9.00	65	0.0022860	0.0165100	0.0011430	0.0082550	0.0000752	0.0004063
14	19140	105.48	10.00	70	0.0025400	0.0177800	0.0012700	0.0089000	0.0000836	0.0004375
15	20090	110.71	10.50	75	0.0026670	0.0190500	0.0013335	0.0095250	0.0000877	0.0004688
16	21540	118.70	11.20	80	0.0028448	0.0203200	0.0014224	0.0101600	0.0000936	0.0005000
17	22450	123.72	12.00	85	0.0030480	0.0215900	0.0015240	0.0107950	0.0001003	0.0005313
18	23810	131.21	13.00	90	0.0033020	0.0228600	0.0016510	0.0114300	0.0001086	0.0005625
19	24770	136.51	13.50	95	0.0034290	0.0241300	0.0017145	0.0120650	0.0001128	0.0005938



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 132.1956 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	10.525829	$\epsilon_{t2} = 0.000128822$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 14.42755 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000013368$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000571$	0.000063	17.028697	$\epsilon_2 = 0.000571017$
$E_c = 226035 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.221592231$
	σ	ϵ	
	130.663563	0.000563	
	132.195595	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	136.284686	0.000594	
	Interpolamos para allar ϵt		
	σ	ϵt	
	130.663563	0.000127	
	132.195595	$\epsilon t 2$	
	136.284686	0.0001337	
	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$		
	σ	ϵt	
	10.525829	0.000008	
	14.427550	$\epsilon t 1$	
	17.028697	0.000017	

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 132.1956 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	11.242247	$\epsilon_{t2} = 0.000109393$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 15.54075 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000004679$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000568$	0.000063	18.406423	$\epsilon_2 = 0.000568294$
$E_c = 225075 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.202035952$
	σ	ϵ	
	131.214654	0.000563	
	132.195595	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	136.505123	0.000594	
	Interpolamos para allar ϵt		
	σ	ϵt	
	131.214654	0.000109	
	132.195595	$\epsilon t 2$	
	136.505123	0.0001128	
	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$		
	σ	ϵt	
	11.242247	0.000004	
	15.540753	$\epsilon t 1$	
	18.406423	0.000005	



Anexo 17

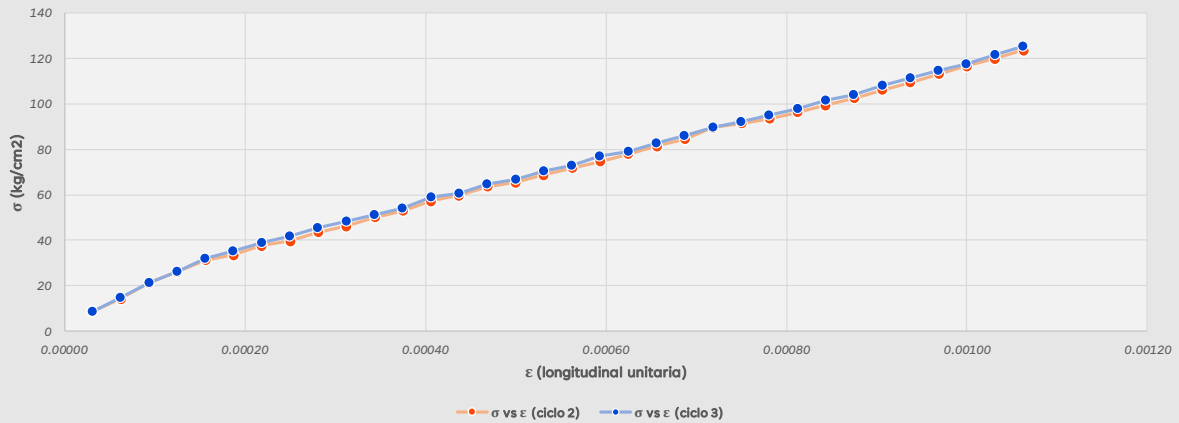
Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M17

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f _c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M17										
Edad: 34										
Material: Concreto										
Resistencia máxima: 307.93 kg/cm ²										
Carga de rotura: 55620 kg										
Tipo de falla: 3										
Longitud de medicion: 20.32 cm										
Diametro: 15.17 cm										
Fecha de vaciado: 30/04/2024										
Fecha de ensayo: 03/06/2024										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1570	8.69	0.10	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313
2	2590	14.34	0.60	10	0.0001524	0.0025400	0.0000762	0.0012700	0.0000050	0.0000625
3	3850	21.32	1.20	15	0.0003048	0.0038100	0.0001524	0.0019050	0.0000100	0.0000938
4	4720	26.13	1.90	20	0.0004826	0.0050800	0.0002413	0.0025400	0.0000159	0.0001250
5	5640	31.23	2.50	25	0.0006350	0.0063500	0.0003175	0.0031750	0.0000209	0.0001563
6	6070	33.61	2.90	30	0.0007366	0.0076200	0.0003683	0.0038100	0.0000243	0.0001875
7	6780	37.54	3.10	35	0.0007874	0.0089000	0.0003937	0.0044450	0.0000260	0.0002188
8	7150	39.59	3.40	40	0.0008636	0.0101600	0.0004318	0.0050800	0.0000285	0.0002500
9	7880	43.63	3.80	45	0.0009652	0.0114300	0.0004826	0.0057150	0.0000318	0.0002813
10	8350	46.23	4.00	50	0.0010160	0.0127000	0.0005080	0.0063500	0.0000335	0.0003125
11	9060	50.16	4.10	55	0.0010414	0.0139700	0.0005207	0.0069850	0.0000343	0.0003438
12	9560	52.93	4.50	60	0.0011430	0.0152400	0.0005715	0.0076200	0.0000377	0.0003750
13	10350	57.30	4.90	65	0.0012446	0.0165100	0.0006223	0.0082550	0.0000410	0.0004063
14	10790	59.74	5.10	70	0.0012954	0.0177800	0.0006477	0.0088900	0.0000427	0.0004375
15	11500	63.67	5.50	75	0.0013970	0.0190500	0.0006985	0.0095250	0.0000461	0.0004688
16	11830	65.50	5.70	80	0.0014478	0.0203200	0.0007239	0.0101600	0.0000477	0.0005000
17	12400	68.65	5.90	85	0.0014986	0.0215900	0.0007493	0.0107950	0.0000494	0.0005313
18	12970	71.81	6.00	90	0.0015240	0.0228600	0.0007620	0.0114300	0.0000502	0.0005625
19	13480	74.63	6.20	95	0.0015748	0.0241300	0.0007874	0.0120650	0.0000519	0.0005938
20	14090	78.01	6.80	100	0.0017272	0.0254000	0.0008636	0.0127000	0.0000569	0.0006250
21	14710	81.44	7.10	105	0.0018034	0.0266700	0.0009017	0.0133350	0.0000595	0.0006563
22	15260	84.49	7.50	110	0.0019050	0.0279400	0.0009525	0.0139700	0.0000628	0.0006875
23	16170	89.52	7.90	115	0.0020066	0.0292100	0.0010033	0.0146050	0.0000662	0.0007188
24	16520	91.46	8.20	120	0.0020828	0.0304800	0.0010414	0.0152400	0.0000687	0.0007500
25	16870	93.40	8.60	125	0.0021844	0.0317500	0.0010922	0.0158750	0.0000720	0.0007813
26	17420	96.44	9.00	130	0.0022860	0.0330200	0.0011430	0.0165100	0.0000754	0.0008125
27	17950	99.38	9.40	135	0.0023876	0.0342900	0.0011938	0.0171450	0.0000787	0.0008438
28	18500	102.42	9.90	140	0.0025146	0.0355600	0.0012573	0.0177800	0.0000829	0.0008750
29	19170	106.13	10.20	145	0.0025908	0.0368300	0.0012954	0.0184150	0.0000854	0.0009063
30	19750	109.34	10.60	150	0.0026924	0.0381000	0.0013462	0.0190500	0.0000888	0.0009375
31	20450	113.22	11.10	155	0.0028194	0.0393700	0.0014097	0.0196850	0.0000930	0.0009688
32	21060	116.60	11.80	160	0.0029972	0.0406400	0.0014986	0.0203200	0.0000988	0.0010000
33	21670	119.97	12.20	165	0.0030988	0.0419100	0.0015494	0.0209550	0.0001022	0.0010313
33	22300	123.46	12.20	170	0.0030988	0.0431800	0.0015494	0.0215900	0.0001022	0.0010625
Ciclo 3										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1560	8.64	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	2660	14.73	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	3880	21.48	0.50	15	0.0001270	0.0038100	0.0000635	0.0019050	0.0000042	0.0000938
4	4730	26.19	1.00	20	0.0002540	0.0050800	0.0001270	0.0025400	0.0000084	0.0001250
5	5770	31.94	1.80	25	0.0004572	0.0063500	0.0002286	0.0031750	0.0000151	0.0001563
6	6370	35.27	1.90	30	0.0004826	0.0076200	0.0002413	0.0038100	0.0000159	0.0001875
7	7050	39.03	2.10	35	0.0005334	0.0089000	0.0002667	0.0044450	0.0000176	0.0002188
8	7520	41.63	2.30	40	0.0005842	0.0101600	0.0002921	0.0050800	0.0000193	0.0002500
9	8210	45.45	2.80	45	0.0007112	0.0114300	0.0003556	0.0057150	0.0000234	0.0002813
10	8700	48.17	3.00	50	0.0007620	0.0127000	0.0003810	0.0063500	0.0000251	0.0003125
11	9220	51.05	3.20	55	0.0008128	0.0139700	0.0004064	0.0069850	0.0000268	0.0003438
12	9770	54.09	3.50	60	0.0008890	0.0152400	0.0004445	0.0076200	0.0000293	0.0003750
13	10650	58.96	4.00	65	0.0010160	0.0165100	0.0005080	0.0082550	0.0000335	0.0004063
14	10980	60.79	4.20	70	0.0010668	0.0177800	0.0005334	0.0088900	0.0000352	0.0004375
15	11660	64.55	4.50	75	0.0011430	0.0190500	0.0005715	0.0095250	0.0000377	0.0004688
16	12070	66.82	4.60	80	0.0011684	0.0203200	0.0005842	0.0101600	0.0000385	0.0005000
17	12730	70.48	5.00	85	0.0012700	0.0215900	0.0006350	0.0107950	0.0000419	0.0005313
18	13170	72.91	5.10	90	0.0012954	0.0228600	0.0006477	0.0114300	0.0000427	0.0005625
19	13940	77.18	5.80	95	0.0014732	0.0241300	0.0007366	0.0120650	0.0000486	0.0005938
20	14200	78.95	6.00	100	0.0015240	0.0254000	0.0007620	0.0127000	0.0000502	0.0006250
21	14980	82.93	6.20	105	0.0015748	0.0266700	0.0007874	0.0133350	0.0000519	0.0006563
22	15570	86.20	6.80	110	0.0017272	0.0279400	0.0008636	0.0139700	0.0000569	0.0006875
23	16170	89.52	7.00	115	0.0017780	0.0292100	0.0008900	0.0146050	0.0000586	0.0007188
24	16620	92.01	7.20	120	0.0018288	0.0304800	0.0009144	0.0152400	0.0000603	0.0007500
25	17150	94.95	7.80	125	0.0019812	0.0317500	0.0009906	0.0158750	0.0000653	0.0007813
26	17710	98.05	8.00	130	0.0020320	0.0330200	0.0010160	0.0165100	0.0000670	0.0008125
27	18360	101.65	8.50	135	0.0021590	0.0342900	0.0010795	0.0171450	0.0000712	0.0008438
28	18820	104.19	9.00	140	0.0022860	0.0355600	0.0011430	0.0177800	0.0000754	0.0008750
29	19520	108.07	9.50	145	0.0024130	0.0368300	0.0012065	0.0184150	0.0000796	0.0009063
30	20130	111.45	10.00	150	0.0025400	0.0381000	0.0012700	0.0190500	0.0000837	0.0009375
31	20740	114.82	10.10	155	0.0025654	0.0393700	0.0012827	0.0196850	0.0000846	0.0009688
32	21250	117.65	11.00	160	0.0027940	0.0406400	0.0013970	0.0203200	0.0000921	0.0010000
33	21980	121.69	11.50	165	0.0029210	0.0419100	0.0014605	0.0209550	0.0000963	0.0010313
33	22620	125.23	11.80	170	0.0029972	0.0431800	0.0014986	0.0215900	0.0000988	0.0010625

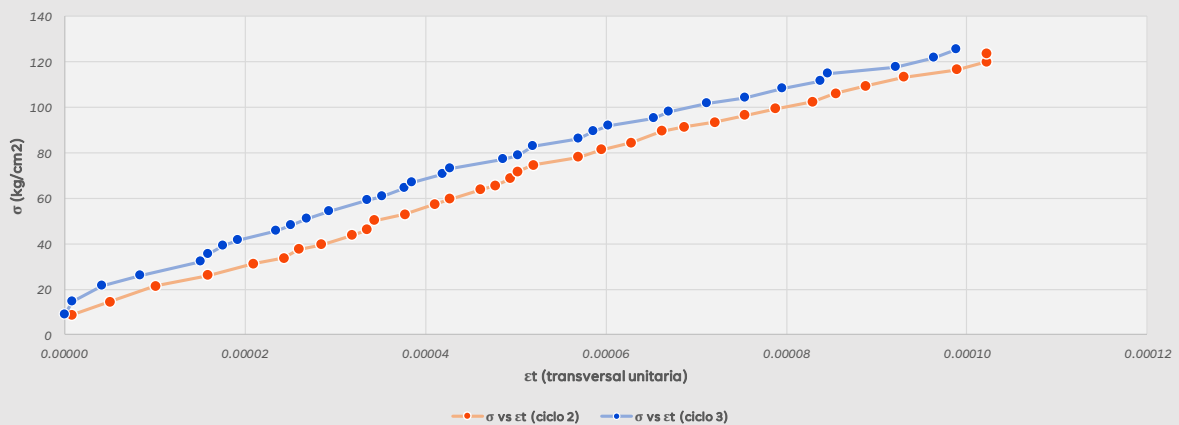
Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c) $E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ) $\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
	ε	σ	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 123.1732 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	8.692105	$\varepsilon_{t2} = 0.000102169$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 12.08036 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\varepsilon_{t1} = 0.000003350$
$\varepsilon 2 \approx \varepsilon 0.4\sigma_{max} = 0.00106$	0.000063	14.339204	$\varepsilon_2 = 0.001059921$
$E_c = 110002 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		Interpolamos para allar $\varepsilon t 2$
	σ	ε	
	119.973188	0.001031	σ
	123.173212	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	εt
	123.461103	0.001063	119.973188
			0.000102
			123.173212
			$\varepsilon t 2$
			123.461103
			0.0001022
			Interpolamos para allar $\varepsilon t 1$
			σ
			εt
			8.692105
			0.000001
			12.080364
			$\varepsilon t 1$
			14.339204
			0.000005

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c) $E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ) $\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
	ε	σ	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 123.1732 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	8.636741	$\varepsilon_{t2} = 0.000097359$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 12.29075 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\varepsilon_{t1} = 0.000000502$
$\varepsilon 2 \approx \varepsilon 0.4\sigma_{max} = 0.00104$	0.000063	14.726750	$\varepsilon_2 = 0.001044336$
$E_c = 111514 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		Interpolamos para allar $\varepsilon t 2$
	σ	ε	
	121.689464	0.001031	σ
	123.173212	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	εt
	125.232742	0.001063	121.689464
			0.000096
			123.173212
			$\varepsilon t 2$
			125.232742
			0.0000988
			Interpolamos para allar $\varepsilon t 1$
			σ
			εt
			8.636741
			0.000000
			12.290747
			$\varepsilon t 1$
			14.726750
			0.000001

Esfuerzo vs deformac. longitudinal unitaria





Esfuerzo vs deformac. transversal unitaria

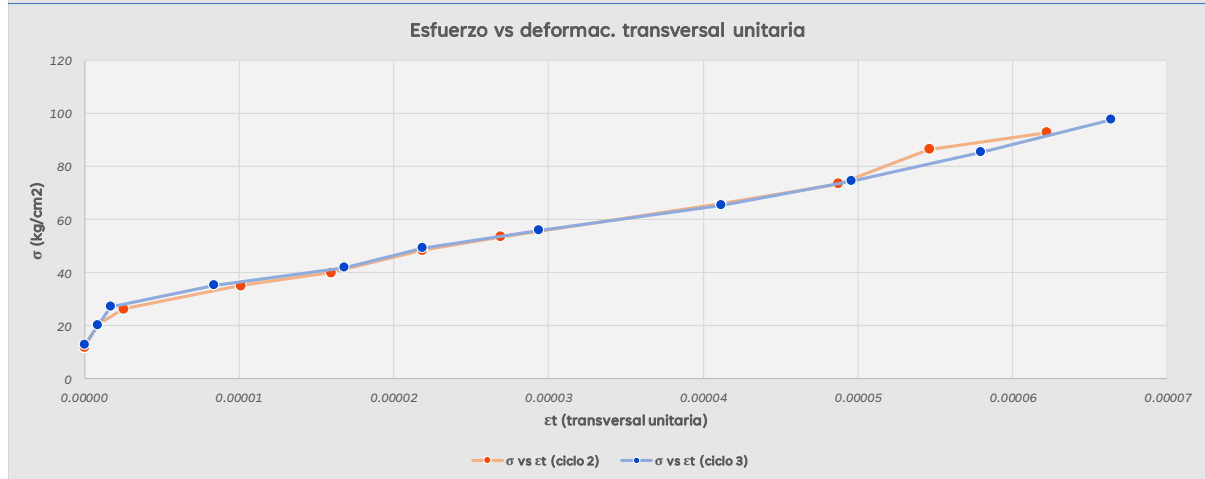
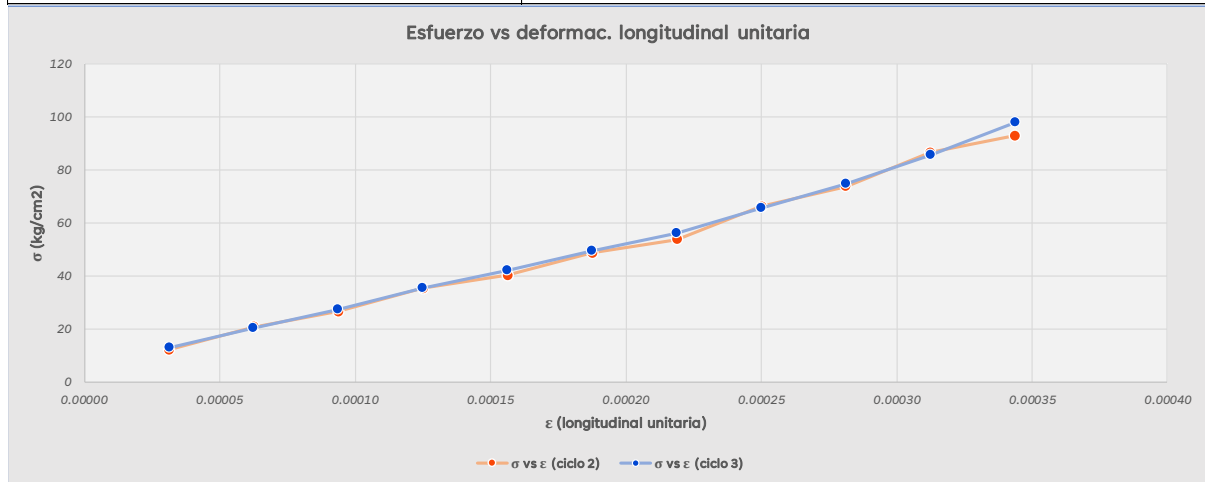


Anexo 18

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M18



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469 / C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M18										
Edad: 32										
Material: Concreto										
Fecha de vaciado: 02/05/2024										
Fecha de ensayo: 03/06/2024										
Resistencia máxima: 228.46 kg/cm ² Carga de rotura: 41020 kg Tipo de falla: 4 Longitud de medicion: 20.32 cm Diametro: 15.12 cm Area: 179.55 cm ²										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	2170	12.09	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	3700	20.61	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	4730	26.34	0.30	15	0.0000762	0.0038100	0.0000381	0.0019050	0.0000025	0.0000938
4	6310	35.14	1.20	20	0.003048	0.0050800	0.001524	0.0025400	0.0000101	0.0001250
5	7210	40.16	1.90	25	0.004826	0.0063500	0.002413	0.0031750	0.0000160	0.0001563
6	8710	48.51	2.60	30	0.006604	0.0076200	0.003302	0.0038100	0.0000218	0.0001875
7	9620	53.58	3.20	35	0.008128	0.0089000	0.004064	0.0044450	0.0000269	0.0002188
8	11860	66.05	4.90	40	0.012446	0.0101600	0.006223	0.0050800	0.0000412	0.0002500
9	13220	73.63	5.80	45	0.014732	0.0114300	0.007366	0.0057150	0.0000487	0.0002813
10	15530	86.49	6.50	50	0.016510	0.0127000	0.008255	0.0063500	0.0000546	0.0003125
11	16660	92.79	7.40	55	0.018796	0.0139700	0.009398	0.0069850	0.0000622	0.0003438
Ciclo 3										
1	2300	12.81	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	3630	20.22	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	4870	27.12	0.20	15	0.0000508	0.0038100	0.0000254	0.0019050	0.0000017	0.0000938
4	6320	35.20	1.00	20	0.002540	0.0050800	0.001270	0.0025400	0.0000084	0.0001250
5	7550	42.05	2.00	25	0.005080	0.0063500	0.002540	0.0031750	0.0000168	0.0001563
6	8830	49.18	2.60	30	0.006604	0.0076200	0.003302	0.0038100	0.0000218	0.0001875
7	10050	55.97	3.50	35	0.008890	0.0089000	0.004445	0.0044450	0.0000294	0.0002188
8	11760	65.50	4.90	40	0.012446	0.0101600	0.006223	0.0050800	0.0000412	0.0002500
9	13400	74.63	5.90	45	0.014986	0.0114300	0.007493	0.0057150	0.0000496	0.0002813
10	15340	85.43	6.90	50	0.017526	0.0127000	0.008763	0.0063500	0.0000580	0.0003125
11	17540	97.69	7.90	55	0.020066	0.0139700	0.010033	0.0069850	0.0000664	0.0003438

Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 91.38232 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	12.085546	$\epsilon_{t2} = 0.000060470$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 17.19823 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000000504$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000337$	0.000063	20.606691	$\epsilon_2 = 0.000336781$
$E_c = 258679 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.209101305$
	σ	ϵ	
	86.492409	0.000313	
	91.382321	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	92.785804	0.000344	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 2$
	σ	ϵt	
	86.492409	0.000055	
	91.382321	$\epsilon t 2$	
	92.785804	0.0000622	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
	σ	ϵt	
	12.085546	0.000000	
	17.198233	$\epsilon t 1$	
	20.606691	0.000001	
Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 91.38232 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	12.809565	$\epsilon_{t2} = 0.000062034$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 17.25393 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000000504$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000328$	0.000063	20.216835	$\epsilon_2 = 0.00032767$
$E_c = 266965 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.221593408$
	σ	ϵ	
	85.434227	0.000313	
	91.382321	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	97.686854	0.000344	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 2$
	σ	ϵt	
	85.434227	0.000058	
	91.382321	$\epsilon t 2$	
	97.686854	0.0000664	
			Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
	σ	ϵt	
	12.809565	0.000000	
	17.253927	$\epsilon t 1$	
	20.216835	0.000001	



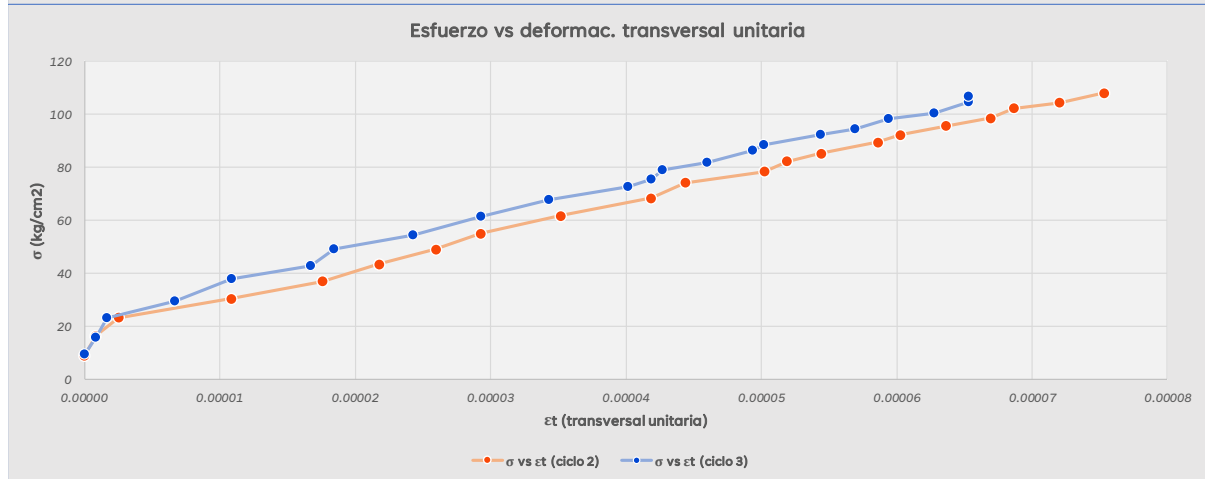
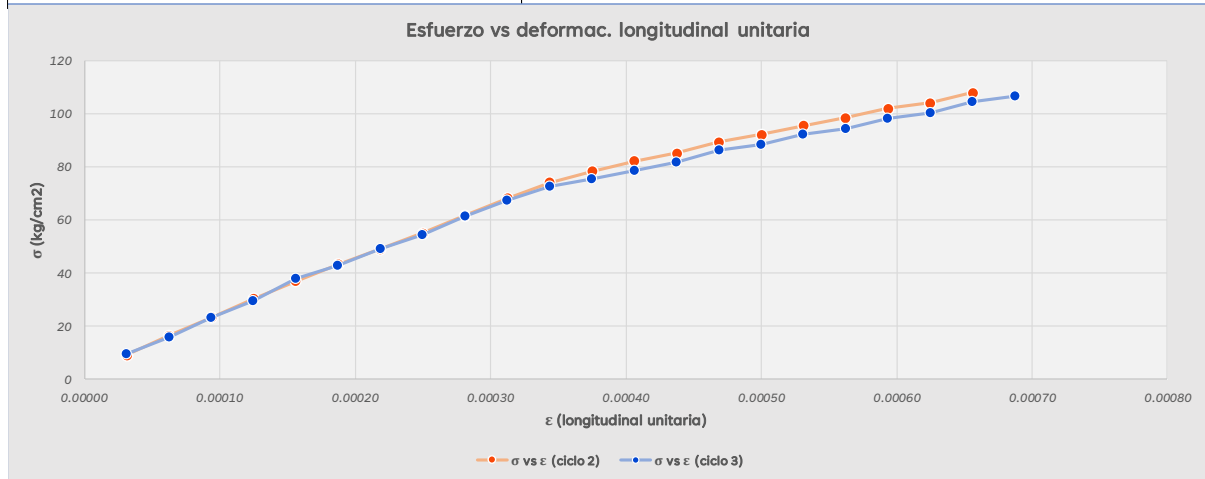
Anexo 19

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M19

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Codigo de la muestra: M19</td> <td>Resistencia máxima: 266.18</td> <td>kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 31</td> <td>Carga de rotura: 48110</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.17</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 180.74</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M19	Resistencia máxima: 266.18	kg/cm²	Edad: 31	Carga de rotura: 48110	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 5			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.17	cm		Area: 180.74	cm²
Codigo de la muestra: M19	Resistencia máxima: 266.18	kg/cm²																										
Edad: 31	Carga de rotura: 48110	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 5																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.17	cm																										
	Area: 180.74	cm²																										
Fecha de vaciado: 03/05/2024																												
Fecha de ensayo: 03/06/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1640	9.07	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2970	16.43	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	4210	23.29	0.30	15	0.0000762	0.0038100	0.0000381	0.0019050	0.0000025	0.0000938																		
4	5490	30.37	1.30	20	0.0003302	0.0050800	0.0001651	0.0025400	0.0000109	0.0001250																		
5	6690	37.01	2.10	25	0.0005334	0.0063500	0.0002667	0.0031750	0.0000176	0.0001563																		
6	7840	43.38	2.60	30	0.0006604	0.0076200	0.0003302	0.0038100	0.0000218	0.0001875																		
7	8860	49.02	3.10	35	0.0007874	0.0089000	0.0003937	0.0044450	0.0000260	0.0002188																		
8	9950	55.05	3.50	40	0.0008890	0.0101600	0.0004445	0.0050800	0.0000293	0.0002500																		
9	11140	61.63	4.20	45	0.0010668	0.0114300	0.0005334	0.0057150	0.0000352	0.0002813																		
10	12340	68.27	5.00	50	0.0012700	0.0127000	0.0006350	0.0063500	0.0000419	0.0003125																		
11	13410	74.19	5.30	55	0.0013462	0.0139700	0.0006731	0.0069850	0.0000444	0.0003438																		
12	14150	78.29	6.00	60	0.0015240	0.0152400	0.0007620	0.0076200	0.0000502	0.0003750																		
13	14850	82.16	6.20	65	0.0015748	0.0165100	0.0007874	0.0082550	0.0000519	0.0004063																		
14	15400	85.20	6.50	70	0.0016510	0.0177800	0.0008255	0.0089000	0.0000544	0.0004375																		
15	16150	89.35	7.00	75	0.0017780	0.0190500	0.0008890	0.0095250	0.0000586	0.0004688																		
16	16670	92.23	7.20	80	0.0018288	0.0203200	0.0009144	0.0101600	0.0000603	0.0005000																		
17	17280	95.61	7.60	85	0.0019304	0.0215900	0.0009652	0.0107950	0.0000636	0.0005313																		
18	17820	98.59	8.00	90	0.0020320	0.0228600	0.0010160	0.0114300	0.0000670	0.0005625																		
19	18460	102.13	8.20	95	0.0020828	0.0241300	0.0010414	0.0120650	0.0000686	0.0005938																		
20	18840	104.24	8.60	100	0.0021844	0.0254000	0.0010922	0.0127000	0.0000720	0.0006250																		
21	19510	107.94	9.00	105	0.0022860	0.0266700	0.0011430	0.0133350	0.0000753	0.0006563																		
Ciclo 3																												
1	1740	9.63	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2860	15.82	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	4200	23.24	0.20	15	0.0000508	0.0038100	0.0000254	0.0019050	0.0000017	0.0000938																		
4	5350	29.60	0.80	20	0.0002032	0.0050800	0.0001016	0.0025400	0.0000067	0.0001250																		
5	6830	37.79	1.30	25	0.0003302	0.0063500	0.0001651	0.0031750	0.0000109	0.0001563																		
6	7720	42.71	2.00	30	0.0005080	0.0076200	0.0002540	0.0038100	0.0000167	0.0001875																		
7	8910	49.30	2.20	35	0.0005588	0.0089000	0.0002794	0.0044450	0.0000184	0.0002188																		
8	9830	54.39	2.90	40	0.0007366	0.0101600	0.0003683	0.0050800	0.0000243	0.0002500																		
9	11130	61.58	3.50	45	0.0008890	0.0114300	0.0004445	0.0057150	0.0000293	0.0002813																		
10	12210	67.55	4.10	50	0.0010414	0.0127000	0.0005207	0.0063500	0.0000343	0.0003125																		
11	13120	72.59	4.80	55	0.0012192	0.0139700	0.0006096	0.0069850	0.0000402	0.0003438																		
12	13640	75.47	5.00	60	0.0012700	0.0152400	0.0006350	0.0076200	0.0000419	0.0003750																		
13	14240	78.79	5.10	65	0.0012954	0.0165100	0.0006477	0.0082550	0.0000427	0.0004063																		
14	14790	81.83	5.50	70	0.0013970	0.0177800	0.0006985	0.0089000	0.0000460	0.0004375																		
15	15600	86.31	5.90	75	0.0014986	0.0190500	0.0007493	0.0095250	0.0000494	0.0004688																		
16	16010	88.58	6.00	80	0.0015240	0.0203200	0.0007620	0.0101600	0.0000502	0.0005000																		
17	16710	92.45	6.50	85	0.0016510	0.0215900	0.0008255	0.0107950	0.0000544	0.0005313																		
18	17070	94.44	6.80	90	0.0017272	0.0228600	0.0008636	0.0114300	0.0000569	0.0005625																		
19	17770	98.32	7.10	95	0.0018034	0.0241300	0.0009017	0.0120650	0.0000594	0.0005938																		
20	18140	100.36	7.50	100	0.0019050	0.0254000	0.0009525	0.0127000	0.0000628	0.0006250																		
21	18910	104.62	7.80	105	0.0019812	0.0266700	0.0009906	0.0133350	0.0000653	0.0006563																		
22	19300	106.78	7.80	110	0.0019812	0.0279400	0.0009906	0.0139700	0.0000653	0.0006875																		



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>9.073666</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>16.432188</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	9.073666	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	16.432188	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>104.236508</td><td>0.000072</td></tr><tr><td>106.471729</td><td>$\epsilon t 2$</td></tr><tr><td>107.943433</td><td>0.0000753</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	104.236508	0.000072	106.471729	$\epsilon t 2$	107.943433	0.0000753
ϵ	σ																		
0.000031	9.073666																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	16.432188																		
σ	ϵt																		
104.236508	0.000072																		
106.471729	$\epsilon t 2$																		
107.943433	0.0000753																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 106.4717 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000074017$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 13.48878 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>104.236508</td><td>0.000625</td></tr><tr><td>106.471729</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>107.943433</td><td>0.000656</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	104.236508	0.000625	106.471729	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	107.943433	0.000656	$\epsilon_{t1} = 0.000000502$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>9.073666</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>13.488780</td><td>$\epsilon t 1$</td></tr><tr><td>16.432188</td><td>0.000001</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	9.073666	0.000000	13.488780	$\epsilon t 1$	16.432188	0.000001
σ	ϵ																		
104.236508	0.000625																		
106.471729	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
107.943433	0.000656																		
σ	ϵt																		
9.073666	0.000000																		
13.488780	$\epsilon t 1$																		
16.432188	0.000001																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000644$		$\epsilon_2 = 0.000643843$																	
Ec = 156578 kg/cm²		$\mu = 0.123794077$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>9.626939</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>15.823589</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	9.626939	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	15.823589	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>104.623799</td><td>0.000065</td></tr><tr><td>106.471729</td><td>$\epsilon t 2$</td></tr><tr><td>106.781561</td><td>0.0000653</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	104.623799	0.000065	106.471729	$\epsilon t 2$	106.781561	0.0000653
ϵ	σ																		
0.000031	9.626939																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	15.823589																		
σ	ϵt																		
104.623799	0.000065																		
106.471729	$\epsilon t 2$																		
106.781561	0.0000653																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 106.4717 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000065300$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 13.34493 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>104.623799</td><td>0.000656</td></tr><tr><td>106.471729</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>106.781561</td><td>0.000688</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	104.623799	0.000656	106.471729	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	106.781561	0.000688	$\epsilon_{t1} = 0.000000502$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>9.626939</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>13.344929</td><td>$\epsilon t 1$</td></tr><tr><td>15.823589</td><td>0.000001</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	9.626939	0.000000	13.344929	$\epsilon t 1$	15.823589	0.000001
σ	ϵ																		
104.623799	0.000656																		
106.471729	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
106.781561	0.000688																		
σ	ϵt																		
9.626939	0.000000																		
13.344929	$\epsilon t 1$																		
15.823589	0.000001																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000683$		$\epsilon_2 = 0.000683013$																	
Ec = 147117 kg/cm²		$\mu = 0.102363846$																	

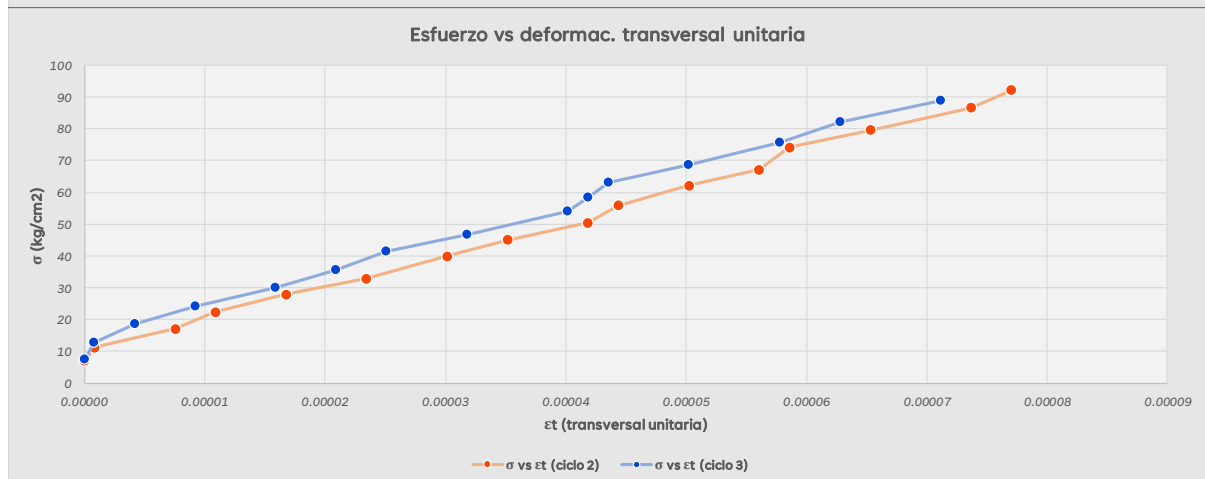
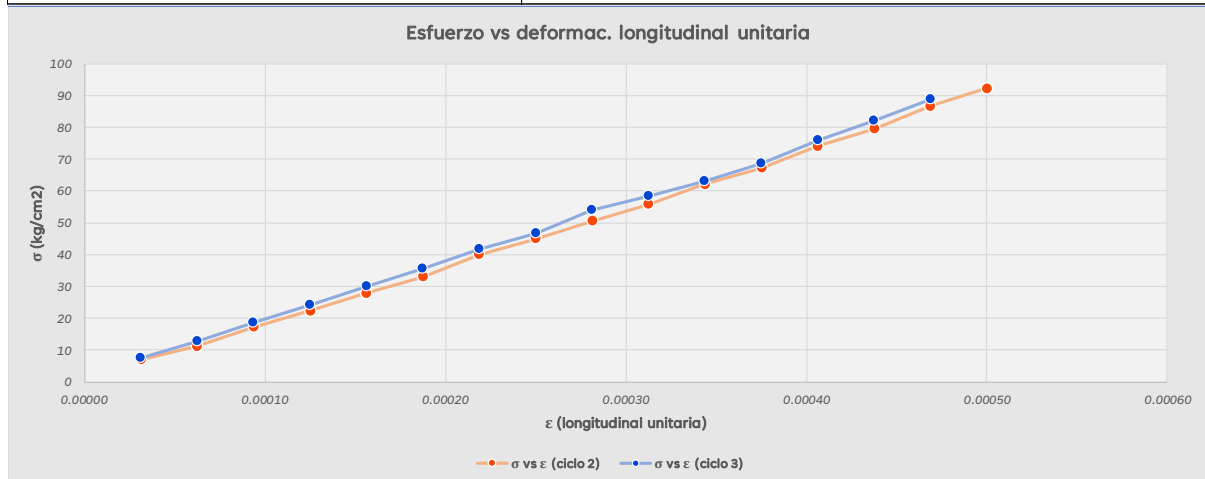


Anexo 20

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M20



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M20</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 220.59</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 30</td> <td>Carga de rotura: 39870</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.17</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 180.74</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M20	Resistencia máxima: 220.59	kg/cm²	Edad: 30	Carga de rotura: 39870	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 5			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.17	cm		Area: 180.74	cm²
Codigo de la muestra: M20	Resistencia máxima: 220.59	kg/cm²																										
Edad: 30	Carga de rotura: 39870	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 5																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.17	cm																										
	Area: 180.74	cm²																										
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Fecha de vaciado: 04/05/2024</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de ensayo: 03/06/2024</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>											Fecha de vaciado: 04/05/2024			Fecha de ensayo: 03/06/2024														
Fecha de vaciado: 04/05/2024																												
Fecha de ensayo: 03/06/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1260	6.97	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2030	11.23	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	3100	17.15	0.90	15	0.0002286	0.0038100	0.0001143	0.0019050	0.0000075	0.0000938																		
4	4030	22.30	1.30	20	0.0003302	0.0050800	0.0001651	0.0025400	0.0000109	0.0001250																		
5	5040	27.88	2.00	25	0.0005080	0.0063500	0.0002540	0.0031750	0.0000167	0.0001563																		
6	5950	32.92	2.80	30	0.0007112	0.0076200	0.0003556	0.0038100	0.0000234	0.0001875																		
7	7220	39.95	3.60	35	0.0009144	0.0089000	0.0004572	0.0044450	0.0000301	0.0002188																		
8	8140	45.04	4.20	40	0.0010668	0.0101600	0.0005334	0.0050800	0.0000352	0.0002500																		
9	9120	50.46	5.00	45	0.0012700	0.0114300	0.0006350	0.0057150	0.0000419	0.0002813																		
10	10090	55.83	5.30	50	0.0013462	0.0127000	0.0006731	0.0063500	0.0000444	0.0003125																		
11	11230	62.13	6.00	55	0.0015240	0.0139700	0.0007620	0.0069850	0.0000502	0.0003438																		
12	12140	67.17	6.70	60	0.0017018	0.0152400	0.0008509	0.0076200	0.0000561	0.0003750																		
13	13390	74.08	7.00	65	0.0017780	0.0165100	0.0008890	0.0082550	0.0000586	0.0004063																		
14	14370	79.51	7.80	70	0.0019812	0.0177800	0.0009906	0.0089000	0.0000653	0.0004375																		
15	15650	86.59	8.80	75	0.0022352	0.0190500	0.0011176	0.0095250	0.0000737	0.0004688																		
16	16650	92.12	9.20	80	0.0023368	0.0203200	0.0011684	0.0101600	0.0000770	0.0005000																		
Ciclo 3																												
1	1340	7.41	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2320	12.84	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	3340	18.48	0.50	15	0.0001270	0.0038100	0.0000635	0.0019050	0.0000042	0.0000938																		
4	4380	24.23	1.10	20	0.0002794	0.0050800	0.0001397	0.0025400	0.0000092	0.0001250																		
5	5410	29.93	1.90	25	0.0004826	0.0063500	0.0002413	0.0031750	0.0000159	0.0001563																		
6	6440	35.63	2.50	30	0.0006350	0.0076200	0.0003175	0.0038100	0.0000209	0.0001875																		
7	7510	41.55	3.00	35	0.0007620	0.0089000	0.0003810	0.0044450	0.0000251	0.0002188																		
8	8440	46.70	3.80	40	0.0009652	0.0101600	0.0004826	0.0050800	0.0000318	0.0002500																		
9	9750	53.94	4.80	45	0.0012192	0.0114300	0.0006096	0.0057150	0.0000402	0.0002813																		
10	10560	58.43	5.00	50	0.0012700	0.0127000	0.0006350	0.0063500	0.0000419	0.0003125																		
11	11400	63.07	5.20	55	0.0013208	0.0139700	0.0006604	0.0069850	0.0000435	0.0003438																		
12	12400	68.61	6.00	60	0.0015240	0.0152400	0.0007620	0.0076200	0.0000502	0.0003750																		
13	13700	75.80	6.90	65	0.0017526	0.0165100	0.0008763	0.0082550	0.0000578	0.0004063																		
14	14850	82.16	7.50	70	0.0019050	0.0177800	0.0009525	0.0089000	0.0000628	0.0004375																		
15	16060	88.86	8.50	75	0.0021590	0.0190500	0.0010795	0.0095250	0.0000712	0.0004688																		

Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>6.971231</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>11.231428</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	6.971231	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	11.231428	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>86.587121</td><td>0.000074</td></tr><tr><td>88.235872</td><td>$\epsilon t2$</td></tr><tr><td>92.119844</td><td>0.0000770</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	86.587121	0.000074	88.235872	$\epsilon t2$	92.119844	0.0000770
ϵ	σ																		
0.000031	6.971231																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	11.231428																		
σ	ϵt																		
86.587121	0.000074																		
88.235872	$\epsilon t2$																		
92.119844	0.0000770																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 88.23587 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000074670$	Interpolamos para allar $\epsilon t1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 9.52735 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>86.587121</td><td>0.000469</td></tr><tr><td>88.235872</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>92.119844</td><td>0.000500</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	86.587121	0.000469	88.235872	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	92.119844	0.000500	$\epsilon_{t1} = 0.000000502$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>6.971231</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>9.527350</td><td>$\epsilon t1$</td></tr><tr><td>11.231428</td><td>0.000001</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	6.971231	0.000000	9.527350	$\epsilon t1$	11.231428	0.000001
σ	ϵ																		
86.587121	0.000469																		
88.235872	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
92.119844	0.000500																		
σ	ϵt																		
6.971231	0.000000																		
9.527350	$\epsilon t1$																		
11.231428	0.000001																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000478$	Ec = 183872 kg/cm²	$\epsilon_2 = 0.000478063$																	
		$\mu = 0.173262854$																	
Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>7.413849</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>12.835918</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	7.413849	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	12.835918	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>82.160942</td><td>0.000063</td></tr><tr><td>88.235872</td><td>$\epsilon t2$</td></tr><tr><td>88.855537</td><td>0.0000712</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	82.160942	0.000063	88.235872	$\epsilon t2$	88.855537	0.0000712
ϵ	σ																		
0.000031	7.413849																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	12.835918																		
σ	ϵt																		
82.160942	0.000063																		
88.235872	$\epsilon t2$																		
88.855537	0.0000712																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 88.23587 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000070385$	Interpolamos para allar $\epsilon t1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 10.66709 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>82.160942</td><td>0.000438</td></tr><tr><td>88.235872</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>88.855537</td><td>0.000469</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	82.160942	0.000438	88.235872	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	88.855537	0.000469	$\epsilon_{t1} = 0.000000502$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>7.413849</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>10.667091</td><td>$\epsilon t1$</td></tr><tr><td>12.835918</td><td>0.000001</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	7.413849	0.000000	10.667091	$\epsilon t1$	12.835918	0.000001
σ	ϵ																		
82.160942	0.000438																		
88.235872	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
88.855537	0.000469																		
σ	ϵt																		
7.413849	0.000000																		
10.667091	$\epsilon t1$																		
12.835918	0.000001																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000466$	Ec = 186527 kg/cm²	$\epsilon_2 = 0.000465857$																	
		$\mu = 0.168045493$																	



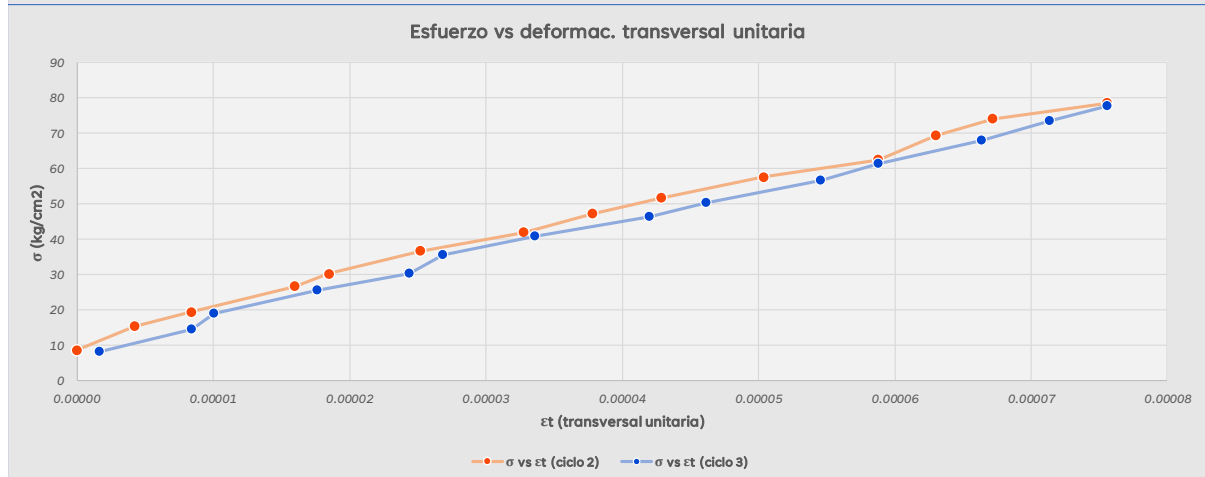
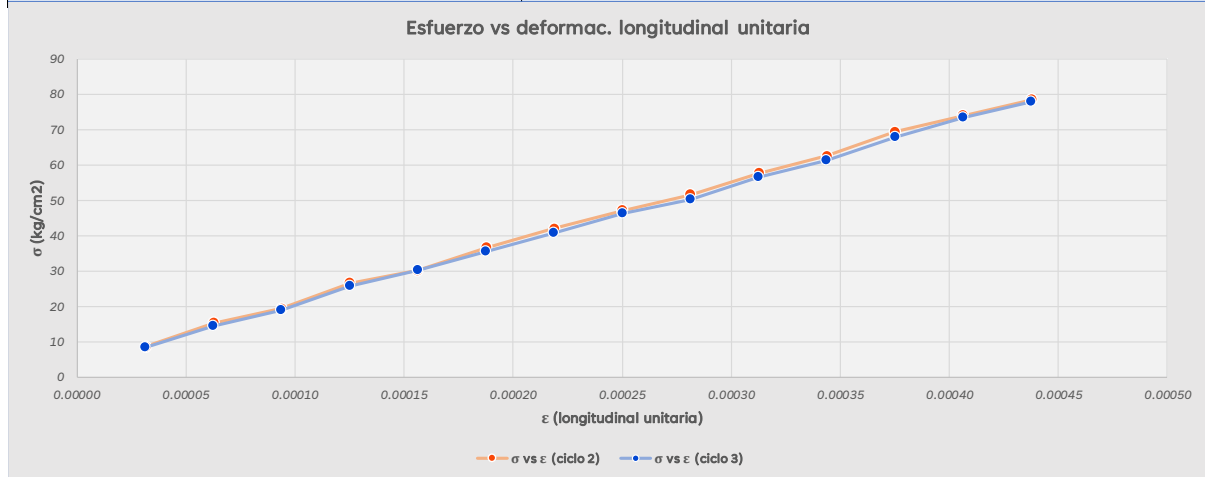
Anexo 21

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M21

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M21</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 189.14</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 35</td> <td>Carga de rotura: 33960</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.12</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 179.55</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M21	Resistencia máxima: 189.14	kg/cm²	Edad: 35	Carga de rotura: 33960	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 2			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.12	cm		Area: 179.55	cm²
Codigo de la muestra: M21	Resistencia máxima: 189.14	kg/cm²																										
Edad: 35	Carga de rotura: 33960	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 2																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.12	cm																										
	Area: 179.55	cm²																										
Fecha de vaciado: 06/05/2024																												
Fecha de ensayo: 10/06/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1520	8.47	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2730	15.20	0.50	10	0.0001270	0.0025400	0.0000635	0.0012700	0.0000042	0.0000625																		
3	3460	19.27	1.00	15	0.0002540	0.0038100	0.0001270	0.0019050	0.0000084	0.0000938																		
4	4760	26.51	1.90	20	0.0004826	0.0050800	0.0002413	0.0025400	0.0000160	0.0001250																		
5	5410	30.13	2.20	25	0.0005588	0.0063500	0.0002794	0.0031750	0.0000185	0.0001563																		
6	6570	36.59	3.00	30	0.0007620	0.0076200	0.0003810	0.0038100	0.0000252	0.0001875																		
7	7520	41.88	3.90	35	0.0009906	0.0089000	0.0004953	0.0044450	0.0000328	0.0002188																		
8	8450	47.06	4.50	40	0.0011430	0.0101600	0.0005715	0.0050800	0.0000378	0.0002500																		
9	9250	51.52	5.10	45	0.0012954	0.0114300	0.0006477	0.0057150	0.0000428	0.0002813																		
10	10330	57.53	6.00	50	0.0015240	0.0127000	0.0007620	0.0063500	0.0000504	0.0003125																		
11	11200	62.38	7.00	55	0.0017780	0.0139700	0.0008890	0.0069850	0.0000588	0.0003438																		
12	12430	69.23	7.50	60	0.0019050	0.0152400	0.0009525	0.0076200	0.0000630	0.0003750																		
13	13270	73.91	8.00	65	0.0020320	0.0165100	0.0010160	0.0082550	0.0000672	0.0004063																		
14	14080	78.42	9.00	70	0.0022860	0.0177800	0.0011430	0.0089000	0.0000756	0.0004375																		
Ciclo 3																												
1	1470	8.19	0.20	5	0.0000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313																		
2	2600	14.48	1.00	10	0.0002540	0.0025400	0.0001270	0.0012700	0.0000084	0.0000625																		
3	3400	18.94	1.20	15	0.0003048	0.0038100	0.0001524	0.0019050	0.0000101	0.0000938																		
4	4590	25.56	2.10	20	0.0005334	0.0050800	0.0002667	0.0025400	0.0000176	0.0001250																		
5	5400	30.07	2.90	25	0.0007366	0.0063500	0.0003683	0.0031750	0.0000244	0.0001563																		
6	6380	35.53	3.20	30	0.0008128	0.0076200	0.0004064	0.0038100	0.0000269	0.0001875																		
7	7300	40.66	4.00	35	0.0010160	0.0089000	0.0005080	0.0044450	0.0000336	0.0002188																		
8	8300	46.23	5.00	40	0.0012700	0.0101600	0.0006350	0.0050800	0.0000420	0.0002500																		
9	9010	50.18	5.50	45	0.0013970	0.0114300	0.0006985	0.0057150	0.0000462	0.0002813																		
10	10160	56.58	6.50	50	0.0016510	0.0127000	0.0008255	0.0063500	0.0000546	0.0003125																		
11	10990	61.21	7.00	55	0.0017780	0.0139700	0.0008890	0.0069850	0.0000588	0.0003438																		
12	12180	67.83	7.90	60	0.0020066	0.0152400	0.0010033	0.0076200	0.0000664	0.0003750																		
13	13180	73.40	8.50	65	0.0021590	0.0165100	0.0010795	0.0082550	0.0000714	0.0004063																		
14	13940	77.64	9.00	70	0.0022860	0.0177800	0.0011430	0.0089000	0.0000756	0.0004375																		



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c) $E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ) $\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
	ϵ	σ	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 75.6544 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	8.465451	$\epsilon_{t2} = 0.000070452$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 12.50882 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	
$\epsilon_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 0.000418$	0.000063	15.204396	$\epsilon_{t1} = 0.000002520$
$E_c = 171422 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\epsilon_2 = 0.000418364$
	σ	ϵ	$\mu = 0.184415363$
	73.905619	0.000406	
	75.654403	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	78.416814	0.000438	
			Interpolamos para allar $\epsilon t2$
	σ	ϵt	
	73.905619	0.000067	
	75.654403	$\epsilon t2$	
	78.416814	0.0000756	
			Interpolamos para allar $\epsilon t1$
	σ	ϵt	
	8.465451	0.000000	
	12.508818	$\epsilon t1$	
	15.204396	0.000004	

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c) $E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ) $\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
	ϵ	σ	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 75.6544 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	8.186983	$\epsilon_{t2} = 0.000073628$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 11.96302 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	
$\epsilon_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 0.000423$	0.000063	14.480378	$\epsilon_{t1} = 0.000005712$
$E_c = 170818 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\epsilon_2 = 0.000422862$
	σ	ϵ	$\mu = 0.182148844$
	73.404375	0.000406	
	75.654403	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	77.637101	0.000438	
			Interpolamos para allar $\epsilon t2$
	σ	ϵt	
	73.404375	0.000071	
	75.654403	$\epsilon t2$	
	77.637101	0.0000756	
			Interpolamos para allar $\epsilon t1$
	σ	ϵt	
	8.186983	0.000002	
	11.963020	$\epsilon t1$	
	14.480378	0.000008	



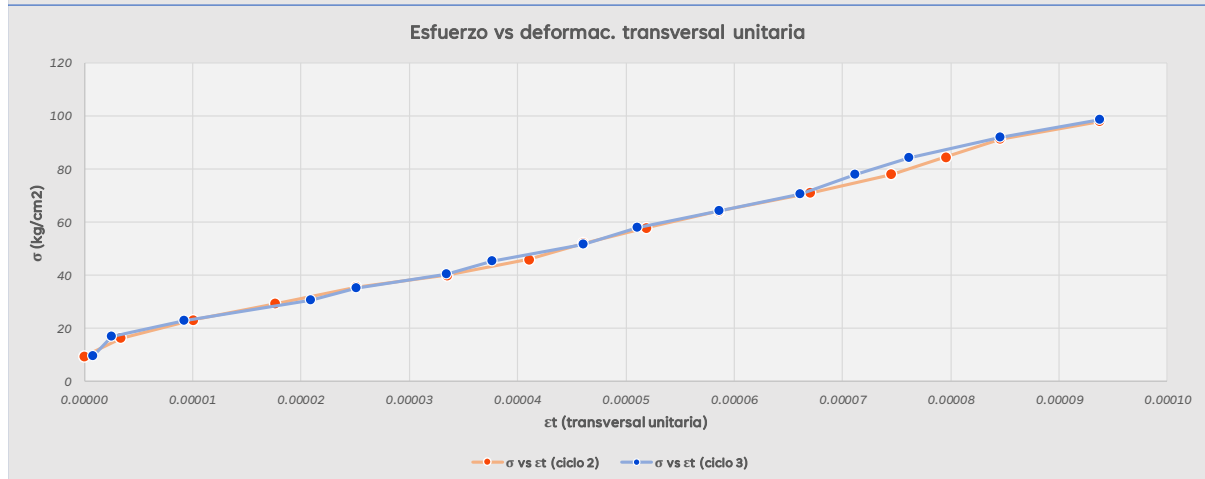
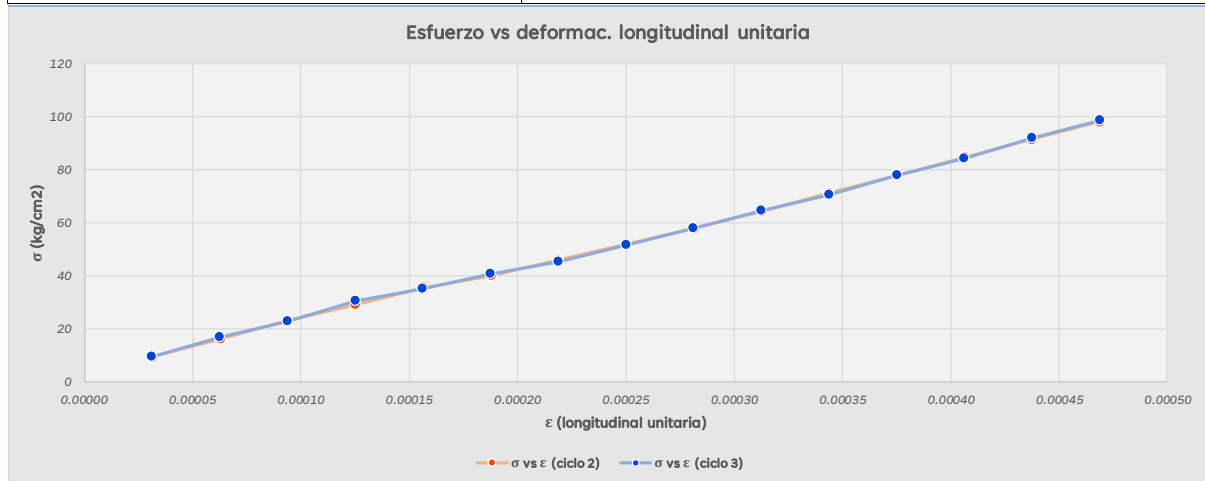
Anexo 22

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M22

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M22										
Edad: 34										
Material: Concreto										
Resistencia máxima: 242.78 kg/cm ²										
Carga de rotura: 43880 kg										
Tipo de falla: 2										
Longitud de medicion: 20.32 cm										
Diametro: 15.17 cm										
Fecha de vaciado: 07/05/2024										
Fecha de ensayo: 10/06/2024										
Area: 180.74 cm ²										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1670	9.24	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	2900	16.04	0.40	10	0.0001016	0.0025400	0.0000508	0.0012700	0.0000033	0.0000625
3	4150	22.96	1.20	15	0.0003048	0.0038100	0.0001524	0.0019050	0.0000100	0.0000938
4	5250	29.05	2.10	20	0.0005334	0.0050800	0.0002667	0.0025400	0.0000176	0.0001250
5	6390	35.35	3.00	25	0.0007620	0.0063500	0.0003810	0.0031750	0.0000251	0.0001563
6	7210	39.89	4.00	30	0.0010160	0.0076200	0.0005080	0.0038100	0.0000335	0.0001875
7	8260	45.70	4.90	35	0.0012446	0.0089000	0.0006223	0.0044450	0.0000410	0.0002188
8	9380	51.90	5.50	40	0.0013970	0.0101600	0.0006985	0.0050800	0.0000460	0.0002500
9	10430	57.71	6.20	45	0.0015748	0.0114300	0.0007874	0.0057150	0.0000519	0.0002813
10	11580	64.07	7.00	50	0.0017780	0.0127000	0.0008890	0.0063500	0.0000586	0.0003125
11	12820	70.93	8.00	55	0.0020320	0.0139700	0.0010160	0.0069850	0.0000670	0.0003438
12	14080	77.90	8.90	60	0.0022606	0.0152400	0.0011303	0.0076200	0.0000745	0.0003750
13	15260	84.43	9.50	65	0.0024130	0.0165100	0.0012065	0.0082550	0.0000795	0.0004063
14	16500	91.29	10.10	70	0.0025654	0.0177800	0.0012827	0.0089000	0.0000846	0.0004375
15	17710	97.98	11.20	75	0.0028448	0.0190500	0.0014224	0.0095250	0.0000938	0.0004688
Ciclo 3										
1	1700	9.41	0.10	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313
2	3020	16.71	0.30	10	0.0000762	0.0025400	0.0000381	0.0012700	0.0000025	0.0000625
3	4120	22.79	1.10	15	0.0002794	0.0038100	0.0001397	0.0019050	0.0000092	0.0000938
4	5480	30.32	2.50	20	0.0006350	0.0050800	0.0003175	0.0025400	0.0000209	0.0001250
5	6340	35.08	3.00	25	0.0007620	0.0063500	0.0003810	0.0031750	0.0000251	0.0001563
6	7300	40.39	4.00	30	0.0010160	0.0076200	0.0005080	0.0038100	0.0000335	0.0001875
7	8160	45.15	4.50	35	0.0011430	0.0089000	0.0005715	0.0044450	0.0000377	0.0002188
8	9280	51.34	5.50	40	0.0013970	0.0101600	0.0006985	0.0050800	0.0000460	0.0002500
9	10450	57.82	6.10	45	0.0015494	0.0114300	0.0007747	0.0057150	0.0000511	0.0002813
10	11620	64.29	7.00	50	0.0017780	0.0127000	0.0008890	0.0063500	0.0000586	0.0003125
11	12740	70.49	7.90	55	0.0020066	0.0139700	0.0010033	0.0069850	0.0000661	0.0003438
12	14070	77.85	8.50	60	0.0021590	0.0152400	0.0010795	0.0076200	0.0000712	0.0003750
13	15190	84.04	9.10	65	0.0023114	0.0165100	0.0011557	0.0082550	0.0000762	0.0004063
14	16610	91.90	10.10	70	0.0025654	0.0177800	0.0012827	0.0089000	0.0000846	0.0004375
15	17780	98.37	11.20	75	0.0028448	0.0190500	0.0014224	0.0095250	0.0000938	0.0004688



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
	ε	σ	
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	0.000031	9.239648	$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
	0.000050	$\sigma(0.00005)$	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.11036 \text{ kg/cm}^2$	0.000063	16.044898	$\varepsilon_{t2} = 0.000092562$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 13.3228 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		$\varepsilon_{t1} = 0.000002009$
	σ	ε	$\varepsilon_2 = 0.000464669$
$S2 \approx \varepsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000465$	91.289936	0.000438	$\mu = 0.21837223$
$E_c = 202059 \text{ kg/cm}^2$	97.110361	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	
		97.984531	0.000469
Interpolamos para allar σ			
	σ	ε_t	
	91.289936	0.000085	
	97.110361	$\varepsilon_t 2$	
	97.984531	0.0000938	
Interpolamos para allar ε_t			
	σ	ε_t	
	9.239648	0.000000	
	13.322798	$\varepsilon_t 1$	
	16.044898	0.000003	

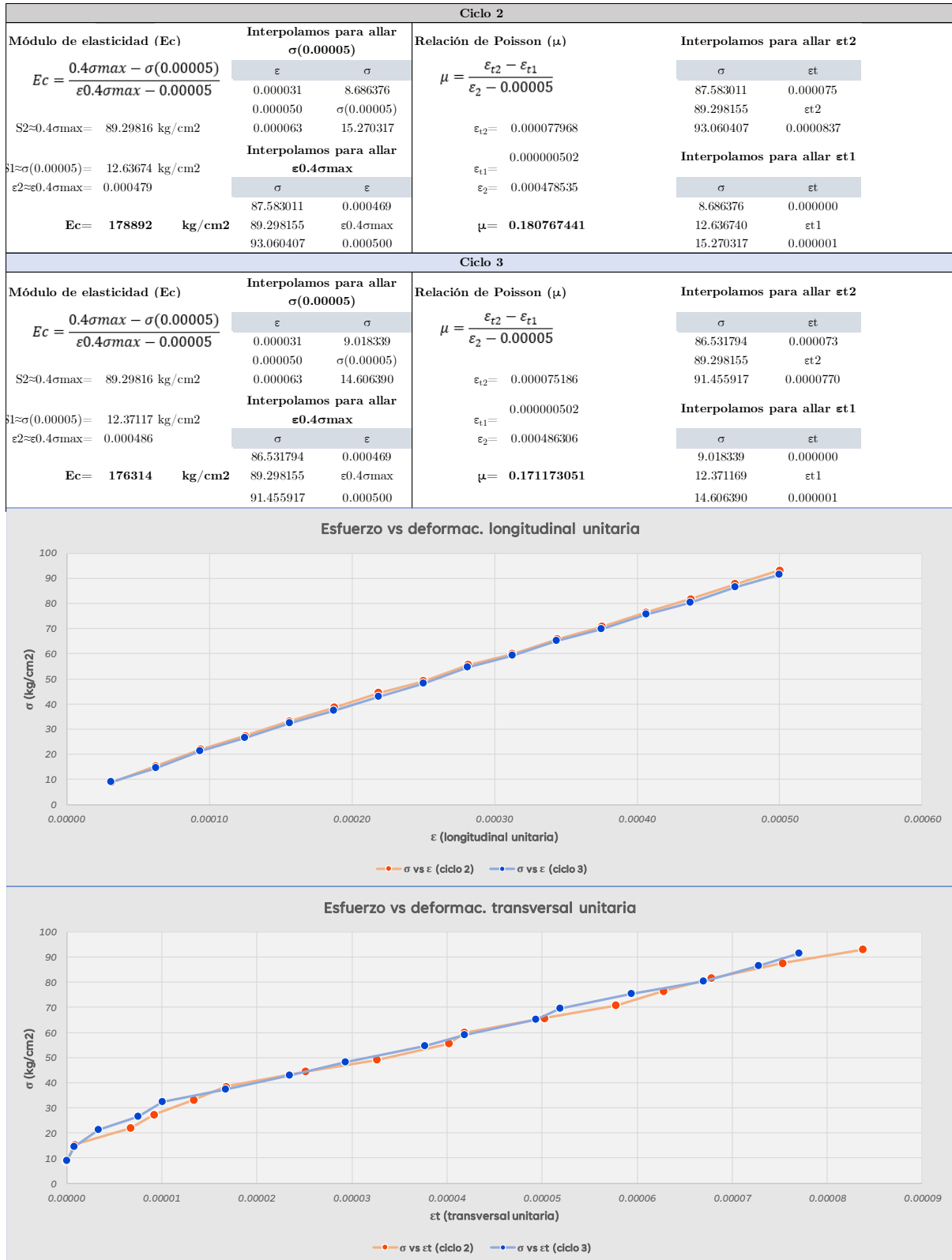
Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
	ε	σ	
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	0.000031	9.405630	$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
	0.000050	$\sigma(0.00005)$	
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.11036 \text{ kg/cm}^2$	0.000063	16.708825	$\varepsilon_{t2} = 0.000091969$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 13.7875 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		$\varepsilon_{t1} = 0.000001842$
	σ	ε	$\varepsilon_2 = 0.00046266$
$S2 \approx \varepsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000463$	91.898535	0.000438	$\mu = 0.218406415$
$E_c = 201916 \text{ kg/cm}^2$	97.110361	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	
		98.371822	0.000469
Interpolamos para allar σ			
	σ	ε_t	
	91.898535	0.000085	
	97.110361	$\varepsilon_t 2$	
	98.371822	0.0000938	
Interpolamos para allar ε_t			
	σ	ε_t	
	9.405630	0.000001	
	13.787547	$\varepsilon_t 1$	
	16.708825	0.000003	



Anexo 23

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M23

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469 / C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M23</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 223.25</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 33</td> <td>Carga de rotura: 40350</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.17</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 180.74</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M23	Resistencia máxima: 223.25	kg/cm²	Edad: 33	Carga de rotura: 40350	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 4			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.17	cm		Area: 180.74	cm²
Codigo de la muestra: M23	Resistencia máxima: 223.25	kg/cm²																										
Edad: 33	Carga de rotura: 40350	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 4																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.17	cm																										
	Area: 180.74	cm²																										
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Fecha de vaciado: 08/05/2024</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Fecha de ensayo: 10/06/2024</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>											Fecha de vaciado: 08/05/2024			Fecha de ensayo: 10/06/2024														
Fecha de vaciado: 08/05/2024																												
Fecha de ensayo: 10/06/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1570	8.69	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2760	15.27	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	3960	21.91	0.80	15	0.0002032	0.0038100	0.0001016	0.0019050	0.0000067	0.0000938																		
4	4930	27.28	1.10	20	0.0002794	0.0050800	0.0001397	0.0025400	0.0000092	0.0001250																		
5	6000	33.20	1.60	25	0.0004064	0.0063500	0.0002032	0.0031750	0.0000134	0.0001563																		
6	6960	38.51	2.00	30	0.0005080	0.0076200	0.0002540	0.0038100	0.0000167	0.0001875																		
7	8020	44.37	3.00	35	0.0007620	0.0088900	0.0003810	0.0044450	0.0000251	0.0002188																		
8	8880	49.13	3.90	40	0.0009906	0.0101600	0.0004953	0.0050800	0.0000326	0.0002500																		
9	10030	55.49	4.80	45	0.0012192	0.0114300	0.0006096	0.0057150	0.0000402	0.0002813																		
10	10830	59.92	5.00	50	0.0012700	0.0127000	0.0006350	0.0063500	0.0000419	0.0003125																		
11	11870	65.67	6.00	55	0.0015240	0.0139700	0.0007620	0.0069850	0.0000502	0.0003438																		
12	12780	70.71	6.90	60	0.0017526	0.0152400	0.0008763	0.0076200	0.0000578	0.0003750																		
13	13810	76.41	7.50	65	0.0019050	0.0165100	0.0009525	0.0082550	0.0000628	0.0004063																		
14	14760	81.66	8.10	70	0.0020574	0.0177800	0.0010287	0.0088900	0.0000678	0.0004375																		
15	15830	87.58	9.00	75	0.0022860	0.0190500	0.0011430	0.0095250	0.0000753	0.0004688																		
16	16820	93.06	10.00	80	0.0025400	0.0203200	0.0012700	0.0101600	0.0000837	0.0005000																		
Ciclo 3																												
1	1630	9.02	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	2640	14.61	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	3840	21.25	0.40	15	0.0001016	0.0038100	0.0000508	0.0019050	0.0000033	0.0000938																		
4	4790	26.50	0.90	20	0.0002286	0.0050800	0.0001143	0.0025400	0.0000075	0.0001250																		
5	5860	32.42	1.20	25	0.0003048	0.0063500	0.0001524	0.0031750	0.0000100	0.0001563																		
6	6740	37.29	2.00	30	0.0005080	0.0076200	0.0002540	0.0038100	0.0000167	0.0001875																		
7	7760	42.93	2.80	35	0.0007112	0.0088900	0.0003556	0.0044450	0.0000234	0.0002188																		
8	8700	48.13	3.50	40	0.0008890	0.0101600	0.0004445	0.0050800	0.0000293	0.0002500																		
9	9860	54.55	4.50	45	0.0011430	0.0114300	0.0005715	0.0057150	0.0000377	0.0002813																		
10	10680	59.09	5.00	50	0.0012700	0.0127000	0.0006350	0.0063500	0.0000419	0.0003125																		
11	11750	65.01	5.90	55	0.0014986	0.0139700	0.0007493	0.0069850	0.0000494	0.0003438																		
12	12580	69.60	6.20	60	0.0015748	0.0152400	0.0007874	0.0076200	0.0000519	0.0003750																		
13	13650	75.52	7.10	65	0.0018034	0.0165100	0.0009017	0.0082550	0.0000594	0.0004063																		
14	14510	80.28	8.00	70	0.0020320	0.0177800	0.0010160	0.0088900	0.0000670	0.0004375																		
15	15640	86.53	8.70	75	0.0022098	0.0190500	0.0011049	0.0095250	0.0000728	0.0004688																		
16	16530	91.46	9.20	80	0.0023368	0.0203200	0.0011684	0.0101600	0.0000770	0.0005000																		



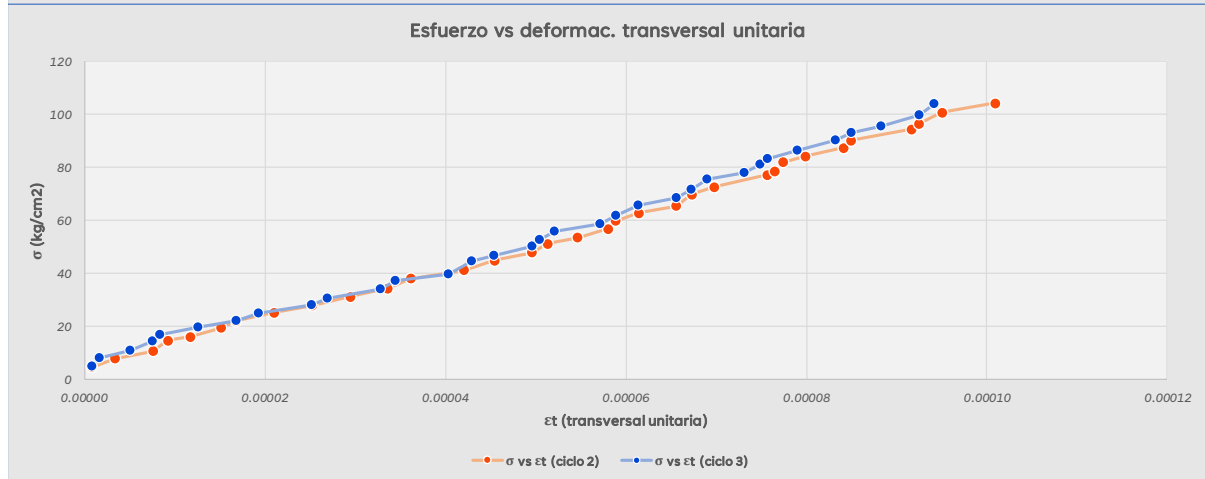
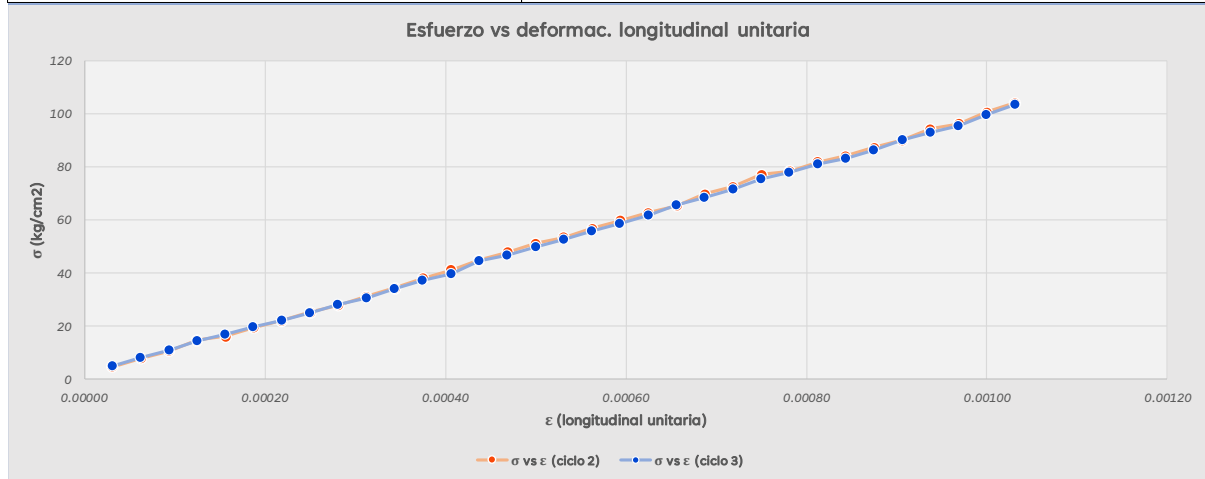
Anexo 24

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M24

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
Ficha de toma de datos										
Proyecto:	Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto Fe 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.									
Solicitante:	Br. Bill Antony Vargas Quispe									
Ensayo:	Ensayo normalizado para Módulo elástico de elasticidad y coeficiente de Poisson									
Referencia:	ASTM C469/C469M-14									
Lugar:	CUSCO									
Codigo de la muestra:	M24	Resistencia máxima:		254.25	kg/cm²					
Edad:	32	Carga de rotura:		45530	kg					
Material:	Concreto	Tipo de falla:		5						
		Longitud de medicion:		20.32	cm					
Fecha de vaciado:	09/05/2024	Diametro:		15.10	cm					
Fecha de ensayo:	10/06/2024	Area:		179.08	cm²					
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	830	4.63	0.10	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313
2	1410	7.87	0.40	10	0.0001016	0.0025400	0.0000508	0.0012700	0.0000034	0.0000625
3	1920	10.72	0.90	15	0.0002286	0.0038100	0.0001143	0.0019050	0.0000076	0.0000938
4	2620	14.63	1.10	20	0.0002794	0.0050800	0.0001397	0.0025400	0.0000093	0.0001250
5	2880	16.08	1.40	25	0.0003556	0.0063500	0.0001778	0.0031750	0.0000118	0.0001563
6	3490	19.49	1.80	30	0.0004572	0.0076200	0.0002286	0.0038100	0.0000151	0.0001875
7	3940	22.00	2.00	35	0.0005080	0.0088900	0.0002540	0.0044450	0.0000168	0.0002188
8	4510	25.18	2.50	40	0.0006350	0.0101600	0.0003175	0.0050800	0.0000210	0.0002500
9	4990	27.86	3.00	45	0.0007620	0.0114300	0.0003810	0.0057150	0.0000252	0.0002813
10	5590	31.22	3.50	50	0.0008890	0.0127000	0.0004445	0.0063500	0.0000294	0.0003125
11	6160	34.40	4.00	55	0.0010160	0.0139700	0.0005080	0.0069850	0.0000336	0.0003438
12	6820	38.08	4.30	60	0.0010922	0.0152400	0.0005461	0.0076200	0.0000362	0.0003750
13	7360	41.10	5.00	65	0.0012700	0.0165100	0.0006350	0.0082550	0.0000421	0.0004063
14	8040	44.90	5.40	70	0.0013716	0.0177800	0.0006858	0.0088900	0.0000454	0.0004375
15	8560	47.80	5.90	75	0.0014986	0.0190500	0.0007493	0.0095250	0.0000496	0.0004688
16	9160	51.15	6.10	80	0.0015494	0.0203200	0.0007747	0.0101600	0.0000513	0.0005000
17	9580	53.50	6.50	85	0.0016510	0.0215900	0.0008255	0.0107950	0.0000547	0.0005313
18	10180	56.85	6.90	90	0.0017526	0.0228600	0.0008763	0.0114300	0.0000580	0.0005625
19	10700	59.75	7.00	95	0.0017780	0.0241300	0.0008890	0.0120650	0.0000589	0.0005938
20	11240	62.77	7.30	100	0.0018542	0.0254000	0.0009271	0.0127000	0.0000614	0.0006250
21	11710	65.39	7.80	105	0.0019812	0.0266700	0.0009906	0.0133350	0.0000656	0.0006563
22	12490	69.75	8.00	110	0.0020220	0.0279400	0.0010160	0.0139700	0.0000673	0.0006875
23	13000	72.59	8.30	115	0.0021082	0.0292100	0.0010541	0.0146050	0.0000698	0.0007188
24	13820	77.17	9.00	120	0.0022860	0.0304800	0.0011430	0.0152400	0.0000757	0.0007500
25	14050	78.46	9.10	125	0.0023114	0.0317500	0.0011557	0.0158750	0.0000765	0.0007813
26	14670	81.92	9.20	130	0.0023368	0.0330200	0.0011684	0.0165100	0.0000774	0.0008125
27	15080	84.21	9.50	135	0.0024130	0.0342900	0.0012065	0.0171450	0.0000799	0.0008438
28	15640	87.34	10.00	140	0.0025400	0.0355600	0.0012700	0.0177800	0.0000814	0.0008750
29	16140	90.13	10.10	145	0.0025654	0.0368300	0.0012827	0.0184150	0.0000849	0.0009063
30	16900	94.37	10.90	150	0.0026786	0.0381000	0.0013843	0.0190500	0.0000917	0.0009375
31	17250	96.33	11.00	155	0.0027940	0.0393700	0.0013970	0.0196850	0.0000925	0.0009688
32	18030	100.68	11.30	160	0.0028702	0.0406400	0.0014351	0.0203200	0.0000950	0.0010000
33	18650	104.14	12.00	165	0.0030480	0.0419100	0.0015240	0.0209550	0.0001009	0.0010313
Ciclo 3										
1	870	4.86	0.10	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313
2	1460	8.15	0.20	10	0.0000508	0.0025400	0.0000254	0.0012700	0.0000017	0.0000625
3	1960	10.94	0.60	15	0.0001524	0.0038100	0.0000762	0.0019050	0.0000050	0.0000938
4	2560	14.30	0.90	20	0.0002286	0.0050800	0.0001143	0.0025400	0.0000076	0.0001250
5	3010	16.81	1.00	25	0.0002540	0.0063500	0.0001270	0.0031750	0.0000084	0.0001563
6	3540	19.77	1.50	30	0.0003810	0.0076200	0.0001905	0.0038100	0.0000126	0.0001875
7	3960	22.11	2.00	35	0.0005080	0.0088900	0.0002540	0.0044450	0.0000168	0.0002188
8	4450	24.85	2.30	40	0.0005842	0.0101600	0.0002921	0.0050800	0.0000193	0.0002500
9	5030	28.09	3.00	45	0.0007620	0.0114300	0.0003810	0.0057150	0.0000252	0.0002813
10	5500	30.71	3.20	50	0.0008128	0.0127000	0.0004064	0.0063500	0.0000269	0.0003125
11	6100	34.06	3.90	55	0.0009906	0.0139700	0.0004953	0.0069850	0.0000328	0.0003438
12	6650	37.13	4.10	60	0.0010414	0.0152400	0.0005207	0.0076200	0.0000345	0.0003750
13	7130	39.81	4.80	65	0.0012192	0.0165100	0.0006096	0.0082550	0.0000404	0.0004063
14	7960	44.45	5.10	70	0.0012954	0.0177800	0.0006477	0.0088900	0.0000429	0.0004375
15	8340	46.57	5.40	75	0.0013716	0.0190500	0.0006858	0.0095250	0.0000454	0.0004688
16	8960	50.03	5.90	80	0.0014986	0.0203200	0.0007493	0.0101600	0.0000496	0.0005000
17	9410	52.55	6.00	85	0.0015240	0.0215900	0.0007620	0.0107950	0.0000505	0.0005313
18	10020	55.95	6.20	90	0.0015748	0.0228600	0.0007874	0.0114300	0.0000521	0.0005625
19	10470	58.47	6.80	95	0.0017272	0.0241300	0.0008636	0.0120650	0.0000572	0.0005938
20	11070	61.82	7.00	100	0.0017780	0.0254000	0.0008890	0.0127000	0.0000589	0.0006250
21	11750	65.61	7.30	105	0.0018542	0.0266700	0.0009271	0.0133350	0.0000614	0.0006563
22	12240	68.35	7.80	110	0.0019812	0.0279400	0.0009906	0.0139700	0.0000656	0.0006875
23	12820	71.59	8.00	115	0.0020220	0.0292100	0.0010160	0.0146050	0.0000673	0.0007188
24	13500	75.39	8.20	120	0.0020828	0.0304800	0.0010414	0.0152400	0.0000690	0.0007500
25	13940	77.84	8.70	125	0.0022098	0.0317500	0.0011049	0.0158750	0.0000732	0.0007813
26	14490	80.91	8.90	130	0.0022606	0.0330200	0.0011303	0.0165100	0.0000749	0.0008125
27	14890	83.15	9.00	135	0.0022860	0.0342900	0.0011430	0.0171450	0.0000757	0.0008438
28	15460	86.33	9.40	140	0.0023876	0.0355600	0.0011938	0.0177800	0.0000791	0.0008750
29	16130	90.07	9.90	145	0.0025146	0.0368300	0.0012573	0.0184150	0.0000833	0.0009063
30	16670	93.09	10.10	150	0.0025654	0.0381000	0.0012827	0.0190500	0.0000849	0.0009375
31	17100	95.49	10.50	155	0.0026670	0.0393700	0.0013335	0.0196850	0.0000883	0.0009688
32	17820	99.51	11.00	160	0.0027940	0.0406400	0.0013970	0.0203200	0.0000925	0.0010000
33	18570	103.70	11.20	165	0.0028448	0.0419100	0.0014224	0.0209550	0.0000942	0.0010313



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ε	σ	$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 101.6983 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	4.634835	$\varepsilon_{t2} = 0.000096768$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 6.578116 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\varepsilon_{t1} = 0.000002355$
$\varepsilon_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 0.001009$	0.000063	7.873636	$\varepsilon_2 = 0.001009173$
$E_c = 99169 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.098431641$
	σ	ε	
	100.682027	0.001000	
	101.698340	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	
	104.144193	0.001031	
			Interpolamos para allar εt_2
	σ	εt	
	100.682027	0.000095	
	101.698340	εt_2	
	104.144193	0.001009	
			Interpolamos para allar εt_1
	σ	εt	
	4.634835	0.000001	
	6.578116	εt_1	
	7.873636	0.000003	

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ε	σ	$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 101.6983 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	4.858201	$\varepsilon_{t2} = 0.000093396$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 6.834986 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\varepsilon_{t1} = 0.000001346$
$\varepsilon_2 \approx 0.4\sigma_{max} = 0.001016$	0.000063	8.152843	$\varepsilon_2 = 0.001016333$
$E_c = 98168.4 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.095257035$
	σ	ε	
	99.509358	0.001000	
	101.698340	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	
	103.697462	0.001031	
			Interpolamos para allar εt_2
	σ	εt	
	99.509358	0.000093	
	101.698340	εt_2	
	103.697462	0.000094	
			Interpolamos para allar εt_1
	σ	εt	
	4.858201	0.000001	
	6.834986	εt_1	
	8.152843	0.000002	



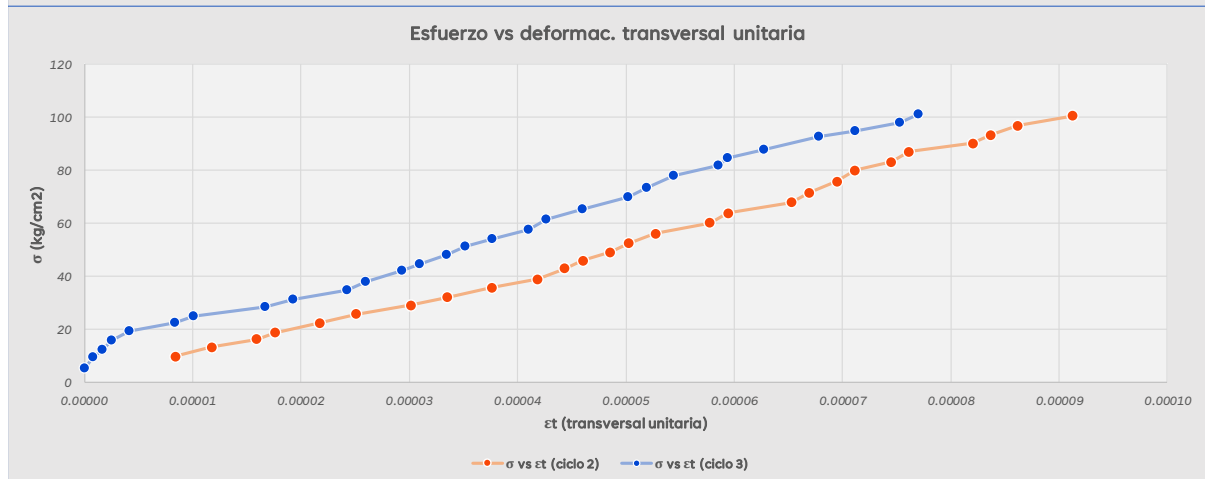
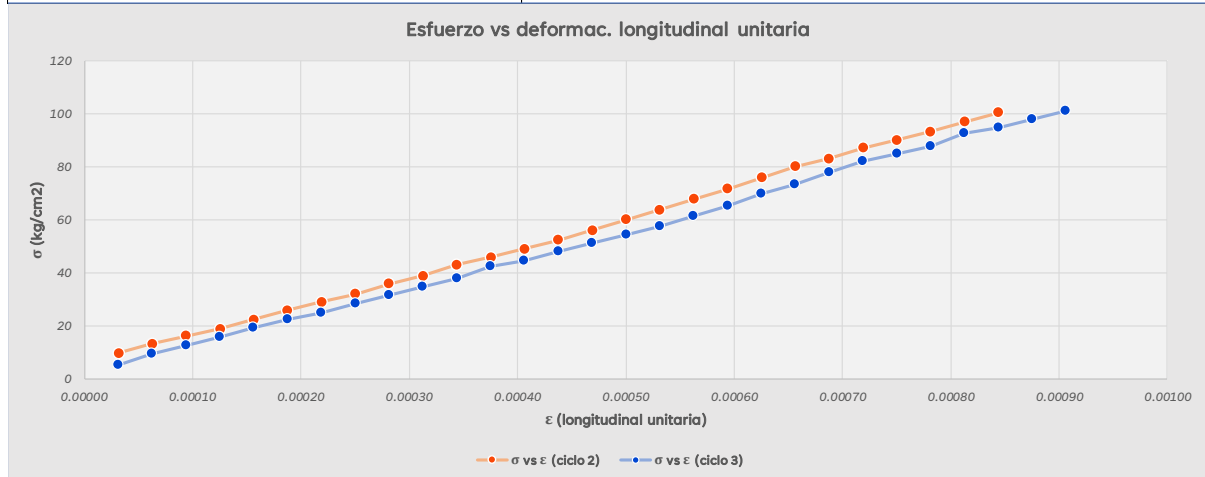
Anexo 25

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M25

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M25</td> <td style="text-align: right;">Resistencia máxima: 244.72</td> <td style="text-align: right;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Edad: 31</td> <td style="text-align: right;">Carga de rotura: 44260</td> <td style="text-align: right;">kg</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Material: Concreto</td> <td style="text-align: right;">Tipo de falla: 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Longitud de medicion: 20.32</td> <td style="text-align: right;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Diametro: 15.18</td> <td style="text-align: right;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Area: 180.86</td> <td style="text-align: right;">cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M25	Resistencia máxima: 244.72	kg/cm²	Edad: 31	Carga de rotura: 44260	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 5			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.18	cm		Area: 180.86	cm²
Codigo de la muestra: M25	Resistencia máxima: 244.72	kg/cm²																										
Edad: 31	Carga de rotura: 44260	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 5																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.18	cm																										
	Area: 180.86	cm²																										
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1730	9.57	1.00	5	0.002540	0.0012700	0.0001270	0.0006350	0.0000084	0.0000313																		
2	2370	13.10	1.40	10	0.003556	0.0025400	0.0001778	0.0012700	0.0000117	0.0000625																		
3	2920	16.14	1.90	15	0.004826	0.0038100	0.0002413	0.0019050	0.0000159	0.0000938																		
4	3370	18.63	2.10	20	0.005334	0.0050800	0.0002667	0.0025400	0.0000176	0.0001250																		
5	4010	22.17	2.60	25	0.006604	0.0063500	0.0003302	0.0031750	0.0000218	0.0001563																		
6	4640	25.65	3.00	30	0.007620	0.0076200	0.0003810	0.0038100	0.0000251	0.0001875																		
7	5230	28.92	3.60	35	0.009144	0.0088900	0.0004572	0.0044450	0.0000301	0.0002188																		
8	5770	31.90	4.00	40	0.010160	0.0101600	0.0005080	0.0050800	0.0000335	0.0002500																		
9	6450	35.66	4.50	45	0.011430	0.0114300	0.0005715	0.0057150	0.0000377	0.0002813																		
10	7000	38.70	5.00	50	0.012700	0.0127000	0.0006350	0.0063500	0.0000418	0.0003125																		
11	7750	42.85	5.30	55	0.013462	0.0139700	0.0006731	0.0069850	0.0000444	0.0003438																		
12	8280	45.78	5.50	60	0.013970	0.0152400	0.0006985	0.0076200	0.0000460	0.0003750																		
13	8840	48.88	5.80	65	0.014732	0.0165100	0.0007366	0.0082550	0.0000485	0.0004063																		
14	9450	52.25	6.00	70	0.015240	0.0177800	0.0007620	0.0088900	0.0000502	0.0004375																		
15	10120	55.95	6.30	75	0.016002	0.0190500	0.0008001	0.0095250	0.0000527	0.0004688																		
16	10850	59.99	6.90	80	0.017526	0.0203200	0.0008763	0.0101600	0.0000577	0.0005000																		
17	11510	63.64	7.10	85	0.018034	0.0215900	0.0009017	0.0107950	0.0000594	0.0005313																		
18	12240	67.68	7.80	90	0.019812	0.0228600	0.0009906	0.0114300	0.0000653	0.0005625																		
19	12920	71.44	8.00	95	0.020230	0.0241300	0.0010160	0.0120650	0.0000670	0.0005938																		
20	13690	75.69	8.30	100	0.021082	0.0254000	0.0010541	0.0127000	0.0000695	0.0006250																		
21	14440	79.84	8.50	105	0.021590	0.0266700	0.0010795	0.0133350	0.0000711	0.0006563																		
22	15000	82.94	8.90	110	0.022606	0.0279400	0.0011303	0.0139700	0.0000745	0.0006875																		
23	15710	86.86	9.10	115	0.023114	0.0292100	0.0011557	0.0146050	0.0000762	0.0007188																		
24	16270	89.96	9.80	120	0.024892	0.0304800	0.0012446	0.0152400	0.0000820	0.0007500																		
25	16850	93.16	10.00	125	0.025400	0.0317500	0.0012700	0.0158750	0.0000837	0.0007813																		
26	17500	96.76	10.30	130	0.026162	0.0330200	0.0013081	0.0165100	0.0000862	0.0008125																		
27	18140	100.30	10.90	135	0.027686	0.0342900	0.0013843	0.0171450	0.0000912	0.0008438																		
Ciclo 3																												
1	930	5.14	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	1680	9.29	0.10	10	0.000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625																		
3	2230	12.33	0.20	15	0.000508	0.0038100	0.0000254	0.0019050	0.0000017	0.0000938																		
4	2840	15.70	0.30	20	0.000762	0.0050800	0.0000381	0.0025400	0.0000025	0.0001250																		
5	3440	19.02	0.50	25	0.001270	0.0063500	0.0000635	0.0031750	0.0000042	0.0001563																		
6	4040	22.34	1.00	30	0.002540	0.0076200	0.0001270	0.0038100	0.0000084	0.0001875																		
7	4500	24.88	1.20	35	0.003048	0.0088900	0.0001524	0.0044450	0.0000100	0.0002188																		
8	5100	28.20	2.00	40	0.005080	0.0101600	0.0002540	0.0050800	0.0000167	0.0002500																		
9	5660	31.29	2.30	45	0.005842	0.0114300	0.0002921	0.0057150	0.0000192	0.0002813																		
10	6270	34.67	2.90	50	0.007366	0.0127000	0.0003683	0.0063500	0.0000243	0.0003125																		
11	6820	37.71	3.10	55	0.007874	0.0139700	0.0003937	0.0069850	0.0000259	0.0003438																		
12	7620	42.13	3.50	60	0.008890	0.0152400	0.0004445	0.0076200	0.0000293	0.0003750																		
13	8040	44.45	3.70	65	0.009398	0.0165100	0.0004699	0.0082550	0.0000310	0.0004063																		
14	8650	47.83	4.00	70	0.010160	0.0177800	0.0005080	0.0088900	0.0000335	0.0004375																		
15	9220	50.98	4.20	75	0.010668	0.0190500	0.0005334	0.0095250	0.0000351	0.0004688																		
16	9780	54.07	4.50	80	0.011430	0.0203200	0.0005715	0.0101600	0.0000377	0.0005000																		
17	10410	57.56	4.90	85	0.012446	0.0215900	0.0006223	0.0107950	0.0000410	0.0005313																		
18	11090	61.32	5.10	90	0.012954	0.0228600	0.0006477	0.0114300	0.0000427	0.0005625																		
19	11770	65.08	5.50	95	0.013970	0.0241300	0.0006985	0.0120650	0.0000460	0.0005938																		
20	12620	69.78	6.00	100	0.015240	0.0254000	0.0007620	0.0127000	0.0000502	0.0006250																		
21	13220	73.09	6.20	105	0.015748	0.0266700	0.0007874	0.0133350	0.0000519	0.0006563																		
22	14060	77.74	6.50	110	0.016510	0.0279400	0.0008255	0.0139700	0.0000544	0.0006875																		
23	14800	81.83	7.00	115	0.017780	0.0292100	0.0008890	0.0146050	0.0000586	0.0007188																		
24	15310	84.65	7.10	120	0.018034	0.0304800	0.0009017	0.0152400	0.0000594	0.0007500																		
25	15850	87.64	7.50	125	0.019050	0.0317500	0.0009525	0.0158750	0.0000628	0.0007813																		
26	16730	92.50	8.10	130	0.020574	0.0330200	0.0010287	0.0165100	0.0000678	0.0008125																		
27	17110	94.60	8.50	135	0.021590	0.0342900	0.0010795	0.0171450	0.0000711	0.0008438																		
28	17700	97.86	9.00	140	0.022860	0.0355600	0.0011430	0.0177800	0.0000753	0.0008750																		
29	18240	100.85	9.20	145	0.023368	0.0368300	0.0011684	0.0184150	0.0000770	0.0009063																		



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.8868 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	9.565305	$\epsilon_{t2} = 0.000087802$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 11.68847 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000010378$
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000822$	0.000063	13.103915	$\epsilon_2 = 0.000822461$
$E_c = 111589 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.100230273$
	σ	ϵ	
	96.758866	0.000813	
	97.886797	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	100.297475	0.000844	
	Interpolamos para allar ϵt_2		
	σ	ϵt	
	96.758866	0.000086	
	97.886797	ϵt_2	
	100.297475	0.0000912	
	Interpolamos para allar ϵt_1		
	σ	ϵt	
	9.565305	0.000008	
	11.688471	ϵt_1	
	13.103915	0.000012	

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	σ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.8868 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	5.142043	$\epsilon_{t2} = 0.000075334$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 7.630128 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000000502$
$\epsilon_2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000875$	0.000063	9.288851	$\epsilon_2 = 0.000875231$
$E_c = 109371 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.090679416$
	σ	ϵ	
	97.864681	0.000875	
	97.886797	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	
	100.850383	0.000906	
	Interpolamos para allar ϵt_2		
	σ	ϵt	
	97.864681	0.000075	
	97.886797	ϵt_2	
	100.850383	0.0000770	
	Interpolamos para allar ϵt_1		
	σ	ϵt	
	5.142043	0.000000	
	7.630128	ϵt_1	
	9.288851	0.000001	



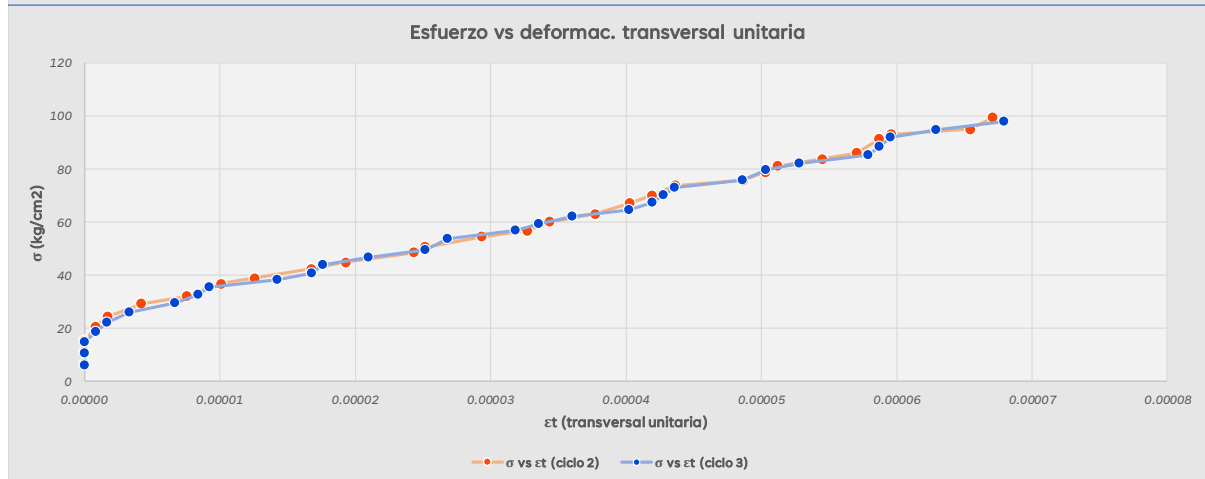
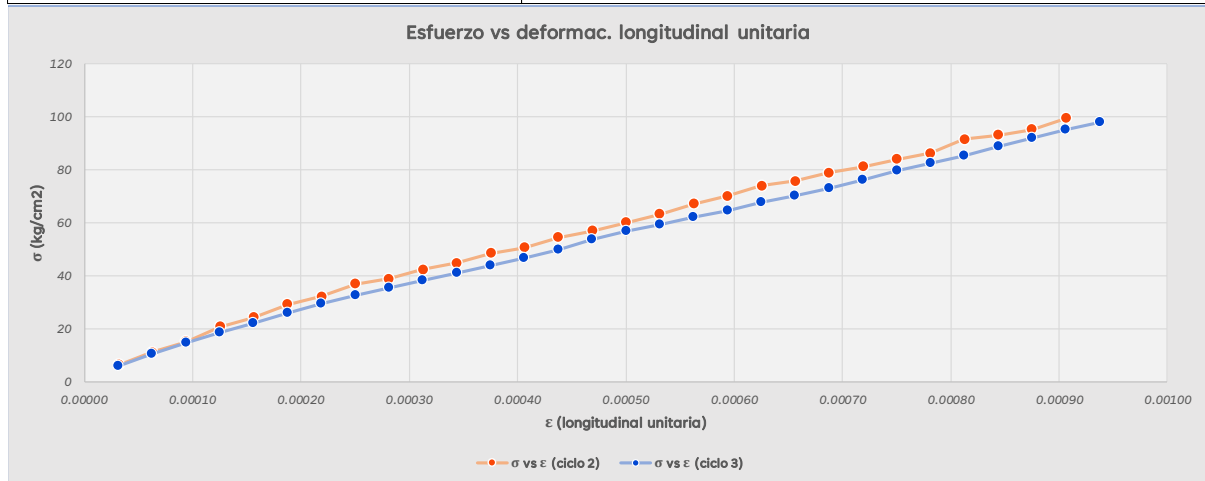
Anexo 26

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M26

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div> 										
<div style="text-align: center;"> Ficha de toma de datos </div>										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto Fc 210 kg/cm2 para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M26										
Edad: 34										
Material: Concreto										
Fecha de vaciado: 11/05/2024										
Fecha de ensayo: 14/06/2024										
<div style="text-align: right;"> Resistencia máxima: 241.79 kg/cm2 Carga de rotura: 43530 kg Tipo de falla: 2 Longitud de medicion: 20.32 cm Diametro: 15.14 cm Area: 180.03 cm2 </div>										
<div style="text-align: center;"> Ciclo 2 </div>										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1140	6.33	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	1980	11.00	0.00	10	0.0000000	0.0025400	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0000625
3	2720	15.11	0.00	15	0.0000000	0.0038100	0.0000000	0.0019050	0.0000000	0.0000938
4	3700	20.55	0.10	20	0.0000254	0.0050800	0.0000127	0.0025400	0.0000008	0.0001250
5	4340	24.11	0.20	25	0.0000508	0.0063500	0.0000254	0.0031750	0.0000017	0.0001563
6	5230	29.05	0.50	30	0.0001270	0.0076200	0.0000635	0.0038100	0.0000042	0.0001875
7	5760	31.99	0.90	35	0.0002286	0.0088900	0.0001143	0.0044450	0.0000075	0.0002188
8	6610	36.72	1.20	40	0.0003048	0.0101600	0.0001524	0.0050800	0.0000101	0.0002500
9	6980	38.77	1.50	45	0.0003810	0.0114300	0.0001905	0.0057150	0.0000126	0.0002813
10	7600	42.22	2.00	50	0.0005080	0.0127000	0.0002540	0.0063500	0.0000168	0.0003125
11	8050	44.72	2.30	55	0.0005842	0.0139700	0.0002921	0.0069850	0.0000193	0.0003438
12	8710	48.38	2.90	60	0.0007366	0.0152400	0.0003683	0.0076200	0.0000243	0.0003750
13	9080	50.44	3.00	65	0.0007620	0.0165100	0.0003810	0.0082550	0.0000252	0.0004063
14	9790	54.38	3.50	70	0.0008890	0.0177800	0.0004445	0.0088900	0.0000294	0.0004375
15	10210	56.71	3.90	75	0.0009906	0.0190500	0.0004953	0.0095250	0.0000327	0.0004688
16	10790	59.93	4.10	80	0.0010414	0.0203200	0.0005207	0.0101600	0.0000344	0.0005000
17	11350	63.05	4.50	85	0.0011430	0.0215900	0.0005715	0.0107950	0.0000377	0.0005313
18	12060	66.99	4.80	90	0.0012192	0.0228600	0.0006096	0.0114300	0.0000403	0.0005625
19	12600	69.99	5.00	95	0.0012700	0.0241300	0.0006350	0.0120650	0.0000419	0.0005938
20	13280	73.77	5.20	100	0.0013208	0.0254000	0.0006604	0.0127000	0.0000436	0.0006250
21	13600	75.54	5.80	105	0.0014732	0.0266700	0.0007366	0.0133350	0.0000487	0.0006563
22	14180	78.77	6.00	110	0.0015240	0.0279400	0.0007620	0.0139700	0.0000503	0.0006875
23	14590	81.04	6.10	115	0.0015494	0.0292100	0.0007747	0.0146050	0.0000512	0.0007188
24	15070	83.71	6.50	120	0.0016510	0.0304800	0.0008255	0.0152400	0.0000545	0.0007500
25	15490	86.04	6.80	125	0.0017272	0.0317500	0.0008636	0.0158750	0.0000570	0.0007813
26	16430	91.26	7.00	130	0.0017780	0.0330200	0.0008890	0.0165100	0.0000587	0.0008125
27	16740	92.99	7.10	135	0.0018034	0.0342900	0.0009017	0.0171450	0.0000596	0.0008438
28	17100	94.98	7.80	140	0.0019812	0.0355600	0.0009906	0.0177800	0.0000654	0.0008750
29	17870	99.26	8.00	145	0.0020320	0.0368300	0.0010160	0.0184150	0.0000671	0.0009063
<div style="text-align: center;"> Ciclo 3 </div>										
1	1030	5.72	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	1850	10.28	0.00	10	0.0000000	0.0025400	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0000625
3	2640	14.66	0.00	15	0.0000000	0.0038100	0.0000000	0.0019050	0.0000000	0.0000938
4	3350	18.61	0.10	20	0.0000254	0.0050800	0.0000127	0.0025400	0.0000008	0.0001250
5	3970	22.05	0.20	25	0.0000508	0.0063500	0.0000254	0.0031750	0.0000017	0.0001563
6	4670	25.94	0.40	30	0.0001016	0.0076200	0.0000508	0.0038100	0.0000034	0.0001875
7	5270	29.27	0.80	35	0.0002032	0.0088900	0.0001016	0.0044450	0.0000067	0.0002188
8	5830	32.38	1.00	40	0.0002540	0.0101600	0.0001270	0.0050800	0.0000084	0.0002500
9	6370	35.38	1.10	45	0.0002794	0.0114300	0.0001397	0.0057150	0.0000092	0.0002813
10	6840	37.99	1.70	50	0.0004318	0.0127000	0.0002159	0.0063500	0.0000143	0.0003125
11	7340	40.77	2.00	55	0.0005080	0.0139700	0.0002540	0.0069850	0.0000168	0.0003438
12	7880	43.77	2.10	60	0.0005334	0.0152400	0.0002667	0.0076200	0.0000176	0.0003750
13	8370	46.49	2.50	65	0.0006350	0.0165100	0.0003175	0.0082550	0.0000210	0.0004063
14	8920	49.55	3.00	70	0.0007620	0.0177800	0.0003810	0.0088900	0.0000252	0.0004375
15	9660	53.66	3.20	75	0.0008128	0.0190500	0.0004064	0.0095250	0.0000268	0.0004688
16	10220	56.77	3.80	80	0.0009652	0.0203200	0.0004826	0.0101600	0.0000319	0.0005000
17	10660	59.21	4.00	85	0.0010160	0.0215900	0.0005080	0.0107950	0.0000336	0.0005313
18	11160	61.99	4.30	90	0.0010922	0.0228600	0.0005461	0.0114300	0.0000361	0.0005625
19	11620	64.55	4.80	95	0.0012192	0.0241300	0.0006096	0.0120650	0.0000403	0.0005938
20	12140	67.43	5.00	100	0.0012700	0.0254000	0.0006350	0.0127000	0.0000419	0.0006250
21	12630	70.16	5.10	105	0.0012954	0.0266700	0.0006477	0.0133350	0.0000428	0.0006563
22	13140	72.99	5.20	110	0.0013208	0.0279400	0.0006604	0.0139700	0.0000436	0.0006875
23	13650	75.82	5.80	115	0.0014732	0.0292100	0.0007366	0.0146050	0.0000487	0.0007188
24	14320	79.54	6.00	120	0.0015240	0.0304800	0.0007620	0.0152400	0.0000503	0.0007500
25	14790	82.15	6.30	125	0.0016002	0.0317500	0.0008001	0.0158750	0.0000528	0.0007813
26	15350	85.26	6.90	130	0.0017526	0.0330200	0.0008763	0.0165100	0.0000579	0.0008125
27	15930	88.49	7.00	135	0.0017780	0.0342900	0.0008890	0.0171450	0.0000587	0.0008438
28	16520	91.76	7.10	140	0.0018034	0.0355600	0.0009017	0.0177800	0.0000596	0.0008750
29	17060	94.76	7.50	145	0.0019050	0.0368300	0.0009525	0.0184150	0.0000629	0.0009063
30	17620	97.87	8.10	150	0.0020574	0.0381000	0.0010287	0.0190500	0.0000679	0.0009375



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵ_{t2}
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon - 0.00005}$	ϵ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	σ
	σ		ϵ_{t1}
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 96.71794 \text{ kg/cm}^2$	0.000031 6.332325	$\epsilon_{t2} = 0.000066109$	94.984880 0.000065
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 9.13188 \text{ kg/cm}^2$	0.000050 $\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000000000$	96.717938 ϵ_{t2}
$\epsilon_2 \approx \epsilon(0.4\sigma_{max}) = 0.000888$	0.000063 10.998249	$\epsilon_2 = 0.000887662$	99.261977 0.0000671
$E_c = 104560 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon(0.4\sigma_{max})$	$\mu = 0.078920955$	Interpolamos para allar ϵ_{t1}
	σ		σ
	ϵ		ϵ_{t1}
	94.984880 0.000875		6.332325 0.000000
	96.717938 $\epsilon(0.4\sigma_{max})$		9.131880 ϵ_{t1}
	99.261977 0.000906		10.998249 0.000000

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵ_{t2}
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon - 0.00005}$	ϵ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	σ
	σ		ϵ_{t1}
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 96.71794 \text{ kg/cm}^2$	0.000031 5.721311	$\epsilon_{t2} = 0.000066076$	94.762693 0.000063
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 8.45421 \text{ kg/cm}^2$	0.000050 $\sigma(0.00005)$	$\epsilon_{t1} = 0.000000000$	96.717938 ϵ_{t2}
$\epsilon_2 \approx \epsilon(0.4\sigma_{max}) = 0.000926$	0.000063 10.276142	$\epsilon_2 = 0.000925893$	97.873309 0.0000679
$E_c = 100770 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon(0.4\sigma_{max})$	$\mu = 0.075438941$	Interpolamos para allar ϵ_{t1}
	σ		σ
	ϵ		ϵ_{t1}
	94.762693 0.000906		5.721311 0.000000
	96.717938 $\epsilon(0.4\sigma_{max})$		8.454210 ϵ_{t1}
	97.873309 0.000938		10.276142 0.000000



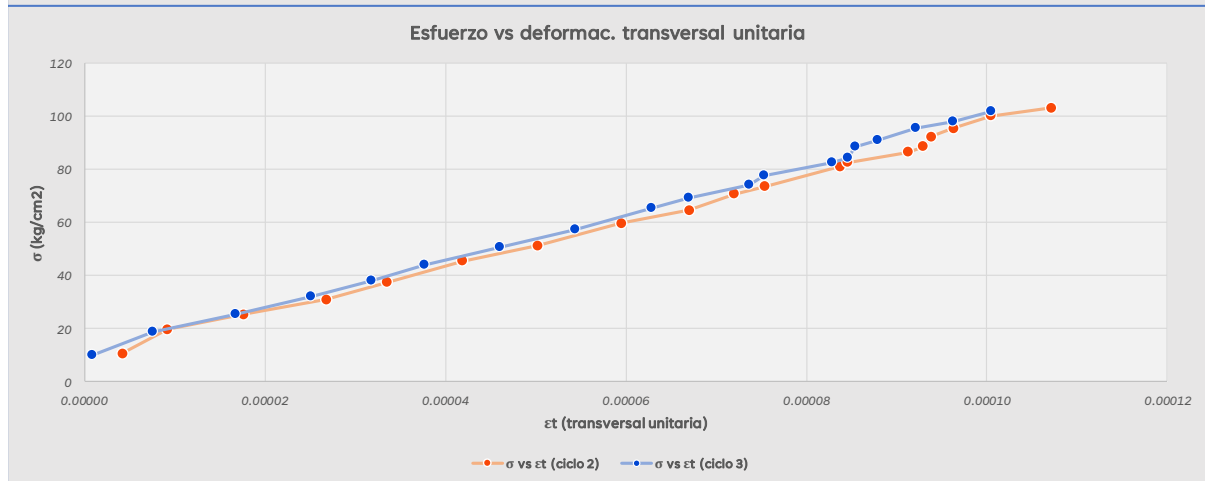
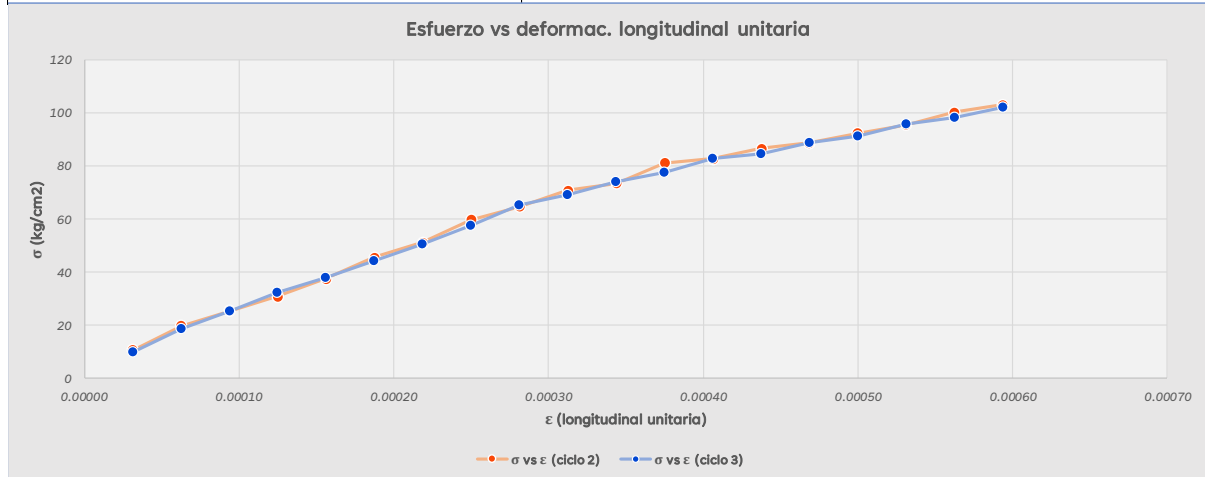
Anexo 27

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M27

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M27</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 253.79</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td> Edad: 31</td> <td>Carga de rotura: 45870</td> <td style="text-align: right;">kg</td> </tr> <tr> <td> Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td style="text-align: right;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.17</td> <td style="text-align: right;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 180.74</td> <td style="text-align: right;">cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M27	Resistencia máxima: 253.79	kg/cm²	Edad: 31	Carga de rotura: 45870	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 4			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.17	cm		Area: 180.74	cm ²
Codigo de la muestra: M27	Resistencia máxima: 253.79	kg/cm²																										
Edad: 31	Carga de rotura: 45870	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 4																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.17	cm																										
	Area: 180.74	cm ²																										
Fecha de vaciado: 14/05/2024																												
Fecha de ensayo: 14/06/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1930	10.68	0.50	5	0.0001270	0.0012700	0.0000635	0.0006350	0.0000042	0.0000313																		
2	3580	19.81	1.10	10	0.0002794	0.0025400	0.0001397	0.0012700	0.0000092	0.0000625																		
3	4590	25.40	2.10	15	0.0005334	0.0038100	0.0002667	0.0019050	0.0000176	0.0000938																		
4	5580	30.87	3.20	20	0.0008128	0.0050800	0.0004064	0.0025400	0.0000268	0.0001250																		
5	6780	37.51	4.00	25	0.0010160	0.0063500	0.0005080	0.0031750	0.0000335	0.0001563																		
6	8240	45.59	5.00	30	0.0012700	0.0076200	0.0006350	0.0038100	0.0000419	0.0001875																		
7	9260	51.23	6.00	35	0.0015240	0.0089000	0.0007620	0.0044450	0.0000502	0.0002188																		
8	10810	59.81	7.10	40	0.0018034	0.0101600	0.0009017	0.0050800	0.0000594	0.0002500																		
9	11680	64.62	8.00	45	0.0020320	0.0114300	0.0010160	0.0057150	0.0000670	0.0002813																		
10	12800	70.82	8.60	50	0.0021844	0.0127000	0.0010922	0.0063500	0.0000720	0.0003125																		
11	13290	73.53	9.00	55	0.0022860	0.0139700	0.0011430	0.0069850	0.0000753	0.0003438																		
12	14660	81.11	10.00	60	0.0025400	0.0152400	0.0012700	0.0076200	0.0000837	0.0003750																		
13	14960	82.77	10.10	65	0.0025654	0.0165100	0.0012827	0.0082550	0.0000846	0.0004063																		
14	15650	86.59	10.90	70	0.0027686	0.0177800	0.0013843	0.0088900	0.0000913	0.0004375																		
15	16040	88.74	11.10	75	0.0028194	0.0190500	0.0014097	0.0095250	0.0000929	0.0004688																		
16	16690	92.34	11.20	80	0.0028448	0.0203200	0.0014224	0.0101600	0.0000938	0.0005000																		
17	17260	95.49	11.50	85	0.0029210	0.0215900	0.0014605	0.0107950	0.0000963	0.0005313																		
18	18130	100.31	12.00	90	0.0030480	0.0228600	0.0015240	0.0114300	0.0001005	0.0005625																		
19	18650	103.19	12.80	95	0.0032512	0.0241300	0.0016256	0.0120650	0.0001072	0.0005938																		
Ciclo 3																												
1	1800	9.96	0.10	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313																		
2	3400	18.81	0.90	10	0.0002286	0.0025400	0.0001143	0.0012700	0.0000075	0.0000625																		
3	4570	25.28	2.00	15	0.0005080	0.0038100	0.0002540	0.0019050	0.0000167	0.0000938																		
4	5830	32.26	3.00	20	0.0007620	0.0050800	0.0003810	0.0025400	0.0000251	0.0001250																		
5	6850	37.90	3.80	25	0.0009652	0.0063500	0.0004826	0.0031750	0.0000318	0.0001563																		
6	7980	44.15	4.50	30	0.0011430	0.0076200	0.0005715	0.0038100	0.0000377	0.0001875																		
7	9150	50.62	5.50	35	0.0013970	0.0089000	0.0006985	0.0044450	0.0000460	0.0002188																		
8	10390	57.48	6.50	40	0.0016510	0.0101600	0.0008255	0.0050800	0.0000544	0.0002500																		
9	11820	65.40	7.50	45	0.0019050	0.0114300	0.0009525	0.0057150	0.0000628	0.0002813																		
10	12500	69.16	8.00	50	0.0020320	0.0127000	0.0010160	0.0063500	0.0000670	0.0003125																		
11	13380	74.03	8.80	55	0.0022352	0.0139700	0.0011176	0.0069850	0.0000737	0.0003438																		
12	14050	77.73	9.00	60	0.0022860	0.0152400	0.0011430	0.0076200	0.0000753	0.0003750																		
13	14950	82.71	9.90	65	0.0025146	0.0165100	0.0012573	0.0082550	0.0000829	0.0004063																		
14	15260	84.43	10.10	70	0.0025654	0.0177800	0.0012827	0.0088900	0.0000846	0.0004375																		
15	16020	88.63	10.20	75	0.0025908	0.0190500	0.0012954	0.0095250	0.0000854	0.0004688																		
16	16480	91.18	10.50	80	0.0026670	0.0203200	0.0013335	0.0101600	0.0000879	0.0005000																		
17	17290	95.66	11.00	85	0.0027940	0.0215900	0.0013970	0.0107950	0.0000921	0.0005313																		
18	17740	98.15	11.50	90	0.0029210	0.0228600	0.0014605	0.0114300	0.0000963	0.0005625																		
19	18450	102.08	12.00	95	0.0030480	0.0241300	0.0015240	0.0120650	0.0001005	0.0005938																		



Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ε	σ	$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 101.5144 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	10.678156	$\varepsilon_{t2} = 0.000103269$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 16.15555 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\varepsilon_{t1} = 0.000007200$
$\varepsilon 2 \approx \varepsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000576$	0.000063	19.807150	$\varepsilon_2 = 0.000575601$
$E_c = 162402 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.182780238$
	σ	ε	
	100.308275	0.000563	
	101.514409	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	
	103.185291	0.000594	
			Interpolamos para allar $\varepsilon t 2$
	σ	εt	
	100.308275	0.000100	
	101.514409	$\varepsilon t 2$	
	103.185291	0.0001072	
			Interpolamos para allar $\varepsilon t 1$
	σ	εt	
	10.678156	0.000004	
	16.155552	$\varepsilon t 1$	
	19.807150	0.000009	

Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$		Relación de Poisson (μ)
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\varepsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ε	σ	$\mu = \frac{\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}}{\varepsilon_2 - 0.00005}$
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 101.5144 \text{ kg/cm}^2$	0.000031	9.958902	$\varepsilon_{t2} = 0.000099860$
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 15.27032 \text{ kg/cm}^2$	0.000050	$\sigma(0.00005)$	$\varepsilon_{t1} = 0.000004856$
$\varepsilon 2 \approx \varepsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000589$	0.000063	18.811259	$\varepsilon_2 = 0.000589261$
$E_c = 159930 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\varepsilon 0.4\sigma_{max}$		$\mu = 0.176175403$
	σ	ε	
	98.150513	0.000563	
	101.514409	$\varepsilon 0.4\sigma_{max}$	
	102.078746	0.000594	
			Interpolamos para allar $\varepsilon t 2$
	σ	εt	
	98.150513	0.000096	
	101.514409	$\varepsilon t 2$	
	102.078746	0.0001005	
			Interpolamos para allar $\varepsilon t 1$
	σ	εt	
	9.958902	0.000001	
	15.270317	$\varepsilon t 1$	
	18.811259	0.000008	

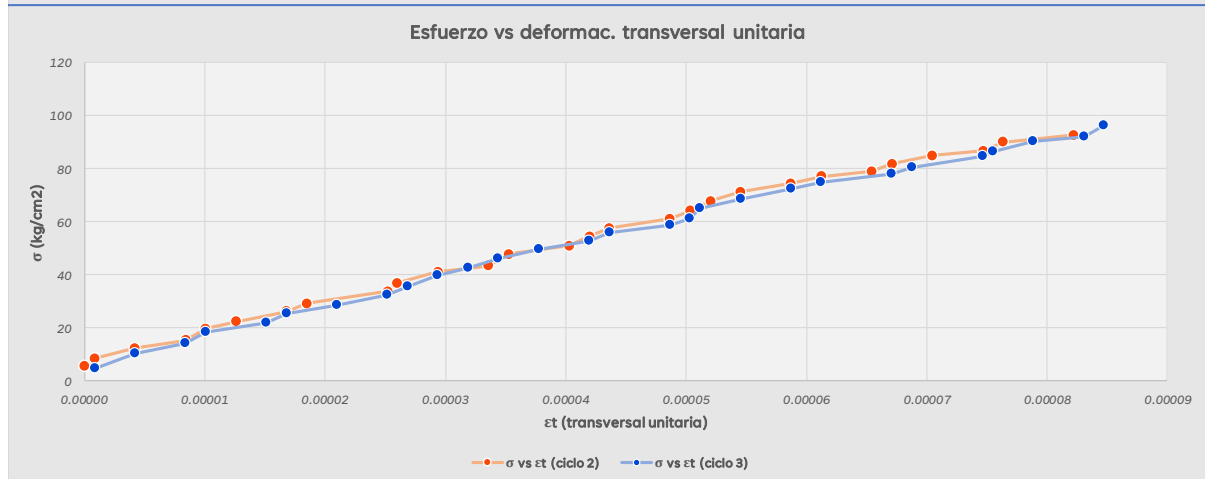
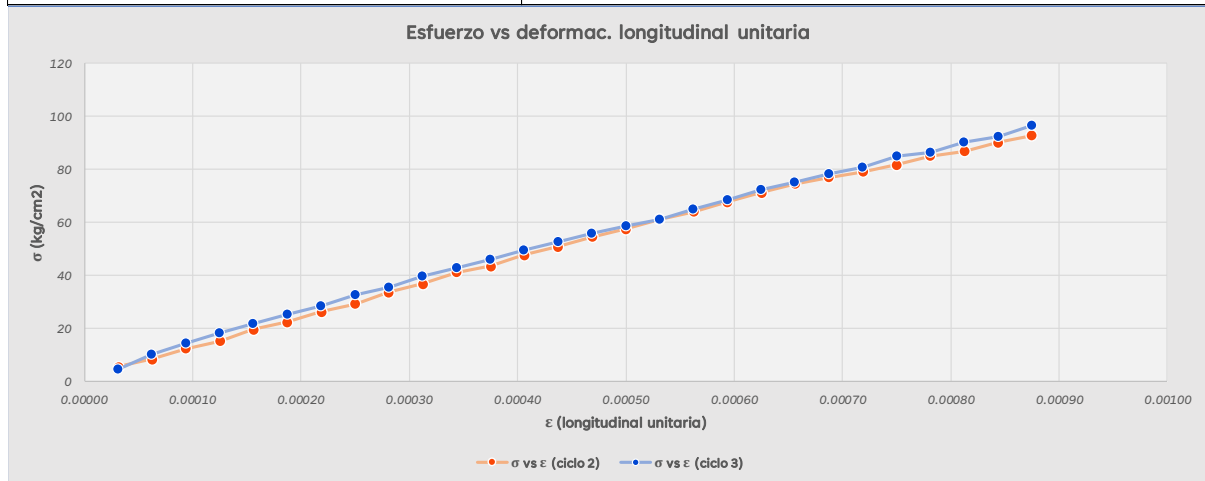


Anexo 28

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M28

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.										
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe										
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson										
Referencia: ASTM C469/C469M-14										
Lugar: CUSCO										
Codigo de la muestra: M28										
Edad: 30										
Material: Concreto										
Resistencia máxima: 231.52 kg/cm ²										
Carga de rotura: 41680 kg										
Tipo de falla: 5										
Longitud de medicion: 20.32 cm										
Diametro: 15.14 cm										
Area: 180.03 cm ²										
Fecha de vaciado: 15/05/2024										
Fecha de ensayo: 14/06/2024										
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	990	5.50	0.00	5	0.000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	1520	8.44	0.10	10	0.0000254	0.0025400	0.0000127	0.0012700	0.0000008	0.0000625
3	2230	12.39	0.50	15	0.0001270	0.0038100	0.0000635	0.0019050	0.0000042	0.0000938
4	2750	15.28	1.00	20	0.0002540	0.0050800	0.0001270	0.0025400	0.0000084	0.0001250
5	3540	19.66	1.20	25	0.0003048	0.0063500	0.0001524	0.0031750	0.0000101	0.0001563
6	4030	22.39	1.50	30	0.0003810	0.0076200	0.0001905	0.0038100	0.0000126	0.0001875
7	4720	26.22	2.00	35	0.0005080	0.0088900	0.0002540	0.0044450	0.0000168	0.0002188
8	5270	29.27	2.20	40	0.0005588	0.0101600	0.0002794	0.0050800	0.0000185	0.0002500
9	6070	33.72	3.00	45	0.0007620	0.0114300	0.0003810	0.0057150	0.0000252	0.0002813
10	6640	36.88	3.10	50	0.0007874	0.0127000	0.0003937	0.0063500	0.0000260	0.0003125
11	7400	41.10	3.50	55	0.0008890	0.0139700	0.0004445	0.0069850	0.0000294	0.0003438
12	7830	43.49	4.00	60	0.0010160	0.0152400	0.0005080	0.0076200	0.0000336	0.0003750
13	8590	47.71	4.20	65	0.0010668	0.0165100	0.0005334	0.0082550	0.0000352	0.0004063
14	9160	50.88	4.80	70	0.0012192	0.0177800	0.0006096	0.0088900	0.0000403	0.0004375
15	9810	54.49	5.00	75	0.0012700	0.0190500	0.0006350	0.0095250	0.0000419	0.0004688
16	10360	57.55	5.20	80	0.0013208	0.0203200	0.0006604	0.0101600	0.0000436	0.0005000
17	11000	61.10	5.80	85	0.0014732	0.0215900	0.0007366	0.0107950	0.0000487	0.0005313
18	11530	64.05	6.00	90	0.0015240	0.0228600	0.0007620	0.0114300	0.0000503	0.0005625
19	12190	67.71	6.20	95	0.0015748	0.0241300	0.0007874	0.0120650	0.0000520	0.0005938
20	12820	71.21	6.50	100	0.0016510	0.0254000	0.0008255	0.0127000	0.0000545	0.0006250
21	13410	74.49	7.00	105	0.0017780	0.0266700	0.0008890	0.0133350	0.0000587	0.0006563
22	13870	77.04	7.30	110	0.0018542	0.0279400	0.0009271	0.0139700	0.0000612	0.0006875
23	14230	79.04	7.80	115	0.0019812	0.0292100	0.0009906	0.0146050	0.0000654	0.0007188
24	14720	81.76	8.00	120	0.0020320	0.0304800	0.0010160	0.0152400	0.0000671	0.0007500
25	15310	85.04	8.40	125	0.0021336	0.0317500	0.0010668	0.0158750	0.0000705	0.0007813
26	15610	86.71	8.90	130	0.0022606	0.0330200	0.0011303	0.0165100	0.0000747	0.0008125
27	16220	90.10	9.10	135	0.0023114	0.0342900	0.0011557	0.0171450	0.0000763	0.0008438
28	16690	92.71	9.80	140	0.0024892	0.0355600	0.0012446	0.0177800	0.0000822	0.0008750
Ciclo 3										
1	860	4.78	0.10	5	0.0000254	0.0012700	0.0000127	0.0006350	0.0000008	0.0000313
2	1860	10.33	0.50	10	0.0001270	0.0025400	0.0000635	0.0012700	0.0000042	0.0000625
3	2580	14.33	1.00	15	0.0002540	0.0038100	0.0001270	0.0019050	0.0000084	0.0000938
4	3300	18.33	1.20	20	0.0003048	0.0050800	0.0001524	0.0025400	0.0000101	0.0001250
5	3940	21.89	1.80	25	0.0004572	0.0063500	0.0002286	0.0031750	0.0000151	0.0001563
6	4570	25.38	2.00	30	0.0005080	0.0076200	0.0002540	0.0038100	0.0000168	0.0001875
7	5150	28.61	2.50	35	0.0006350	0.0088900	0.0003175	0.0044450	0.0000210	0.0002188
8	5870	32.61	3.00	40	0.0007620	0.0101600	0.0003810	0.0050800	0.0000252	0.0002500
9	6390	35.49	3.20	45	0.0008128	0.0114300	0.0004064	0.0057150	0.0000268	0.0002813
10	7140	39.66	3.50	50	0.0008890	0.0127000	0.0004445	0.0063500	0.0000294	0.0003125
11	7690	42.72	3.80	55	0.0009652	0.0139700	0.0004826	0.0069850	0.0000319	0.0003438
12	8300	46.10	4.10	60	0.0010414	0.0152400	0.0005207	0.0076200	0.0000344	0.0003750
13	8920	49.55	4.50	65	0.0011430	0.0165100	0.0005715	0.0082550	0.0000377	0.0004063
14	9510	52.82	5.00	70	0.0012700	0.0177800	0.0006350	0.0088900	0.0000419	0.0004375
15	10080	55.99	5.20	75	0.0013208	0.0190500	0.0006604	0.0095250	0.0000436	0.0004688
16	10580	58.77	5.80	80	0.0014732	0.0203200	0.0007366	0.0101600	0.0000487	0.0005000
17	11000	61.10	6.00	85	0.0015240	0.0215900	0.0007620	0.0107950	0.0000503	0.0005313
18	11690	64.93	6.10	90	0.0015494	0.0228600	0.0007747	0.0114300	0.0000512	0.0005625
19	12320	68.43	6.50	95	0.0016510	0.0241300	0.0008255	0.0120650	0.0000545	0.0005938
20	13030	72.38	7.00	100	0.0017780	0.0254000	0.0008890	0.0127000	0.0000587	0.0006250
21	13510	75.04	7.30	105	0.0018542	0.0266700	0.0009271	0.0133350	0.0000612	0.0006563
22	14080	78.21	8.00	110	0.0020320	0.0279400	0.0010160	0.0139700	0.0000671	0.0006875
23	14510	80.60	8.20	115	0.0020828	0.0292100	0.0010414	0.0146050	0.0000688	0.0007188
24	15280	84.88	8.90	120	0.0022606	0.0304800	0.0011303	0.0152400	0.0000747	0.0007500
25	15560	86.43	9.00	125	0.0022860	0.0317500	0.0011430	0.0158750	0.0000755	0.0007813
26	16270	90.37	9.40	130	0.0023876	0.0330200	0.0011938	0.0165100	0.0000789	0.0008125
27	16590	92.15	9.90	135	0.0025146	0.0342900	0.0012573	0.0171450	0.0000830	0.0008438
28	17350	96.37	10.10	140	0.0025654	0.0355600	0.0012827	0.0177800	0.0000847	0.0008750

Ciclo 2			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	σ
	σ		ϵt
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 92.60748 \text{ kg/cm}^2$	0.000031 5.499125	$\epsilon_{t2} = 0.000081981$	90.096769 0.000076
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 7.26551 \text{ kg/cm}^2$	0.000050 $\sigma(0.00005)$		92.607481 $\epsilon t 2$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000874$	0.000063 8.443100	$\epsilon_{t1} = 0.000000503$	92.707465 0.0000822
Ec = 103595 kg/cm²	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_2 = 0.000873803$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
	σ	ϵ	σ
	90.096769 0.000844	$\mu = 0.098904563$	5.499125 0.000000
	92.607481 $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		7.265510 $\epsilon t 1$
	92.707465 0.000875		8.443100 0.000001
Ciclo 3			
Módulo de elasticidad (Ec)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	ϵ	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	σ
	σ		ϵt
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 92.60748 \text{ kg/cm}^2$	0.000031 4.777017	$\epsilon_{t2} = 0.000083226$	92.151998 0.000083
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 8.10982 \text{ kg/cm}^2$	0.000050 $\sigma(0.00005)$		92.607481 $\epsilon t 2$
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000847$	0.000063 10.331689	$\epsilon_{t1} = 0.000002852$	96.373548 0.0000847
Ec = 106003 kg/cm²	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_2 = 0.000847122$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$
	σ	ϵ	σ
	92.151998 0.000844	$\mu = 0.100830121$	4.777017 0.000001
	92.607481 $\epsilon 0.4\sigma_{max}$		8.109820 $\epsilon t 1$
	96.373548 0.000875		10.331689 0.000004



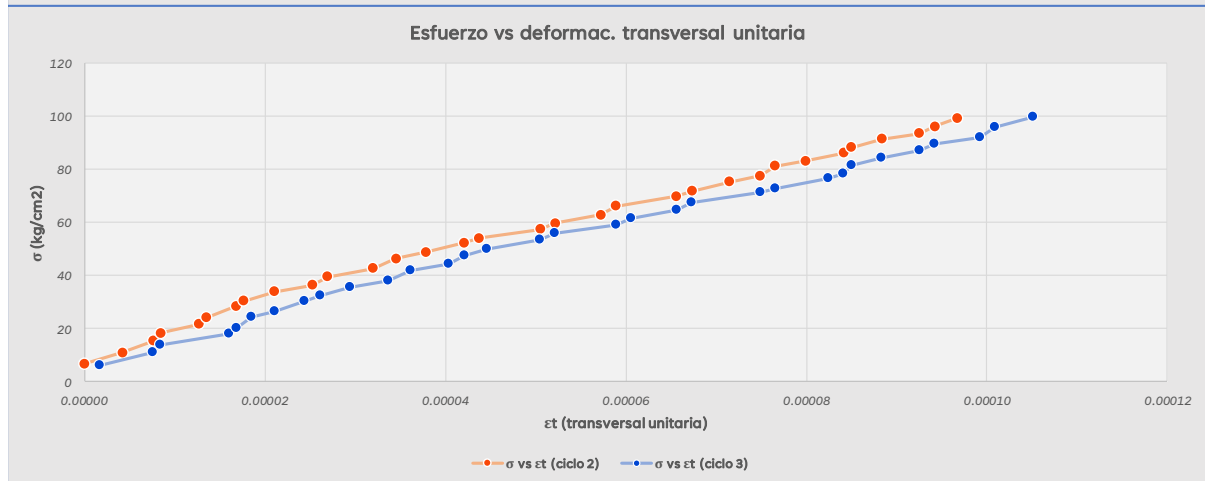
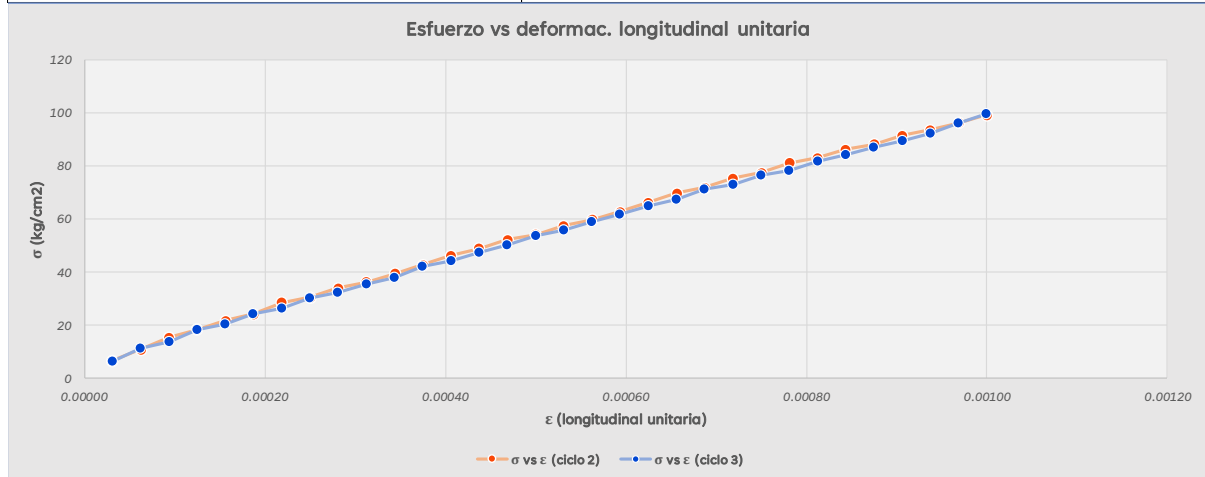
Anexo 29

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DELCUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
Fecha de toma de datos										
Proyecto:	Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm2 para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.									
Solicitante:	Br. Bill Antony Vargas Quispe									
Ensayo:	Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson									
Referencia:	ASTM C469/ C469M-14									
Lugar:	CUSCO									
Codigo de la muestra:	M29	Resistencia máxima:	243.30	kg/cm2						
Edad:	29	Carga de rotura:	43570	kg						
Material:	Concreto	Tipo de falla:	3							
Fecha de vaciado:	16/05/2024	Longitud de medicion:	20.32	cm						
Fecha de ensayo:	14/06/2024	Diametro:	15.10	cm						
		Area:	179.08	cm2						
Ciclo 2										
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria
1	1200	6.70	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313
2	1950	10.89	0.50	10	0.0001270	0.0025400	0.0000635	0.0012700	0.0000042	0.0000625
3	2750	15.36	0.90	15	0.0002286	0.0038100	0.0001143	0.0019050	0.0000076	0.0000938
4	3290	18.37	1.00	20	0.0002540	0.0050800	0.0001270	0.0025400	0.0000084	0.0001250
5	3890	21.72	1.50	25	0.0003810	0.0063500	0.0001905	0.0031750	0.0000126	0.0001563
6	4330	24.18	1.60	30	0.0004064	0.0076200	0.0002032	0.0038100	0.0000135	0.0001875
7	5100	28.48	2.00	35	0.0005080	0.0088900	0.0002540	0.0044450	0.0000168	0.0002188
8	5460	30.49	2.10	40	0.0005334	0.0101600	0.0002667	0.0050800	0.0000177	0.0002500
9	6090	34.01	2.50	45	0.0006350	0.0114300	0.0003175	0.0057150	0.0000210	0.0002813
10	6510	36.35	3.00	50	0.0007620	0.0127000	0.0003810	0.0063500	0.0000252	0.0003125
11	7070	39.48	3.20	55	0.0008128	0.0139700	0.0004064	0.0069850	0.0000269	0.0003438
12	7650	42.72	3.80	60	0.0009652	0.0152400	0.0004826	0.0076200	0.0000320	0.0003750
13	8300	46.35	4.10	65	0.0010414	0.0165100	0.0005207	0.0082550	0.0000345	0.0004063
14	8760	48.92	4.50	70	0.0011430	0.0177800	0.0005715	0.0088900	0.0000378	0.0004375
15	9360	52.27	5.00	75	0.0012700	0.0190500	0.0006350	0.0095250	0.0000421	0.0004688
16	9700	54.17	5.20	80	0.0013208	0.0203200	0.0006604	0.0101600	0.0000437	0.0005000
17	10300	57.52	6.00	85	0.0015240	0.0215900	0.0007620	0.0107950	0.0000505	0.0005313
18	10710	59.81	6.20	90	0.0015748	0.0228600	0.0007874	0.0114300	0.0000521	0.0005625
19	11250	62.82	6.80	95	0.0017272	0.0241300	0.0008636	0.0120650	0.0000572	0.0005938
20	11870	66.28	7.00	100	0.0017780	0.0254000	0.0008890	0.0127000	0.0000589	0.0006250
21	12510	69.86	7.80	105	0.0019812	0.0266700	0.0009906	0.0133350	0.0000656	0.0006563
22	12870	71.87	8.00	110	0.0020320	0.0279400	0.0010160	0.0139700	0.0000673	0.0006875
23	13500	75.39	8.50	115	0.0021590	0.0292100	0.0010795	0.0146050	0.0000715	0.0007188
24	13890	77.56	8.90	120	0.0022606	0.0304800	0.0011303	0.0152400	0.0000749	0.0007500
25	14550	81.25	9.10	125	0.0023114	0.0317500	0.0011557	0.0158750	0.0000765	0.0007813
26	14890	83.15	9.50	130	0.0024130	0.0330200	0.0012065	0.0165100	0.0000799	0.0008125
27	15450	86.27	10.00	135	0.0025400	0.0342900	0.0012700	0.0171450	0.0000841	0.0008438
28	15800	88.23	10.10	140	0.0025654	0.0355600	0.0012827	0.0177800	0.0000849	0.0008750
29	16390	91.52	10.50	145	0.0026670	0.0368300	0.0013335	0.0184150	0.0000883	0.0009063
30	16760	93.59	11.00	150	0.0027940	0.0381000	0.0013970	0.0190500	0.0000925	0.0009375
31	17230	96.21	11.20	155	0.0028448	0.0393700	0.0014224	0.0196850	0.0000942	0.0009688
32	17780	99.29	11.50	160	0.0029210	0.0406400	0.0014605	0.0203200	0.0000967	0.0010000
Ciclo 3										
1	1130	6.31	0.20	5	0.0000508	0.0012700	0.0000254	0.0006350	0.0000017	0.0000313
2	1990	11.11	0.90	10	0.0002286	0.0025400	0.0001143	0.0012700	0.0000076	0.0000625
3	2450	13.68	1.00	15	0.0002540	0.0038100	0.0001270	0.0019050	0.0000084	0.0000938
4	3260	18.20	1.90	20	0.0004826	0.0050800	0.0002413	0.0025400	0.0000160	0.0001250
5	3630	20.27	2.00	25	0.0005080	0.0063500	0.0002540	0.0031750	0.0000168	0.0001563
6	4350	24.29	2.20	30	0.0005588	0.0076200	0.0002794	0.0038100	0.0000185	0.0001875
7	4750	26.52	2.50	35	0.0006350	0.0088900	0.0003175	0.0044450	0.0000210	0.0002188
8	5430	30.32	2.90	40	0.0007366	0.0101600	0.0003683	0.0050800	0.0000244	0.0002500
9	5800	32.39	3.10	45	0.0007874	0.0114300	0.0003937	0.0057150	0.0000261	0.0002813
10	6380	35.63	3.50	50	0.0008890	0.0127000	0.0004445	0.0063500	0.0000294	0.0003125
11	6820	38.08	4.00	55	0.0010160	0.0139700	0.0005080	0.0069850	0.0000336	0.0003438
12	7530	42.05	4.30	60	0.0010922	0.0152400	0.0005461	0.0076200	0.0000362	0.0003750
13	7930	44.28	4.80	65	0.0012192	0.0165100	0.0006096	0.0082550	0.0000404	0.0004063
14	8500	47.47	5.00	70	0.0012700	0.0177800	0.0006350	0.0088900	0.0000421	0.0004375
15	8970	50.09	5.30	75	0.0013462	0.0190500	0.0006731	0.0095250	0.0000446	0.0004688
16	9600	53.61	6.00	80	0.0015240	0.0203200	0.0007620	0.0101600	0.0000505	0.0005000
17	9990	55.79	6.20	85	0.0015748	0.0215900	0.0007874	0.0107950	0.0000521	0.0005313
18	10560	58.97	7.00	90	0.0017780	0.0228600	0.0008890	0.0114300	0.0000589	0.0005625
19	11050	61.70	7.20	95	0.0018288	0.0241300	0.0009144	0.0120650	0.0000606	0.0005938
20	11610	64.83	7.80	100	0.0019812	0.0254000	0.0009906	0.0127000	0.0000656	0.0006250
21	12070	67.40	8.00	105	0.0020320	0.0266700	0.0010160	0.0133350	0.0000673	0.0006563
22	12780	71.37	8.90	110	0.0022606	0.0279400	0.0011303	0.0139700	0.0000749	0.0006875
23	13050	72.87	9.10	115	0.0023114	0.0292100	0.0011557	0.0146050	0.0000765	0.0007188
24	13730	76.67	9.80	120	0.0024892	0.0304800	0.0012446	0.0152400	0.0000824	0.0007500
25	14030	78.35	10.00	125	0.0025400	0.0317500	0.0012700	0.0158750	0.0000841	0.0007813
26	14620	81.64	10.10	130	0.0025654	0.0330200	0.0012827	0.0165100	0.0000849	0.0008125
27	15110	84.38	10.50	135	0.0026670	0.0342900	0.0013335	0.0171450	0.0000883	0.0008438
28	15620	87.22	11.00	140	0.0027940	0.0355600	0.0013970	0.0177800	0.0000925	0.0008750
29	16060	89.68	11.20	145	0.0028448	0.0368300	0.0014224	0.0184150	0.0000942	0.0009063
30	16520	92.25	11.80	150	0.0029972	0.0381000	0.0014986	0.0190500	0.0000992	0.0009375
31	17210	96.10	12.00	155	0.0030480	0.0393700	0.0015240	0.0196850	0.0001009	0.0009688
32	17850	99.68	12.50	160	0.0031750	0.0406400	0.0015875	0.0203200	0.0001051	0.0010000



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>6.700967</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>10.889071</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	6.700967	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	10.889071	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>96.214716</td><td>0.000094</td></tr><tr><td>97.320375</td><td>$\epsilon t 2$</td></tr><tr><td>99.285992</td><td>0.0000967</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	96.214716	0.000094	97.320375	$\epsilon t 2$	99.285992	0.0000967
ϵ	σ																		
0.000031	6.700967																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	10.889071																		
σ	ϵt																		
96.214716	0.000094																		
97.320375	$\epsilon t 2$																		
99.285992	0.0000967																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.32038 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000095107$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 9.213829 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>96.214716</td><td>0.000969</td></tr><tr><td>97.320375</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>99.285992</td><td>0.001000</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	96.214716	0.000969	97.320375	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	99.285992	0.001000	$\epsilon_{t1} = 0.000002523$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>6.700967</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>9.213829</td><td>$\epsilon t 1$</td></tr><tr><td>10.889071</td><td>0.000004</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	6.700967	0.000000	9.213829	$\epsilon t 1$	10.889071	0.000004
σ	ϵ																		
96.214716	0.000969																		
97.320375	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
99.285992	0.001000																		
σ	ϵt																		
6.700967	0.000000																		
9.213829	$\epsilon t 1$																		
10.889071	0.000004																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.00098$	$E_c = 94738.2 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.00098$																	
		$\mu = 0.099552517$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar $\epsilon t 2$																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>6.310077</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>11.112437</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	6.310077	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	11.112437	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>96.103033</td><td>0.000101</td></tr><tr><td>97.320375</td><td>$\epsilon t 2$</td></tr><tr><td>99.676882</td><td>0.0001051</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	96.103033	0.000101	97.320375	$\epsilon t 2$	99.676882	0.0001051
ϵ	σ																		
0.000031	6.310077																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	11.112437																		
σ	ϵt																		
96.103033	0.000101																		
97.320375	$\epsilon t 2$																		
99.676882	0.0001051																		
$S2 \approx 0.4\sigma_{max} = 97.32038 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000102360$	Interpolamos para allar $\epsilon t 1$																
$S1 \approx \sigma(0.00005) = 9.191493 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>96.103033</td><td>0.000969</td></tr><tr><td>97.320375</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>99.676882</td><td>0.001000</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	96.103033	0.000969	97.320375	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	99.676882	0.001000	$\epsilon_{t1} = 0.000005215$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>6.310077</td><td>0.000002</td></tr><tr><td>9.191493</td><td>$\epsilon t 1$</td></tr><tr><td>11.112437</td><td>0.000008</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	6.310077	0.000002	9.191493	$\epsilon t 1$	11.112437	0.000008
σ	ϵ																		
96.103033	0.000969																		
97.320375	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
99.676882	0.001000																		
σ	ϵt																		
6.310077	0.000002																		
9.191493	$\epsilon t 1$																		
11.112437	0.000008																		
$\epsilon 2 \approx \epsilon 0.4\sigma_{max} = 0.000979$	$E_c = 94824 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000979395$																	
		$\mu = 0.104525053$																	



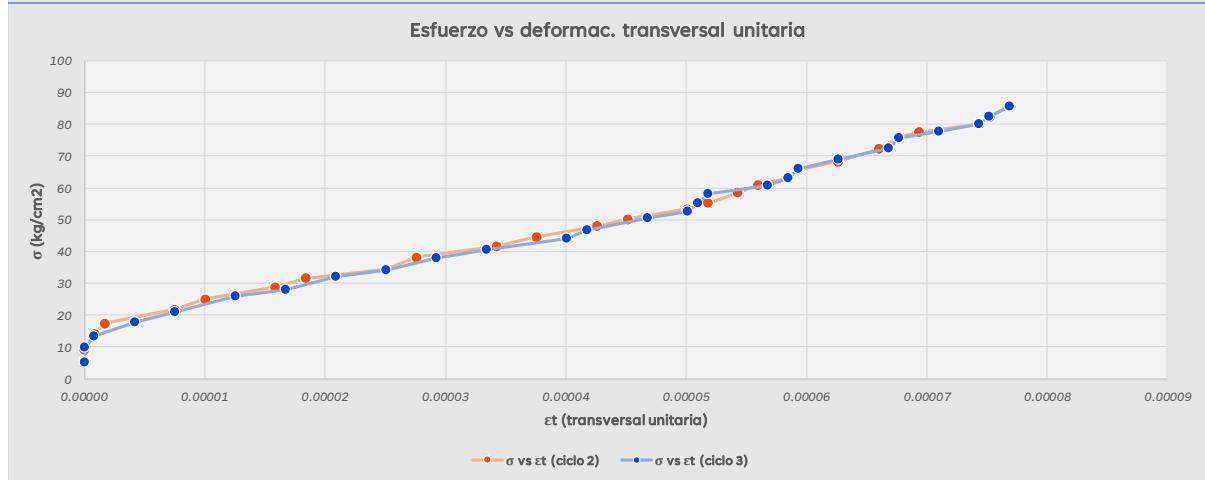
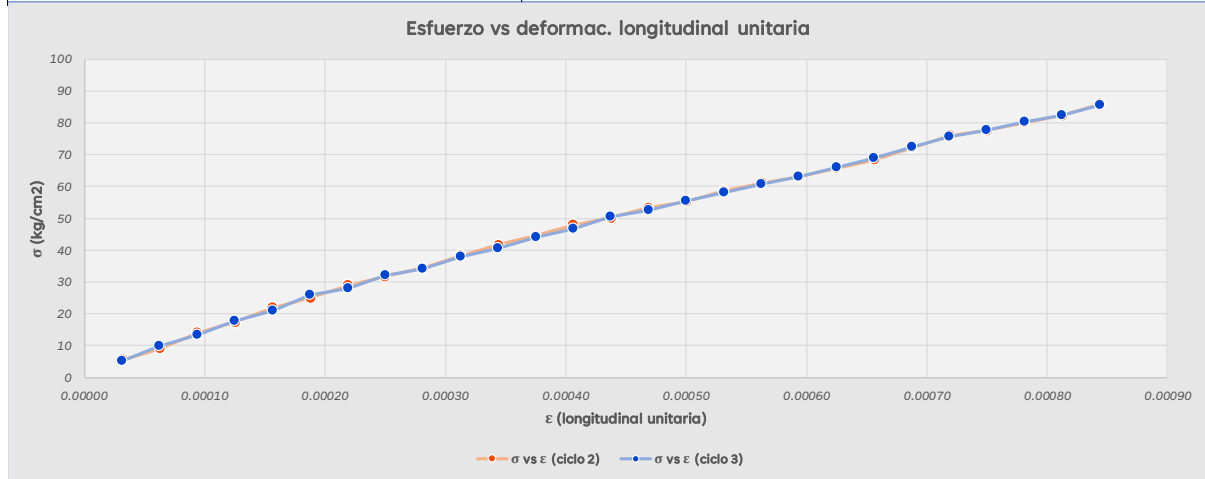
Anexo 30

Ensayo de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson-muestra M30

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 																												
Ficha de toma de datos																												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.																												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe																												
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson																												
Referencia: ASTM C469/C469M-14																												
Lugar: CUSCO																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Codigo de la muestra: M30</td> <td style="width: 20%;">Resistencia máxima: 209.97</td> <td style="width: 20%;">kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Edad: 28</td> <td>Carga de rotura: 38100</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Material: Concreto</td> <td>Tipo de falla: 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Longitud de medicion: 20.32</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro: 15.20</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area: 181.46</td> <td>cm²</td> </tr> </table>											Codigo de la muestra: M30	Resistencia máxima: 209.97	kg/cm²	Edad: 28	Carga de rotura: 38100	kg	Material: Concreto	Tipo de falla: 4			Longitud de medicion: 20.32	cm		Diametro: 15.20	cm		Area: 181.46	cm²
Codigo de la muestra: M30	Resistencia máxima: 209.97	kg/cm²																										
Edad: 28	Carga de rotura: 38100	kg																										
Material: Concreto	Tipo de falla: 4																											
	Longitud de medicion: 20.32	cm																										
	Diametro: 15.20	cm																										
	Area: 181.46	cm²																										
Fecha de vaciado: 17/05/2024																												
Fecha de ensayo: 14/06/2024																												
Ciclo 2																												
N°	CARGA (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformac. Transversal en el dial (lineas)	Deformac. Longitudinal en el dial (lineas)	Deformac. Transversal (cm)	Deformac. Longitudinal (cm)	Deformac. Transversal efectiva (cm)	Deformac. Longitudinal efectiva (cm)	Deformac. Transversal Unitaria	Deformac. Longitudinal Unitaria																		
1	1010	5.57	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	1630	8.98	0.00	10	0.0000000	0.0025400	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0000625																		
3	2540	14.00	0.10	15	0.0000254	0.0038100	0.0000127	0.0019050	0.0000008	0.0000938																		
4	3140	17.30	0.20	20	0.0000508	0.0050800	0.0000254	0.0025400	0.0000017	0.0001250																		
5	3960	21.82	0.90	25	0.0002286	0.0063500	0.0001143	0.0031750	0.0000075	0.0001563																		
6	4530	24.96	1.20	30	0.0003048	0.0076200	0.0001524	0.0038100	0.0000100	0.0001875																		
7	5230	28.82	1.90	35	0.0004826	0.0088900	0.0002413	0.0044450	0.0000159	0.0002188																		
8	5740	31.63	2.20	40	0.0005588	0.0101600	0.0002794	0.0050800	0.0000184	0.0002500																		
9	6230	34.33	3.00	45	0.0007620	0.0114300	0.0003810	0.0057150	0.0000251	0.0002813																		
10	6930	38.19	3.30	50	0.0008382	0.0127000	0.0004191	0.0063500	0.0000276	0.0003125																		
11	7560	41.66	4.10	55	0.0010414	0.0139700	0.0005207	0.0069850	0.0000343	0.0003438																		
12	8090	44.58	4.50	60	0.0011430	0.0152400	0.0005715	0.0076200	0.0000376	0.0003750																		
13	8690	47.89	5.10	65	0.0012954	0.0165100	0.0006477	0.0082550	0.0000426	0.0004063																		
14	9090	50.09	5.40	70	0.0013716	0.0177800	0.0006858	0.0088900	0.0000451	0.0004375																		
15	9680	53.35	6.00	75	0.0015240	0.0190500	0.0007620	0.0095250	0.0000501	0.0004688																		
16	10020	55.22	6.20	80	0.0015748	0.0203200	0.0007874	0.0101600	0.0000518	0.0005000																		
17	10620	58.53	6.50	85	0.0016510	0.0215900	0.0008255	0.0107950	0.0000543	0.0005313																		
18	11070	61.01	6.70	90	0.0017018	0.0228600	0.0008509	0.0114300	0.0000560	0.0005625																		
19	11450	63.10	7.00	95	0.0017780	0.0241300	0.0008890	0.0120650	0.0000585	0.0005938																		
20	11930	65.75	7.10	100	0.0018034	0.0254000	0.0009017	0.0127000	0.0000593	0.0006250																		
21	12400	68.34	7.50	105	0.0019050	0.0266700	0.0009525	0.0133350	0.0000627	0.0006563																		
22	13100	72.19	7.90	110	0.0020066	0.0279400	0.0010033	0.0139700	0.0000660	0.0006875																		
23	13780	75.94	8.10	115	0.0020574	0.0292100	0.0010287	0.0146050	0.0000677	0.0007188																		
24	14070	77.54	8.30	120	0.0021082	0.0304800	0.0010541	0.0152400	0.0000693	0.0007500																		
25	14530	80.07	8.90	125	0.0022606	0.0317500	0.0011303	0.0158750	0.0000744	0.0007813																		
26	14920	82.22	9.00	130	0.0022860	0.0330200	0.0011430	0.0165100	0.0000752	0.0008125																		
27	15580	85.86	9.20	135	0.0023368	0.0342900	0.0011684	0.0171450	0.0000769	0.0008438																		
Ciclo 3																												
1	930	5.13	0.00	5	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0006350	0.0000000	0.0000313																		
2	1760	9.70	0.00	10	0.0000000	0.0025400	0.0000000	0.0012700	0.0000000	0.0000625																		
3	2410	13.28	0.10	15	0.0000254	0.0038100	0.0000127	0.0019050	0.0000008	0.0000938																		
4	3200	17.63	0.50	20	0.0001270	0.0050800	0.0000635	0.0025400	0.0000042	0.0001250																		
5	3810	21.00	0.90	25	0.0002286	0.0063500	0.0001143	0.0031750	0.0000075	0.0001563																		
6	4710	25.96	1.50	30	0.0003810	0.0076200	0.0001905	0.0038100	0.0000125	0.0001875																		
7	5070	27.94	2.00	35	0.0005080	0.0088900	0.0002540	0.0044450	0.0000167	0.0002188																		
8	5800	31.96	2.50	40	0.0006350	0.0101600	0.0003175	0.0050800	0.0000209	0.0002500																		
9	6210	34.22	3.00	45	0.0007620	0.0114300	0.0003810	0.0057150	0.0000251	0.0002813																		
10	6900	38.03	3.50	50	0.0008890	0.0127000	0.0004445	0.0063500	0.0000292	0.0003125																		
11	7340	40.45	4.00	55	0.0010160	0.0139700	0.0005080	0.0069850	0.0000334	0.0003438																		
12	7990	44.03	4.80	60	0.0012192	0.0152400	0.0006096	0.0076200	0.0000401	0.0003750																		
13	8470	46.68	5.00	65	0.0012700	0.0165100	0.0006350	0.0082550	0.0000418	0.0004063																		
14	9160	50.48	5.60	70	0.0014224	0.0177800	0.0007112	0.0088900	0.0000468	0.0004375																		
15	9540	52.57	6.00	75	0.0015240	0.0190500	0.0007620	0.0095250	0.0000501	0.0004688																		
16	10040	55.33	6.10	80	0.0015494	0.0203200	0.0007747	0.0101600	0.0000510	0.0005000																		
17	10520	57.97	6.20	85	0.0015748	0.0215900	0.0007874	0.0107950	0.0000518	0.0005313																		
18	11010	60.68	6.80	90	0.0017272	0.0228600	0.0008636	0.0114300	0.0000568	0.0005625																		
19	11450	63.10	7.00	95	0.0017780	0.0241300	0.0008890	0.0120650	0.0000585	0.0005938																		
20	11970	65.97	7.10	100	0.0018034	0.0254000	0.0009017	0.0127000	0.0000593	0.0006250																		
21	12510	68.94	7.50	105	0.0019050	0.0266700	0.0009525	0.0133350	0.0000627	0.0006563																		
22	13150	72.47	8.00	110	0.0020320	0.0279400	0.0010160	0.0139700	0.0000668	0.0006875																		
23	13720	75.61	8.10	115	0.0020574	0.0292100	0.0010287	0.0146050	0.0000677	0.0007188																		
24	14080	77.59	8.50	120	0.0021590	0.0304800	0.0010795	0.0152400	0.0000710	0.0007500																		
25	14540	80.13	8.90	125	0.0022606	0.0317500	0.0011303	0.0158750	0.0000744	0.0007813																		
26	14930	82.28	9.00	130	0.0022860	0.0330200	0.0011430	0.0165100	0.0000752	0.0008125																		
27	15540	85.64	9.20	135	0.0023368	0.0342900	0.0011684	0.0171450	0.0000769	0.0008438																		



Ciclo 2																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>5.566014</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>8.982776</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	5.566014	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	8.982776	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>82.222706</td><td>0.000075</td></tr><tr><td>83.986196</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>85.859904</td><td>0.0000769</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	82.222706	0.000075	83.986196	ϵt_2	85.859904	0.0000769
ϵ	σ																		
0.000031	5.566014																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	8.982776																		
σ	ϵt																		
82.222706	0.000075																		
83.986196	ϵt_2																		
85.859904	0.0000769																		
$S_2 = 0.4\sigma_{max} = 83.9862 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000076008$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$\epsilon_1 = \sigma(0.00005) = 7.616071 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>82.222706</td><td>0.000813</td></tr><tr><td>83.986196</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>85.859904</td><td>0.000844</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	82.222706	0.000813	83.986196	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	85.859904	0.000844	$\epsilon_{t1} = 0.000000000$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>5.566014</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>7.616071</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>8.982776</td><td>0.000000</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	5.566014	0.000000	7.616071	ϵt_1	8.982776	0.000000
σ	ϵ																		
82.222706	0.000813																		
83.986196	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
85.859904	0.000844																		
σ	ϵt																		
5.566014	0.000000																		
7.616071	ϵt_1																		
8.982776	0.000000																		
$\epsilon_2 = 0.4\sigma_{max} = 0.000828$	$E_c = 98206.1 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000827652$																	
		$\mu = 0.097739893$																	

Ciclo 3																			
Módulo de elasticidad (E_c)	Interpolamos para allar $\sigma(0.00005)$	Relación de Poisson (μ)	Interpolamos para allar ϵt_2																
$E_c = \frac{0.4\sigma_{max} - \sigma(0.00005)}{\epsilon 0.4\sigma_{max} - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>ϵ</th><th>σ</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.000031</td><td>5.125142</td></tr><tr><td>0.000050</td><td>$\sigma(0.00005)$</td></tr><tr><td>0.000063</td><td>9.699193</td></tr></tbody></table>	ϵ	σ	0.000031	5.125142	0.000050	$\sigma(0.00005)$	0.000063	9.699193	$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.00005}$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>82.277815</td><td>0.000075</td></tr><tr><td>83.986196</td><td>ϵt_2</td></tr><tr><td>85.639467</td><td>0.0000769</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	82.277815	0.000075	83.986196	ϵt_2	85.639467	0.0000769
ϵ	σ																		
0.000031	5.125142																		
0.000050	$\sigma(0.00005)$																		
0.000063	9.699193																		
σ	ϵt																		
82.277815	0.000075																		
83.986196	ϵt_2																		
85.639467	0.0000769																		
$S_2 = 0.4\sigma_{max} = 83.9862 \text{ kg/cm}^2$	Interpolamos para allar $\epsilon 0.4\sigma_{max}$	$\epsilon_{t2} = 0.000076047$	Interpolamos para allar ϵt_1																
$\epsilon_1 = \sigma(0.00005) = 7.869573 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵ</th></tr></thead><tbody><tr><td>82.277815</td><td>0.000813</td></tr><tr><td>83.986196</td><td>$\epsilon 0.4\sigma_{max}$</td></tr><tr><td>85.639467</td><td>0.000844</td></tr></tbody></table>	σ	ϵ	82.277815	0.000813	83.986196	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$	85.639467	0.000844	$\epsilon_{t1} = 0.000000000$	<table border="1"><thead><tr><th>σ</th><th>ϵt</th></tr></thead><tbody><tr><td>5.125142</td><td>0.000000</td></tr><tr><td>7.869573</td><td>ϵt_1</td></tr><tr><td>9.699193</td><td>0.000000</td></tr></tbody></table>	σ	ϵt	5.125142	0.000000	7.869573	ϵt_1	9.699193	0.000000
σ	ϵ																		
82.277815	0.000813																		
83.986196	$\epsilon 0.4\sigma_{max}$																		
85.639467	0.000844																		
σ	ϵt																		
5.125142	0.000000																		
7.869573	ϵt_1																		
9.699193	0.000000																		
$\epsilon_2 = 0.4\sigma_{max} = 0.000828$	$E_c = 97788.4 \text{ kg/cm}^2$	$\epsilon_2 = 0.000828381$																	
		$\mu = 0.097698399$																	





Anexo 31

Análisis de datos atípicos y doble pendiente en el módulo de elasticidad

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DELCUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 										
Ficha de toma de datos										
Proyecto: Determinación de la variabilidad de modulo elástico del concreto Fc 210 kg/cm2 para el diseño de losas aligeradas, cusco 2024. Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe Análisis: Analisis de datos atípicos y doble pendiente en el ensayo de módulo de elasticidad Referencia: ASTM C469/C469M-14 Lugar: CUSCO										
Codigo	Ec (Promedio) (kg/cm2)	Resistencia "fc" (kg/cm2)	Raiz (f'c) "x"	Valores observados "y"	Valores estimados "y"	Residuos "u" (y-ȳ)	Porsentaje residuo (%)	Atipico (>40%)	Datos sin puntos atípicos	Observacion de grafico
M01	283636.7642	309.006367	17.58	283636.7642	200541.00	83095.76	41%	Atipico		Doble pendiente
M02	221897.8646	299.421536	17.30	221897.8646	194610.25	27287.62	14%	Normal	221897.865	
M03	109742.6152	214.877671	14.66	109742.6152	137518.52	-27775.90	20%	Normal	109742.615	Doble pendiente
M04	257726.2037	303.761096	17.43	257726.2037	197307.00	60419.21	31%	Normal	257726.204	
M05	116534.2617	221.683666	14.89	116534.2617	142490.15	-25955.89	18%	Normal	116534.262	Doble pendiente
M06	217388.8716	267.256895	16.35	217388.8716	173980.09	43408.78	25%	Normal	217388.872	
M07	159065.9115	254.631869	15.96	159065.9115	165544.96	-6479.05	4%	Normal	159065.911	
M08	119676.6639	235.538985	15.35	119676.6639	152380.68	-32704.01	21%	Normal	119676.664	Doble pendiente
M09	93802.87243	244.058521	15.62	93802.87243	158318.29	-64515.41	41%	Atipico		Doble pendiente
M10	166664.8569	215.795722	14.69	166664.8569	138193.68	28471.17	21%	Normal	166664.857	
M11	200382.0939	291.257947	17.07	200382.0939	189483.61	10898.49	6%	Normal	200382.094	
M12	216465.8622	289.187348	17.01	216465.8622	188171.91	28293.95	15%	Normal	216465.862	
M13	200574.1901	232.95396	15.26	200574.1901	150557.91	50016.28	33%	Normal	200574.190	
M14	183304.235	252.509678	15.89	183304.235	164106.70	19197.54	12%	Normal	183304.235	
M15	115797.9714	284.228443	16.86	115797.9714	185011.30	-69213.32	37%	Normal	115797.971	Doble pendiente
M16	225554.7019	330.488987	18.18	225554.7019	213508.22	12046.48	6%	Normal	225554.702	
M17	110757.8248	307.933029	17.55	110757.8248	199881.48	-89123.65	45%	Atipico		Doble pendiente
M18	262821.9598	228.455802	15.11	262821.9598	147361.86	115460.10	78%	Atipico		Doble pendiente
M19	151847.5146	266.179322	16.32	151847.5146	173268.02	-21420.51	12%	Normal	151847.515	
M20	185199.4536	220.589681	14.85	185199.4536	141696.22	43503.23	31%	Normal	185199.454	
M21	171119.6311	189.136008	13.75	171119.6311	117962.69	53156.94	45%	Atipico		
M22	201987.4764	242.775902	15.58	201987.4764	157431.08	44556.40	28%	Normal	201987.476	
M23	177602.9591	223.245388	14.94	177602.9591	143620.14	33982.81	24%	Normal	177602.959	
M24	98668.65634	254.245851	15.95	98668.65634	165283.79	-66615.14	40%	Atipico		Doble pendiente
M25	110480.2865	244.716994	15.64	110480.2865	158772.86	-48292.57	30%	Normal	110480.287	Doble pendiente
M26	102665.0526	241.794844	15.55	102665.0526	156750.89	-54085.83	35%	Normal	102665.053	Doble pendiente
M27	161166.3379	253.786021	15.93	161166.3379	164972.43	-3806.09	2%	Normal	161166.338	
M28	104799.2787	231.518702	15.22	104799.2787	149541.50	-44742.22	30%	Normal	104799.279	Doble pendiente
M29	94781.09751	243.300938	15.60	94781.09751	157794.54	-63013.44	40%	Atipico		Doble pendiente
M30	97997.23606	209.965489	14.49	97997.23606	133881.17	-35883.94	27%	Normal	97997.236	Doble pendiente
Total								7		14



Anexo 32

Ficha de toma de datos - elaboración de muestras y ensayo de asentamiento

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 							
Ficha de toma de datos							
Proyecto:	Determinación de la variabilidad de modulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm2 para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.						
Solicitante:	Br. Bill Antony Vargas Quispe						
Ensayo:	Elaboracion de muestras y ensayo de asentamiento						
Referencia:	NTP 339.035, NTP 339.033 y NTP 339.036						
Lugar:	CUSCO						
Fecha de vaciado	Cliente (Dirección)	f'c (kg/cm2)	N° de briquetas	Slump	B/D	Fecha de recojo	Observación
11/04/2024	Prona	210	3	7	B	13/04/2024	
12/04/2024	Tupac Amaru	210	3	7	B	13/04/2024	
13/04/2024	Petro Perú	210	3	7	B	15/04/2024	
15/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	17/04/2024	
16/04/2024	Kuychiro	210	3	7	B	18/04/2024	
17/04/2024	Tupac Amaru	210	3	7	B	19/04/2024	
18/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	19/04/2024	
19/04/2024	Manuel Prado	210	3	7	B	21/04/2024	
20/04/2024	Ticapata	210	3	7	B	22/04/2024	
22/04/2024	Alto Qosqo	210	3	7	B	23/04/2024	
23/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	25/04/2024	
24/04/2024	Tupac Amaru	210	3	7	B	26/04/2024	
25/04/2024	Bancopata	210	3	8	B	27/04/2024	
26/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	28/04/2024	
27/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	29/04/2024	
29/04/2024	Manuel Prado	210	3	6	B	01/05/2024	
30/04/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	01/05/2024	
02/05/2024	Manuel Prado	210	3	9	B	04/05/2024	
03/05/2024	Tupac Amaru	210	3	6	B	05/05/2024	
04/05/2024	Arcopata	210	3	7	B	05/05/2024	
06/05/2024	Patapata	210	3	8	B	08/05/2024	
07/05/2024	Vinocanchon	210	3	8	B	09/05/2024	
08/05/2024	Larapa	210	3	7	B	10/05/2024	
09/05/2024	Molino	210	3	8	B	11/05/2024	
10/05/2024	Manuel Prado	210	3	9	B	12/05/2024	
11/05/2024	Los Inkas	210	3	7	B	13/05/2024	
14/05/2024	Santa Rosa	210	3	9	B	15/05/2024	
15/05/2024	Penal	210	3	7	B	16/05/2024	
16/05/2024	Manuel Prado	210	3	8	B	18/05/2024	
17/05/2024	Via Expresa	210	3	7	B	18/05/2024	

Anexo 33



Ficha de toma de datos - dimensionamiento y codificación de muestras

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 						
Proyecto:	Determinación de la variabilidad de modulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm2 para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.					
Solicitante:	Br. Bill Antony Vargas Quispe					
Actividad:	Dimencionamiento y codificación de muestras					
Referencia:	NTP 339.035, NTP 339.033 y NTP 339.036					
Lugar:	CUSCO					
Fecha de vaceado	Cliente (Dirección)	Fecha de recojo	Codigo de la muestra	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Peso (kg)
11/04/2024	Prona	13/04/2024	C01	30.20	151.40	12.75
11/04/2024	Prona	13/04/2024	T01	30.30	152.00	12.90
11/04/2024	Prona	13/04/2024	M01	30.20	151.10	12.70
12/04/2024	Tupac Amaru	13/04/2024	C02	30.25	151.00	12.75
12/04/2024	Tupac Amaru	13/04/2024	T02	30.20	151.10	12.70
12/04/2024	Tupac Amaru	13/04/2024	M02	30.30	152.00	12.90
13/04/2024	Petro Perú	15/04/2024	C03	30.40	151.00	12.90
13/04/2024	Petro Perú	15/04/2024	T03	30.40	151.68	12.95
13/04/2024	Petro Perú	15/04/2024	M03	30.30	151.18	12.90
15/04/2024	Manuel Prado	17/04/2024	C04	30.25	152.00	12.90
15/04/2024	Manuel Prado	17/04/2024	T04	30.20	152.00	12.90
15/04/2024	Manuel Prado	17/04/2024	M04	30.25	151.58	12.84
16/04/2024	Kuychiro	18/04/2024	C05	30.40	151.78	12.80
16/04/2024	Kuychiro	18/04/2024	T05	30.40	151.10	12.70
16/04/2024	Kuychiro	18/04/2024	M05	30.40	152.00	12.84
17/04/2024	Tupac Amaru	19/04/2024	C06	30.40	151.00	12.80
17/04/2024	Tupac Amaru	19/04/2024	T06	30.40	152.00	12.95
17/04/2024	Tupac Amaru	19/04/2024	M06	30.25	151.00	12.73
18/04/2024	Manuel Prado	19/04/2024	C07	30.35	151.20	12.85
18/04/2024	Manuel Prado	19/04/2024	T07	30.25	151.18	12.80
18/04/2024	Manuel Prado	19/04/2024	M07	30.30	152.10	12.95
19/04/2024	Manuel Prado	21/04/2024	C08	30.10	151.00	12.75
19/04/2024	Manuel Prado	21/04/2024	T08	30.15	151.00	12.75
19/04/2024	Manuel Prado	21/04/2024	M08	30.35	152.00	13.00
20/04/2024	Ticapata	22/04/2024	C09	30.35	151.80	12.95
20/04/2024	Ticapata	22/04/2024	T09	30.35	152.10	13.00
20/04/2024	Ticapata	22/04/2024	M09	30.40	150.60	12.79
22/04/2024	Alto Qosqo	23/04/2024	C10	30.10	151.05	12.80
22/04/2024	Alto Qosqo	23/04/2024	T10	30.40	151.70	13.00
22/04/2024	Alto Qosqo	23/04/2024	M10	30.15	150.90	12.80
23/04/2024	Manuel Prado	25/04/2024	C11	30.08	150.80	12.70
23/04/2024	Manuel Prado	25/04/2024	T11	30.10	151.80	12.90
23/04/2024	Manuel Prado	25/04/2024	M11	30.25	152.10	13.00
24/04/2024	Tupac Amaru	26/04/2024	C12	30.20	152.05	12.90
24/04/2024	Tupac Amaru	26/04/2024	T12	30.25	151.85	12.90
24/04/2024	Tupac Amaru	26/04/2024	M12	30.30	152.00	12.95
25/04/2024	Bancopata	27/04/2024	C13	30.00	151.15	12.90
25/04/2024	Bancopata	27/04/2024	T13	30.10	151.75	13.00
25/04/2024	Bancopata	27/04/2024	M13	30.15	150.85	12.90
26/04/2024	Manuel Prado	28/04/2024	C14	30.10	152.00	12.90

26/04/2024	Manuel Prado	28/04/2024	T14	30.10	151.25	12.80
26/04/2024	Manuel Prado	28/04/2024	M14	30.20	152.00	12.95
27/04/2024	Manuel Prado	29/04/2024	C15	30.25	151.80	12.90
27/04/2024	Manuel Prado	29/04/2024	T15	30.20	151.50	12.80
27/04/2024	Manuel Prado	29/04/2024	M15	30.15	151.80	12.85
29/04/2024	Manuel Prado	01/05/2024	C16	30.20	152.00	12.90
29/04/2024	Manuel Prado	01/05/2024	T16	30.30	151.90	12.90
29/04/2024	Manuel Prado	01/05/2024	M16	30.30	152.05	12.95
30/04/2024	Manuel Prado	01/05/2024	C17	30.25	151.65	12.95
30/04/2024	Manuel Prado	01/05/2024	T17	30.25	151.80	13.00
30/04/2024	Manuel Prado	01/05/2024	M17	30.15	151.05	12.80
02/05/2024	Manuel Prado	04/05/2024	C18	30.30	151.20	12.90
02/05/2024	Manuel Prado	04/05/2024	T18	30.25	151.90	13.00
02/05/2024	Manuel Prado	04/05/2024	M18	30.20	151.30	12.90
03/05/2024	Tupac Amaru	05/05/2024	C19	30.30	151.70	12.90
03/05/2024	Tupac Amaru	05/05/2024	T19	30.30	151.80	12.90
03/05/2024	Tupac Amaru	05/05/2024	M19	30.25	151.05	12.75
04/05/2024	Arcopata	05/05/2024	C20	30.00	151.70	12.80
04/05/2024	Arcopata	05/05/2024	T20	30.20	151.80	12.90
04/05/2024	Arcopata	05/05/2024	M20	30.25	151.30	12.85
06/05/2024	Patapata	08/05/2024	C21	30.15	151.20	12.70
06/05/2024	Patapata	08/05/2024	T21	30.25	151.80	12.85
06/05/2024	Patapata	08/05/2024	M21	30.05	151.85	12.75
07/05/2024	Vinocanchon	09/05/2024	C22	30.20	151.70	12.85
07/05/2024	Vinocanchon	09/05/2024	T22	30.15	151.05	12.70
07/05/2024	Vinocanchon	09/05/2024	M22	30.05	151.75	12.80
08/05/2024	Larapa	10/05/2024	C23	30.25	151.70	12.90
08/05/2024	Larapa	10/05/2024	T23	30.25	151.00	12.75
08/05/2024	Larapa	10/05/2024	M23	30.25	151.90	12.90
09/05/2024	Molino	11/05/2024	C24	30.30	151.00	12.80
09/05/2024	Molino	11/05/2024	T24	30.30	151.10	12.80
09/05/2024	Molino	11/05/2024	M24	30.30	151.90	12.95
10/05/2024	Manuel Prado	12/05/2024	C25	30.40	151.75	12.95
10/05/2024	Manuel Prado	12/05/2024	T25	30.30	151.20	12.80
10/05/2024	Manuel Prado	12/05/2024	M25	30.20	151.90	12.90
11/05/2024	Los Inkas	13/05/2024	C26	30.15	151.40	12.80
11/05/2024	Los Inkas	13/05/2024	T26	30.30	151.80	12.90
11/05/2024	Los Inkas	13/05/2024	M26	30.20	151.10	12.80
14/05/2024	Santa Rosa	15/05/2024	C27	30.30	151.70	12.90
14/05/2024	Santa Rosa	15/05/2024	T27	30.40	151.80	12.95
14/05/2024	Santa Rosa	15/05/2024	M27	30.35	152.00	12.95
15/05/2024	Penal	16/05/2024	C28	30.10	151.40	12.80
15/05/2024	Penal	16/05/2024	T28	30.35	151.85	13.00
15/05/2024	Penal	16/05/2024	M28	30.30	151.65	12.95
16/05/2024	Manuel Prado	18/05/2024	C29	30.20	151.00	12.80
16/05/2024	Manuel Prado	18/05/2024	T29	30.30	151.80	12.95
16/05/2024	Manuel Prado	18/05/2024	M29	30.15	151.75	12.90
17/05/2024	Via Expresa	18/05/2024	C30	30.40	152.00	12.95
17/05/2024	Via Expresa	18/05/2024	T30	30.35	151.15	12.80
17/05/2024	Via Expresa	18/05/2024	M30	30.35	152.00	12.95



Anexo 34

Ficha de toma de datos - resistencia a tracción indirecta

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>  <p style="text-align: center;">Ficha de toma de datos</p>							
Proyecto: Determinación de la variabilidad de modulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm ² para							
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe							
Ensayo: Resistencia a tracción indirecta							
Referencia: NTP 339.084 y ASTM 496							
Lugar: CUSCO							
Fecha de vaceado	Cliente (Direccion)	Codigo	Fecha de rotura	Longitud (cm)	Diametro (mm)	Carga maxima (kg)	Resistencia a tracción (kg/cm ²)
11/04/2024	Prona	T01	14/05/2024	30.30	152.00	17900	24.74
12/04/2024	Tupac Amaru	T02	14/05/2024	30.20	151.10	13620	19.00
13/04/2024	Petro Perú	T03	14/05/2024	30.40	151.68	7590	10.48
15/04/2024	Manuel Prado	T04	14/05/2024	30.20	152.00	9232	12.80
16/04/2024	Kuychiro	T05	14/05/2024	30.40	151.10	12530	17.37
17/04/2024	Tupac Amaru	T06	20/05/2024	30.40	152.00	15870	21.86
18/04/2024	Manuel Prado	T07	20/05/2024	30.25	151.18	11780	16.40
19/04/2024	Manuel Prado	T08	20/05/2024	30.15	151.00	12760	17.84
20/04/2024	Ticapata	T09	20/05/2024	30.35	152.10	14440	19.91
22/04/2024	Alto Qosqo	T10	20/05/2024	30.40	151.70	13490	18.62
23/04/2024	Manuel Prado	T11	27/05/2024	30.10	151.80	14010	19.52
24/04/2024	Tupac Amaru	T12	27/05/2024	30.25	151.85	15540	21.54
25/04/2024	Bancopata	T13	27/05/2024	30.10	151.75	10700	14.91
26/04/2024	Manuel Prado	T14	27/05/2024	30.10	151.25	11410	15.96
27/04/2024	Manuel Prado	T15	27/05/2024	30.20	151.50	15630	21.75
29/04/2024	Manuel Prado	T16	03/06/2024	30.30	151.90	15590	21.56
30/04/2024	Manuel Prado	T17	03/06/2024	30.25	151.80	18720	25.95
02/05/2024	Manuel Prado	T18	03/06/2024	30.25	151.90	13700	18.98
03/05/2024	Tupac Amaru	T19	03/06/2024	30.30	151.80	11740	16.25
04/05/2024	Arcopata	T20	03/06/2024	30.20	151.80	12720	17.66
06/05/2024	Patapata	T21	10/06/2024	30.25	151.80	9280	12.87
07/05/2024	Vinocanchon	T22	10/06/2024	30.15	151.05	14020	19.60
08/05/2024	Larapa	T23	10/06/2024	30.25	151.00	12450	17.35
09/05/2024	Molino	T24	10/06/2024	30.30	151.10	13920	19.36
10/05/2024	Manuel Prado	T25	10/06/2024	30.30	151.20	13870	19.27
11/05/2024	Los Inkas	T26	14/06/2024	30.30	151.80	14050	19.45
14/05/2024	Santa Rosa	T27	14/06/2024	30.40	151.80	14570	20.10
15/05/2024	Penal	T28	14/06/2024	30.35	151.85	14080	19.45
16/05/2024	Manuel Prado	T29	14/06/2024	30.30	151.80	14200	19.65
17/05/2024	Via Expresa	T30	14/06/2024	30.35	151.15	11810	16.39



Anexo 35

Ficha de toma de datos - resistencia a la compresión

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 												
Ficha de toma de datos												
Proyecto: Determinación de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024.												
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe												
Ensayo: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas												
Referencia: NTP 339.034 y ASTM C 39												
Lugar: CUSCO												
CARACTERÍSTICAS DEL VACIADO			CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			INFORMACION DE RUPTURA DE BRIQUETAS						
Fecha de vaciado	Cliente (Dirección)	Código	f_c (Kg/cm ²)	Cemento	Aditivo	Fecha de recojo	Tiempo de curado (días)	Fecha de ruptura	Diametro de briqueta (mm)	Carga (kg)	f_c (real) (kg/cm ²)	Tipo de falla
11/04/2024	Prona	C01	210	YURA HE	Sikaplast	13/04/2024	33	14/05/2024	151.40	55630	309.01	5
12/04/2024	Tupac Amaru	C02	210	YURA HE	Sikaplast	13/04/2024	32	14/05/2024	151.00	53620	299.42	2
13/04/2024	Petro Perú	C03	210	YURA HE	Sikaplast	15/04/2024	31	14/05/2024	151.00	38480	214.88	5
15/04/2024	Manuel Prado	C04	210	YURA HE	Sikaplast	17/04/2024	29	14/05/2024	152.00	55120	303.76	2
16/04/2024	Kuychiro	C05	210	YURA HE	Sikaplast	18/04/2024	28	14/05/2024	151.78	40110	221.68	5
17/04/2024	Tupac Amaru	C06	210	YURA HE	Sikaplast	19/04/2024	33	20/05/2024	151.00	47860	267.26	2
18/04/2024	Manuel Prado	C07	210	YURA HE	Sikaplast	19/04/2024	32	20/05/2024	151.20	45720	254.63	5
19/04/2024	Manuel Prado	C08	210	YURA HE	Sikaplast	21/04/2024	31	20/05/2024	151.00	42180	235.54	2
20/04/2024	Ticapata	C09	210	YURA HE	Sikaplast	22/04/2024	30	20/05/2024	151.80	44170	244.06	2
22/04/2024	Alto Qosqo	C10	210	YURA HE	Sikaplast	23/04/2024	28	20/05/2024	151.05	38670	215.80	5
23/04/2024	Manuel Prado	C11	210	YURA HE	Sikaplast	25/04/2024	34	27/05/2024	150.80	52020	291.26	2
24/04/2024	Tupac Amaru	C12	210	YURA HE	Sikaplast	26/04/2024	33	27/05/2024	152.05	52510	289.19	4
25/04/2024	Bancopata	C13	210	YURA HE	Sikaplast	27/04/2024	32	27/05/2024	151.15	41800	232.95	2
26/04/2024	Manuel Prado	C14	210	YURA HE	Sikaplast	28/04/2024	31	27/05/2024	152.00	45820	252.51	2
27/04/2024	Manuel Prado	C15	210	YURA HE	Sikaplast	29/04/2024	30	27/05/2024	151.80	51440	284.23	2
29/04/2024	Manuel Prado	C16	210	YURA HE	Sikaplast	01/05/2024	35	03/06/2024	152.00	59970	330.49	5
30/04/2024	Manuel Prado	C17	210	YURA HE	Sikaplast	01/05/2024	34	03/06/2024	151.65	55620	307.93	3
02/05/2024	Manuel Prado	C18	210	YURA HE	Sikaplast	04/05/2024	32	03/06/2024	151.20	41020	228.46	4
03/05/2024	Tupac Amaru	C19	210	YURA HE	Sikaplast	05/05/2024	31	03/06/2024	151.70	48110	266.18	5
04/05/2024	Arcopata	C20	210	YURA HE	Sikaplast	05/05/2024	30	03/06/2024	151.70	39870	220.59	5
06/05/2024	Patapata	C21	210	YURA HE	Sikaplast	08/05/2024	35	10/06/2024	151.20	33960	189.14	2
07/05/2024	Vinocanchon	C22	210	YURA HE	Sikaplast	09/05/2024	34	10/06/2024	151.70	43880	242.78	2
08/05/2024	Larapa	C23	210	YURA HE	Sikaplast	10/05/2024	33	10/06/2024	151.70	40350	223.25	4
09/05/2024	Molino	C24	210	YURA HE	Sikaplast	11/05/2024	32	10/06/2024	151.00	45530	254.25	5
10/05/2024	Manuel Prado	C25	210	YURA HE	Sikaplast	12/05/2024	31	10/06/2024	151.75	44260	244.72	5
11/05/2024	Los Inkas	C26	210	YURA HE	Sikaplast	13/05/2024	34	14/06/2024	151.40	43530	241.79	2
14/05/2024	Santa Rosa	C27	210	YURA HE	Sikaplast	15/05/2024	31	14/06/2024	151.70	45870	253.79	4
15/05/2024	Penal	C28	210	YURA HE	Sikaplast	16/05/2024	30	14/06/2024	151.40	41680	231.52	5
16/05/2024	Manuel Prado	C29	210	YURA HE	Sikaplast	18/05/2024	29	14/06/2024	151.00	43570	243.30	3
17/05/2024	Via Expresa	C30	210	YURA HE	Sikaplast	18/05/2024	28	14/06/2024	152.00	38100	209.97	4

Anexo 36

Ficha de toma de datos ensayo módulo estático de elasticidad (resumen)

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL </div> 											
Ficha de toma de datos											
Proyecto: Determinación de la variabilidad de la variabilidad de módulo elástico del concreto f_c 210 kg/cm ² para el diseño de losas aligeradas, cusco 2024.											
Solicitante: Br. Bill Antony Vargas Quispe											
Ensayo: Ensayo normalizado para Módulo estático de elasticidad y coeficiente de Poisson (Resumen)											
Referencia: ASTM C469/C469M-14											
Lugar: CUSCO											
Fecha de ensayo	Codigo	Peso unitario (kg/m ³)	Resistencia (kg/cm ²)	Ec1 (kg/cm ²)	Ec2 (kg/cm ²)	μ_1	μ_2	μ (Prom.)	Ec (Promedio) (kg/cm ²)	Modulo de elasticidad Teorica 1 (kg/cm ²)	Modulo de elasticidad Teorica 2 (kg/cm ²)
14/05/2024	M01	2345.19	309.01	278120.387	289153.142	0.264	0.267	0.27	283636.76	271512.34	263678.65
14/05/2024	M02	2346.23	299.42	223550.180	220245.549	0.242	0.229	0.24	221897.86	267445.60	259557.02
14/05/2024	M03	2371.75	214.88	110098.932	109386.298	0.133	0.132	0.13	109742.62	230269.98	219880.59
14/05/2024	M04	2352.16	303.76	204915.948	310536.459	0.219	0.325	0.27	257726.20	270398.28	261431.15
14/05/2024	M05	2327.63	221.68	116296.673	116771.851	0.146	0.131	0.14	116534.26	227393.12	223335.67
20/05/2024	M06	2349.95	267.26	216276.781	218500.962	0.186	0.183	0.18	217388.87	253274.95	245219.90
20/05/2024	M07	2352.22	254.63	156154.482	161977.341	0.158	0.152	0.16	159065.91	247578.85	239357.83
20/05/2024	M08	2360.52	235.54	118914.827	120438.500	0.117	0.115	0.12	119676.66	239376.61	230209.19
20/05/2024	M09	2361.88	244.06	93974.856	93630.889	0.101	0.102	0.10	93802.87	243877.42	234335.59
20/05/2024	M10	2373.86	215.80	164022.969	169306.745	0.190	0.194	0.19	166664.86	231069.04	220349.81
27/05/2024	M11	2365.21	291.26	200521.771	200242.417	0.226	0.228	0.23	200382.09	266982.19	255994.21
27/05/2024	M12	2355.32	289.19	216716.332	216215.393	0.228	0.230	0.23	216465.86	264364.83	255082.64
27/05/2024	M13	2393.99	232.95	201239.682	199908.698	0.224	0.231	0.23	200574.19	243140.21	228942.44
27/05/2024	M14	2363.12	252.51	185210.116	181398.354	0.187	0.189	0.19	183304.23	248259.90	238358.30
27/05/2024	M15	2354.95	284.23	122842.544	108753.399	0.112	0.109	0.11	115797.97	262027.13	252886.14
03/06/2024	M16	2353.77	330.49	226034.869	225074.535	0.222	0.202	0.21	225554.70	282334.54	272690.34
03/06/2024	M17	2369.14	307.93	110001.562	111514.088	0.098	0.097	0.10	110757.82	275203.54	263220.31
03/06/2024	M18	2375.83	228.46	258678.555	266965.364	0.209	0.222	0.22	262821.96	238046.91	226721.32
03/06/2024	M19	2352.09	266.18	156578.262	147116.767	0.124	0.102	0.11	151847.51	253108.23	244725.04
03/06/2024	M20	2362.71	220.59	183871.567	186527.340	0.173	0.168	0.17	185199.45	231977.85	222783.93
10/06/2024	M21	2342.86	189.14	171421.612	170817.650	0.184	0.182	0.18	171119.63	212102.30	206290.09
10/06/2024	M22	2355.15	242.78	202058.697	201916.256	0.218	0.218	0.22	201987.48	242197.14	233719.01
10/06/2024	M23	2353.20	223.25	178891.693	176314.225	0.181	0.171	0.18	177602.96	231962.89	224120.98
10/06/2024	M24	2358.42	254.25	99168.957	98168.355	0.098	0.095	0.10	98668.66	248369.59	239176.33
10/06/2024	M25	2357.10	244.72	111589.237	109371.336	0.100	0.091	0.10	110480.29	243465.25	234651.49
14/06/2024	M26	2363.66	241.79	104560.100	100770.005	0.079	0.075	0.08	102665.05	243018.17	233246.31
14/06/2024	M27	2351.44	253.79	162402.397	159930.278	0.183	0.176	0.18	161166.34	247043.70	238959.94
14/06/2024	M28	2366.21	231.52	103595.096	106003.462	0.099	0.101	0.10	104799.28	238182.91	228236.08
14/06/2024	M29	2365.68	243.30	94738.221	94823.974	0.100	0.105	0.10	94781.10	244086.34	233971.60
14/06/2024	M30	2351.44	209.97	98206.103	97788.369	0.098	0.098	0.10	97997.24	224705.60	217352.79

Fotografías

Anexo 37

Descarga de concreto del mixer a la bomba pluma para el vaciado de la losa



Anexo 38

Ensayo de asentamiento a pie de obra



Anexo 39

Preparación de muestras de concreto a pie de obra (briquetas)



Anexo 40

Fraguado de muestras de concreto a pie de obra



Anexo 41

Recojo de muestras de concreto para su curado



Anexo 42

Curado de las muestras de concreto en laboratorio



Anexo 43

Medición de la altura de las muestras de concreto



Anexo 44

Pesaje de las muestras de concreto



Anexo 45

Ensayo de rotura a compresión para determinar la resistencia



Anexo 46

Ensayo de resistencia tracción indirecta



Anexo 47

Falla de la muestra por ensayo de tracción indirecta



Anexo 48

Ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson



Anexo 49


Matriz de consistencia

Determinación de la variabilidad de modulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm2 para el diseño de losas aligeradas, Cusco 2024							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la variabilidad experimental del módulo elástico del concreto f'c 210 kg/cm2 para el diseño de losas aligeradas Cusco 2024?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar de forma experimental la variabilidad del módulo elástico del concreto f'c 210 para del diseño de losas aligeradas Cusco 2024.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El módulo elástico experimental del concreto f'c 210 varia respecto al módulo elástico teórico.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo • Deformación 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión. • Deformación unitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del esfuerzo a la compresión. • Incremento de la deformación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kg/cm2 (Kilo gramos por centímetro cuadrado) • Adimensional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque de la investigación Cuantitativo • Diseño de la investigación Experimental • Población Muestras de concreto premezclado de la planta concretera Pymac. • Tipo de muestreo Aleatorio • Instrumentos de recolección de datos -Anillos -Deformímetros -Prensa hidráulica de compresión uniaxial. • Técnicas de análisis de datos Análisis estadístico con hojas de cálculo Excel.
<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el módulo elástico del concreto f'c 210, en testigos de concreto? • ¿Cuál es la relación Poisson "μ" del concreto f'c 210, en testigos de concreto? • ¿Cuál es el coeficiente de corrección del módulo elástico teórico? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el módulo elástico del concreto f'c 210 en testigos de concreto. • Determinar la relación de Poisson del concreto f'c 210 en testigos de concreto. • Analizar y proponer un coeficiente de corrección a la fórmula que determina el módulo elástico teórico. 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El módulo elástico experimental del concreto f'c 210 es menor al módulo elástico teórico. • Existe una diferencia significativa en la relación de Poisson experimental del concreto f'c 210 en comparación con el valor teórico. • El coeficiente de corrección para la fórmula que determina el módulo elástico es lineal. 	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Módulo de elasticidad del concreto simple (Ec).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zona elástica del diagrama esfuerzo vs deformación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación entre el fuerza y deformación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kg/cm2 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de análisis de datos Análisis estadístico con hojas de cálculo Excel.


Fichas de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio

Anexo 50

Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 14/05/2024



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS



N°03895



FICHA DE REQUERIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

LOS QUE SUSCRIBIMOS LINEAS ABAJO, SOMOS TOTALMENTE RESPONSABLES POR TODO EL EQUIPO E INSTRUMENTOS QUE SE NOS ENTREGUE, CERTIFICAMOS HABER REVISADO INTEGRALMENTE LOS EQUIPOS, ASI MISMO NOS COMPROMETEMOS A DARLE UN USO Y MANEJO ADECUADO Y ACORDE AL ESTATUTO UNIVERSITARIO, NORMAS INTERNAS DE LA UNIVERSIDAD Y DE LA FACULTAD Y DEL LABORATORIO.

CURSO	: Tesis "Determinación de la Variabilidad de módulo elástico"	HORA INIC. :	8:30 a.m
TÍTULO DE LA PRÁCTICA	: Resistencia tracción indirecta; compresión; Módulo elástico	HORA FIN :	6:00 p.m
DOCENTE O ASESOR	: Ing. Jose Luis Rios Rabelo	FECHA :	14/05/24


N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO	N° DE CELULAR	FIRMA
1	Vargas Quispe Bill Antony	1640 27	97248 4502	<i>[Signature]</i>
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

N°	EQUIPO Y/O INSTRUMENTO	CANT.	Entr.	Dev.	OBSERVACIONES	MARCA	COD. PATRIMON.
1	Presna hidráulica de compresión	1					
2	Platica de apoyo suplementaria	1					
3	Compresómetro - extensómetro	1					
4	Regla de acero	1					
5	Vernier	1					
6	Cabritales de neopreno	2					
7	Nivel de mano	1					
8	Brocha	1					
9	Tacos de madera	2					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							


DATOS DEL ALUMNO O TESISISTA RESPONSABLE				CONFORMIDAD DE LABORATORIO	
Nombre(s)	: Bill Antony	Cel	: 97248 45 02	 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA - C.P. INGENIERÍA CIVIL</p> <p style="text-align: center;"><i>[Signature]</i></p> <p>AUTORIZA JEFE DE PRÁCTICAS O ASESOR LOS PARA EL USO DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS</p>	
Apellidos	: Vargas Quispe				
DNI	: 76565412	Firma	: <i>[Signature]</i>		
OBSERVACIONES :					

Anexo 51

Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 20/05/2024



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS



N° 03896


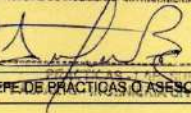

FICHA DE REQUERIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

LOS QUE SUSCRIBIMOS LINEAS ABAJO, SOMOS TOTALMENTE RESPONSABLES POR TODO EL EQUIPO E INSTRUMENTOS QUE SE NOS ENTREGUE, CERTIFICAMOS HABER REVISADO INTEGRAMENTE LOS EQUIPOS, ASÍ MISMO NOS COMPROMETEMOS A DARLE UN USO Y MANEJO ADECUADO Y ACORDE AL ESTATUTO UNIVERSITARIO, NORMAS INTERNAS DE LA UNIVERSIDAD Y DE LA FACULTAD Y DEL LABORATORIO.

CURSO	Tesis Determinación de la Variabilidad de módulo elástico	HORA INIC. :	8:30 a.m
TÍTULO DE LA PRÁCTICA	Resistencia tracción indirecta; compresión; módulo elástico	HORA FIN :	6:00 p.m
DOCENTE O ASESOR	Ing. José Luis Ríos Rabelo	FECHA :	20/05/24


N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO	N° DE CELULAR	FIRMA
1	Vargas Quispe Bill Antony	164027	972484502	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

N°	EQUIPO Y/O INSTRUMENTO	CANT.	Entr.	Dev.	OBSERVACIONES	MARCA	COD. PATRIMON.
1	Prensa hidráulica de compresión	1					
2	Platina de apoyo suplementaria	1					
3	Compresómetro - Extensómetro	1					
4	Regla de acero	1					
5	Vernier	1					
6	Cabezales de neopreno	2					
7	Nivel de mano	1					
8	Bracha	1					
9	Tacos de madera	2					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							


DATOS DEL ALUMNO O TESISISTA RESPONSABLE				CONFORMIDAD DE LABORATORIO	
Nombre(s) :			Cel :		
Apellidos :			 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA - C.P. INGENIERÍA CIVIL  AUTORIZA JEFE DE PRÁCTICAS O ASESOR		
DNI :	Firma :				
OBSERVACIONES :					
.....					

Anexo 52

Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 27/05/2024



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS




N°03897




FICHA DE REQUERIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

LOS QUE SUSCRIBIMOS LINEAS ABAJO, SOMOS TOTALMENTE RESPONSABLES POR TODO EL EQUIPO E INSTRUMENTOS QUE SE NOS ENTREGUE, CERTIFICAMOS HABER REVISADO INTEGRAMENTE LOS EQUIPOS, ASÍ MISMO NOS COMPROMETEMOS A DARLE UN USO Y MANEJO ADECUADO Y ACORDE AL ESTATUTO UNIVERSITARIO, NORMAS INTERNAS DE LA UNIVERSIDAD Y DE LA FACULTAD Y DEL LABORATORIO.

CURSO	Tesis Determinación de la variabilidad de módulo elástico	HORA INIC. :	8:30 am
TÍTULO DE LA PRÁCTICA	Resistencia tracción indirecta; compresión, Módulo elástico	HORA FIN :	6:00 P.M
DOCENTE O ASESOR	Ing. José Luis Ríos Rabelo	FECHA :	27/05/24


N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO	N° DE CELULAR	FIRMA
1	Vargas Quispe Bill Antony	164027	991284508	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

N°	EQUIPO Y/O INSTRUMENTO	CANT.	Entr.	Dev.	OBSERVACIONES	MARCA	COD. PATRIMON.
1	Prueba hidráulica de compresión	1					
2	Platina de apoyo suplementaria	1					
3	Compresómetro - Extensómetro	1					
4	Regla de acero	1					
5	Ucratier	1					
6	Cabezales de neopreno	2					
7	Nivel de mano	1					
8	Bracha	1					
9	Tacos de madera	2					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							


DATOS DEL ALUMNO O TESISISTA RESPONSABLE				CONFORMIDAD DE LABORATORIO	
Nombre(s)	Bill Antony		Cel	992684508	
Apellidos	Vargas Quispe				
DNI	76565412	Firma			
OBSERVACIONES :				 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL AUTORIZA JEFE DE PRÁCTICAS O ASESOR	
					

Anexo 53

Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 03/06/2024



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS



N°03898




FICHA DE REQUERIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

LOS QUE SUSCRIBIMOS LINEAS ABAJO, SOMOS TOTALMENTE RESPONSABLES POR TODO EL EQUIPO E INSTRUMENTOS QUE SE NOS ENTREGUE. CERTIFICAMOS HABER REVISADO INTEGRAMENTE LOS EQUIPOS, ASÍ MISMO NOS COMPROMETEMOS A DARLE UN USO Y MANEJO ADECUADO Y ACORDE AL ESTATUTO UNIVERSITARIO, NORMAS INTERNAS DE LA UNIVERSIDAD Y DE LA FACULTAD Y DEL LABORATORIO.

CURSO	: Tesis Determinación de variabilidad de módulo elástico	HORA INIC. :	: 8:30 a.m
TÍTULO DE LA PRÁCTICA	: Asistencia tracción indirecta; compresión; Módulo elástico	HORA FIN :	: 6:00 p.m
DOCENTE O ASESOR	: Ing. José Luis Ríos Rabelo	FECHA :	: 03 / 06 / 24


N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO	N° DE CELULAR	FIRMA
1	Vargas Quispe Bill Antony	164022	972484502	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

N°	EQUIPO Y/O INSTRUMENTO	CANT.	Entr.	Dev.	OBSERVACIONES	MARCA	COD. PATRIMON.
1	Prueba hidráulica de compresión	1					
2	Platina de apoyo suplementaria	1					
3	Compresómetro - Extensómetro	1					
4	Regla de acero	1					
5	Vernier	1					
6	Cabezas de neopreno	2					
7	Nivel de mano	1					
8	Brocha	1					
9	Tacos de madera	2					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							


DATOS DEL ALUMNO O TESISISTA RESPONSABLE				CONFORMIDAD DE LABORATORIO	
Nombre(s)	: Bill Antony	Cel	: 972484502	 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL</p>  <p>PRÁCTICAS DE SUELOS Y ASPIRANTE DE INGENIERÍA CIVIL</p> <p>AUTORIZA JEFE DE PRÁCTICAS O ASESOR</p>	
Apellidos	: Vargas Quispe	Firma	:		
DNI	: 76865412				
OBSERVACIONES :					
.....					

Anexo 54

Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 10/06/2024



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS



N° 03899


FICHA DE REQUERIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

LOS QUE SUSCRIBIMOS LINEAS ABAJO, SOMOS TOTALMENTE RESPONSABLES POR TODO EL EQUIPO E INSTRUMENTOS QUE SE NOS ENTREGUE. CERTIFICAMOS HABER REVISADO INTEGRAMENTE LOS EQUIPOS, ASÍ MISMO NOS COMPROMETEMOS A DARLE UN USO Y MANEJO ADECUADO Y ACORDE AL ESTATUTO UNIVERSITARIO, NORMAS INTERNAS DE LA UNIVERSIDAD Y DE LA FACULTAD Y DEL LABORATORIO.

CURSO	Tesis "Determinación de la variabilidad de módulo elástico"	HORA INIC.:	8:30 a.m
TÍTULO DE LA PRÁCTICA	Resistencia tracción indirecta; compresión; módulo elástico	HORA FIN:	6:00 P.M
DOCENTE O ASESOR	Ing. Jose Luis Rios Rubelo	FECHA:	10 / 06 / 24


N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO	N° DE CELULAR	FIRMA
1	Vargas Quispe Bill Antony	134027	972 48 45 08	<i>[Signature]</i>
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

N°	EQUIPO Y/O INSTRUMENTO	CANT.	Entr.	Dev.	OBSERVACIONES	MARCA	COD. PATRIMON.
1	Prensa hidráulica de compresión	1					
2	Platina de apoyo suplementaria	1					
3	Compresómetro - Extensómetro	1					
4	Regla de acero	1					
5	Vernier	1					
6	Cableajes de neopreno	2					
7	Nivel de mano	1					
8	Brocha	1					
9	Tacos de madera	2					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							


DATOS DEL ALUMNO O TESISISTA RESPONSABLE				CONFORMIDAD DE LABORATORIO	
Nombre(s)	: Bill Antony	Cel.	: 972 48 45 08	 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA - E.P. INGENIERÍA CIVIL AUTORIZA JEFE DE PRÁCTICAS O ASESOR Y AGENTE DE INGENIERÍA CIVIL</p>	
Apellidos	: Vargas Quispe	Firma	: <i>[Signature]</i>		
DNI	: 76565412				
OBSERVACIONES :					

Anexo 55

Ficha de requerimiento de equipos e instrumentos de laboratorio 14/06/2024



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS



N°03900



FICHA DE REQUERIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

LOS QUE SUSCRIBIMOS LINEAS ABAJO, SOMOS TOTALMENTE RESPONSABLES POR TODO EL EQUIPO E INSTRUMENTOS QUE SE NOS ENTREGUE, CERTIFICAMOS HABER REVISADO INTEGRAMENTE LOS EQUIPOS, ASÍ MISMO NOS COMPROMETEMOS A DARLE UN USO Y MANEJO ADECUADO Y ACORDE AL ESTATUTO UNIVERSITARIO, NORMAS INTERNAS DE LA UNIVERSIDAD Y DE LA FACULTAD Y DEL LABORATORIO.

CURSO	: Tesis Determinación de Variabilidad de módulo elástico	HORA INIC. :	8:30 a.m
TÍTULO DE LA PRÁCTICA	: Resistencia Tracción indirecta y Compresión; Módulo elástico	HORA FIN :	6:00 p.m
DOCENTE O ASESOR	: Ing. Jose Luis Rios Rabelo	FECHA :	14/06/24

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO	N° DE CELULAR	FIRMA
1	Vargas Quispe Bill Antony	164027	972 424 41 02	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

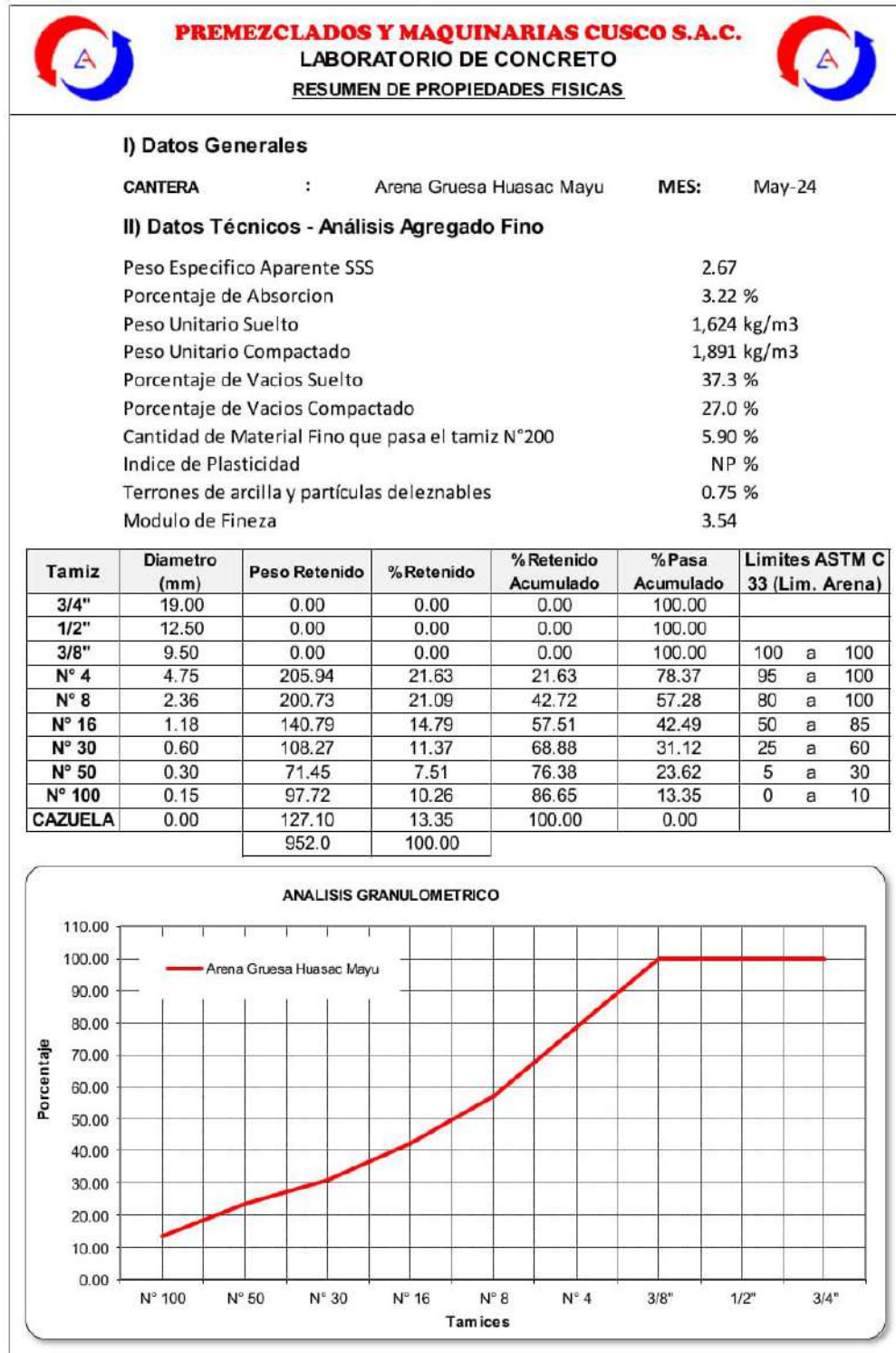
N°	EQUIPO Y/O INSTRUMENTO	CANT.	Entr.	Dev.	OBSERVACIONES	MARCA	COD. PATRIMON.
1	Prensa hidráulica de compresión	1					
2	Platina de apoyo suplementaria	1					
3	Compresómetro - extensómetro	1					
4	Regla de acero	1					
5	Veranillo	1					
6	Cabezales de neopreno	2					
7	Nivel a mano	1					
8	Bracha	1					
9	Tacos de madera	2					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							

DATOS DEL ALUMNO O TESISISTA RESPONSABLE				CONFORMIDAD DE LABORATORIO	
Nombre(s)	: Bill Antony	Cel :	972 424 41 02	 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA - C.I. INGENIERÍA CIVIL</p>  <p>PROGRAMAS DE SUELOS AUTORIZA JEFE DE PRÁCTICAS O ASESOR</p>	
Apellidos	: Vargas Quispe	Firma	:		
DNI	: 76565412				
OBSERVACIONES :					

Propiedades físicas de los agregados y materiales

Anexo 56

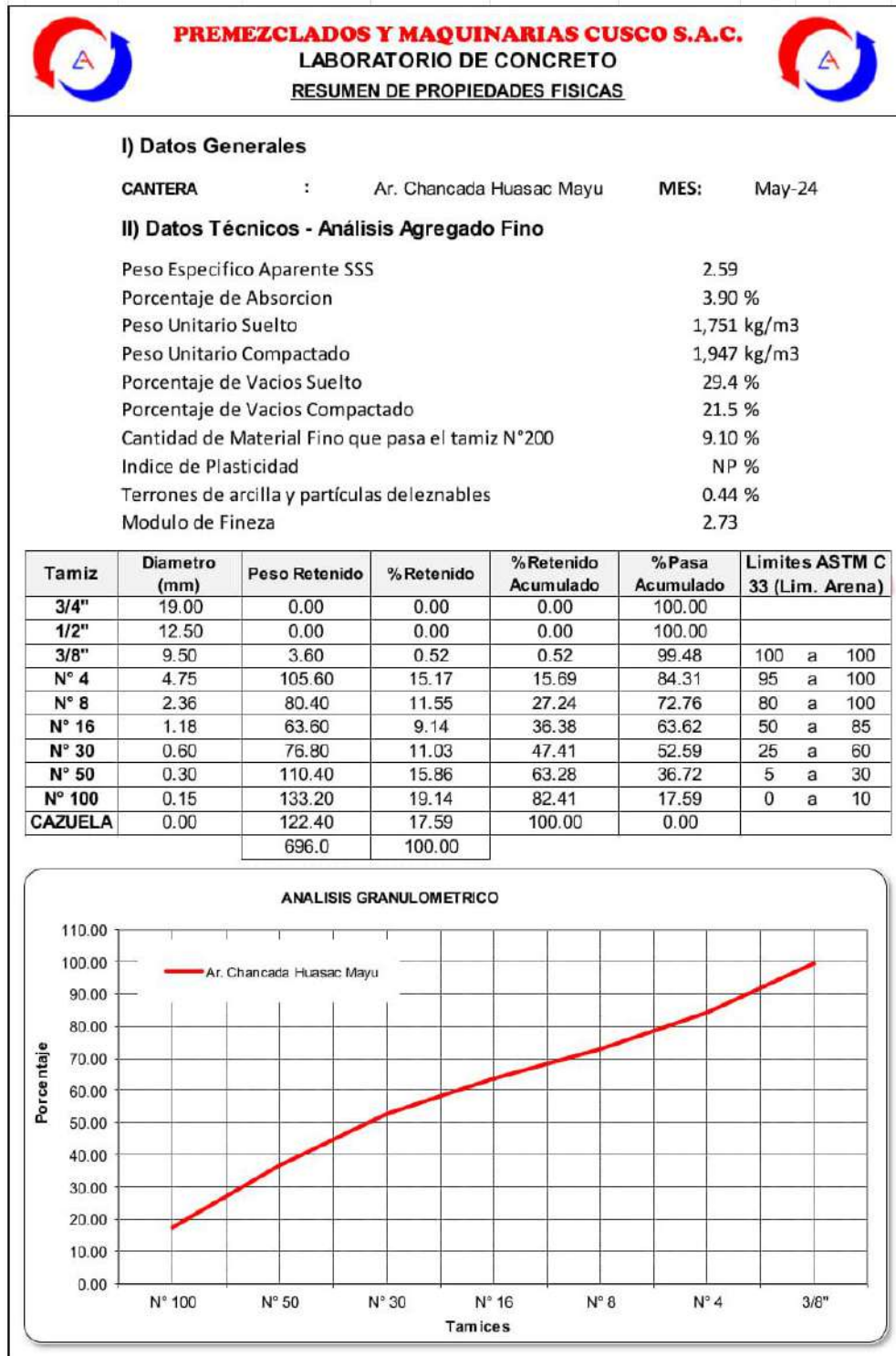
Propiedades físicas arena natural



Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

Anexo 57

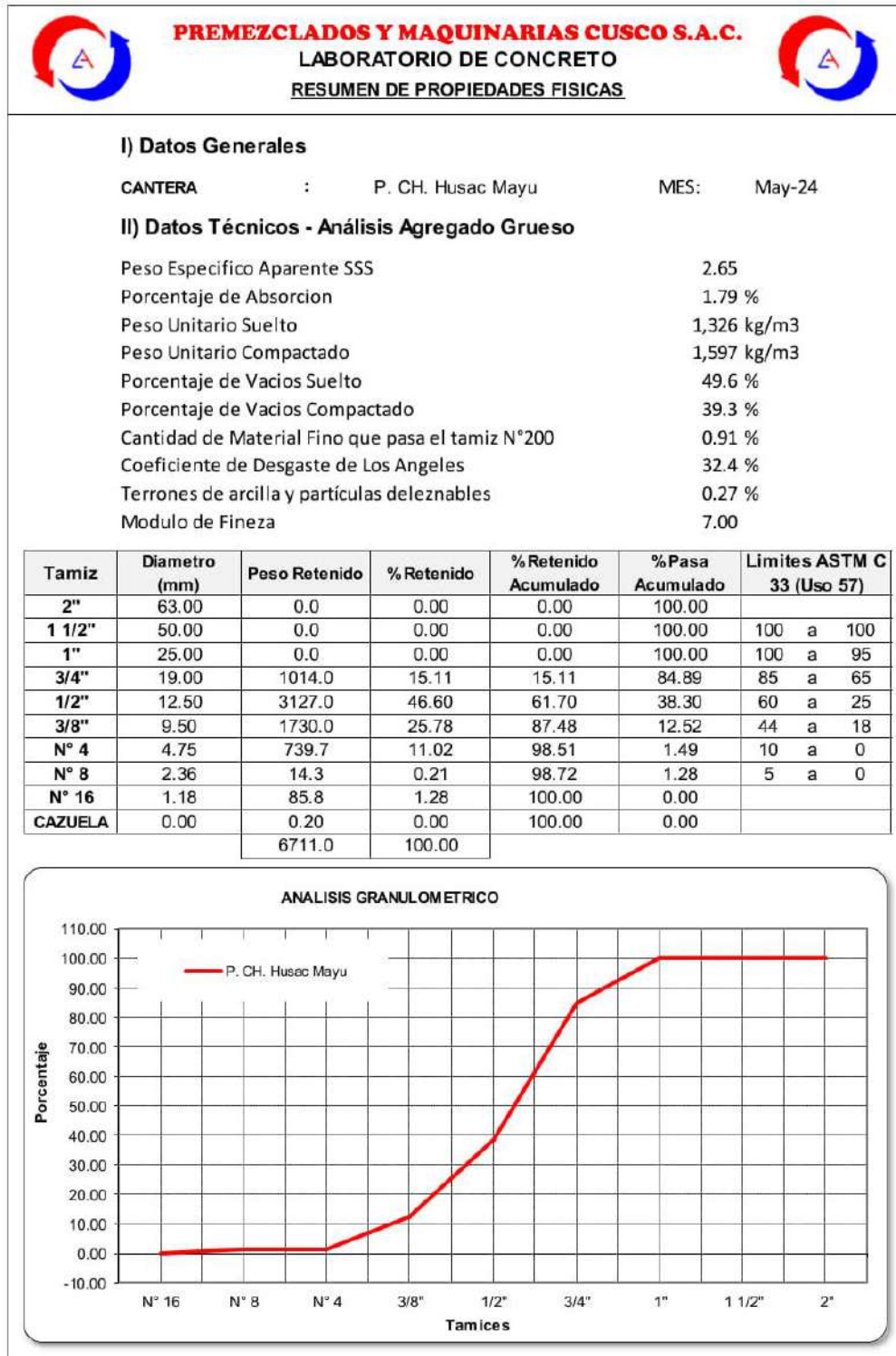
Propiedades físicas arena chancada



Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

Anexo 58

Propiedades físicas piedra chancada



Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

Anexo 59

Ensayos de calidad de agregados


MZ PROJECT LABORATORY
Venta de materiales y reactivos de laboratorio
Análisis físicoquímico de suelos, aguas, agregados
Asesoramiento y capacitación permanente



INFORME N° 08-0524

ENSAYOS DE CALIDAD DE AGREGADOS

PROYECTO
"CONCRETO PREMEZCLADO"



SOLICITANTE : PREMEZCLADOS Y MAQUINARIAS CUSCO SAC

MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO

CANTERA : HUASAC MAYU

UBICACIÓN : VILCABAMBA, CAICAY, PAUCARTAMBO, CUSCO

FECHA : 10 de Junio de 2024


SABINA TANIA DELGADO CHOQUE
QUÍMICA
CQP. 1373

MÁS INFORMACIÓN:
☎ 980 978796 📁 RUC: 20612130371 ✉ mz.project.2401@gmail.com

MZ PROJECT LABORATORY

Venta de materiales y reactivos de laboratorio
Análisis fisicoquímico de suelos, aguas, agregados
Asesoramiento y capacitación permanente



3. RESULTADOS

3.1. Resultados agregado grueso

ENSAYO	UNIDAD	A GRUESO (M1)	NORMA
Pérdida por Sulfatos de Sodio Na_2SO_4	%	5.33	NTP 400.016
Pérdida por Sulfatos de Magnesio Mg_2SO_4	%	3.68	NTP 400.016
Carbón Lignito	%	0.024	NTP 400.023
Sulfatos SO_4^{-2}	%	0.0023	NTP 400.042
Cloruros Cl^-	%	0.0046	NTP 400.042
Azul de metileno	g(MB)/kg	2.43	AASHTO TP-57
Sílice SiO_2	%	0.0016	-
Hidróxido de sodio consumido	meqNaOH/100g M	2.50	-
Concentración de silicio (Se)	mmol/L	4.80	MTC E217
Reducción álcali (Re)	mmol/L	9.64	MTC E217
Horsteno	%	0.011	MTC E211


SABINA TANIA DELGADO CHOQUE
QUIMICA
CQP. 1373

MÁS INFORMACIÓN:

☎ 980 978796 📁 RUC: 20612130371 ✉ mz.project.2401@gmail.com

MZ PROJECT LABORATORY

Venta de materiales y reactivos de laboratorio
Análisis físicoquímico de suelos, aguas, agregados
Asesoramiento y capacitación permanente



3.2. Resultados agregado fino

ENSAYO	UNIDAD	A FINO (M2)	NORMA
Pérdida por Sulfatos de Sodio Na_2SO_4	%	4.74	NTP 400.016
Pérdida por Sulfatos de Magnesio Mg_2SO_4	%	3.56	NTP 400.016
Carbón Lignito	%	0.018	NTP 400.023
Sulfatos SO_4^{2-}	%	0.0017	NTP 400.042
Cloruros Cl^-	%	0.0038	NTP 400.042
Azul de metileno	g(MB)/kg	2.25	AASHTO TP-57
Silice SiO_2	%	0.0019	-
Hidróxido de sodio consumido	meqNaOH/100g M	2.32	-
Concentración de silicio (Se)	mmol/L	5.21	MTC E217
Reducción álcali (Rc)	ppm	11.70	MTC E217
Horsteno	%	0.009	MTC E211


SABINA TANIA DELGADO CHOQUE
QUIMICA
CQP. 1373

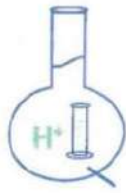
MÁS INFORMACIÓN:

📞 980 978796 📁 RUC: 20612130371 ✉️ mz.project.2401@gmail.com

Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

Anexo 60

Análisis fisicoquímico de agua



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° IQ 0112-21
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUA PARA USO EN CONCRETO

SOLICITA : Premezclados y Maquinarias Cusco - SAC

DISTRITO : San Jerónimo.
 PROVINCIA : Cusco
 DEPARTAMENTO: Cusco
 MUESTRA : Cericha pampa – Kayrapampa A-1
 FECHA DE INFORME: 26/03/21
 RESULTADOS:

DETERMINACIONES	UNIDAD	M _i	TOLERANCIA
Cloruros Cl ⁻	ppm	398	1000
Sulfatos SO ₄ ⁻	ppm	320	1000
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1730	-
Sólidos en suspensión	mg/L	0.0	5000
Alcalinidad Total HCO ₃	ppm	450	1000
Materia Orgánica	ppm	1.0	3.00
pH		7.1	5.5 – 8.0

NORMA UTILIZADA PARA EL ANÁLISIS: MTC. E. 716

METODO DE ANALISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

CONCLUSION: De acuerdo a las determinaciones realizadas, los valores se encuentran por debajo de la tolerancia, por consiguiente, las aguas son de buena calidad para uso en concreto.



Mario Cumpa Cayuri
 MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUIMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 10188

Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

Anexo 61

Ficha técnica cemento



DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO INDUSTRIAL DE ULTRA RESISTENCIA INICIAL YURA HE es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura.

La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	Requisitos Norma Técnica NTP 334.082 ASTM C 1157	CEMENTO INDUSTRIAL YURA TIPO HE	REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTO TIPO I NTP 334.009 / ASTM C 150				
Peso específico (gr/cm ³)	-	2.90 a 3.0	375 Máximo				
Superficie específica Blaine (cm ² /gr)	-	4400 a 5000	2600 Mínimo				
Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo	-0.03 a -0.04	0.80 Máximo				
Fraguado Vitcat inicial (minutos)	45 a 420 Mínimo	140 a 200	45 a 375 Mínimo				
Contenido aire Mortero (%)	12 Máximo	3.0 a 7.0	12.00 Máximo				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg-f/cm ²	MPa	Kg-f/cm ²	MPa	Kg-f/cm ²	MPa
1 día	122	12	130 a 160	12,7 a 15,7	-	-	
3 días	245	24	250 a 300	24,5 a 29,4	122	12	
7 días	-	-	310 a 380	30,4 a 37,2	194	19	
28 días	-	-	410 a 440	40,2 a 43,1	-	-	



Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)

Anexo 62

Ficha técnica aditivo



FICHA TÉCNICA

Sika® ViscoCrete-2300 PE

Superplastificante mezcla para hormigón.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete-23® 00 PE es un superplastificante de tercera generación para hormigones y morteros. Ideal para hormigones de alto rendimiento realizados en plantas de concreto premezclado.

Sika® ViscoCrete-23® 00 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que favorezcan la corrosión del acero. Por lo tanto, se puede utilizar sin restricciones en construcciones de hormigón armado y pretensado.

USO

- Para todo tipo de hormigón.
- Facilita la reducción extrema del agua, tiene excelentes propiedades con agregados finos, cohesión óptima.
- En todo tipo de climas ya que no influye negativamente en el tiempo de fraguado.

CARACTERÍSTICAS / BENEFICIOS

Sika® ViscoCrete-2300 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y al efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelo al proceso de hidratación), se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción del agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para producir hormigón altamente fluido.
- Alta impermeabilidad.
- Reducción extrema del agua (que trae consigo una alta densidad, resistencia y durabilidad).
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de instalación y la vibración).
- Mejora la plasticidad y reduce la contracción del plástico.
- Reduce la carbonatación del hormigón.
- Reduce la exudación y la segregación.
- Aumenta la adherencia entre hormigón y acero.

NORMA

Cumple la norma ASTM C-494 tipo F.

DATOS BÁSICOS

Hoja de especificaciones técnicas
Sika® ViscoCrete®-2300 PE
09.03.23, Edición 1

Nota. Tomada de (Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, 2024)