

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TESIS

“El método de madurez y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Rojas Echevarría, Brian Brando

ASESOR: Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70691981

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45250659

Grado/Título: Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente

Código ORCID: 0000-0003-0701-2621

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Gomez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Abal García, Bladimir Jhon	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	71509522	0000-0002-9301-2099

D

H



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 17 del mes de Febrero del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Johnny Prudencia Jacha Rojas (Presidente)
Mg. Jhon Elio Gómez Vallés (Secretario)
Mg. Bladimir Jhon Abal García (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 178-2023-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

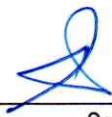
"El método de madurez y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto con un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Huánuco, Provincia y Región de Huánuco - 2021", presentado por el (la) Bachiller Brian Brando Rojas Echevarría, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de Suficiente (Art. 47)

Siendo las 17:50 horas del día 17 del mes de Febrero del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza**, asesor del PA Ingeniería Civil y designado mediante **RESOLUCIÓN No 318-2020-D-FI-UDH** del estudiante Bach. **ROJAS ECHEVARRIA BRIAN BRANDO**, de la investigación titulada, **“EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN $F'_{C}=210\text{KG}/\text{CM}^2$ EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 20 % verificable en el reporte final de análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Adjunto captura del Turnitin con fecha actualizada.

Huánuco, 23 de Febrero del 2023

M. Sc. Ing. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza
DNI N° 45250659
CÓDIGO ORCID N° 0000-0003-0701-2621

“EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F´C=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021”

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	21%	4%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe	6%
Fuente de Internet		
2	hdl.handle.net	3%
Fuente de Internet		
3	repositorio.unh.edu.pe	2%
Fuente de Internet		
4	1library.co	1%
Fuente de Internet		
5	repositorio.ucv.edu.pe	1%
Fuente de Internet		
6	distancia.udh.edu.pe	1%
Fuente de Internet		
7	repositorio.unsaac.edu.pe	1%
Fuente de Internet		
8	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
Fuente de Internet		



APELLIDOS Y NOMBRES: LAMBRUSCHINI
ESPINOZA REYDER ALEXANDER
DNI N° 45250659
CÓDIGO ORCID N° 0000-0003-0701-2621

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación que realice con todo mi esfuerzo y dedicación está dedicado a mi familia querida, a mi padre, mi madre, mis hermanos y a mi mejor amigo mi perro Scrappy que se encuentra en el cielo cuidándonos por siempre como lo hacía cuando realizaba mis trabajos de la universidad.

A Dios por ser el ingeniero que construye mi vida y nos fortalece cada día con sus enseñanzas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por ponerme en el lugar en el que estoy y viene construyendo mi vida a su manera y enseñándome que cada obstáculo que se presenta, tenemos que aprender y buscar las maneras de superarlos.

Agradezco a mi padre y madre, motor y motivo para poder salir adelante y aplicar las enseñanzas inculcadas desde la niñez.

A mis amigos de la Universidad que aprendimos cada día que las metas se alcanzan con el esfuerzo de cada día.

Mi agradecimiento para la Universidad de Huánuco – Facultad de Ingeniería Civil, a todos los docentes que pasaron por mi etapa universitaria, por compartir sus conocimientos.

Al Ing. Alexander Lambruschini por la ayuda y asesoramiento durante todo el tiempo del trabajo de investigación.

Agradecer al Ing. Elard Llanos Tejada por su motivación y conocimientos compartidos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	18
1.3. OBJETIVOS.....	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	20
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	24
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	26
2.2. BASES TEÓRICAS	26
2.2.1. EL CONCRETO	26
2.2.2. BASES TEÓRICAS DE MADUREZ	34

2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	42
2.4.	HIPÓTESIS.....	45
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	45
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	45
2.5.	VARIABLES	46
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	46
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	46
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
CAPÍTULO III		48
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		48
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	48
3.1.1.	ENFOQUE	48
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	48
3.1.3.	DISEÑO	48
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	49
3.2.1.	POBLACIÓN	49
3.2.2.	MUESTRA.....	49
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	50
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	50
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	51
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	53
CAPITULO IV.....		54
RESULTADOS.....		54
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS	54
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS..	91
CAPITULO V.....		98
DISCUSION DE RESULTADOS.....		98
5.1.	PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	98
CONCLUSIONES		100
RECOMENDACIONES.....		101
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		102
ANEXOS.....		105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dosificación de mezclas de concreto	28
Tabla 2 Evolución de la Resistencia a compresión de un Hormigón Portland normal.....	32
Tabla 3 Operacionalización de Variables.....	47
Tabla 4 Ensayos a compresión a realizar	49
Tabla 5 Características del diseño del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$	54
Tabla 6 Dosificación para un concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ con agregado global	55
Tabla 7 Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 1 día.....	55
Tabla 8 Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 3 días	56
Tabla 9 Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 7 días	57
Tabla 10 Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 14 días	58
Tabla 11 Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 28 días	59
Tabla 12 Resultados de rotura de probetas a edad de 1 día y temperatura promedio de 25.9°	60
Tabla 13 Resultados de rotura de probetas a edad de 3 días y temperatura promedio de 26.8°	60
Tabla 14 Resultados de rotura de probetas a edad de 7 días y temperatura promedio de 23.9°	61
Tabla 15 Resultados de rotura de probetas a edad de 14 días y temperatura promedio de 28.1°	62
Tabla 16 Resultados de rotura de probetas a edad de 28 días y temperatura promedio de 30.3°	62
Tabla 17 Resistencia a la compresión del concreto convencional	63
Tabla 18 Resistencia a la compresión a 25.9°C según Tejedor y Sadgrove	65
Tabla 19 Resistencia a la compresión a 25.9°C según Voellmy.....	66

Tabla 20 Resistencia a la compresión a 25.9°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen	67
Tabla 21 Resistencia a la compresión a 25.9°C según Valcuende Payá.....	68
Tabla 22 Resistencia a la compresión a 26.8°C según Tejedor y Sadgrove	69
Tabla 23 Resistencia a la compresión a 26.8°C según Voellmy	70
Tabla 24 Resistencia a la compresión a 26.8°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen	71
Tabla 25 Resistencia a la compresión a 26.8°C según Valcuende Payá.....	72
Tabla 26 Resistencia a la compresión a 23.9°C según Tejedor y Sadgrove	73
Tabla 27 Resistencia a la compresión a 23.9°C según Voellmy	74
Tabla 28 Resistencia a la compresión a 23.9°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen	75
Tabla 29 Resistencia a la compresión a 23.9°C según Valcuende Payá.....	76
Tabla 30 Resistencia a la compresión a 28.1°C según Tejedor y Sadgrove	77
Tabla 31 Resistencia a la compresión a 28.1°C según Voellmy	78
Tabla 32 Resistencia a la compresión a 28.1°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen	79
Tabla 33 Resistencia a la compresión a 28.1°C según Valcuende Payá.....	80
Tabla 34 Resistencia a la compresión a 30.3°C según Tejedor y Sadgrove	81
Tabla 35 Resistencia a la compresión a 30.3°C según Voellmy	82
Tabla 36 Resistencia a la compresión a 30.3°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen	83
Tabla 37 Resistencia a la compresión a 30.3°C según Valcuende Payá.....	84
Tabla 38 Tabla de evolución del concreto a 20° según Hansen de Freiesleben y Pedersen	85
Tabla 39 Tabla de evolución del concreto a 25.9° según Hansen de Freiesleben y Pedersen	86
Tabla 40 Tabla de evolución del concreto a 26.8° según Hansen de Freiesleben y Pedersen	87
Tabla 41 Tabla de evolución del concreto a 23.9° según Hansen de Freiesleben y Pedersen	88
Tabla 42 Tabla de evolución del concreto a 28.1° según Hansen de Freiesleben y Pedersen	89

Tabla 43 Tabla de evolución del concreto a 30.3° según Hansen de Freiesleben y Pedersen	90
Tabla 44 Prueba estadística de normalidad, diferencia de datos.....	91
Tabla 45 Comprobación del Cálculo de P-valor.....	92
Tabla 46 Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión entre 20°C de temperatura y sus respectivas pruebas	93
Tabla 47 Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove en diferentes temperaturas.....	94
Tabla 48 Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Voellmy en diferentes temperaturas	95
Tabla 49 Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen en diferentes temperaturas.....	96
Tabla 50 Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Valcuende Payá en diferentes temperaturas	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mezcla del Concreto	27
Figura 2 Curado correcto del concreto.....	29
Figura 3 Probetas de concreto endurecido	33
Figura 4 Función de Madurez de Nuerse-Saul	36
Figura 5 Efecto de temperatura-edad a edades tempranas relacionando fuerza madurez.....	38
Figura 6 Funciones y relación del factor de edad de conversión según la temperatura en °C para calculo de edad equivalente.	39
Figura 7 Influencia de la temperatura en madurez del hormigón	40
Figura 8 La temperatura y su efecto a horas iniciales.....	41
Figura 9 Resultados de Roturas de Probetas de Concreto.....	51
Figura 10 Grafico con línea de tendencia a usar	52
Figura 11 Tabla de Prueba de Normalidad a usar	52
Figura 12 Tabla de Diferencia emparejada a usar	52
Figura 13 Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Tejedor y Sadgrove	65
Figura 14 Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Voellmy	66
Figura 15 Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Freiesleben y Pedersen	67
Figura 16 Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Valcuende Payá.....	68
Figura 17 Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Tejedor y Sadgrove	69
Figura 18 Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Voellmy	70
Figura 19 Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Freiesleben y Pedersen	71
Figura 20 Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Valcuende Payá.....	72
Figura 21 Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Tejedor y Sadgrove	73
Figura 22 Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Voellmy	74

Figura 23 Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Freiesleben y Pedersen	75
Figura 24 Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Valcuende Payá.....	76
Figura 25 Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Tejedor y Sadgrove	77
Figura 26 Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Voellmy	78
Figura 27 Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Freiesleben y Pedersen	79
Figura 28 Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Valcuende Payá.....	80
Figura 29 Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Tejedor y Sadgrove	81
Figura 30 Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Voellmy	82
Figura 31 Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Freiesleben y Pedersen	83
Figura 32 Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Valcuende Payá.....	84
Figura 33 Diagrama del proceso de la investigación de trabajo.....	113
Figura 34 Extracción del agregado de Cantera	115
Figura 35 Acumulación del agregado en el laboratorio.....	116
Figura 36 Selección de material para ensayos de granulometría	117
Figura 37 Proceso de colocación del agregado en el horno	117
Figura 38 Agregados después del proceso de secado en el horno	118
Figura 39 Tamizado de agregado para Granulometría	118
Figura 40 Tamizado de agregados para Granulometría	119
Figura 41 Recolección de datos de los pesos retenidos en las mallas post tamizado de los agregados.....	119
Figura 42 Recolección de datos del peso específico.....	120
Figura 43 Recolección de datos de los pesos unitarios.....	120
Figura 44 Pesado de agregados según diseño de mezcla para la mezcla de concreto.....	121
Figura 45 Preparación de materiales para la mezcla de concreto.....	122
Figura 46 Pesado del agua para la mezcla de concreto	123

Figura 47 Preparación de moldes para probetas de concreto para ensayos a 1 día.....	124
Figura 48 Proceso de mezclado de concreto para probetas.....	124
Figura 49 Toma de temperatura del concreto con termómetro digital.....	125
Figura 50 Preparación para el ensayo de asentamiento del concreto	126
Figura 51 Determinación del asentamiento de concreto de mezcla fresca	126
Figura 52 Preparación de probetas de concreto	127
Figura 53 Proceso de compactado del concreto en capas	127
Figura 54 Desmoldado de las probetas para los ensayos a 1 día de edad	128
Figura 55 Rotura de probetas de concreto a 1 día de edad.....	128
Figura 56 Preparación de mezcla de concreto para los ensayos a 3 días de edad.....	129
Figura 57 Toma de temperatura del concreto para los ensayos a 3 días de edad.....	130
Figura 58 Toma de temperatura del concreto para los ensayos a 3 días de edad.....	131
Figura 59 Ensayo de asentamiento del concreto fresco	132
Figura 60 Preparación de probetas para ensayos a 3 días de edad del concreto.....	132
Figura 61 Ensayo de rotura de probetas a compresión para concreto con 3 días de edad	133
Figura 62 Ensayo de rotura de probetas a compresión para concreto con 3 días de edad	134
Figura 63 Preparación del concreto y toma de temperatura para ensayos de concreto a 7 días de edad	134
Figura 64 Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco.....	135
Figura 65 Proceso de compactado de concreto en las probetas.	135
Figura 66 Toma de temperatura del concreto en las probetas a ensayar a 7 días de edad.	136
Figura 67 Preparación de las probetas para ensayos a compresión a 7 días de edad.....	137
Figura 68 Rotura de probetas a 7 días de edad.....	137
Figura 69 Rotura de probetas a 7 días de edad	138
Figura 70 Probetas ensayadas a 7 días de edad	138

Figura 71 Preparación del concreto y toma de temperatura para concreto con 14 días de edad	139
Figura 72 Ensayo del asentamiento del concreto en estado fresco.....	140
Figura 73 Toma de temperatura para elaboración de probetas de concreto a 14 días de edad	140
Figura 74 Proceso de compactado del concreto por capas para la elaboración de probetas de concreto.....	141
Figura 75 Toma de temperatura en la probeta de concreto.....	141
Figura 76 Probetas de concreto para ensayo de rotura de probetas a 14 días de edad.....	142
Figura 77 Ensayo de rotura de probetas de concreto a 14 días de edad ..	142
Figura 78 Ensayo de rotura de probetas de concreto a 14 días de edad ..	143
Figura 79 Preparación de concreto y medida de temperatura del concreto para ensayos a 28 días de edad.....	143
Figura 80 Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco.....	144
Figura 81 Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco.....	144
Figura 82 Toma de temperatura en concreto en estado fresco	145
Figura 83 Toma de temperatura en concreto en las probetas de concreto para ensayos a 28 días de edad.....	146
Figura 84 Preparación de probetas de concreto para ensayos a 28 días de edad.....	147
Figura 85 Probetas de concreto para ensayos a 28 días de edad.....	148
Figura 86 Proceso de curado de las probetas para el trabajo de investigación	148
Figura 87 Rotura de probetas para control del método tradicional	148

RESUMEN

La tesis presentada en esta oportunidad tiene por objetivo determinar el efecto del método de madurez aplicada a un concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² utilizando agregado global.

Desde el inicio se vino evaluando la calidad de los materiales usados para elaborar las probetas de concreto, los agregados, el concreto utilizado, la toma de temperatura para cada elaboración de probeta, etc. Luego realizamos los ensayos en el laboratorio a los agregados y el diseño de mezcla a utilizar, teniendo todo lo mencionado, procedimos a elaborar las probetas de concreto para la investigación.

El tiempo tomado para la investigación fueron aproximadamente 6 meses, entre los ensayos en campo y procesamiento de datos en gabinete. Se realizaron 75 probetas, las cuales fueron ensayadas en 5 grupos de 15 testigos a 1, 3, 7, 14 y 28 días las cuales fueron procesadas y sirvieron para aplicar el método de madurez y encontrar el efecto a la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, afectado por la temperatura que se obtuvo a la hora de realizar las probetas en estado fresco.

Luego se realizó 75 probetas de concreto por método tradicional las cuales fueron ensayadas en 5 grupos de 15 testigos a 1, 3, 7, 14 y 28 días, las cuales no fueron alteradas por el método de madurez y se estudiará la diferencia entre estos. Al contrastar las hipótesis se pudo concluir que la temperatura de ambiente y dependiendo de las condiciones climatológicas del lugar, la evolución del concreto es variable, pudiendo obtener mayor resistencia a la compresión a edades tempranas, lo cual ayuda en casos del descimbrado de elementos estructurales y en la ciudad de Huánuco, tiene un efecto positivo ya que alcanza temperaturas mayores a 20°C, demostrado en las hojas de cálculo y en el actual proyecto. Al final se pudo obtener resultados positivos y cumplir con los objetivos planteados.

Palabras Clave: Diseño de mezcla, temperatura, método de madurez, resistencia, compresión.

ABSTRACT

The purpose of the thesis presented in this opportunity is to determine the effect of the maturity method applied to a concrete with a compressive strength of 210 kg/cm² using global aggregate.

From the beginning, we evaluated the quality of the materials used to elaborate the concrete specimens, the aggregates, the concrete used, the temperature taken for each concrete specimen, etc. Then we made the tests in the laboratory on the aggregates and the mix design to be used, having all the mentioned, we proceeded to elaborate on the concrete specimens that will serve for the research.

The time taken for the research was approximately 6 months, between field tests and data processing in the office. 75 specimens were made, which were tested in 5 groups of 15 samples at 1, 3, 7, 14, and 28 days, which were processed and used to apply the maturity method and find the effect on the compressive strength of a concrete $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, affected by the temperature obtained at the time of making the specimens in the fresh state.

Then, 75 concrete specimens were made by the traditional method, which were tested in 5 groups of 15 samples at 1, 3, 7, 14, and 28 days, which were not altered by the maturity method and the difference between them will be studied. By contrasting the hypotheses, it was possible to conclude that depending on the ambient temperature and the weather conditions of the place, the evolution of the concrete is variable, being able to obtain greater compressive strength at an early age, which helps in cases of structural element debonding; and in the city of Huánuco, it has a positive effect since it reaches temperatures higher than 20°C, as demonstrated in the spreadsheets and in the current project. In the end, it was possible to obtain positive results and meet the objectives set.

Keywords: Mix design, temperature, maturity method, strength, compression.

INTRODUCCIÓN

En la tesis realizada se trató sobre el efecto del método de madurez aplicada a la resistencia del concreto para un $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco. Formulé la siguiente pregunta: ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar el método de madurez en el distrito de Huánuco? Nuestro objetivo general es Determinar la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar el método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco y por lo que se llega a la hipótesis: La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorara significativamente al aplicar método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco.

Utilizamos la Norma ASTM C 1074, para la estimación estándar de la resistencia del concreto usando el método de madurez; en el año 1989 se estandarizo la norma según la NBS y para adelante se vino utilizando investigaciones nuevas en diferentes estructuras.

El concepto de madurez relaciona la evolución de la resistencia a la compresión con la temperatura a usar: “Dos hormigones de igual dosificación, pero de distinta edad tienen la misma resistencia si tienen la misma madurez.”

El método de madurez suele utilizar la temperatura calculada del concreto con el fin de obtener la resistencia a la compresión de las probetas de concreto según la madurez de esta a edades de 1,3,7,14 y 28 días, con el único objetivo de estudiar la curva de madurez, la cual representa la relación de la madurez y la resistencia a la compresión del concreto.

En el capítulo I, se describe la problemática estudiada que dio origen a la investigación, se formuló un problema general y otros específicos. También se describió la justificación, limitaciones y viabilidad de la misma.

En el capítulo II, se describe los antecedentes internaciones, nacionales y locales que estudiaron el efecto del método de madurez en el concreto. Se definió las bases teóricas que intervienen en la investigación, las definiciones

conceptuales, se planteó las hipótesis a la investigación y la definición de las variables independientes y dependientes.

En el capítulo III, se define la metodología, donde se describe el tipo de investigación, el enfoque, alcance o nivel y diseño. Se calcula la población y muestra que servirá para los resultados. Y también se define en este capítulo las técnicas e instrumentos de recolección y presentación de datos.

En el capítulo IV, finalmente se describe los resultados obtenidos en la investigación. Se detalla el procesamiento de datos y la contrastación de hipótesis y pruebas de hipótesis.

En el capítulo V, se desarrolla la contrastación de los resultados del trabajo de investigación, comparando con lo estudiado por los autores que anteriormente realizaron investigaciones respecto a nuestro tema. En los cuales se verifica la coincidencia de algunos resultados.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en la ejecución de obras civiles a nivel nacional se ignora el efecto de la temperatura al momento de hacer el control de calidad en partidas de concreto armado, normalmente las probetas son ensayadas a compresión en el laboratorio, para obtener una resistencia a 28 días de los elementos verticales y horizontales, pero se ignora el efecto del tiempo de hidratación y temperatura en el concreto.

Al existir diferencias en las condiciones climáticas respecto del lugar donde se efectúa una construcción. En un clima frío por debajo de los 20°C, la resistencia a compresión no llegará a los 28 días con un diseño de mezcla estándar, ya que estos están diseñados a una temperatura referencia o estandar y se tendrá que usar un aditivo acelerante o modificar el diseño de mezcla para poder llegar a la resistencia requerida en el proyecto, pero esto ocasiona un gasto adicional que no está previsto en muchos casos y se tendrá que esperar a los 28 días para poder saber a qué resistencia llego el concreto ensayado.

En los lugares con un clima superior a 20°C ocurre lo contrario, ya que el tiempo de fraguado del concreto es más rápido y se puede decir que alcanza una resistencia mayor. Sabiendo esto podemos deducir que, dependiendo de la temperatura, el concreto puede alcanzar su resistencia máxima mucho antes de los 28 días y el tiempo de descimbrado de los elementos estructurales puede variar, ya que se puede desencofrar días antes de lo planeado y sería un ahorro y progreso para el ámbito de la construcción civil.

Debe existir una forma fiable de calcular el desarrollo de la resistencia a la compresión de un concreto; ahí entra el método de la madurez, puede indicar la resistencia exacta a lo largo de los días de la edad del concreto según la temperatura, incluso a edades tempranas, pudiendo mejorar las

condiciones físico mecánicas del concreto al momento de alcanzar su resistencia máxima.

El hecho de determinar la resistencia que puede alcanzar un concreto a edades tempranas en la ciudad de Huánuco puede ser favorable ya que se tiene una temperatura promedio de 24°C, pudiendo aprovechar favorablemente para las próximas obras civiles de nuestra localidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar el método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021?
2. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Voellmy del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021?
3. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021?
4. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Valcuende Payá del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar el método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Calcular la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.
2. Evaluar la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Voellmy del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.
3. Estimar la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.
4. Calcular la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Valcuende Payá del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La investigación está orientada a conocer de qué manera la temperatura en la ciudad de Huánuco puede afectar a la resistencia a la compresión del concreto endurecido, teniendo en cuenta que este tiene que llegar a cumplir ciertos parámetros reglamentarios como la resistencia mínima que tiene que adquirir.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación es importante por cuanto propone encontrar nuevos conocimientos para tener en cuenta en el manejo del control de calidad del concreto ya que este varía a diferentes rangos de temperatura y específicamente a nivel de la ciudad de Huánuco. La temperatura en esta ciudad varía según la época y el lugar donde se efectuará el estudio. La finalidad de la investigación se basa en poder conseguir la resistencia a compresión equivalente de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco. También el estudio servirá de base para futuros trabajos de investigación sobre el tema planteado.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Realizaremos la investigación apoyándonos de las muestras de concreto que ensayaremos en el laboratorio mediante el método de rotura a compresión de las probetas de concreto a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Se elaborará una Hoja Excel efectuando el método de Madurez y comprobaremos con los resultados de roturas de probetas y obtendremos los resultados de las resistencias a la compresión equivalente según cada de edad que tenga las probetas de concreto.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La actual investigación presenta las siguientes limitaciones:

- La dosificación a usar para la elaboración de las probetas que serán ensayadas será únicamente a 210kg/cm^2 , el cual nos limita a conocer el comportamiento del concreto con diferentes resistencias a la compresión.
- Una limitación fue la falta de equipos especializados para el cálculo de la temperatura ya que estos arrojan datos más exactos por un lapso de tiempo determinado.

- Otra limitación fue la falta de fuentes bibliográficas locales y nacionales ya que no se viene estudiando el método de madurez con mucha frecuencia.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación será viable ya que se cuenta con los conocimientos adecuados y con los recursos económicos para la compra de materiales e instrumentos que se utilizaran, así mismo para la ejecución de los ensayos del concreto que ayudaran a demostrar la presente investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los problemas que se presenta fueron estudiados por profesionales anteriormente, pues es de gran interés ya que en el mundo se presenta diversas situaciones climatológicas, por lo cual a continuación detalla estudios realizados y descritos en forma de resumen.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Castro, et al., (2016). Realizaron la investigación: “Aplicación del método de la madurez para la estimación del plazo de descimbrado de forjados construidos con sistemas industrializados” en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. La investigación tiene como objetivo principal determinar el tiempo de fraguado y su resistencia a tempranas edades de hormigones industrializados usando el método de madurez para saber la edad del descimbrado y tiene las siguientes conclusiones: “La validación de la curva de madurez tanto para muro como para placa fue exitosa, en comparación al cálculo de su resistencia a la compresión por el método de madurez vs la resistencia determinada por los resultados de la resistencia a la compresión según los resultados de las roturas de probetas”. Como segunda conclusión dijo que: “Las mayores temperaturas se va encontrar en el centro de la placa por lo que nos indica que la edad equivalente es mayor. Por lo tanto, para la medición de la temperatura se puede decir que a 2 centímetros es el lugar crítico, por lo cual recomendó realizar los ensayos a esta profundidad al ser clave”. Finalmente concluyó: “Para el desencofrado de placas se puede deducir que no es necesario esperar 28 días para desencofrar como indica las plantas concretaras. Por lo tanto, controlar el tiempo o edad en las placas es importante llegan a alcanzar su resistencia necesaria para soportar las cargas de construcción”.

Bolívar (2018). Realizó la investigación: “Análisis de la resistencia a la compresión $f'c$ del concreto hidráulico adicionado con silicato de sodio, mediante ensayos de madurez y resistencia a la compresión” en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. La investigación tiene por objetivo conocer el comportamiento mecánico determinando la madurez y la resistencia $f'c$ de mezclas de concreto hidráulico, adicionando silicato de sodio en el agua de la mezcla y llegó a las siguientes conclusiones: “En los ensayos realizados por el método de madurez, podemos mencionar que la dosificación que no cumplió con la resistencia necesaria a los 28 días de curado fue el 10% de adición como en los ensayos de resistencia a la compresión que tuvo los resultados más bajos”. Luego dijo: “Que los resultados del ensayo de madurez arrojaron que la línea del 10% de concentración de silicato de sodio obtuvo el resultado más alto en la gráfica de la temperatura vs tiempo en las 10 horas iniciales de fraguado, por lo que concluye que el incremento de temperatura en las horas iniciales causó una liberación de calor que produjo una disminución de la resistencia a los veintiocho días de curado”.

Martinez (2018). Realizó la investigación: “Pruebas no destructivas y semi-destructivas para la verificación de la resistencia a la compresión del concreto en el lugar” en la Universidad Autónoma de Nuevo León. La investigación tiene como objetivo principal “Establecer correlaciones entre los métodos semidestructivos, métodos no destructivos (método de madurez) y el ensaye estándar a compresión, verificando resistencias específicas del concreto (200-500 kgf/cm²), así como estudiar sus incertidumbres y calcular cuales métodos son los más apropiados para determinar esta propiedad mecánica del concreto”. Al final llegó a las siguientes conclusiones: “La temperatura tiene influencia importante en la resistencia del concreto inicial y final, la resistencia de los cubos curados a las diferentes temperaturas se pudo llegar a la conclusión que la resistencia que obtuvimos a la temperatura de 40°C, la resistencia al inicio es alta y en cambio, a temperaturas menores (10°C), su resistencia es baja, pero según la edad vaya avanzando el efecto es al contrario o

reversible. Las mezclas que curaron a temperaturas altas, tuvieron el efecto de estabilizarse ganando resistencia y permanecieron constantes y sin aumentos, y las que fueron curadas a bajas temperaturas, su resistencia a edades tardías fue aumentando, de tal forma que fue mayor que las mezclas que se curaron a temperatura estándar de 23°, cabe recalcar que la temperatura de curado alta fue de 40°C”.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Bedoya (2018), realizó la investigación: Influencia del “método de madurez en la resistencia del concreto para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huancavelica”, en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica. Esta investigación tiene el objetivo de Determinar la influencia del método de madurez en la resistencia del concreto para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huancavelica y obtuvo las siguientes conclusiones: “La evolución de la resistencia a la compresión por el método de madurez, aumenta a medida que pasa la edad de 1, 3, 7, 14 y 28 días, de acuerdo al tipo de agregado grueso curado con agua, el cual se obtuvo una significancia de 0,000393 y curado con aditivo 0,000366 respectivamente. Según el tipo de curado y ya que se utilizó el agregado grueso piedra chancada, se obtuvo una significancia de 6,19 E- 09 y canto rodado 4,76 E- 09 respectivamente. Consecuentemente, se puede confirmar que la edad equivalente influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto”. Como segunda conclusión dijo que: “Se apreció que la resistencia aumenta cuando la temperatura incrementa y viceversa, ya que usando el agregado grueso piedra chancada y canto rodado que son curados con agua se pudo obtener una resistencia y temperatura en promedio de 18,28 kg/cm^2 (9,95°C) y 22 kg/cm^2 (10,63°C), usando el tipo de agregado grueso piedra chancada y canto rodado curados con aditivo salió una resistencia y temperatura promedio de 24,71 kg/cm^2 (11,73°C) y 20,88 kg/cm^2 (11,17°C), con una significancia de 3,86 E-36; 1,43 E-37; 2,9 E-33 y 4,62 E-34 respectivamente. Según los resultados probamos que la temperatura influye en la resistencia a la compresión

del concreto significativamente”. Finalmente concluyó: “Conociendo que la edad y temperatura tienen un rol importante en la resistencia a la compresión del concreto según el curado y los agregados a usar. Sabiendo que el método de madurez es relacionable con las variaciones de edad y temperatura, se concluye que el método de madurez tiene influencia en la resistencia a la compresión del hormigón”.

Rumiche (2018). Realizó la investigación: “Implementación del procedimiento del método de madurez del concreto (Norma ASTM C 1074) para calcular la resistencia a la compresión con apoyo de equipos electrónicos” en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villareal. Esta investigación tiene como objetivo Implementar el procedimiento del método de madurez del concreto (norma ASTM C 1074) para calcular la resistencia a la compresión con apoyo de equipos electrónicos y llego a las siguientes conclusiones: “Conociendo la resistencia a compresión que puede obtener un elemento estructural vaciada de concreto a edades tempranas, puede ser un acontecimiento importante en el proceso de construcción de un edificio, carretera, obra de arte, etc.”. Como segunda conclusión se llegó a que: “Los beneficios que podemos obtener son claros ya que los costos de encofrados en un proyecto varían entre el 20% y 60%, según el tipo de construcción que se cuenta como también en el beneficio del tiempo de proceso constructivo de estructuras encofradas, nos ayudaría a conocer la resistencia a compresión en edades diferentes y poder conocer exactamente en que tiempo podemos desencofrar la estructura, lo cual ayuda directamente a la programación y costos de obra”. Finalmente concluyó: “Conocer la importancia para controlar el tiempo a través de un control real a la resistencia a la compresión del elemento estructural, nos ayuda a decidir el proceso de descimbrado del elemento”.

Anahue y Mallqui (2016). Realizó la investigación: “Índice de madurez a edades tempranas y resistencia a compresión para diseño de mezcla de pavimento rígido $f'c=245\text{kg/cm}^2$, ciudad Cusco 2016” en la

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Esta investigación tiene por objetivo determinar la relación del índice de madurez a edades tempranas y resistencia a compresión para diseño de mezcla de pavimento rígido $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad del Cusco-2016 y llegó a las siguientes conclusiones: “La influencia de la temperatura en el índice de madurez a edades iniciales y su resistencia a la compresión para el diseño de mezcla de pavimento rígido $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ es positiva. Las variables del estudio como temperatura del concreto y el medio de curación es notable para la evolución de las resistencias mecánicas del concreto ya que su temperatura y el medio de curado calcula la madurez del concreto a edades tempranas, visualizándose los valores en el historial de temperatura”, también concluye que: Podemos estimar en diferentes situaciones y tiempos reales la edad equivalente o madurez del concreto y resistencia a compresión para el diseño de mezcla de pavimento rígido. Se aprecia una variación en la edad equivalente a lugares y profundidades distintas del pavimento, y su madurez en el centro y en el medio de profundidad, se observa un aumento de resistencia a la compresión.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

No se pudo encontrar antecedentes de la localidad de Huánuco referido al tema de la investigación con antigüedad de 5 años.

2.2. BASES TEÓRICAS

Es esencial y fundamental que las investigaciones a realizar contemplen sus bases teóricas, pues son la base de toda investigación. Ayuda a evitar la confusión y brinda la información necesaria a los problemas descritos y de los resultados que se obtiene.

2.2.1. EL CONCRETO

Sabemos que el concreto es un material que está considerado en dos partes: es una mezcla moldeable y pastosa, que suele endurecer

con el paso de los días, y la otra, agregado natural que queda pegado en la mezcla. A su vez, la mezcla se constituye por un conglomerante o aglomerante, que llamamos cemento y agua. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 8)

Figura 1

Mezcla del Concreto



2.2.1.1. DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DEL CONCRETO

Debe cumplir con ciertos parámetros para poder lograr una buena trabajabilidad y consistencia del concreto que se desea. Se obtendrá la resistencia a la compresión que se necesite según el tipo de estructura que se desea lograr. Uno de las condiciones para el cálculo de la Madurez del concreto es realizar el método completo cuando se cambia el peso de cualquiera las partes del diseño de mezcla, así que podemos decir que el diseño de mezcla tiene diversas variables como para tener una correlación de lo que afecta a los resultados finales del Método de Madurez. (Rumiche, 2018, pág. 18)

Tabla 1*Dosificación de mezclas de concreto*

TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA	MATERIALES				
		CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA	DESPERDICIO
		KG/CM2	KG	M3	M3	LITROS
01:02:02	280	0.42	0.67	0.67	0.19	5%
01:02:03	226	0.35	0.55	0.84	0.17	5%
01:02:03,5	210	0.32	0.52	0.9	0.17	5%
01:02:04	200	0.3	0.48	0.95	0.158	5%
01:03:03	170	0.3	0.72	0.72	0.158	5%
01:03:04	160	0.26	0.63	0.83	0.163	5%
01:03:06	120	0.21	0.5	1	0.143	5%

Fuente: (Construyafacil.org, s.f.)

2.2.1.2. CURADO DEL CONCRETO

Se refiere a la aplicación de agua en la estructura realizada de concreto, pudiendo deducir que el incremento de la resistencia a la compresión en cada edad de un concreto, se encuentra en la reacción química que se da cuando el agua y el cemento forman la mezcla (mojado), esta evolución puede durar desde el día 1 hasta el día 28 o más (depende de los materiales utilizados), pero con el tiempo se estandarizó que si no se especifica al respecto, se toma 28 días como máximo para evaluar y obtener la resistencia a la compresión de un concreto; con esto se afirma que el humedecimiento del concreto se sugiere que este en constante hidratación, pero tenemos que afirmar que todo lo mencionado esta normado en el RNE y no solamente se va cumplir en los elementos verticales, también como columnas, vigas, pilares, placas, techos, etc., y ante lo mencionado se hicieron investigaciones donde se comprueba que la cantidad de agua usado en el diseño de mezcla es demasiado a lo que se necesita para obtener las reacciones químicas al 100% en la resistencia de un concreto; conociendo estos estudios se vienen realizando procesos de curado no

convencionales como usar elementos químicos en las estructuras de concreto para que al final el agua y la humedad de la mezcla de concreto no se evapore y se mantenga en el elemento de concreto, como un curado permanente, también se usan materiales en el revestimiento del concreto para no tener contacto los rayos solares y viento; esto se viene usando mucho y ayuda a no tener que humedecer constantemente la superficie del concreto. (Rumiche, 2018, pág. 19)

Figura 2

Curado correcto del concreto



Fuente: (m2peru.com, s.f.)

2.2.1.3. CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Se le denomina concreto en estado fresco a la fase donde el concreto que contiene los materiales necesarios incluyendo el agua han sido mezclados correctamente hasta que sea colocado en su posición final en la estructura, se le dé el acabado necesario en la superficie y el curado correcto. (Romero, 2019, pág. 7)

El concreto en estado fresco, se denomina cuando este se encuentra en estado fluido, desde el instante cuando sus componentes pasan a ser mezclados y hasta el momento cuando la masa pasa a endurecer. Durante todo el proceso, el concreto es trasladado cuando ya se encuentra encofrada la estructura, vaciada, compactada o vibrada según lo requiera. Las propiedades

del concreto son muchas las cuales son importantes y pueden ser críticas. No es solo por el manejo del concreto húmedo o en estado fresco, también se puede decir que pueden servir como una señal previa de sus propiedades que pueda llegar a alcanzar al estado de endurecimiento posterior. Algún comportamiento inusual en el estado fresco o inicial, nos puede decir que en muchos casos que al llegar al estado de endurecimiento puede padecer los mismos inconvenientes al hablar de su calidad. Al momento de realizar los trabajos de vaciado del concreto es el momento exacto en la cual debe ejecutarse las correcciones necesarias. El comportamiento de un concreto en estado inicial depende también de sus componentes, características del proceso de mezclado, del diseño de mezcla, de las características ambientales, características climatológicas del lugar, temperatura, y condiciones en las cuales se trabajan. (Pacco, 2008, pág. 23)

2.2.1.4. EL FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO DEL HORMIGÓN

Las reacciones químicas, tiene como resultado, el concreto. El proceso inicial de este, se llama fraguado que resulta del paso del concreto del estado inicial fresco a estado sólido y endurecido. Nos podemos dar cuenta de manera simple haciendo presión con los dedos en una superficie del concreto en estado endurecido.

Luego las reacciones de hidratación continúan, provocando el endurecimiento de todos los componentes del cemento y finalmente de la mezcla que tiene la característica del desarrollo progresivo de su resistencia mecánica.

La mezcla del concreto se forma con el proceso de mezcla del cemento y agua, combinando juntamente con los agregados. Una de las cualidades principales es que la mezcla llega a endurecer constantemente dentro del agua como en la superficie

El cemento es el material más usado a la hora de preparar mezclas de concreto, el aluminato tricálcico es el primer componente en tener una reacción con duraciones rápidas y cortas.

Seguidamente, el silicato bicálcico con importancia inicia débil pero importante al cumplir el día vigésimo octavo.

El endurecimiento no cuenta con fases definidas. El cemento que lo podemos conseguir en polvo y sus componentes se hidratan rápida y progresivamente, por el contacto inicial que reacción con el agua.

Desde ese momento el proceso de endurecer el concreto está controlado por las partículas coloidales que ayuda a las partículas del cemento a procesar la hidratación hasta el centro de los granos del cemento.

Si las reacciones de hidratación y endurecimiento serían instantáneas, afectaría negativamente al transporte de este y la puesta en obra a la hora vaciar el concreto y llenar los vacíos que se forman en los encofrados y afectaría el desarrollo de la resistencia mecánica.

El control en las plantas de concreto del componente cemento se consigue en la proporción de yeso que se mezcla al cemento. En las plantas concreteras, en la cual se mezcla el cemento con agua y agregados, añaden productos como aditivos que regulan el tiempo del fraguado del concreto. (Soria, 1972)

El cemento Portland normal empieza a fraguar antes de la hora después que se encuentra en reposo ayudado con los encofrados y se acaba al transcurrir las 12 horas.

Luego empieza el proceso de endurecimiento, el cual en los primeros días lleva un ritmo rápido hasta que pueda llegar al primer mes y luego aumenta de manera lenta hasta que llegue al año donde este se encuentra estable. (Tejero, 1987)

En el siguiente cuadro, podemos observar cómo evoluciona la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia a 28 días, siendo esta información orientativa:

Tabla 2

Resistencia a la compresión del concreto y su evolución según su edad.

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

Fuente: (Jiménez, et al., 1987)

2.2.1.5. CONCRETO ENDURECIDO

La fase final de un concreto es el estado endurecido, el cual al aplicar un esfuerzo que supere la capacidad de la resistencia de diseño, este provocara fisuras, haciendo que este se debilite o pueda llegar al colapso. Si se le aplica algún esfuerzo menor a la capacidad que pueda soportar el concreto, su comportamiento será de manera elástica y con deformaciones muy bajas. Por estas razones se utiliza refuerzos de acero corrugado, reforzando al concreto, la cual es base importante y fundamental en las actuales construcciones que se vienen realizando de concreto. Esta fase es muy larga y de una manera puede llegar a parar y retomar, todo dependiendo de condiciones internas y externas del concreto, también puede llegar a un proceso de degradación provocado por efectos químicos internos que se pueden llegar a activar. Lo normal y común es que todo concreto llegue a sus 28 días con su

resistencia máxima, esto se sabe por convención normativa. (Rumiche, 2018, pág. 23)

Figura 3

Probetas de concreto endurecido



2.2.1.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Tiene diversas formas de diseño tales que tengan diversas propiedades mecánicas y de durabilidad, que tendría que cumplir con lo requerido en el diseño de la estructura de concreto. El ensayo de rotura de probetas para el cálculo de la resistencia es el método utilizado por la ingeniería para monitorear la evolución de la resistencia a la compresión de un concreto en edificios y diversas estructuras. Se mide realizando roturas de probetas en forma de cilindro en una máquina adecuada para estos ensayos. La resistencia se puede calcular a partir de la carga de la rotura entre el área de la sección que llega a resistir y se mide en megapascuales (MPa). Las resistencias pueden variar según el diseño establecido para cada estructura, pudiendo ir desde los 17 Mpa hasta los 28Mpa. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2006, pág. 20)

2.2.1.7. TEMPERATURA

La característica más importante para el método de madures aplicado en el concreto es la temperatura, en la NTP 339.284,

establece su medición e implementación de pruebas que contempla el cálculo índice de madurez de un hormigón. (Rumiche, 2018)

2.2.2. BASES TEÓRICAS DE MADUREZ

2.2.2.1. MADUREZ

“Madurez de la mezcla se refiere a la hidratación de la mezcla y su amplitud. Su concepto se refiere a la resistencia a la compresión del concreto y su relación con la edad y temperatura. Se configura como un ensayo no destructivo, permitiendo in situ y combina las propiedades de la temperatura y tiempo con referencia a la resistencia del concreto” (Flores & Gonzales, 2010, pág. 46)

2.2.2.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA MADUREZ

En Inglaterra se originó los estudios sobre el Metodo de Madurez con los métodos de curado acelerado por McIntosh en 1949, Nurse y Saul en 1951, todo esto conllevó a realizar estudios sobre los efectos de la temperatura y tiempo para calcular la resistencia del concreto, lo cual llevó a la creación de la ecuación de índice de madurez de Nurse Saul (1951).” (Flores & Gonzales, 2010, pág. 47)

“En Virginia, una edificación de varios niveles que se venía construyendo en el Condado de Fairfax, sufrió un accidente colapsando la estructura, en el cual 14 personas que trabajan en el lugar murieron y 34 personas heridas por el colapso. Diversas oficinas ayudaron de seguridad y salud ocupacional ayudaron a determinar cuál fue la causa del accidente. Después de diversas investigaciones se determinó que el colapso se dio por el descimbrado prematuro del apuntalamiento de la losa ocasionando cizallamiento por corte que supera la resistencia del concreto a edad temprana, se sabe que por estudios se indicó que el concreto tenía 4 días de edad y una temperatura de 7°C. Este

acontecimiento dio lugar un interés necesario conocido como método de madurez para calcular insitu la evolución de la resistencia a compresión a diferentes temperaturas” (Flores & Gonzales, 2010, pág. 47)

El cálculo del índice de madurez ayuda a poder estimar la resistencia a la compresión del concreto en el lugar dependiendo de la temperatura del lugar de la construcción. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 48)

Este método estudia la resistencia a la compresión ante una determinada dosificación de concreto en relación a la temperatura y el tiempo que se encuentra ante este. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 48)

2.2.2.3. PROCESOS DE LAS FUNCIONES DE MADUREZ

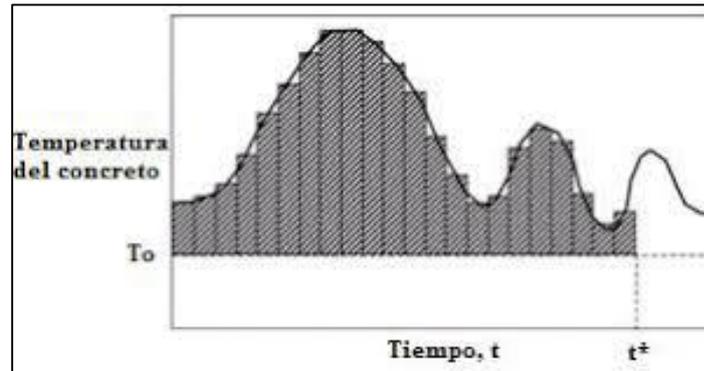
Se resumen en convertir la temperatura del concreto en un factor de conversión de edad que ayuda a revelar la evolución de la fuerza a compresión. Los inicios del índice de madurez se encuentran en diversos papeles que tratan sobre el método de curación del concreto. McIntosh en 1949, indicó a través de unos experimentos que se podría estimar la evolución de la fuerza a compresión mediante curaciones eléctricos. Indicó que la relación de multiplicación entre el tiempo y temperatura del concreto en base a una temperatura de referencia, se usaron los resultados para resumir los efectos del curado. Al final concluye que la evolución de las propiedades mecánicas del concreto depende de otros factores complejos y no solo del producto de temperatura y tiempo. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 48)

Luego de la investigación de McIntosh, Nurse investigó sobre los principios de curado de vapor a presiones bajas. También recomendó que el producto de temperatura y tiempo puede

resumirse en los efectos de diferentes curados de vapor. No sugiere usar una temperatura referencial y por eso sus resultados reflejaron las temperaturas obtenidas dentro de la cámara de curado, mas no las temperaturas del concreto reales. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 48)

Figura 4

Función de Madurez de Nuerse-Saul



Fuente: (Flores & Gonzales, 2010)

Saul indicó en 1951 los resultados de los graficos de los principios de curado de vapor realizados en concreto en Inglaterra. Fue el primer momento donde se vinculó el termino madurez a la relación entre el tiempo y temperatura. Recomendó que debería calcular el indice de madurez o edad equivalente respecto a una temperatura de dato. Así, la madurez es calculada de la historia de temperatura usando lo siguiente:

$$M(t) = \sum (T_a - T_0) \Delta t \dots\dots\dots (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$M(t)$ = Edad equivalente. (Índice de Madurez)

Δt = tiempo o edad relativa.

T_a = temperatura promedio durante un tiempo t ,

T_0 = temperatura referencial en grados centígrados.

Por lo que esta ecuación se conoce como función de madurez de Nurse-Saul. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 49)

Se verifica que se usó intervalos donde la temperatura del concreto es superior a t_0 y se considera como contribución a la ganancia de fuerza. Si tenemos que la temperatura del concreto es delineada contra la edad, la función será solo igual al área de la temperatura de referencia y la curva de t . Se demuestra en la figura 1, donde se visualiza la historia de la temperatura en punto particular. Lo sombreado será la madurez en relación a la edad t .

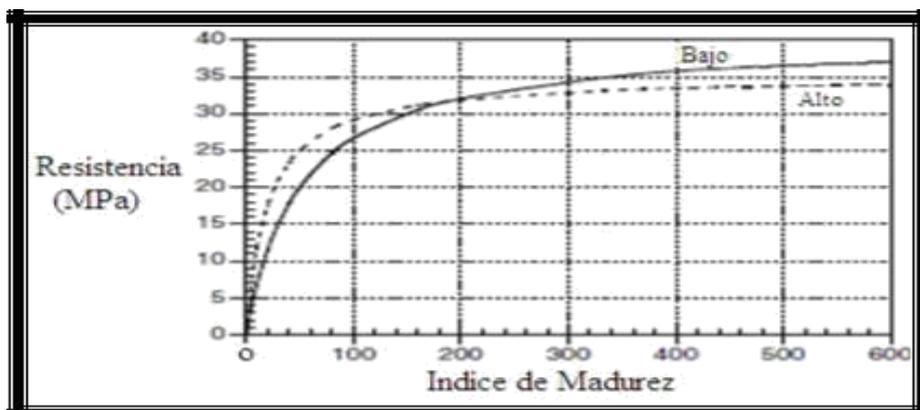
El autor reconoció que cuando el concreto es vaciado, este sigue endureciendo y ganando fuerza así se encuentre a temperaturas a menos de 0°C . Lo cual recomienda usar temperatura referencial de -10.5°C para su función. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 50)

Saul mencionó el siguiente principio que es conocido como regla de madurez: Concreto de una misma mezcla y de igual madurez (con el registro en temperatura-tiempo igual) van a obtener casi la misma resistencia, sea cual sea la función de madurez que se use. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 50)

En 1960, se tomó nuevamente el interés en el índice de madurez. Swenson realizó una investigación de falla para poder calcular la fuerza a compresión del concreto al momento del fallo de este. Hudson y Steele usaron el método de madurez al estimar la fuerza a 28 días en relación a pruebas a edades tempranas. Sus resultados se incorporaron más tarde en un ASTM Standard.²¹. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 54)

Figura 5

Efecto de temperatura-edad a edades tempranas relacionando fuerza madurez



Fuente: (Flores & Gonzales, 2010)

2.2.2.4. TEJEDOR Y SADGROVE

Tejedor y Sadgrove relacionaron la definición de edad equivalente para crear un manual de tiempo de descimbrados a diferentes temperaturas. Sugieren la siguiente fórmula para estimar el índice de madurez a 28°C:

$$t_e = \frac{\sum(T + 16)^2}{1296} D_t \dots \dots (Ec. 2)$$

Esto es indicado en la ecuación 2 donde arroja resultados de fuerza en comparación de la función de Nurse. Luego Sadgrove indicó que a índices de madurez mayores la ecuación de Nurse arrojaba resultados más exactos. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 55)

2.2.2.5. HANSEN DE FREIESLEBEN

(Flores & Gonzales, 2010, pág. 56) En 1977, Hansen de Freiesleben y Pedersen indicaron la siguiente expresión para calcular índice de madurez basándose en la función de Arrhenius:

$$t_e = \sum e^{\frac{-E}{R}(\frac{1}{273+T} - \frac{1}{273+Tr})} D_t \dots \dots (Ec. 3)$$

Tiene los valores siguientes:

t_e = Factor de temperatura-tiempo a la edad t , grados-día o grados-hora. (Índice de Madurez)

E = Energía de Activación Aparente

Para $T > 20\pm^\circ\text{C}$

33,500 j mol

$T < 20\pm^\circ\text{C}$

$E = 33.500 + 1470 (20 - T)$ en j mol

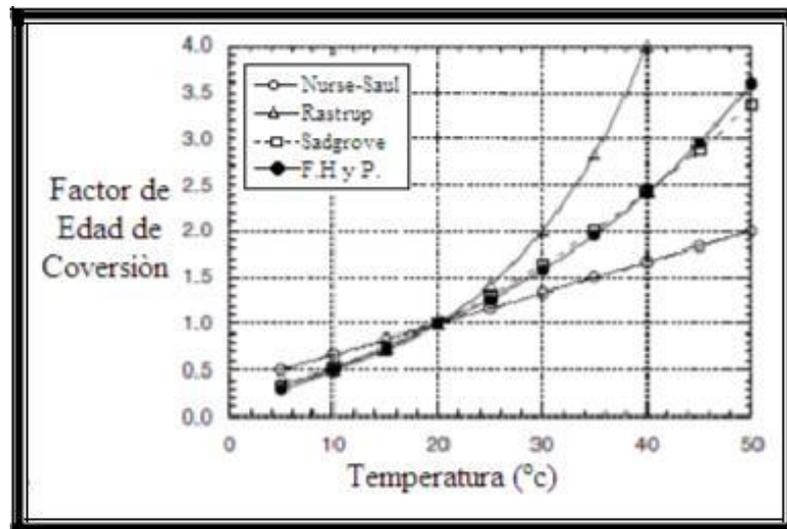
R = Constante Universal de Gas

T = temperatura promedio, ° C.

T_r = temperatura de referencia, 20° C.

Figura 6

Funciones y relación del factor de edad de conversión según la temperatura en °C para calculo de edad equivalente



Fuente: (Flores & Gonzales, 2010)

2.2.2.6. VOELLMY

Voellmy dijo que ya que la resistencia a compresión del concreto depende del tiempo y de su temperatura, podemos mencionar que la resistencia se encuentra en relación a la suma del producto del tiempo y la temperatura del concreto. Menciona que un concreto va tener la misma resistencia si tiene la misma

madurez.

También es importante mencionar que no se debe exponer el concreto a temperaturas bajo 0°C ya que puede producir congelamiento del agua en el concreto lo cual afectaría negativamente a su evolución si no cuenta con una resistencia adecuada. (Covarrubias, 1988, pág. 3)

Se muestra la ecuación de madurez:

$$M = t \left(\frac{T + 28}{48} \right)^2 \dots \dots (Ec. 4)$$

M = índice de madurez

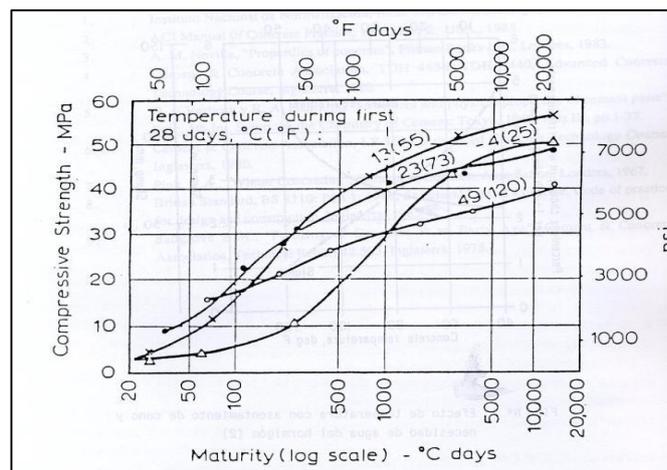
T = temperatura del concreto (°C)

t = tiempo T.

Cuando la temperatura es mayor, su resistencia a edades tardías será menores que uno a temperaturas bajas. Por lo que es necesario tener diferentes funciones de madurez para cada temperatura que se pueda presentar.

Figura 7

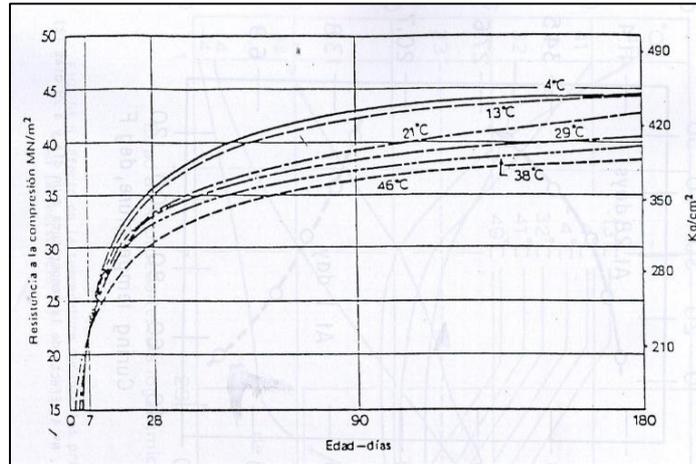
Influencia de la temperatura en madurez del hormigón



Fuente: (Flores & Gonzales, 2010)

Figura 8

La temperatura y su efecto a horas iniciales



Fuente: (Flores & Gonzales, 2010)

2.2.2.7. VALCUENDE PAYA

La resistencia a la compresión puede evolucionar dependiendo de la temperatura, el cual evoluciona progresiva y positivamente cuando la temperatura es mayor, pues actúa como catalizador de hidratación del concreto. Para relacionar la temperatura con la resistencia a la compresión podemos mencionar el concepto: “Dos hormigones de igual dosificación, pero de distinta edad van a tener la misma resistencia si obtienen la misma madurez”. M es la multiplicación del tiempo de actuación por la temperatura. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$M = \sum_{i=1}^n [(T_i + 10)t_i] \dots \dots (Ec. 5)$$

Cuando se toma una temperatura de 20°C, la fórmula quedaría:

$$m = 30 j$$

al igualar las dos expresiones anteriores:

$$j = \frac{\sum [(T_i + 10)t_i]}{30} \dots \dots (Ec. 6)$$

Se obtiene la fórmula para el cálculo de la edad equivalente o índice de madurez del concreto, usando una temperatura de referencia 20°C. (Valcuende, Evolución de la resistencia del hormigón con la edad y temperatura, 2011, pág. 3).

2.2.2.8. Formula de Código Modelo CEB-FIP 1990

(EHE-08, 2008) Se tiene la fórmula del Código Modelo para calcular el porcentaje de resistencia a la compresión, tomando en cuenta los valores según el tipo de cemento y la edad t que se quiera calcular.

$$\frac{f_{ck}(t \text{ días})}{f_{ck}(\text{días})} = e^{s(1-\sqrt{\frac{28}{t}})} \dots \dots (Ec. 7)$$

Para:

- S , dato según el tipo de cemento:
 - 0.20 - cemento alta resistencia con endurecimiento rápido (CEM 42,5R y CEM 52,5R)
 - 0.25 - cemento resistencia normal con endurecimiento rápido (CEM 32,5R y CEM 42,5)
 - 0.38 - cemento con endurecimiento lento (CEM 32,5)
- t es el tiempo en días o edad equivalente a la que se quiere calcular la resistencia.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Las definiciones que se presenta a continuación es un resumen sobre los términos técnicos que van a estar involucrados en el actual proyecto de investigación, con esto tendremos clara la comprensión de todos los términos.

- **Agregados**

Los aridos o llamados agregados, estos materiales, se mezclan con los aglomerantes, cal, cemento, y también agregando agua, esta mezcla forma el mortero y el concreto. (Abanto, 2009, pág. 26)

- **Calor de Hidratación**

Es producido por reacciones químicas con el insumo del agua, estas se pueden evidenciar en el fraguado y posteriormente en el proceso de endurecimiento del concreto utilizando el cemento. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 73)

- **Cemento**

El cemento es un conglomerante que, al mezclarse con los agregados finos, gruesos, grava o arena y agua, podemos obtener una masa uniforme, plástica y trabajable que pasa por procesos de fragua y posteriormente el endurecimiento a la reacción con el agua, la cual obtiene una consistencia pétreo que llamamos hormigón o concreto. El uso del concreto en la construcción está generalizado por su función que cumple en la industria. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 12)

- **El Concreto**

Es la mezcla de agregado (fino y grueso), agua y cemento la cual tiene reacciones químicas del agua con los demás componentes que hace que se endurezca. La resistencia de la fuerza a compresión requerida en planos, se dará por la cantidad de sus materiales, todo esto estará basado a un diseño de mezcla de concreto. (Bedoya, 2018)

- **Concreto Fresco**

Es el estado del concreto inicial, también llamado estado fluido del concreto, esta etapa va desde el instante del mezclado del concreto hasta el endurecimiento inicial de la mezcla que pasa por el fraguado. (Flores & Gonzales, 2010, pág. 74)

- **Curado**

Entendemos por curado de la mezcla de concreto a la acción de mantener a edades tempranas el contenido de humedad y la temperatura, con el fin de que la mezcla de concreto desarrolle sus propiedades diseñadas en para la mezcla, el curado de este, es muy importante posterior a la fase del fraguado. (Loya, 2018, pág. 64)

- **Diseño de Mezcla**

El diseño de mezcla se obtiene al dosificar el concreto y su mezcla con el fin de obtener la combinación idónea y económica con los agregados que se tiene, el cemento necesario y la adición del agua en la mezcla, si es necesario con aditivos, con la finalidad de obtener un concreto con la manejabilidad requerido y que al llegar al proceso de endurecimiento adquiera la resistencia y durabilidad que se necesita para los fines que se le dé en la construcción. (Cruz, 2017, pág. 65)

- **Edad del Concreto**

Es el tiempo que lleva el concreto desde el vaciado de la estructura, lo cual va adquiriendo cierta resistencia según pasan los días hasta llegar a su resistencia máxima.

- **Mezcla**

Es la cantidad de agregados, cemento y agua para el concreto.

- **Resistencia**

La resistencia, es el término usado para determinar la habilidad de resistir las deformaciones o rotura ocasionada por las fuerzas aplicadas externas (fatiga, tensión, corte o resistencia a compresión). (Flores & Gonzales, 2010, pág. 75)

- **Trabajabilidad**

La trabajabilidad de concreto es la propiedad del concreto fresco que presenta facilidad para la mezcla, vaciado, a la acción de compactarlo o chuzarlo y al acabado de este, sin presentar segregación o exudación al momento de estas acciones. (Abanto, 2009, pág. 47)

- **Tiempo de Fraguado**

El tiempo de fraguado es el lapso entre el proceso de mezclado de los componentes, (agregados, cemento, agua) y la solidificación de la mezcla, esta acción es expresada en minutos. Normalmente esta denominación se configura como: tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final. (Cruz, 2017, pág. 40)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorara significativamente al aplicar método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.
2. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Voellmy del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.
3. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

4. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Valcuende Payá del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

X = Método de madurez del concreto.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Y = Resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Variable independiente (X):</p> <p>Método de madurez del concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Teoría de Tejedor y Sadgrove - Teoría de Voellmy - Teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen - Teoría de Valcuende Payá 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura optima - Tiempo optimo - Edad adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de laboratorio.
<p>Variable dependiente (Y):</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$</p>	<p>Concreto elaborado para $f'c=210\text{kg/cm}^2$</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión 	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de laboratorio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque que se utilizará en la investigación será cuantitativo.

“Hablando de una investigación cuantitativa, tomamos el estudio estadístico y es donde se basa el enfoque cuantitativo, analizando la realidad objetiva, que trata de la medición numérica para lograr las predicciones, deducciones o patrones de como se comporta el fenómeno o problema que se plantea. EL enfoque va utilizar la recolección de datos para la prueba de la hipótesis que se plantea, anticipando al proceso metodológico. Usando este enfoque plantearemos el problema y las consultas concretas del que deriva la hipótesis. También se puede decir que utiliza experimentos y análisis de causa efecto, lo cual no se debería obviar que la investigación arrastra un proceso secuencial y deductivo”. (Alanya, 2019)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de la investigación es explicativo, es decir:

Los estudios explicativos, describe los conceptos o fenómenos que se relacionan entre si, podemos decir que está dirigido a saber el porqué de las causas de los eventos y fenómenos encontrados. (Hernández et al., 2010, P. 83).

3.1.3. DISEÑO

La investigación tendrá un diseño cuasiexperimental.

Hernández, Fernández, & Baptista (2010), el diseño cuasiexperimental esta en base a un grupo de control y un grupo

experimental, el cual podremos relacionarlos y definir el efecto y la diferencia que ocasiona el tratamiento que le daremos al GE.

Esquema de la investigación

GE: O1_____ X _____ O3

GC: O2_____ O4

Donde:

GE = Grupo experimental

GC = Grupo control

O1 y O2 = Pre prueba

X = Tratamiento

O3 y O4 = Pos prueba

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población será del tipo finito y está dada por 150 probetas de concreto entre las que están compuestas por probetas usando el método de madurez y el método tradicional; las probetas de concreto serán diseñadas para $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

3.2.2. MUESTRA

Tipo no probabilístico

La muestra es no probabilística. Por lo que para la elección de la muestra será en función de la edad a romper de las probetas y de acuerdo al método de madurez y al método convencional; donde para mejor visualización y entendimiento se muestra la siguiente tabla:

Tabla 4

Ensayos a compresión a realizar

Edad	1	3	7	14	28
Probetas con el método de madurez	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Probetas con el método tradicional	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

“La técnica a usar será de observación ya que resulta útil para analizar el proceso de investigación, por lo que consiste en observar el panorama al desarrollar un trabajo determinado (...). El fin de la observación son variables ya que pues permite al investigador saber que está haciendo, cómo se está haciendo, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo va tomar, donde se hace y por qué se hace (...), es una técnica importante para obtener datos que implican relaciones”. (Lebet, 2013)

Para la recolección de datos en la presente investigación se empleó la técnica de observación ya que se tuvo que recolectar los resultados obtenidos mediante las roturas de probetas a diferentes edades del concreto y realizar las comparaciones con lo estudiado en el método de madurez por los distintos historiadores.

Para determinar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido en la presente investigación, se aplicó la técnica de la observación y como instrumentos los siguientes procedimientos:

- NTP 400.010
- NTP 400.037
- NTP 400.012
- NTP 400.017
- NTP 400.021
- NTP 400.022
- NTP 400.019

Ensayos concreto fresco:

- NTP 339.035
- NTP 339.082
- NTP 339.187

- NTP 339.184

Ensayos de concreto fraguado:

- NTP 339.183

Resistencia:

- NTP 339.034

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se necesitará utilizar al iniciar hojas de cálculos elaboradas en gabinete las que contendrá los resultados de roturas de probetas, líneas de tendencia establecido en cuadros con su respectivo resumen, se apreciará de una manera simple cómo se comportará el concreto a diferentes edades y a diferentes temperaturas obtenidas en la ciudad de Huánuco. Igualmente utilizando cuadros de estadística con ayuda del programa IBM SPSS vers. 25, se visualizará los datos que se obtengan.

Figura 9

Resultados de Roturas de Probetas de Concreto

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f _c (kg/cm ²)	% de f _c
PROBETA 01	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	130.21	13278	75.14	35.8
PROBETA 02	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	129.64	13209	74.75	35.6
PROBETA 03	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	132.66	13517	76.49	36.4
PROBETA 04	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	128.79	13133	74.32	35.4
PROBETA 05	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	135.10	13776	77.96	37.1
PROBETA 06	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	124.30	12675	71.72	34.2
PROBETA 07	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	123.67	12600	71.30	34.0
PROBETA 08	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	131.23	13382	75.72	36.1
PROBETA 09	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	135.79	13847	78.36	37.3
PROBETA 10	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	139.66	14231	80.83	38.3
PROBETA 11	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	146.23	14809	79.81	38.0
PROBETA 12	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	129.55	13210	74.75	35.6
PROBETA 13	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	128.62	13115	74.22	35.3
PROBETA 14	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	135.01	13787	77.90	37.1
PROBETA 15	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	126.89	12839	73.22	34.9

Fuente: (LABORTEC, 2021)

Figura 10

Gráfico con línea de tendencia a usar

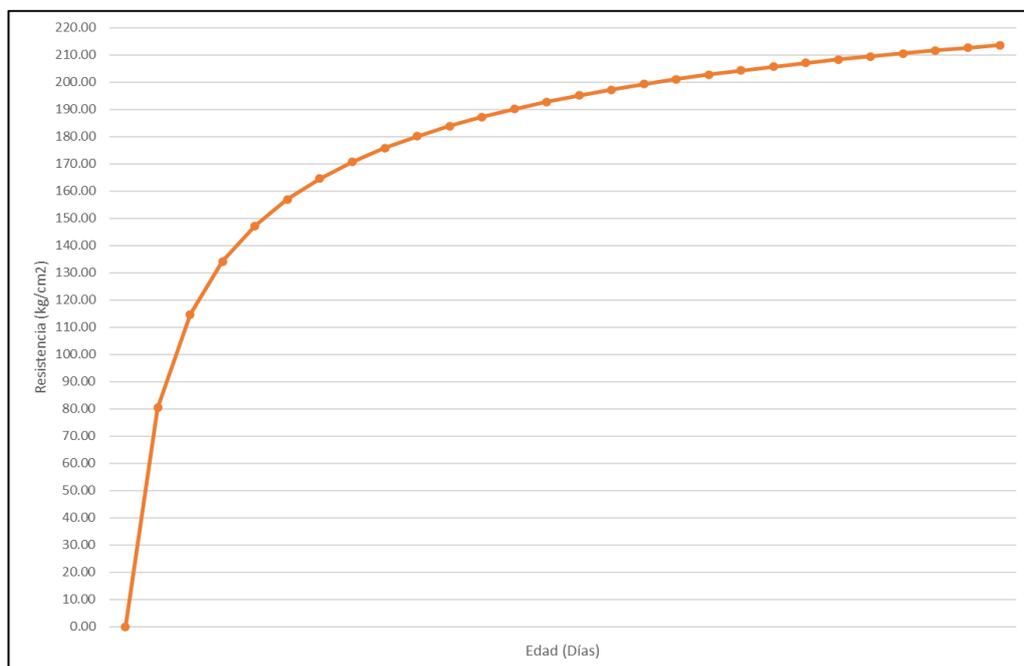


Figura 11

Tabla de Prueba de Normalidad a usar

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
dif	,196	30	,005	,861	30	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 12

Tabla de Diferencia emparejada a usar

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
20.0°C a 1 día - 25.9°C a 1 día	-3.92600	2.74384	0.70846	-5.44549 -2.40651	-5.542	14	0.0001

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el procesamiento de la información acarreada, utilizamos el Microsoft Excel, programa en el cual se compara y corrobora el método de madurez con los resultados que obtuvimos mediante las roturas de las probetas utilizadas. Ahora para la contratación de hipótesis, estadística utilizada en la investigación, nos apoyamos del software IBM SPSS vers. 25, al momento de ingresar los datos de esfuerzos absolutos a diferentes edades (resistencia a la compresión), utilizando la prueba de normalidad y luego utilizando la prueba de t student para las muestras relacionadas, comprobaremos que lo presentado en las imágenes descritos, están siendo significativamente funcionales.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Diseño de mezcla para un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizado a temperaturas variables en la ciudad de Huánuco

Tabla 5

Características del diseño del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$

CEMENTO	TIPO:	CEMENTO TIPO I	-	TEMPERATURA ESTANDAR
	MARCA	CEMENTO ANDINO	-	-
	PESO ESPECIFICO		3.12 GR/CM3	PROMEDIO
AGUA	CONTROL DE PH		7	NEUTRO
	DENSIDAD DE MASA DEL AGUA		1.00 GR/CM3	VARIABLE
	SOLIDOS EN SUSPENSION		NP	NO PRESENTA
AGREGADOS	DESCRIPCION		AGREGADO GLOBAL	
	TAMAÑO MAXIMO		1 1/2"	
	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		1"	
	PESO UNITARIO COMPACTADO		1771 KG/M3	
	PESO UNITARIO SUELTO		1623 KG/M3	
	PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON		2550 KG/M3	
	MODULO DE FINEZA		3.67	
	ABSORCION		1.30%	
	HUMDAD NATURAL		1.20%	

Nota. Se visualiza los materiales y sus características que intervienen en el diseño de mezcla para esta investigación. Arrojo un peso específico del cemento con un valor de 3.12 gr/cm³, el agua tiene una densidad de 100gr/cm³ en las diferentes condiciones de temperatura que se presentó sin presencia de sólidos. Los Agregados que se usaron que fue el agregado global, se aprecia en los ensayos realizados, granulometría, humedad, pesos unitarios secos, densidades, etc.

Para realizar las probetas se siguieron las siguientes proporciones para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$:

Tabla 6

Dosificación para un concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ con agregado global

Dosificación	Peso (kg)	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Aporte por M3
Cemento	379	1.00	42.5	8.92 bls
Hormigón	1715	4.58	195	1.37 m ³
Agua	205	0.232	23.2	205.00 lt

Nota. En la tabla anterior se puede apreciar el diseño de mezcla utilizado para un concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, que se usó para la realización de 60 probetas, en edades de 1, 3, 7, 14 y 28 días el cual se analizará la evolución de su resistencia a compresión según la temperatura que presente.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas de concreto

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas de concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de manera convencional

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 1 día con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de manera convencional

Tabla 7

Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 1 día

N° DE PROBETA	EDAD EN DÍAS	$f'c$ (kg/cm ²)	% de $f'c$
PROBETA 01	1	73.12	34.82
PROBETA 02	1	72.95	34.74
PROBETA 03	1	72.91	34.72

PROBETA 04	1	73.17	34.84
PROBETA 05	1	72.98	34.75
PROBETA 06	1	73.02	34.77
PROBETA 07	1	73.14	34.83
PROBETA 08	1	72.93	34.73
PROBETA 09	1	73.06	34.79
PROBETA 10	1	72.94	34.73
PROBETA 11	1	73.00	34.76
PROBETA 12	1	72.99	34.76
PROBETA 13	1	73.14	34.83
PROBETA 14	1	73.07	34.80
PROBETA 15	1	73.04	34.78

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 1 día del concreto de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ que fueron sometidos de manera convencional, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 73.03kg/cm^2 , el cual se encuentra a un 34.78% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 3 días con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de manera convencional

Tabla 8

Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 3 días

N° DE PROBETA	EDAD EN DÍAS	$f'c$ (kg/cm²)	% de $f'c$
PROBETA 16	3	125.02	59.53
PROBETA 17	3	123.87	58.99
PROBETA 18	3	125.37	59.70
PROBETA 19	3	124.79	59.42
PROBETA 20	3	124.68	59.37
PROBETA 21	3	124.22	59.15
PROBETA 22	3	124.56	59.31

PROBETA 23	3	124.39	59.23
PROBETA 24	3	125.12	59.58
PROBETA 25	3	124.49	59.28
PROBETA 26	3	124.87	59.46
PROBETA 27	3	124.39	59.23
PROBETA 28	3	124.72	59.39
PROBETA 29	3	124.53	59.30
PROBETA 30	3	124.79	59.42

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 3 días del concreto de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ que fueron sometidos de manera convencional, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 124.65kg/cm^2 , el cual se encuentra a un 59.36% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 7 días con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de manera convencional

Tabla 9

Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 7 días

N° DE PROBETA	EDAD EN DÍAS	$f'c$ (kg/cm²)	% de $f'c$
PROBETA 31	7	161.13	76.73
PROBETA 32	7	160.48	76.42
PROBETA 33	7	160.62	76.49
PROBETA 34	7	161.03	76.68
PROBETA 35	7	159.86	76.12
PROBETA 36	7	161.06	76.70
PROBETA 37	7	160.59	76.47
PROBETA 38	7	160.87	76.60
PROBETA 39	7	160.57	76.46
PROBETA 40	7	160.63	76.49
PROBETA 41	7	160.79	76.57

PROBETA 42	7	160.55	76.45
PROBETA 43	7	160.44	76.40
PROBETA 44	7	161.01	76.67
PROBETA 45	7	160.59	76.47

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 7 días del concreto de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ que fueron sometidos de manera convencional, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 160.68kg/cm^2 , el cual se encuentra a un 76.51% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 14 días con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de manera convencional

Tabla 10

Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 14 días

N° DE PROBETA	EDAD EN DÍAS	$f'c$ (kg/cm²)	% de $f'c$
PROBETA 46	14	185.26	88.22
PROBETA 47	14	185.11	88.15
PROBETA 48	14	184.26	87.74
PROBETA 49	14	184.86	88.03
PROBETA 50	14	184.06	87.65
PROBETA 51	14	185.13	88.16
PROBETA 52	14	184.52	87.87
PROBETA 53	14	184.68	87.94
PROBETA 54	14	184.75	87.98
PROBETA 55	14	185.03	88.11
PROBETA 56	14	184.86	88.03
PROBETA 57	14	184.99	88.09
PROBETA 58	14	184.88	88.04
PROBETA 59	14	185.05	88.12
PROBETA 60	14	184.78	87.99

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 14 días del concreto de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ que fueron sometidos de manera convencional, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 184.81kg/cm^2 , el cual se encuentra a un 88.01% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 28 días con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de manera convencional

Tabla 11

Resultados de rotura de probetas de manera convencional a edad de 28 días

N° DE PROBETA	EDAD EN DÍAS	$f'c$ (kg/cm²)	% de $f'c$
PROBETA 61	28	211.02	100.49
PROBETA 62	28	210.56	100.27
PROBETA 63	28	210.32	100.15
PROBETA 64	28	210.14	100.07
PROBETA 65	28	210.96	100.46
PROBETA 66	28	210.11	100.05
PROBETA 67	28	210.08	100.04
PROBETA 68	28	210.07	100.03
PROBETA 69	28	210.63	100.30
PROBETA 70	28	210.04	100.02
PROBETA 71	28	210.09	100.04
PROBETA 72	28	210.21	100.10
PROBETA 73	28	210.33	100.16
PROBETA 74	28	210.23	100.11
PROBETA 75	28	210.11	100.05

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 28 días del concreto de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ que fueron sometidos de manera convencional, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 210.33kg/cm^2 , el cual se encuentra a un 100.16% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas de concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con el método de madurez

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 1 día y temperatura promedio de 25.9°

Tabla 12

Resultados de rotura de probetas a edad de 1 día y temperatura promedio de 25.9°

N° DE PROBETA	TEMPERATURA ($^\circ\text{C}$)	EDAD EN DÍAS	$f'c$ (kg/cm^2)	% de $f'c$
PROBETA 01	25.60	1.00	75.14	35.78
PROBETA 02	25.90	1.00	74.75	35.59
PROBETA 03	26.10	1.00	76.49	36.42
PROBETA 04	25.80	1.00	74.32	35.39
PROBETA 05	26.20	1.00	77.96	37.12
PROBETA 06	26.00	1.00	71.72	34.15
PROBETA 07	25.80	1.00	71.30	33.95
PROBETA 08	25.70	1.00	75.72	36.06
PROBETA 09	25.70	1.00	78.36	37.31
PROBETA 10	25.90	1.00	80.53	38.35
PROBETA 11	25.80	1.00	83.80	39.91
PROBETA 12	25.90	1.00	74.75	35.60
PROBETA 13	26.00	1.00	74.22	35.34
PROBETA 14	26.00	1.00	77.90	37.10
PROBETA 15	26.10	1.00	73.22	34.87

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 1 día, en el cual se tuvo una temperatura promedio de 25.9° , donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 75.7kg/cm^2 , el cual se encuentra a un 36.1% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 3 días y temperatura promedio de 26.8°

Tabla 13

Resultados de rotura de probetas a edad de 3 días y temperatura promedio de 26.8°

N° DE PROBETA	TEMPERATURA ($^\circ\text{C}$)	EDAD EN DÍAS	$f'c$ (kg/cm^2)	% de $f'c$
PROBETA 16	26.60	3.00	129.13	61.49
PROBETA 17	26.80	3.00	135.88	64.70
PROBETA 18	26.50	3.00	133.27	63.46
PROBETA 19	26.90	3.00	130.10	61.95
PROBETA 20	27.00	3.00	130.86	62.32
PROBETA 21	27.10	3.00	127.29	60.62
PROBETA 22	27.00	3.00	135.06	64.31

PROBETA 23	26.80	3.00	133.86	63.74
PROBETA 24	26.60	3.00	136.75	65.12
PROBETA 25	26.90	3.00	127.57	60.75
PROBETA 26	27.10	3.00	129.61	61.72
PROBETA 27	27.00	3.00	130.34	62.07
PROBETA 28	26.80	3.00	129.61	61.72
PROBETA 29	26.70	3.00	129.76	61.79
PROBETA 30	26.60	3.00	130.79	62.28

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 3 días, en el cual se tuvo una temperatura promedio de 26.8°, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 130.10 kg/cm², el cual se encuentra a un 62.00% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 7 días y temperatura promedio de 23.9°

Tabla 14

Resultados de rotura de probetas a edad de 7 días y temperatura promedio de 23.9°

N° DE PROBETA	TEMPERATURA (°C)	EDAD EN DÍAS	f'c (kg/cm ²)	% de f'c
PROBETA 31	23.50	7.00	161.92	77.11
PROBETA 32	23.60	7.00	164.97	78.56
PROBETA 33	24.00	7.00	165.28	78.71
PROBETA 34	24.30	7.00	164.23	78.20
PROBETA 35	24.10	7.00	167.52	79.77
PROBETA 36	23.80	7.00	170.59	81.23
PROBETA 37	24.00	7.00	166.95	79.50
PROBETA 38	24.30	7.00	165.29	78.71
PROBETA 39	23.90	7.00	168.10	80.05
PROBETA 40	23.60	7.00	164.72	78.44
PROBETA 41	23.80	7.00	162.86	77.55
PROBETA 42	24.00	7.00	164.71	78.43
PROBETA 43	24.10	7.00	165.04	78.59
PROBETA 44	24.30	7.00	165.98	79.04
PROBETA 45	23.90	7.00	164.53	78.35

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 7 días, en el cual se tuvo una temperatura promedio de 23.9°, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 165.50 kg/cm², el cual se encuentra a un 78.80% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 14 días y temperatura promedio de 28.1°

Tabla 15

Resultados de rotura de probetas a edad de 14 días y temperatura promedio de 28.1°

N° DE PROBETA	TEMPERATURA (°C)	EDAD EN DÍAS	f'c (kg/cm2)	% de f'c
PROBETA 46	28.60	14.00	190.93	90.92
PROBETA 47	28.00	14.00	193.05	91.93
PROBETA 48	27.90	14.00	192.67	91.75
PROBETA 49	28.10	14.00	189.32	90.15
PROBETA 50	27.60	14.00	193.59	92.18
PROBETA 51	27.80	14.00	191.32	91.10
PROBETA 52	28.20	14.00	193.93	92.35
PROBETA 53	28.10	14.00	190.13	90.54
PROBETA 54	27.90	14.00	190.70	90.81
PROBETA 55	27.70	14.00	195.87	93.27
PROBETA 56	28.00	14.00	196.25	93.45
PROBETA 57	28.50	14.00	187.64	89.35
PROBETA 58	28.60	14.00	190.56	90.74
PROBETA 59	28.10	14.00	190.15	90.55
PROBETA 60	28.00	14.00	191.33	91.11

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 14 días, en el cual se tuvo una temperatura promedio de 28.1°, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 191.8 kg/cm², el cual se encuentra a un 91.3% de su resistencia máxima.

Ensayos a compresión de probetas cilíndricas a edad de 28 días y temperatura promedio de 30.3°

Tabla 16

Resultados de rotura de probetas a edad de 28 días y temperatura promedio de 30.3°

N° DE PROBETA	TEMPERATURA (°C)	EDAD EN DÍAS	f'c (kg/cm2)	% de f'c
PROBETA 61	29.60	28.00	213.26	101.55
PROBETA 62	30.00	28.00	214.97	102.37
PROBETA 63	30.50	28.00	214.59	102.19
PROBETA 64	30.20	28.00	215.84	102.78
PROBETA 65	30.10	28.00	213.65	101.74
PROBETA 66	29.90	28.00	214.98	102.37
PROBETA 67	29.80	28.00	219.14	104.35
PROBETA 68	30.90	28.00	217.14	103.40
PROBETA 69	30.80	28.00	220.23	104.87
PROBETA 70	30.50	28.00	219.55	104.55

PROBETA 71	30.60	28.00	213.64	101.73
PROBETA 72	29.90	28.00	214.04	101.93
PROBETA 73	30.00	28.00	213.56	101.70
PROBETA 74	30.10	28.00	213.76	101.79
PROBETA 75	30.50	28.00	213.24	101.54

Nota. Se puede apreciar las 15 probetas realizadas a edad de 28 días, en el cual se tuvo una temperatura promedio de 30.3°, donde se puede ver que obtuvieron una resistencia promedio de 215.40 kg/cm², el cual se encuentra a un 102.6% de su resistencia máxima.

Aplicación del método convencional del concreto

Tabla 17

Resistencia a la compresión del concreto convencional

EDAD EN DÍAS	f'c (kg/cm ²)
1	73.03
3	124.65
7	160.68
14	184.81
28	210.33

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos el concepto de concreto convencional que solo requiere de los datos de la resistencia a la compresión.

Figura 13

Grafica de evolución del concreto convencional



Nota. Se muestra la evolución del $f'c$ del concreto convencional cada día que va transcurriendo hasta los 28 días.

Aplicación del Método de Madurez.

Teniendo en cuenta los antecedentes estudiados en el proyecto tenemos diferentes teorías de aplicación, el cual tomaremos en cuenta las teorías estudiadas, a esto le llamaremos “edad equivalente” que vendrá ser la edad del concreto reajustado a la temperatura tomada en cada ensayo.

Al tener la edad equivalente y usando la expresión tomada del Código Modelo CEB-FIP 1990, obtendremos la resistencia a compresión de dichos concretos.

Aplicación de fórmulas y expresiones estudiadas

Aplicando formula de Tejedor y Sadgrove a 25.9°C

Tabla 18

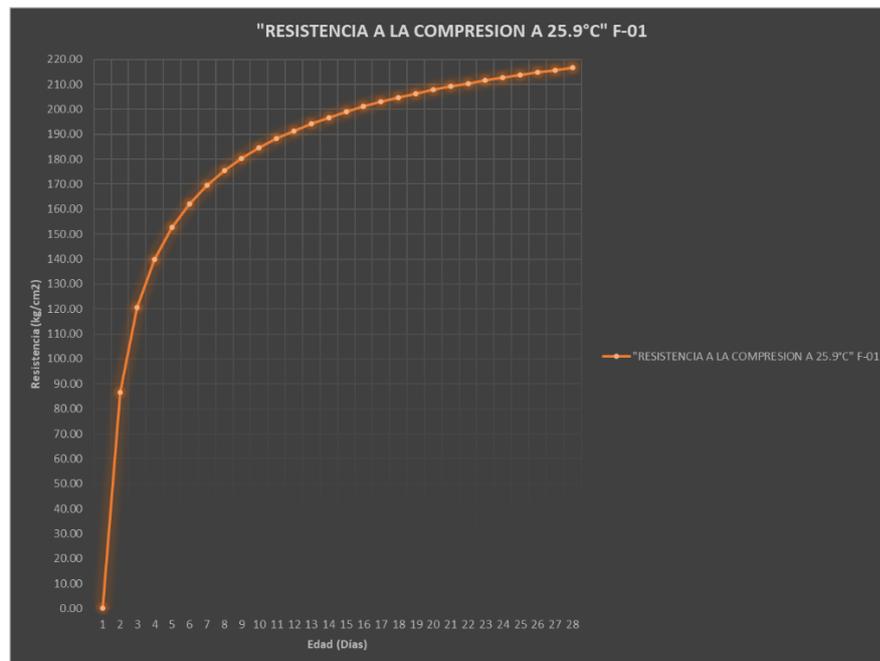
Resistencia a la compresión a 25.9°C según Tejedor y Sadgrove

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
25.9	1.00	1.35	86.53
	3.00	4.06	139.89
	7.00	9.48	175.48
	14.00	18.96	199.01
	28.00	37.93	217.52

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Tejedor y Sadgrove con una temperatura de 25.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 13

Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Tejedor y Sadgrove



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto de un concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Tejedor y Sadgrove a una temperatura de 25.9°C.

Aplicando formula de Voellmy a 25.9°C

Tabla 19

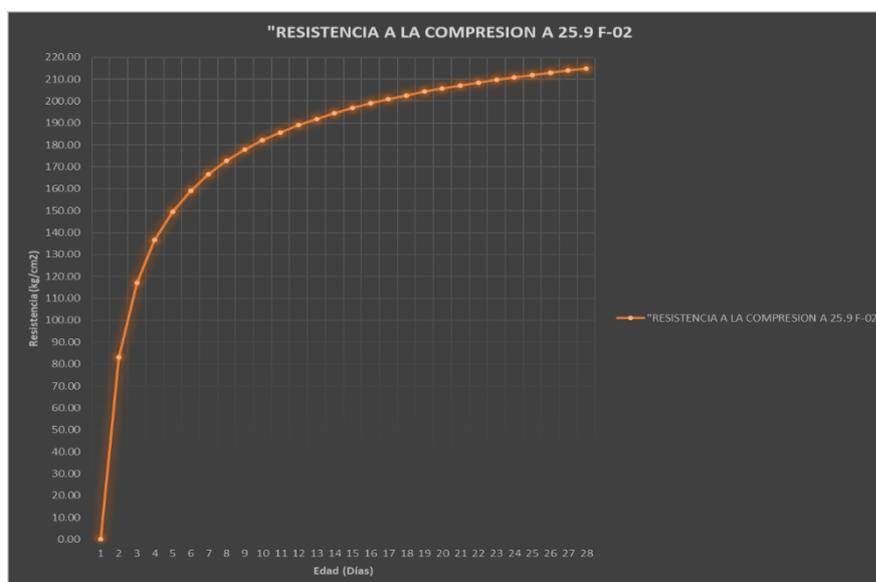
Resistencia a la compresión a 25.9°C según Voellmy

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
25.9	1.00	1.26	83.01
	3.00	3.78	136.59
	7.00	8.83	172.75
	14.00	17.65	196.81
	28.00	35.31	215.83

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Voellmy con una temperatura de 25.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 14

Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Voellmy



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Voellmy a una temperatura de 25.9°C.

Aplicando formula de Hansen de Freiesleben y Pedersen a 25.9°C

Tabla 20

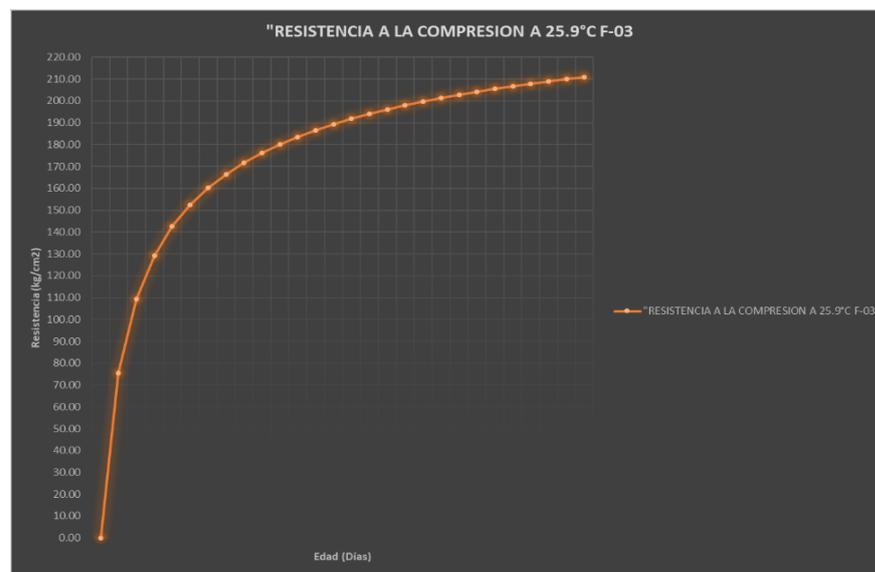
Resistencia a la compresión a 25.9°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
25.9	1.00	1.08	75.33
	3.00	3.23	129.14
	7.00	7.53	166.52
	14.00	15.07	191.77
	28.00	30.13	211.90

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen con una temperatura de 25.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 15

Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Freiesleben y Pedersen



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Hansen de Freiesleben y Pedersen a una temperatura de 25.9°C.

Aplicando formula de Valcuende Payá a 25.9°C

Tabla 21

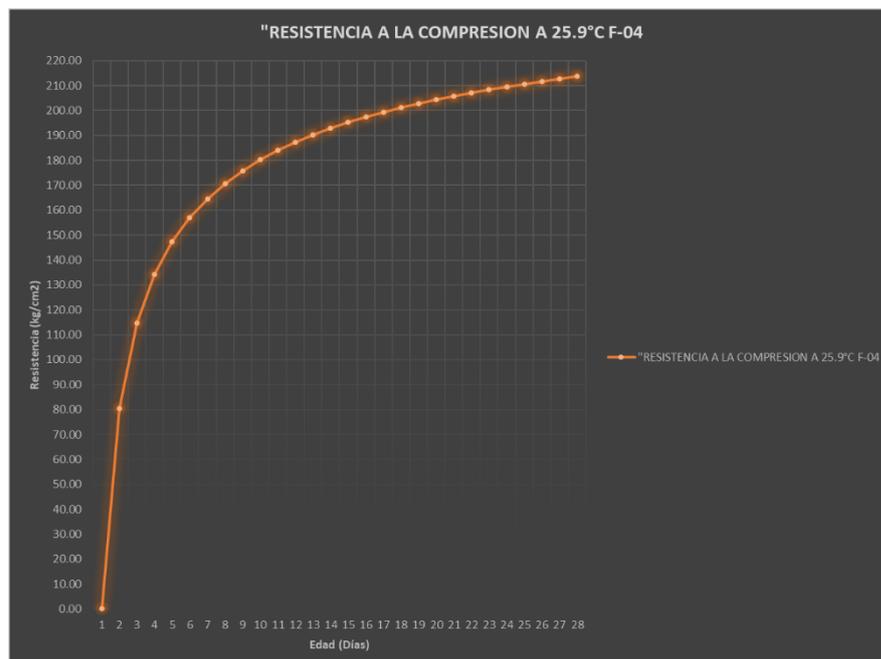
Resistencia a la compresión a 25.9°C según Valcuende Payá

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
25.9	1.00	1.20	80.46
	3.00	3.59	134.14
	7.00	8.38	170.72
	14.00	16.75	195.18
	28.00	33.51	214.56

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Valcuende Payá con una temperatura de 25.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 16

Grafica de evolución del concreto a 25.9°C según Valcuende Payá



Nota. Se muestra la evolución del f'_c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Valcuende Payá a una temperatura de 25.9°C.

Aplicando formula de Tejedor y Sadgrove a 26.8°C

Tabla 22

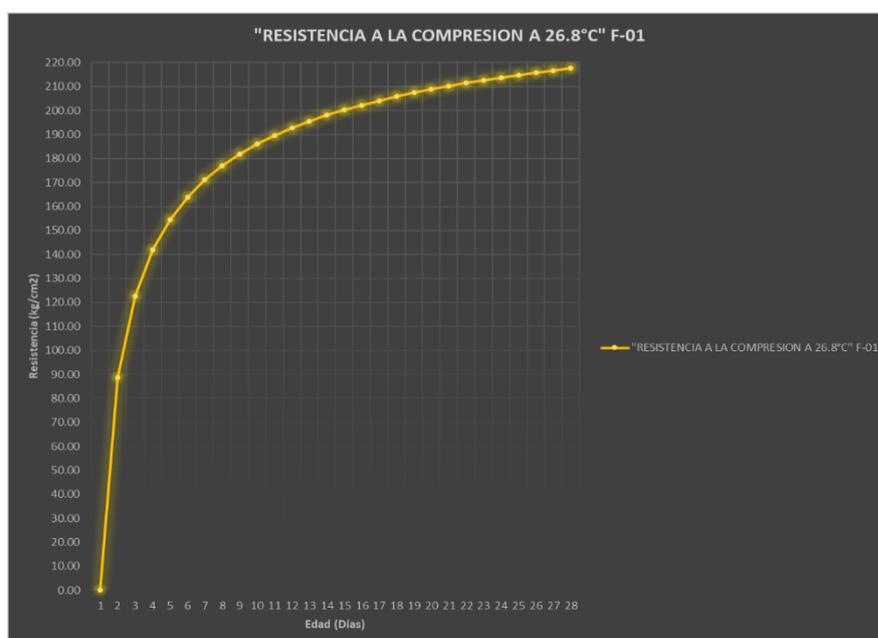
Resistencia a la compresión a 26.8°C según Tejedor y Sadgrove

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
26.8	1.00	1.41	88.62
	3.00	4.24	141.84
	7.00	9.89	177.07
	14.00	19.79	200.28
	28.00	39.58	218.51

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Tejedor y Sadgrove con una temperatura de 26.8°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 17

Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Tejedor y Sadgrove



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Tejedor y Sadgrove a una temperatura de 26.8°C.

Aplicando formula de Voellmy a 26.8°C

Tabla 23

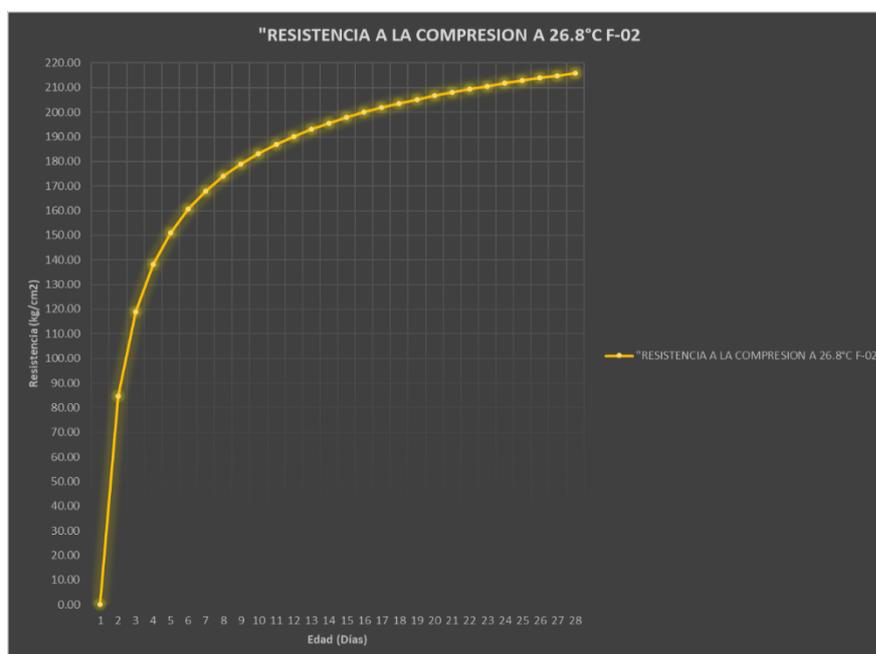
Resistencia a la compresión a 26.8°C según Voellmy

TEMPERATURA (°C)	EDAD (dias)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
26.8	1.00	1.30	84.64
	3.00	3.91	138.12
	7.00	9.14	174.02
	14.00	18.25	197.83
	28.00	36.50	216.62

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Voellmy con una temperatura de 26.8°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 18

Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Voellmy



Nota. Se muestra la evolución del f'_c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Voellmy a una temperatura de 26.8°C.

Aplicando formula de Hansen de Freiesleben y Pedersen a 26.8°C

Tabla 24

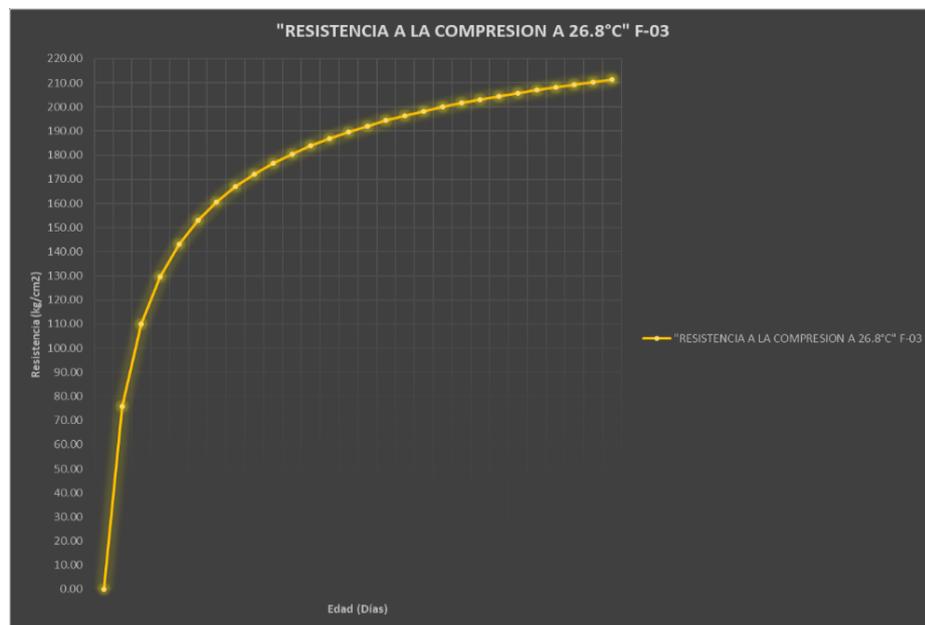
Resistencia a la compresión a 26.8°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
26.8	1.00	1.09	75.86
	3.00	3.26	129.66
	7.00	7.62	166.97
	14.00	15.23	192.13
	28.00	30.47	212.18

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen con una temperatura de 26.8°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 19

Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Freiesleben y Pedersen



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Hansen de Freiesleben y Pedersen a una temperatura de 26.8°C.

Aplicando formula de Valcuende Payá a 26.8°C

Tabla 25

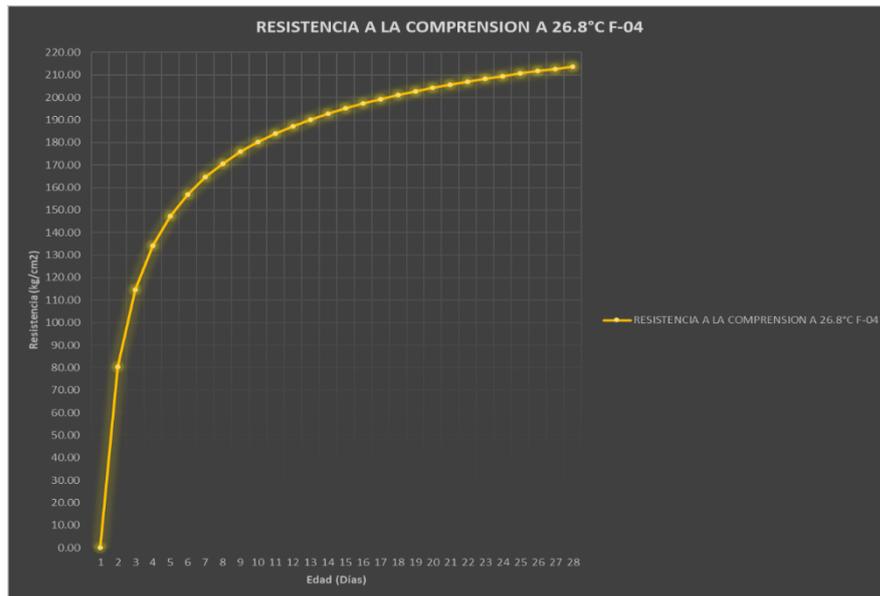
Resistencia a la compresión a 26.8°C según Valcuende Payá

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
26.8	1.00	1.23	81.67
	3.00	3.68	135.30
	7.00	8.59	171.68
	14.00	17.17	195.96
	28.00	34.35	215.16

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Valcuende Payá con una temperatura de 26.8°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 20

Grafica de evolución del concreto a 26.8°C según Valcuende Payá



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Valcuende Payá a una temperatura de 26.8°C.

Aplicando formula de Tejedor y Sadgrove a 23.9°C

Tabla 26

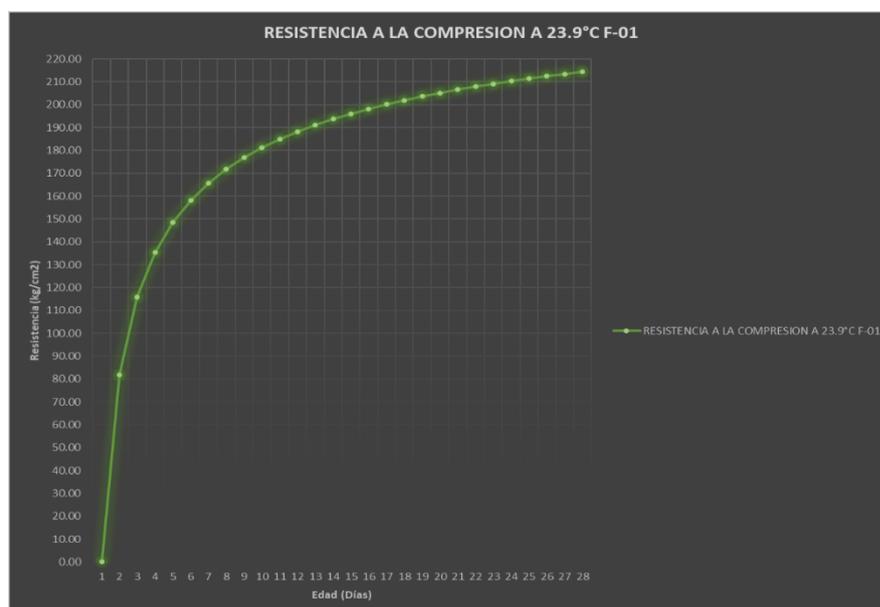
Resistencia a la compresión a 23.9°C según Tejedor y Sadgrove

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
23.9	1.00	1.23	81.74
	3.00	3.69	135.37
	7.00	8.60	174.74
	14.00	17.20	196.00
	28.00	34.40	215.19

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Tejedor y Sadgrove con una temperatura de 23.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 21

Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Tejedor y Sadgrove



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Tejedor y Sadgrove a una temperatura de 23.9°C.

Aplicando formula de Voellmy a 23.9°C

Tabla 27

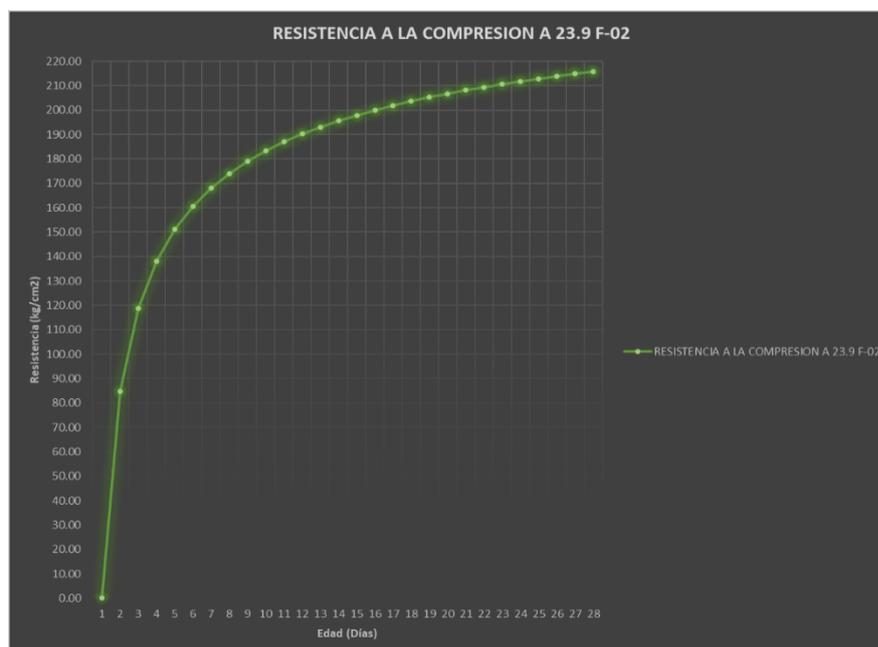
Resistencia a la compresión a 23.9°C según Voellmy

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
23.9	1.00	1.17	79.33
	3.00	3.51	133.05
	7.00	8.18	169.81
	14.00	16.37	194.44
	28.00	32.73	213.98

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Voellmy con una temperatura de 23.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 22

Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Voellmy



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Voellmy a una temperatura de 23.9°C.

Aplicando formula de Hansen de Freiesleben y Pedersen a 23.9°C

Tabla 28

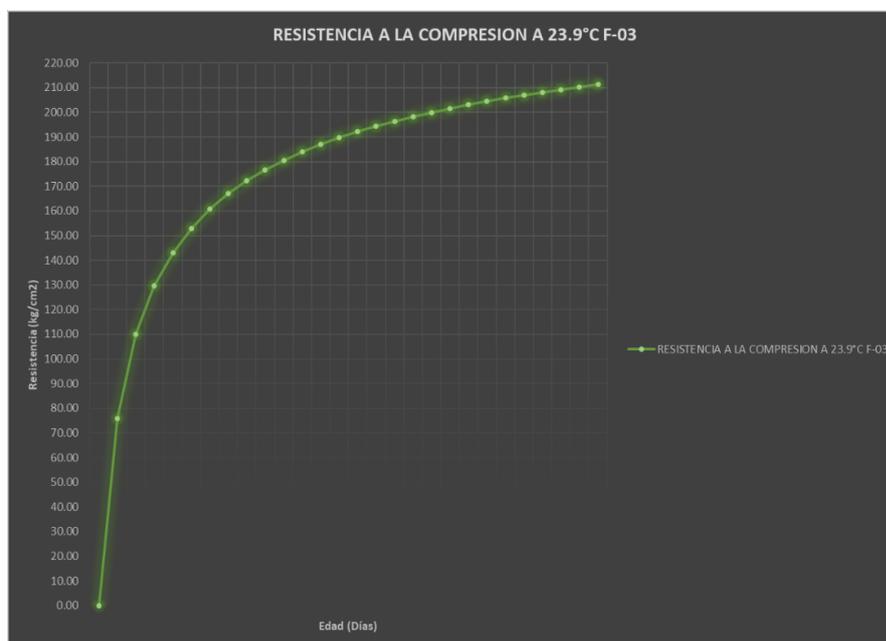
Resistencia a la compresión a 23.9°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
23.9	1.00	1.05	74.15
	3.00	3.15	127.96
	7.00	7.35	163.53
	14.00	14.7	190.96
	28.00	29.4	211.27

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen con una temperatura de 23.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 23

Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Freiesleben y Pedersen



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Hansen de Freiesleben y Pedersen a una temperatura de 23.9°C.

Aplicando formula de Valcuende Payá a 23.9°C

Tabla 29

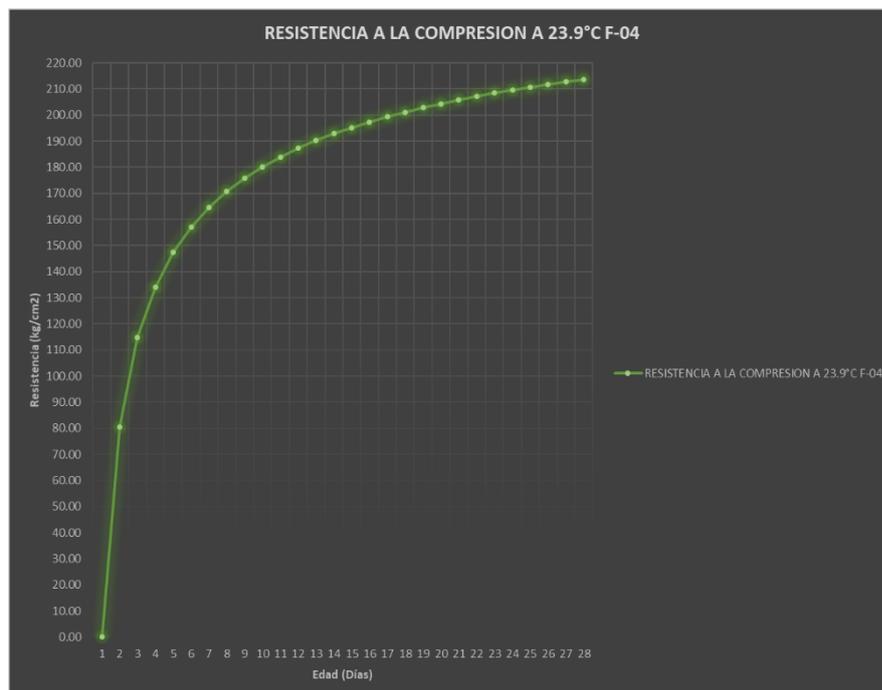
Resistencia a la compresión a 23.9°C según Valcuende Payá

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
23.9	1.00	1.13	77.68
	3.00	3.39	131.45
	7.00	7.91	168.47
	14.00	15.82	193.35
	28.00	31.64	213.14

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Valcuende Payá con una temperatura de 23.9°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 24

Grafica de evolución del concreto a 23.9°C según Valcuende Payá



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Valcuende Payá a una temperatura de 23.9°C.

Aplicando formula de Tejedor y Sadgrove a 28.1°C

Tabla 30

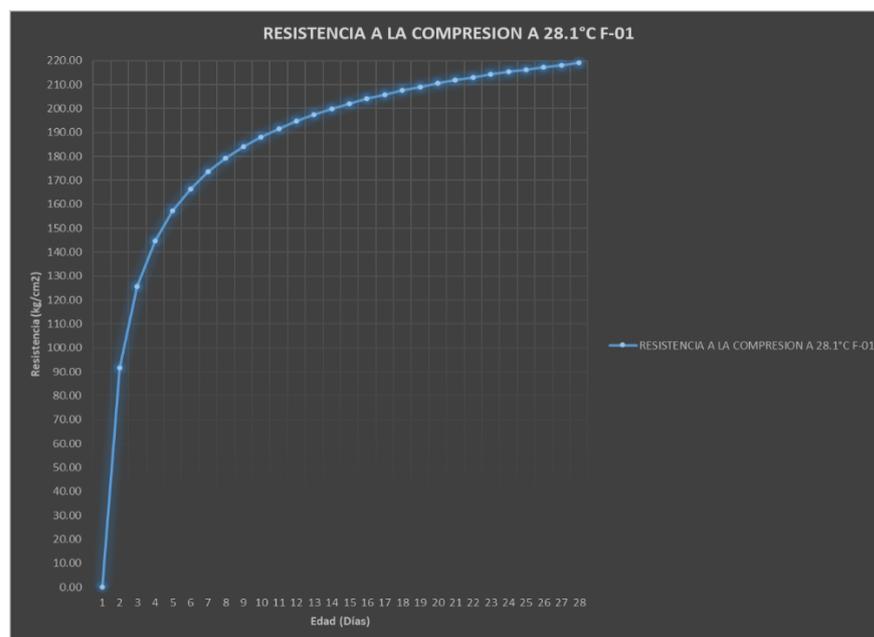
Resistencia a la compresión a 28.1°C según Tejedor y Sadgrove

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
28.1	1.00	1.50	91.58
	3.00	4.50	144.55
	7.00	10.50	179.28
	14.00	21.01	202.05
	28.00	42.02	219.87

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Tejedor y Sadgrove con una temperatura de 28.1°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 25

Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Tejedor y Sadgrove



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Tejedor y Sadgrove a una temperatura de 28.1°C.

Aplicando formula de Voellmy a 28.1°C

Tabla 31

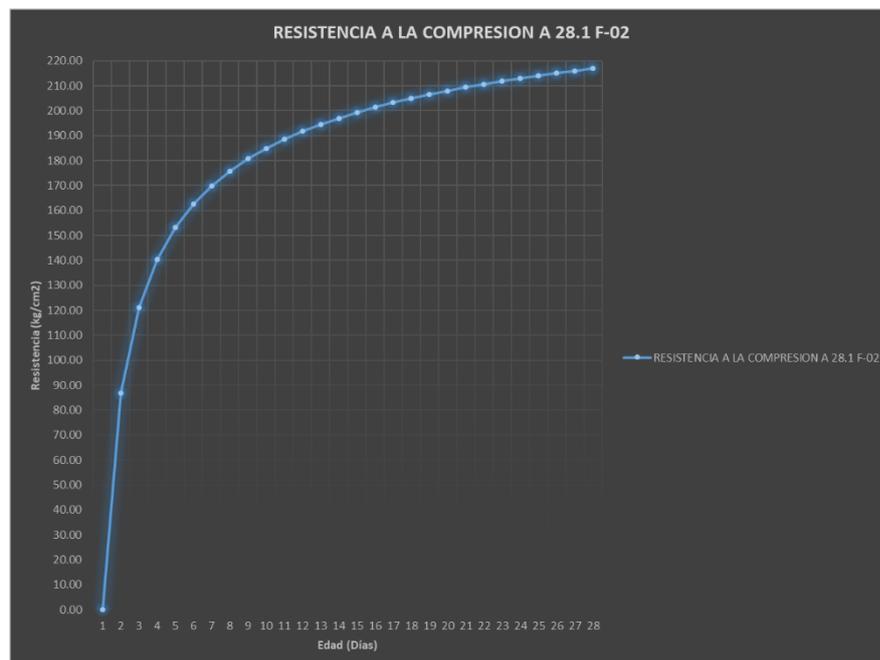
Resistencia a la compresión a 28.1°C según Voellmy

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
28.1	1.00	1.37	86.94
	3.00	4.10	140.28
	7.00	9.56	175.79
	14.00	19.12	199.26
	28.00	38.25	217.72

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Voellmy con una temperatura de 28.1°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 26

Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Voellmy



Nota. Se muestra la evolución del f'_c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Voellmy a una temperatura de 28.1°C.

Aplicando formula de Hansen de Freiesleben y Pedersen a 28.1°C

Tabla 32

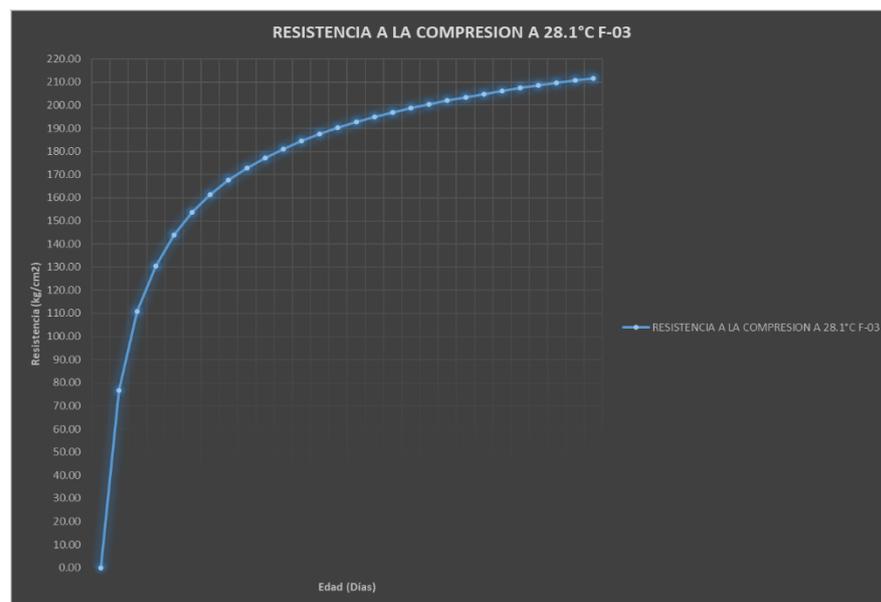
Resistencia a la compresión a 28.1°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen

TEMPERATURA (°C)	EDAD (dias)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
28.1	1.00	1.11	76.63
	3.00	3.32	130.42
	7.00	7.74	167.60
	14.00	15.48	192.65
	28.00	30.96	212.59

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen con una temperatura de 28.1°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 27

Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Freiesleben y Pedersen



Nota. Se muestra la evolución del f'_c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Hansen de Freiesleben y Pedersen a una temperatura de 28.1°C.

Aplicando formula de Valcuende Payá a 28.1°C

Tabla 33

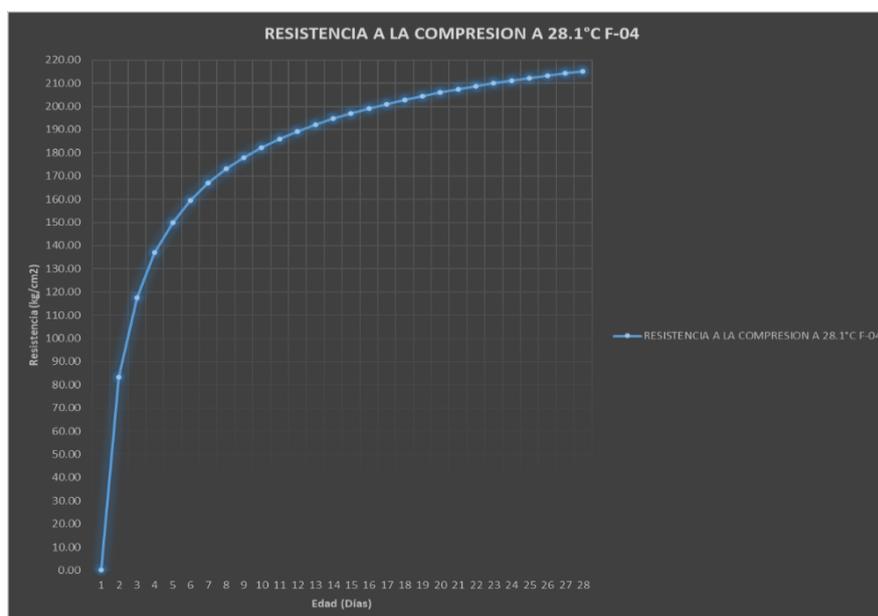
Resistencia a la compresión a 28.1°C según Valcuende Payá

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
28.1	1.00	1.27	83.37
	3.00	3.81	136.92
	7.00	8.89	173.02
	14.00	17.78	197.03
	28.00	35.56	216.00

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Valcuende Payá con una temperatura de 28.1°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 28

Grafica de evolución del concreto a 28.1°C según Valcuende Payá



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Valcuende Payá a una temperatura de 28.1°C.

Aplicando formula de Tejedor y Sadgrove a 30.3°C

Tabla 34

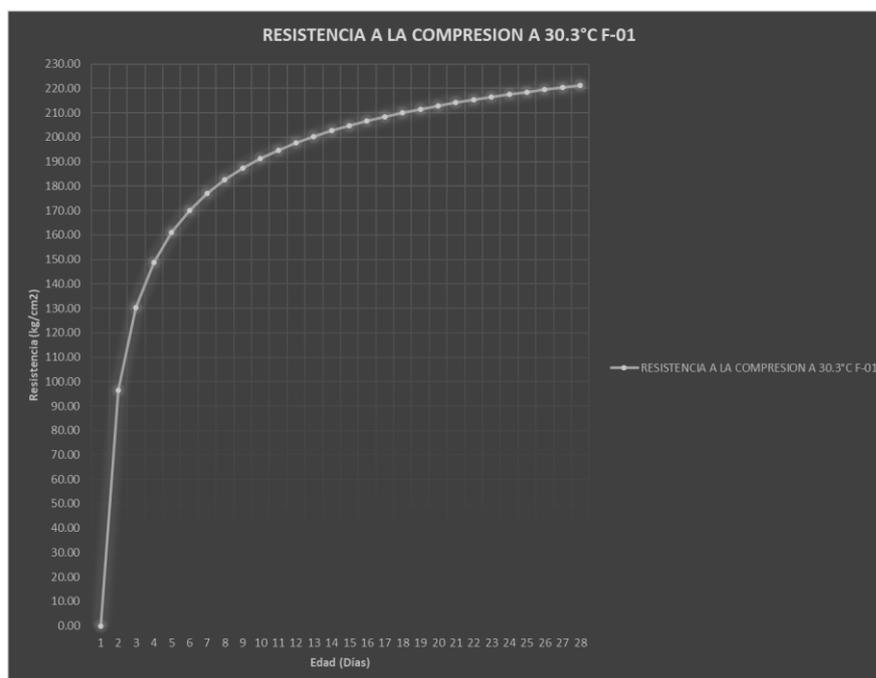
Resistencia a la compresión a 30.3°C según Tejedor y Sadgrove

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
30.3	1.00	1.65	96.29
	3.00	4.95	148.80
	7.00	11.55	182.71
	14.00	23.11	204.77
	28.00	46.21	221.96

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Tejedor y Sadgrove con una temperatura de 30.3°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 29

Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Tejedor y Sadgrove



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Tejedor y Sadgrove a una temperatura de 30.3°C.

Aplicando formula de Voellmy a 30.3°C

Tabla 35

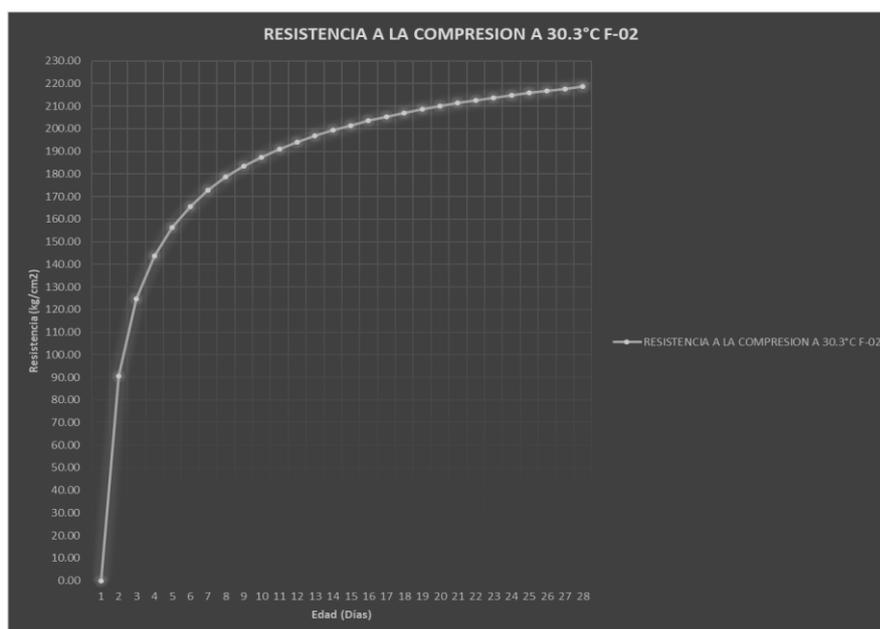
Resistencia a la compresion a 30.3°C según Voellmy

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
30.3	1.00	1.47	90.65
	3.00	4.42	143.70
	7.00	10.31	178.59
	14.00	20.62	201.50
	28.00	41.24	219.44

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Voellmy con una temperatura de 30.3°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 30

Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Voellmy



Nota. Se muestra la evolución del f'_c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Voellmy a una temperatura de 30.3°C.

Aplicando formula de Hansen de Freiesleben y Pedersen a 30.3°C

Tabla 36

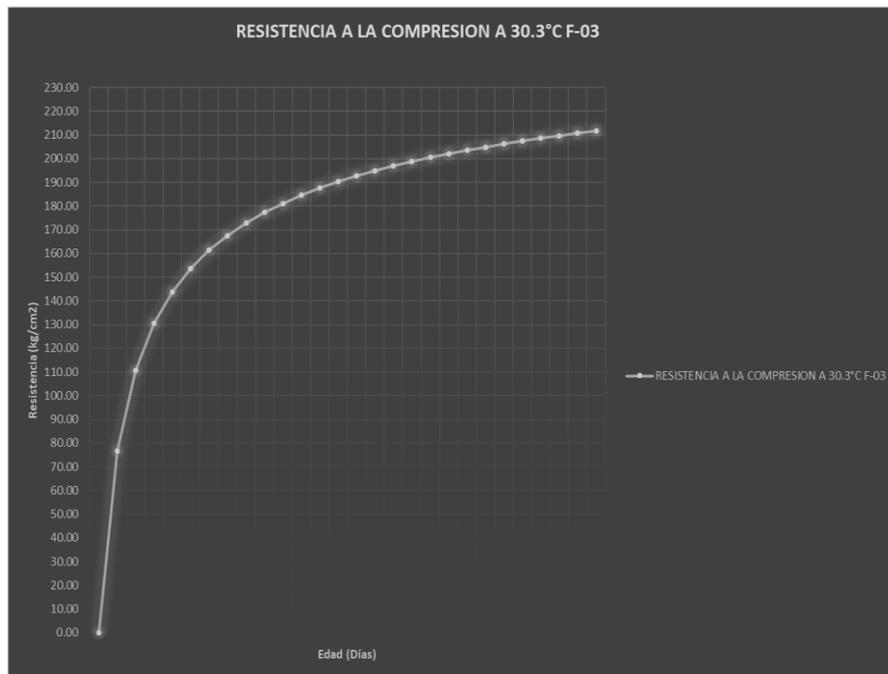
Resistencia a la compresión a 30.3°C según Hansen de Freiesleben y Pedersen

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm2)
30.3	1.00	1.13	77.89
	3.00	3.40	131.65
	7.00	7.94	168.64
	14.00	15.89	193.49
	28.00	31.78	213.24

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen con una temperatura de 30.3°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 31

Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Freiesleben y Pedersen



Nota. Se muestra la evolución del f'c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Hansen de Freiesleben y Pedersen a una temperatura de 30.3°C.

Aplicando formula de Valcuende Payá a 30.3°C

Tabla 37

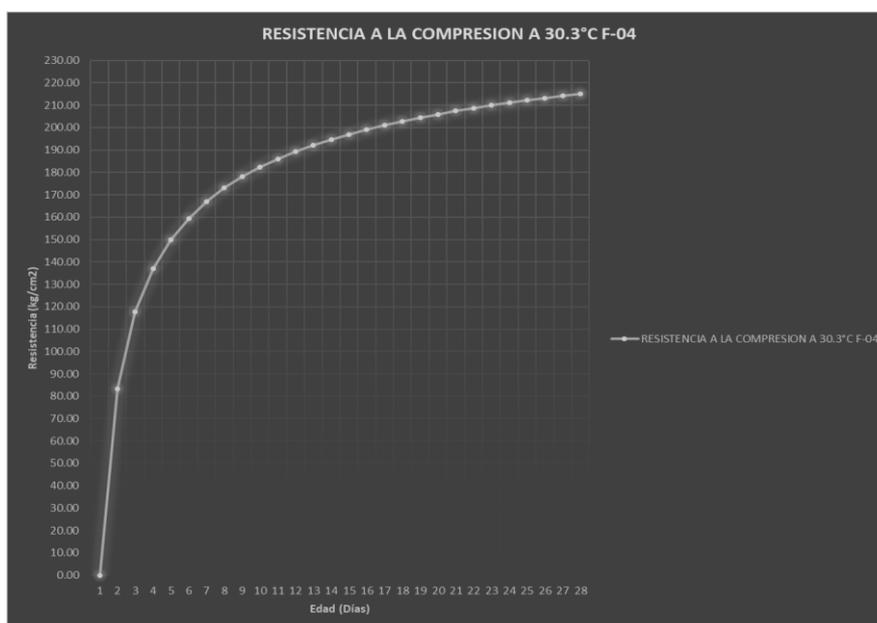
Resistencia a la compresión a 30.3°C según Valcuende Payá

TEMPERATURA (°C)	EDAD (días)	EDAD EQUIVALENTE	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
30.3	1.00	1.34	86.06
	3.00	4.03	139.45
	7.00	9.39	175.11
	14.00	18.78	198.82
	28.00	37.57	217.30

Nota. Se muestra los resultados si aplicamos la teoría de Valcuende Payá con una temperatura de 30.3°C, la edad equivalente la cual estaría viéndose afectada por la temperatura tomada y la resistencia a compresión aplicación la fórmula del CEB-FIP 1990 a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

Figura 32

Grafica de evolución del concreto a 30.3°C según Valcuende Payá



Nota. Se muestra la evolución del f'_c del concreto cada día que va transcurriendo hasta los 28 días aplicando la expresión dada por Valcuende Payá a una temperatura de 30.3°C.

Podemos indicar que utilizando la fórmula de Hansen de Freiesleben y Pedersen puede ser utilizada para el cálculo de madurez de un concreto

$f'c=210$ kg/cm² a cualquier edad y temperatura que se presente en la ciudad de Huánuco y así poder deducir la fuerza a compresión que obtendrá a diferentes edades.

Si tomamos como temperatura promedio 20°C, la edad equivalente será igual a la edad real.

Tabla 38

Tabla de evolución del concreto a 20° según Hansen de Freiesleben y Pedersen

<u>Edad</u>	<u>Edad Equivalente</u>	<u>%</u>	<u>F'c</u>
0	0.00	0.000	0.00
1	1.00	0.342	71.82
2	2.00	0.504	105.82
3	3.00	0.598	125.63
4	4.00	0.663	139.17
5	5.00	0.711	149.23
6	6.00	0.748	157.13
7	7.00	0.779	163.55
8	8.00	0.804	168.92
9	9.00	0.826	173.50
10	10.00	0.845	177.47
11	11.00	0.862	180.95
12	12.00	0.876	184.05
13	13.00	0.890	186.83
14	14.00	0.902	189.34
15	15.00	0.913	191.63
16	16.00	0.922	193.72
17	17.00	0.932	195.64
18	18.00	0.940	197.41
19	19.00	0.948	199.06
20	20.00	0.955	200.60
21	21.00	0.962	202.03
22	22.00	0.968	203.38
23	23.00	0.974	204.64
24	24.00	0.980	205.84
25	25.00	0.986	206.96
26	26.00	0.991	208.03
27	27.00	0.995	209.04
28	28.00	1.000	210.00

Nota. Se muestra que utilizando la fórmula de Hansen de Freiesleben y Pedersen la edad equivalente es igual a la edad real del concreto.

Tabla 39

Tabla de evolución del concreto a 25.9° según Hansen de Freiesleben y Pedersen

<u>Edad</u>	<u>Edad Equivalente</u>	<u>%</u>	<u>F'c</u>
0	0.00	0.000	0.00
1	1.08	0.359	75.33
2	2.15	0.521	109.44
3	3.23	0.615	129.14
4	4.30	0.679	142.52
5	5.38	0.726	152.45
6	6.46	0.763	160.21
7	7.53	0.793	166.52
8	8.61	0.818	171.79
9	9.69	0.839	176.27
10	10.76	0.858	180.16
11	11.84	0.874	183.57
12	12.91	0.889	186.60
13	13.99	0.902	189.32
14	15.07	0.913	191.77
15	16.14	0.924	194.00
16	17.22	0.934	196.04
17	18.29	0.942	197.91
18	19.37	0.951	199.64
19	20.45	0.958	201.25
20	21.52	0.965	202.75
21	22.60	0.972	204.15
22	23.68	0.978	205.46
23	24.75	0.984	206.69
24	25.83	0.990	207.85
25	26.90	0.995	208.94
26	27.98	1.000	209.98
27	29.06	1.005	210.97
28	30.13	1.009	211.90

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Según las roturas de probetas realizadas en laboratorio a 1 día de moldeo y a una temperatura de 25.9° señaladas en la Tabla 06, se obtuvo una resistencia promedio de 75.70kg/cm² y según Hansen de Freiesleben y Pedersen, calcula una resistencia de 75.33, edad equivalente de 1.08 días y un 35.9% de su resistencia máxima.

También se aprecia que el concreto obtiene el 85% de su resistencia al día 10, que indica que se considera un concreto estructuralmente adecuado.

Tabla 40

Tabla de evolución del concreto a 26.8° según Hansen de Freiesleben y Pedersen

<u>Edad</u>	<u>Edad Equivalente</u>	<u>%</u>	<u>F'c</u>
0	0.00	0.000	0.00
1	1.09	0.361	75.86
2	2.18	0.524	109.99
3	3.26	0.617	129.66
4	4.35	0.681	143.03
5	5.44	0.728	152.93
6	6.53	0.765	160.67
7	7.62	0.795	166.97
8	8.71	0.820	172.21
9	9.79	0.841	176.69
10	10.88	0.860	180.56
11	11.97	0.876	183.96
12	13.06	0.890	186.98
13	14.15	0.903	189.69
14	15.23	0.915	192.13
15	16.32	0.925	194.35
16	17.41	0.935	196.38
17	18.50	0.944	198.25
18	19.59	0.952	199.98
19	20.67	0.960	201.58
20	21.76	0.967	203.07
21	22.85	0.974	204.46
22	23.94	0.980	205.76
23	25.03	0.986	206.99
24	26.12	0.991	208.15
25	27.20	0.996	209.24
26	28.29	1.001	210.27
27	29.38	1.006	211.25
28	30.47	1.010	212.18

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Según las roturas de probetas realizadas en laboratorio a 3 días de moldeo y a una temperatura de 26.8° señaladas en la Tabla 07, se obtuvo una resistencia promedio de 130.10kg/cm² y según Hansen de Freiesleben y Pedersen, calcula una resistencia de 129.66, edad equivalente de 3.26 días y un 61.7% de su resistencia máxima.

También se aprecia que el concreto obtiene el 85% de su resistencia al día 10, que indica que se considera un concreto estructuralmente adecuado.

Tabla 41

Tabla de evolución del concreto a 23.9° según Hansen de Freiesleben y Pedersen

<u>Edad</u>	<u>Edad Equivalente</u>	<u>%</u>	<u>F'c</u>
0	0.00	0.000	0.00
1	1.05	0.353	74.15
2	2.10	0.515	108.22
3	3.15	0.609	127.96
4	4.20	0.673	141.40
5	5.25	0.721	151.37
6	6.30	0.758	159.18
7	7.35	0.788	165.53
8	8.40	0.813	170.83
9	9.45	0.835	175.34
10	10.50	0.854	179.26
11	11.55	0.870	182.70
12	12.60	0.885	185.75
13	13.65	0.898	188.49
14	14.70	0.909	190.96
15	15.75	0.920	193.21
16	16.80	0.930	195.26
17	17.85	0.939	197.15
18	18.90	0.947	198.90
19	19.95	0.955	200.52
20	21.00	0.962	202.03
21	22.05	0.969	203.44
22	23.10	0.975	204.76
23	24.15	0.981	206.01
24	25.20	0.987	207.18
25	26.25	0.992	208.28
26	27.30	0.997	209.33
27	28.35	1.002	210.32
28	29.40	1.006	211.27

Nota. Según las roturas de probetas realizadas en laboratorio a 7 días de moldeo y a una temperatura de 23.9° señaladas en la Tabla 08, se obtuvo una resistencia promedio de 165.50kg/cm² y según Hansen de Freiesleben y Pedersen, calcula una resistencia de 165.53kg/cm², edad equivalente de 7.35 días y un 78.8% de su resistencia máxima.

También se aprecia que el concreto obtiene el 85% de su resistencia al día 10, que indica que se considera un concreto estructuralmente adecuado.

Tabla 42

Tabla de evolución del concreto a 28.1° según Hansen de Freiesleben y Pedersen

<u>Edad</u>	<u>Edad Equivalente</u>	<u>%</u>	<u>F'c</u>
0	0.00	0.000	0.00
1	1.11	0.365	76.63
2	2.21	0.527	110.77
3	3.32	0.621	130.42
4	4.42	0.685	143.75
5	5.53	0.732	153.62
6	6.63	0.768	161.34
7	7.74	0.798	167.60
8	8.84	0.823	172.83
9	9.95	0.844	177.28
10	11.06	0.863	181.14
11	12.16	0.879	184.52
12	13.27	0.893	187.53
13	14.37	0.906	190.22
14	15.48	0.917	192.65
15	16.58	0.928	194.86
16	17.69	0.938	196.88
17	18.80	0.946	198.73
18	19.90	0.955	200.45
19	21.01	0.962	202.04
20	22.11	0.969	203.52
21	23.22	0.976	204.91
22	24.32	0.982	206.21
23	25.43	0.988	207.43
24	26.53	0.993	208.57
25	27.64	0.998	209.66
26	28.75	1.003	210.69
27	29.85	1.008	211.66
28	30.96	1.012	212.59

Nota. Según las roturas de probetas realizadas en laboratorio a 14 días de moldeo y a una temperatura de 28.1° señaladas en la Tabla 09, se obtuvo una resistencia promedio de 191.80kg/cm² y según Hansen de Freiesleben y Pedersen, calcula una resistencia de 192.65kg/cm², edad equivalente de 15.48 días y un 91.7% de su resistencia máxima.

También se aprecia que el concreto obtiene el 85% de su resistencia al día 10, que indica que se considera un concreto estructuralmente adecuado.

Tabla 43

Tabla de evolución del concreto a 30.3° según Hansen de Freiesleben y Pedersen

<u>Edad</u>	<u>Edad Equivalente</u>	<u>%</u>	<u>F'c</u>
0	0.00	0.000	0.00
1	1.13	0.371	77.89
2	2.27	0.534	112.06
3	3.40	0.627	131.65
4	4.54	0.690	144.93
5	5.67	0.737	154.74
6	6.81	0.773	162.42
7	7.94	0.803	168.64
8	9.08	0.828	173.83
9	10.21	0.849	178.25
10	11.35	0.867	182.08
11	12.48	0.883	185.43
12	13.62	0.897	188.41
13	14.75	0.910	191.08
14	15.89	0.921	193.49
15	17.02	0.932	195.68
16	18.16	0.941	197.68
17	19.29	0.950	199.52
18	20.43	0.958	201.22
19	21.56	0.966	202.80
20	22.70	0.973	204.27
21	23.83	0.979	205.64
22	24.97	0.985	206.93
23	26.10	0.991	208.13
24	27.24	0.997	209.27
25	28.37	1.002	210.35
26	29.51	1.006	211.36
27	30.64	1.011	212.33
28	31.78	1.015	213.24

Nota. Según las roturas de probetas realizadas en laboratorio a 28 días de moldeo y a una temperatura de 30.3° señaladas en la Tabla 10, se obtuvo una resistencia promedio de 215.40kg/cm² y según Hansen de Freiesleben y Pedersen, calcula una resistencia de 213.24kg/cm², edad equivalente de 31.78 días y un 101.5% de su resistencia máxima.

También se aprecia que el concreto obtiene el 85% de su resistencia al día 10, que indica que se considera un concreto estructuralmente adecuado.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Prueba de Hipótesis

Al momento de efectuar la prueba de Hipotesis, necesitamos obtener el procedimiento estadístico a utilizar, conociendo que nuestra variable que presenta es numérica, es prioridad realizar la prueba de normalidad de datos, y verificamos que viene obedeciendo a una estadística paramétrica.

Tabla 44

Prueba estadística de normalidad, diferencia de datos

Variable	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
20.0°C a 1 día		15			15	
25.9°C a 1 día	0.121	15	.200*	0.967	15	0.804
20.0°C a 3 días		15			15	
26.8°C a 3 días	0.210	15	0.073	0.905	15	0.115
20.0°C a 7 días		15			15	
23.9°C a 7 días	0.208	15	0.079	0.940	15	0.378
20.0°C a 14 días		15			15	
28.1°C a 14 días	0.183	15	0.188	0.959	15	0.673
20.0°C a 28 días		15			15	
30.3°C a 28 días	0.181	15	.200*	0.894	15	0.078

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Se aprecia que se cuenta con dos tipos de pruebas de normalidad que son, Kolmogorov-Smimov (para muestras mayores a 30 datos) y Shapiro-Wilk (que son para muestras pequeñas menores a 30 datos). En este caso usaremos la prueba de normalidad por Shapiro-Wilk ya que contamos con datos menores a 30.

El criterio tomado para la determinación de la normalidad es la siguiente:

- P-valor $\geq \alpha$ entonces los datos provienen de una distribución normal
- P-valor $\leq \alpha$ entonces los datos NO provienen de una distribución normal

Tabla 45

Comprobación del Cálculo de P-valor

25.9°C a 1 día =	0.804	>	$\alpha=0.05$
26.8°C a 3 días =	0.115	>	$\alpha=0.05$
23.9°C a 7 días =	0.378	>	$\alpha=0.05$
28.1°C a 14 días =	0.673	>	$\alpha=0.05$
30.3°C a 28 días =	0.078	>	$\alpha=0.05$

1. El P-valor de 25.9°C a 1 día es igual a 0.804. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que el dato obtenido se origina de la distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicar el procedimiento paramétrico en el análisis.
2. El P-valor de 26.8°C a 3 días es igual a 0.115. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que el dato obtenido se origina de la distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicar el procedimiento paramétrico en el análisis.
3. El P-valor de 23.9°C a 7 días es igual a 0.378. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que el dato obtenido se origina de la distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicar el procedimiento paramétrico en el análisis.
4. El P-valor de 28.1°C a 14 días es igual a 0.673. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que el dato obtenido se origina de la distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicar el procedimiento paramétrico en el análisis.
5. El P-valor de 30.3°C a 28 días es igual a 0.078. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que el dato obtenido se origina de la

distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicar el procedimiento paramétrico en el análisis.

Entonces al obtener en los resultados una distribución normal, la hipótesis planteada por el investigador se configura para utilizar la prueba de t de student para muestras relacionadas de comparación.

Contrastación de Hipótesis

Contrastación de Hipótesis General

HG: Será significativo el efecto del método de madurez en la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

Tabla 46

Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión entre 20°C de temperatura y sus respectivas pruebas

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilatera l)	
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
20.0°C a 1 día - 25.9°C a 1 día	-3.92600	2.74384	0.70846	- 5.44549	-2.40651	-5.542	14	0.0001
20.0°C a 3 días - 26.8°C a 3 días	-4.48400	2.07778	0.53648	- 5.63464	-3.33336	-8.358	14	0.0000
20.0°C a 7 días - 23.9°C a 7 días	-1.96267	2.12529	0.54875	- 3.13962	-0.78572	-3.577	14	0.0030
20.0°C a 14 días - 28.1°C a 14 días	-2.48933	2.38055	0.61465	- 3.80764	-1.17103	-4.050	14	0.0012
20.0°C a 28 días - 30.3°C a 28 días	-4.86267	1.45347	0.37528	- 5.66757	-4.05776	-12.957	14	0.0000

Nota. Se puede apreciar la significancia lateral, la cual es menor al porcentaje de error, con la cual se demuestra la diferencia significativa entre un concreto

a temperatura estándar de 20°C y uno a Temperatura real en la ciudad de Huánuco.

Contrastación de Hipótesis Específicas

1. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

Tabla 47

Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove en diferentes temperaturas

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
20.0° a 28 días 25.9°C a 28 días	-7.19333	0.32126	0.08295	-7.37124	-7.01542	-86.729	14	0.000
20.0° a 28 días 26.8°C a 28 días	-8.18333	0.32126	0.08295	-8.36124	-8.00542	-98.654	14	0.000
20.0° a 28 días 23.9°C a 28 días	-4.86333	0.32126	0.08295	-5.04124	-4.68542	-58.630	14	0.000
20.0° a 28 días 28.1°C a 28 días	-9.54333	0.32126	0.08295	-9.72124	-9.36542	-115.050	14	0.000
20.0° a 28 días 30.3°C a 28 días	-11.6333	0.32126	0.08295	-11.81124	-11.45542	-140.246	14	0.000

Nota. Se puede apreciar la significancia lateral, donde se muestra al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove en las diferentes temperaturas demostrando que es menor al porcentaje de error, con la cual se demuestra la diferencia

significativa; y que al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

2. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Voellmy del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

Tabla 48

Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Voellmy en diferentes temperaturas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
20.0° a 28 días 25.9°C a 28 días	-5.50333	0.32126	0.08295	-5.68124	-5.32542	-66.346	14	0.000
20.0° a 28 días 26.8°C a 28 días	-6.29333	0.32126	0.08295	-6.47124	-6.11542	-75.869	14	0.000
20.0° a 28 días 23.9°C a 28 días	-3.65333	0.32126	0.08295	-3.83124	-3.47542	-44.043	14	0.000
20.0° a 28 días 28.1°C a 28 días	-7.39333	0.32126	0.08295	-7.57124	-7.21542	-89.130	14	0.000
20.0° a 28 días 30.3°C a 28 días	-9.11333	0.32126	0.08295	-9.29124	-8.93542	-109.866	14	0.000

Nota. Se puede apreciar la significancia lateral, donde se muestra al aplicar la teoría de Voellmy en las diferentes temperaturas demostrando que es menor al porcentaje de error, con la cual se demuestra la diferencia significativa; y que al aplicar la teoría de Voellmy mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

3. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

Tabla 49

Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen en diferentes temperaturas

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
20.0° a 28 días 25.9°C a 28 días	-1.57333	0.32126	0.08295	-1.75124	-1.39542	-18.967	14	0.000
20.0° a 28 días 26.8°C a 28 días	-1.85333	0.32126	0.08295	-2.03124	-1.67542	-22.343	14	0.000
20.0° a 28 días 23.9°C a 28 días	-0.94333	0.32126	0.08295	-1.12124	-0.76542	-11.372	14	0.000
20.0° a 28 días 28.1°C a 28 días	-2.26333	0.32126	0.08295	-2.44124	-2.08545	-27.286	14	0.000
20.0° a 28 días 30.3°C a 28 días	-2.91333	0.32126	0.08295	-3.09124	-2.73542	-35.122	14	0.000

Nota. Se puede apreciar la significancia lateral, donde se muestra al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen en las diferentes temperaturas demostrando que es menor al porcentaje de error, con la cual se demuestra la diferencia significativa; y que al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

4. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Valcuende Payá del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.

Tabla 50

Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión al aplicar la teoría de Valcuende Payá en diferentes temperaturas

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
20.0° a 28 días 25.9°C a 28 días	-4.23333	0.32126	0.08295	-4.41124	-4.05542	-51.035	14	0.000
20.0° a 28 días 26.8°C a 28 días	-4.83333	0.32126	0.08295	-5.01124	-4.65542	-58.268	14	0.000
20.0° a 28 días 23.9°C a 28 días	-2.81333	0.32126	0.08295	-2.99124	-2.63542	-33.916	14	0.000
20.0° a 28 días 28.1°C a 28 días	-5.67333	0.32126	0.08295	-5.85124	-5.49542	-68.395	14	0.000
20.0° a 28 días 30.3°C a 28 días	-6.97333	0.32126	0.08295	-7.15124	-6.79542	-84.067	14	0.000

Nota. Se puede apreciar la significancia lateral, donde se muestra al aplicar la teoría de Valcuende Payá en las diferentes temperaturas demostrando que es menor al porcentaje de error, con la cual se demuestra la diferencia significativa; y que al aplicar la teoría de Valcuende Payá mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la presente tesis, el método de madurez y su efecto en la resistencia a compresión del concreto con un $f'c=210$ kg/cm², la cual a partir de los resultados obtenidos que validan la hipótesis alternativa general, se muestra la aceptación y relación obtenida en la contrastación de los resultados de los investigadores.

- Los resultados obtenidos y la contrastación de hipótesis demuestran que el método de madurez planteado en nuestra investigación tiene resultados positivos y significativos. La significancia de 30.3°C a 28 días es igual a 0.078. Como es mayor que 0.05, esto demuestra de manera estadística que es significativo. Este resultado concuerda con los autores (Castro et. al, 2106) y (Martínez, 2018) que obtienen resultados positivos teniendo en cuenta los parámetros de temperatura y la edad adecuada.
- Al aplicar el método de madurez con la teoría de Tejedor y Sadgrove en las temperaturas de 25.9°C, 26.8°C, 23.9°C, 28.1°C, 30.3°C para su tiempo de fraguado y una edad optima total de 28 días se demuestra que existe significancia ya que no supera el porcentaje de error; demostrando así que al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto obteniendo de esta manera resultados positivos frente a un concreto convencional. Estos resultados concuerdan con (Bolívar, 2018), ya que al igual que nuestra investigación planteada tiene como parámetro fundamental a las temperaturas para un excelente fraguado y curado; ya que si no es el adecuado la resistencia disminuirá.
- Al aplicar el método de madurez con la teoría de Voellmy en las temperaturas de 25.9°C, 26.8°C, 23.9°C, 28.1°C, 30.3°C para su tiempo de fraguado y una edad optima total de 28 días se demuestra que existe

significancia ya que no supera el porcentaje de error; demostrando así que al aplicar la teoría de Voellmy mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto obteniendo de esta manera resultados positivos frente a un concreto convencional. Estos resultados concuerdan con (Bedoya, 2108), ya que a igual que nuestra investigación los indicadores que influyen significativamente en la resistencia del método de madurez son la temperatura y la edad, estos son los que otorgan los buenos resultados, así como en nuestra investigación fue contemplada.

- Al aplicar el método de madurez con la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen en las temperaturas de 25.9°C, 26.8°C, 23.9°C, 28.1°C, 30.3°C para su tiempo de fraguado y una edad optima total de 28 días se demuestra que existe significancia ya que no supera el porcentaje de error; demostrando así que al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto obteniendo de esta manera resultados positivos frente a un concreto convencional. Nuestros resultados presentados concuerdan con (Rumiche, 2018), que en su investigación concluye que la importancia de conocer el tiempo y edad optima del concreto es indispensable, al igual que en nuestro caso que la edad conjuntamente con la temperatura fueron los indicadores que demostraron que al tenerlos controlados se puede obtener una resistencia a la compresión superior al concreto convencional, que es beneficioso para nuestros elementos estructurales.
- Al aplicar el método de madurez con la teoría de Valcuende Payá en las temperaturas de 25.9°C, 26.8°C, 23.9°C, 28.1°C, 30.3°C para su tiempo de fraguado y una edad optima total de 28 días se demuestra que existe significancia ya que no supera el porcentaje de error; demostrando así que al aplicar la teoría de Valcuende Payá mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto obteniendo de esta manera resultados positivos frente a un concreto convencional. Concordando este resultado con (Anahue y Mallqui, 2016), que también el método de madurez puede ser aplicado en obras viales teniendo en cuenta siempre la temperatura y la edad optima, así como nuestra investigación.

CONCLUSIONES

- El método de Madurez, es un método que controla bastante los parámetros de temperatura, tiempo de fraguado y curso así como la edad óptima, estos son indispensables para calcular el $f'c$ del concreto que se dosificó que para nuestro caso fue $f'c=210\text{kg/cm}^2$; además con los parámetros controlados las resistencias con el método de madurez superan al concreto convencional.
- En la investigación se realizó ensayos de rotura de probetas a diferentes edades y distintas temperaturas presentadas en el ambiente en la ciudad de Huánuco, estas temperaturas promedio en las diferentes edades de rotura fueron 25.9°C , 26.8°C , 23.9°C , 28.1°C , 30.3°C . Nuestros resultados demostraron que si se controla y se aplica bien las diferentes teorías del método de madurez los resultados de la resistencia a la compresión mejoraran significativamente obteniendo buenos resultados.
- En la actual investigación optamos en determinar el efecto del método de madurez a la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco el cual es significativo ya que mientras va aumentando la temperatura, el concreto evoluciona más rápidamente y aumenta su fuerza a compresión.
- Una vez determinada la resistencia a la compresión con los parámetros de temperatura, tiempo y edad controlada se puede saber también la edad óptima para desencofrar un elemento estructural, es cuando este haya alcanzado el 85% de su resistencia máxima, el cual al realizar la investigación se pudo concluir que es pasado los 10 días de edad del concreto, a esta edad se puede considerar desencofrar ya que pudo alcanzar la resistencia necesaria.
- Se puede concluir que, en la ciudad de Huánuco, el concreto no tendrá problemas para poder alcanzar su resistencia máxima a la compresión ya que mantiene un clima con temperaturas mayor a 20°C .

RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir profundizando en futuras investigaciones y hacer las pruebas con más temperaturas para tener más rangos y resultados para que sean beneficiosos para los profesionales y población que los requiera para el uso de los concretos.
- Se recomienda usar el Método de Madurez para el cálculo de la resistencia a compresión de un concreto, el cual nos ayudará a evaluar su evolución según las condiciones climatológicas que se pueda presentar, que en su mayoría de casos en un concreto convencional muchas veces no se toma en cuenta los valores de temperatura ni tiempo de fraguado, siendo estos indispensables para obtener una resistencia adecuada.
- Al usar el método de madurez en el concreto para nuestra investigación, se puede decir que las teorías empleadas para el cálculo de la resistencia a la compresión final son buenas, todas cumplen óptimamente y de manera positiva para dar el resultado final, estos pueden ser comprobados en nuestros resultados y nuestras pruebas estadísticas que demuestran que al aplicar el método de madurez es mucho más completo que un concreto convencional.
- Los profesionales al dosificar deben de realizarlo correctamente, si bien es cierto un concreto convencional muchas veces llegan a la resistencia estimada, cuando se emplea el método de madurez con las diferentes teorías como de Tejedor y Sadgrove; Voellmy; Hansen de Freiesleben y Pedersen; Valcuende Payá; todas estas cumplen perfectamente y aun más superan a la resistencia de diseño, ya que contempla mayor mas parámetros. Por lo que su uso en obra seria mucho más completo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, F. (2009). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. LIMA.
- Alanya, J. L. (2019). "ELABORACIÓN DE CONCRETO $F'C = 175 \text{ KG/CM}^2$ UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2019". Huánuco.
- Anahue, B. R., & Mallqui, A. E. (2016). INDICE DE MADUREZ A EDADES TEMPRANAS Y RESISTENCIA A COMPRESION PARA DISEÑO DE MEZCLA DE PAVIMENTO RIGIDO $F'C=245\text{KG/CM}^2$, CIUDAD CUSCO 2016. CUSCO.
- Aspilcueta, M. U. (2015). *ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, ESTIMADA A PARTIR DE LA UTILIZACION DEL METODO DE LA MADUREZ (Tesis de pregrado)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Lima.
- Bedoya, J. L. (2018). *INFLUENCIA DEL MÉTODO DE MADUREZ EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA UN $F'C=210\text{KG/CM}^2$ EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA(Tesis de pregrado)*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ, Huanucavelica.
- Bolívar, G. E. (2018). *ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c$ DEL CONCRETO HIDRÁULICO ADICIONADO CON SILICATO DE SODIO, MEDIANTE ENSAYOS DE MADUREZ Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*. Bogota.
- Carballo, M. (2016). ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LAS VARIABLES EN LAS INVESTIGACIONES QUE SE DESARROLLAN EN EDUCACIÓN. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 1-3.
- Castro, López, Alvarado, Castaño, & Gasch, I. (2016). *APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA MADUREZ PARA LA ESTIMACIÓN DEL PLAZO DE DESCIMBRADO DE FORJADOS CONSTRUIDOS CON SISTEMAS*

INDUSTRIALIZADOS (Artículo publicado). UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, Bogota, Madrid.

Covarrubias, J. P. (1988). *ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE HORMIGONADO EN CLIMAS RIGUROSOS*. Santiago.

Cruz, A. (2017). *COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL. HUANUCO*.

EHE-08. (2008). *INSTRUCCION DE HORMIGON ESTRUCTURAL*. ESPAÑA.

Flores, C., & Gonzales, J. (2010). *DETERMINAR CURVA DE EXTRAPOLACION DE RESISTENCIA*. Valencia.

Hernandez. (1991). *Tipo de Investigación*.

Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). Mexico: Mac Graw Hill.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, I. (2006). *PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO*. MEXICO.

Jiménez, P., García, R., & Morá, F. (1987). *HORMIGON ARMADO TOMO I*.

Laura, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*. Puno.

Llanos, D. L. (2015). *DIAGNÓSTICO DE LA INFLUENCIA DE LAS TEMPERATURAS AMBIENTE EN LA RESISTENCIA FINAL DEL CONCRETO*(Tesis de Pregrado). UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, Bogota.

Loya, L. (2018). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CURADO DE CONCRETO EN OBRA Y LABORATORIO, EN EL DISTRITO DE YANACANCHA, PASCO – 2017*. Pasco.

Martinez, J. G. (2018). *PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS Y SEMI-DESTRUCTIVAS PARA LA*. Mexico.

Pacco, J. F. (2008). *EFFECTO DE LA ADICION DE CAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO*. PUNO.

Romero, H. L. (2019). *ESTUDIO COMPARATIVO DE 3 METODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS EN LA RESISTENCIA DE COMPRESION DEL CONCRETO*. TRUJILLO.

Rumiche, E. M. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DEL METODO DE MADUREZ DEL CONCRETO (NORMA ASTM C 1074) PARA CALCULAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON APOYO DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS*. Lima.

Soria, F. (1972). *ESTUDIO DE MATERIALES: IV.- CONGLOMERANTES HIDRAULICOS*. MADRID.

Tejero, E. (1987). *HORMIGON ARMADO*. Aragón.

Valcuende, M. (2011). *Evolución de la resistencia del hormigon con la edad y temperatura*. Valencia.

Valcuende, M., Marco, E., Jardón, R., & Gil, A. (s.f.). *Evolución de la resistencia del hormigón con la edad y la temperatura*. Valencia.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Rojas Echevarría, B. (2023). *El método de madurez y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO I

RESOLUCION DE APROBACION DEL PROYECTO DE
INVESTIGACION

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1481-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 11 de Noviembre de 2021

Visto, el Oficio N° 900-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'C=210KG/CM² EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021" presentado por el (la) Bach. BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRIA.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 318-2020-D-FI-UDH, de fecha 25 de junio de 2020, perteneciente al Bach. BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRIA se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 900-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'C=210KG/CM² EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021" presentado por el (la) Bach. BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRIA, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Jhon Elio Gomez Valles (Secretario) y Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'C=210KG/CM² EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021" presentado por el (la) Bach. BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRIA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johana Manzano Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Berchú Campos Ríos
DECANA(LE) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/SJML/ntc.

ANEXO II

RESOLUCION DE DESIGNACION DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 318-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 25 de junio de 2020

Visto, el Oficio N° 269-2020-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1382, del Bach. Brian Brando, ROJAS ECHEVARRIA, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1382, presentado por el (la) Bach. Brian Brando, ROJAS ECHEVARRIA, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. Brian Brando, ROJAS ECHEVARRIA, al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Johnny S. Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Intermedio - Archivo.
BLCRUPJR/ato.

ANEXO III

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 41

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGIA
<p>Problema general: ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar el método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021?</p> <p>Problemas específicos: 1. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021? 2. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Voellmy del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021? 3. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021? 4. ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Valcuende Payá del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco - 2021?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar el método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.</p> <p>Objetivos específicos: 1. Calcular la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021. 2. Evaluar la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Voellmy del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021. 3. Estimar la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021. 4. Calcular la resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al aplicar la teoría de Valcuende Payá del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.</p>	<p>Hipótesis general: La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorara significativamente al aplicar método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.</p> <p>Hipótesis específicas: 1. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Tejedor y Sadgrove del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021. 2. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Voellmy del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021. 3. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Hansen de Freiesleben y Pedersen del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021. 4. La resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mejorará significativamente al aplicar la teoría de Valcuende Payá del método de madurez en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco – 2021.</p> <p>Variables: X = Método de madurez del concreto. Y = Resistencia a la compresión del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Enfoque: cuantitativo.</p> <p>Alcance o nivel: explicativa</p> <p>Diseño: cuasiexperimental.</p> <p>Población: 150 especímenes de concreto.</p> <p>Muestra: Probabilístico n=15</p>

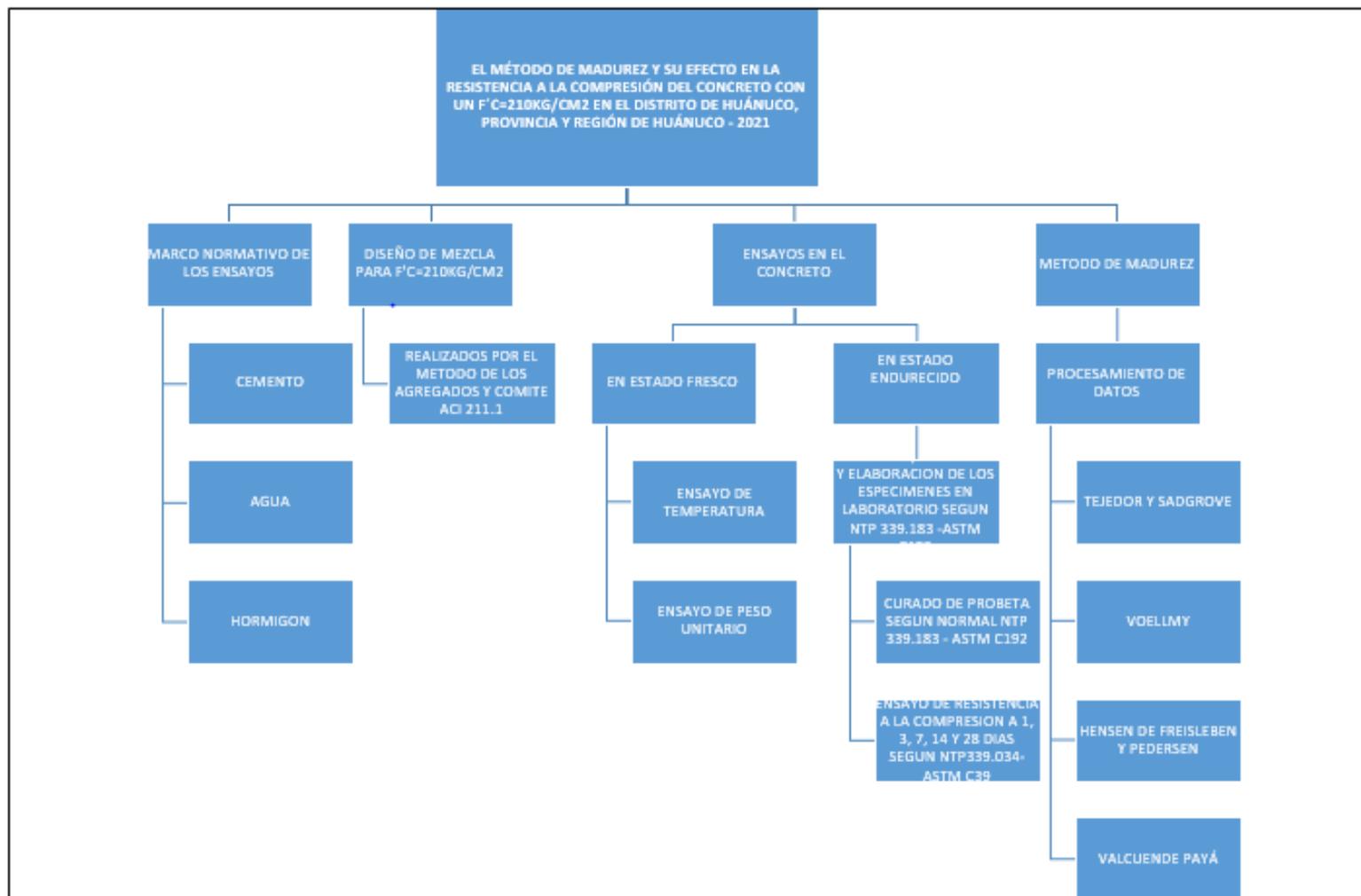
Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV

DIAGRAMA DEL PROCESO DE TRABAJO DE INVESTIGACION

Figura 33

Diagrama del proceso de la investigación de trabajo



ANEXO V

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 34

Extracción del agregado de Cantera



Figura 35

Acumulación del agregado en el laboratorio



Figura 36

Selección de material para ensayos de granulometría



Figura 37

Proceso de colocación del agregado en el horno



Figura 38

Agregados después del proceso de secado en el horno



Figura 39

Tamizado de agregado para Granulometría

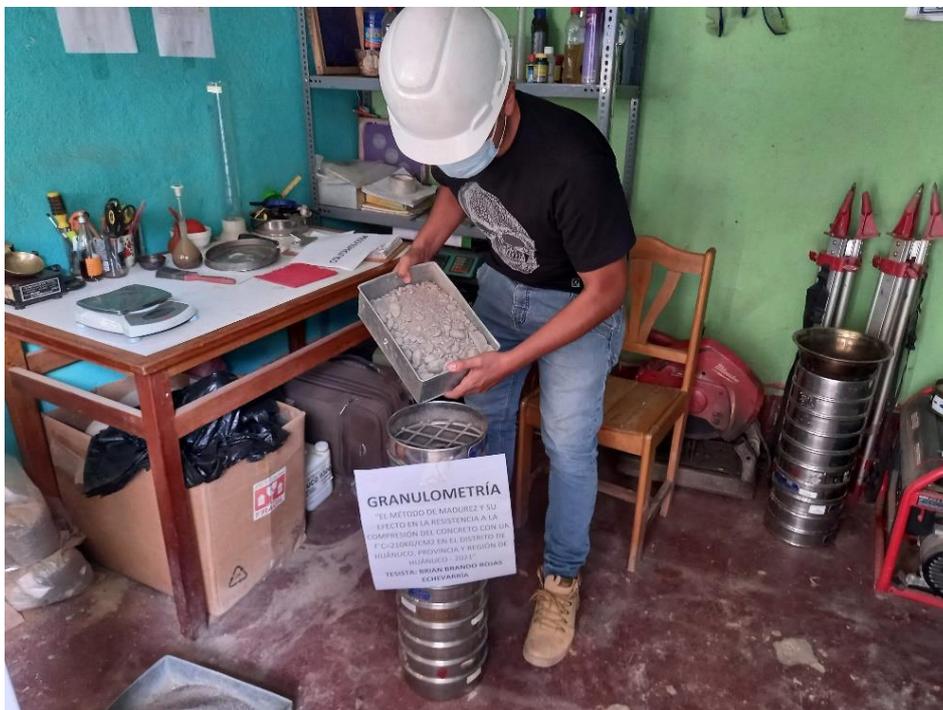


Figura 40

Tamizado de agregados para Granulometría



Figura 41

Recolección de datos de los pesos retenidos en las mallas post tamizado de los agregados



Figura 42

Recolección de datos del peso específico



Figura 43

Recolección de datos de los pesos unitarios



Figura 44

Pesado de agregados según diseño de mezcla para la mezcla de concreto



Figura 45

Preparación de materiales para la mezcla de concreto



Figura 46

Pesado del agua para la mezcla de concreto



Figura 47

Preparación de moldes para probetas de concreto para ensayos a 1 día



Figura 48

Proceso de mezclado de concreto para probetas



Figura 49

Toma de temperatura del concreto con termómetro digital



Figura 50

Preparación para el ensayo de asentamiento del concreto



Figura 51

Determinación del asentamiento de concreto de mezcla fresca



Figura 52

Preparación de probetas de concreto



Figura 53

Proceso de compactado del concreto en capas



Figura 54

Desmoldado de las probetas para los ensayos a 1 día de edad



Figura 55

Rotura de probetas de concreto a 1 día de edad



Figura 56

Preparación de mezcla de concreto para los ensayos a 3 días de edad



Figura 57

Toma de temperatura del concreto para los ensayos a 3 días de edad



Figura 58

Toma de temperatura del concreto para los ensayos a 3 días de edad



Figura 59

Ensayo de asentamiento del concreto fresco



Figura 60

Preparación de probetas para ensayos a 3 días de edad del concreto



Figura 61

Ensayo de rotura de probetas a compresión para concreto con 3 días de edad



Figura 62

Ensayo de rotura de probetas a compresión para concreto con 3 días de edad



Figura 63

Preparación del concreto y toma de temperatura para ensayos de concreto a 7 días de edad



Figura 64

Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco



Figura 65

Proceso de compactado de concreto en las probetas



Figura 66

Toma de temperatura del concreto en las probetas a ensayar a 7 días de edad.



Figura 67

Preparación de las probetas para ensayos a compresión a 7 días de edad



Figura 68

Rotura de probetas a 7 días de edad



Figura 69

Rotura de probetas a 7 días de edad



Figura 70

Probetas ensayadas a 7 días de edad



Figura 71

Preparación del concreto y toma de temperatura para concreto con 14 días de edad



Figura 72

Ensayo del asentamiento del concreto en estado fresco



Figura 73

Toma de temperatura para elaboración de probetas de concreto a 14 días de edad



Figura 74

Proceso de compactado del concreto por capas para la elaboración de probetas de concreto



Figura 75

Toma de temperatura en la probeta de concreto



Figura 76

Probetas de concreto para ensayo de rotura de probetas a 14 días de edad



Figura 77

Ensayo de rotura de probetas de concreto a 14 días de edad



Figura 78

Ensayo de rotura de probetas de concreto a 14 días de edad



Figura 79

Preparación de concreto y medida de temperatura del concreto para ensayos a 28 días de edad



Figura 80

Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco



Figura 81

Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco



Figura 82

Toma de temperatura en concreto en estado fresco



Figura 83

Toma de temperatura en concreto en las probetas de concreto para ensayos a 28 días de edad



Figura 84

Preparación de probetas de concreto para ensayos a 28 días de edad



Figura 85

Probetas de concreto para ensayos a 28 días de edad



Figura 86

Proceso de curado de las probetas para el trabajo de investigación



Figura 87

Rotura de probetas para control del método tradicional



ANEXO VI

ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRABAJO DE
INVESTIGACION

ANEXO VI.I

ENSAYOS PREVIOS A LOS AGREGADOS Y DISEÑO
DE MEZCLA DEL CONCRETO $f'c=210\text{KG/CM}^2$



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

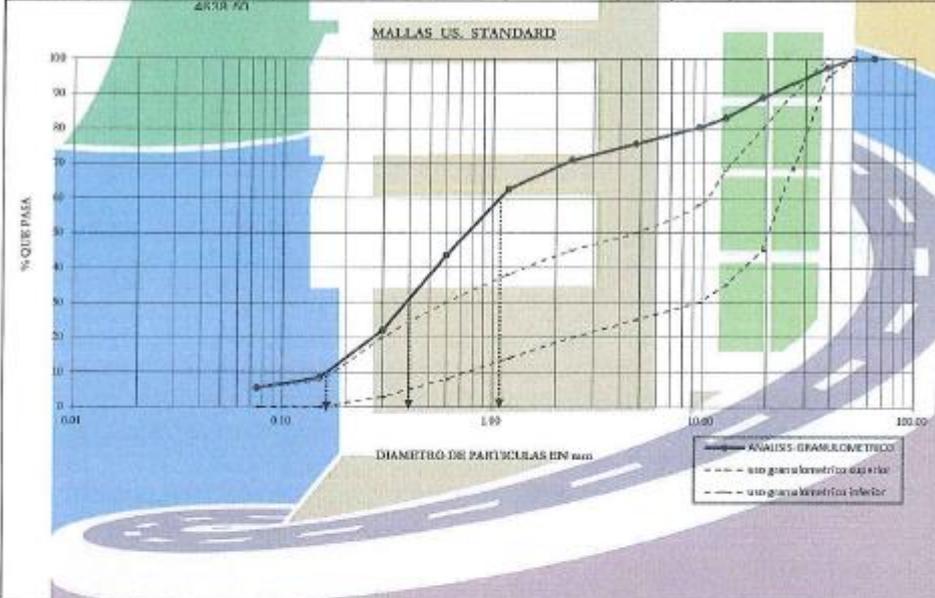
EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



OBRA :	EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'c=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021
EJECUTA	LABORTEC EIREL
SOLICITA :	BACH. BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRIA
FECHA :	DICIEMBRE DE 2021
CANTERA :	CANTERA YANAG - RIO HUALLAGA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamiz Nº	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200						1 1/2"
2 1/2"	63.500						Descripción Muestra
2"	50.800		0.00	0.00	100.00	100 100	Hormigón de grano sub redondeado. Bueno para concreto.
1 1/2"	38.100	124.20	2.53	2.53	97.47	95 100	
3/4"	19.050	422.20	8.61	11.14	88.86	45 80	Observaciones
1/2"	12.700	284.10	5.79	16.93	83.07	35 68	Las especificaciones agregado global
3/8"	9.525	132.40	2.70	19.63	80.37	30 58	
4	4.750	236.20	4.82	24.45	75.55	25 60	SUCS:
8	2.360	228.50	4.68	29.11	70.89	20 45	SW-SM
16	1.180	405.10	8.26	37.37	62.63	14 38	ARENA BIEN GRADADA Y ARENA LIMPIA CON GRAVA
30	0.600	832.20	19.01	56.37	43.63	8 30	
50	0.300	1053.70	21.48	77.86	22.14	3 20	MODULO DE FINEZA
100	0.150	674.50	13.75	91.61	8.39	0 8	3.67
200	0.075	145.40	2.96	94.58	5.42	0 6	
200	0.075	266.00	5.42	100.00			



 **LABORTEC**
Elio Augusto Saavedra G.
ING. AGRÓNOMO ESPECIALISTA EN SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

 **LABORTEC**
Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 16867

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 082-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



OBRA : EL METODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON UN P" C=30MKG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGION DE HUÁNUCO - 2021

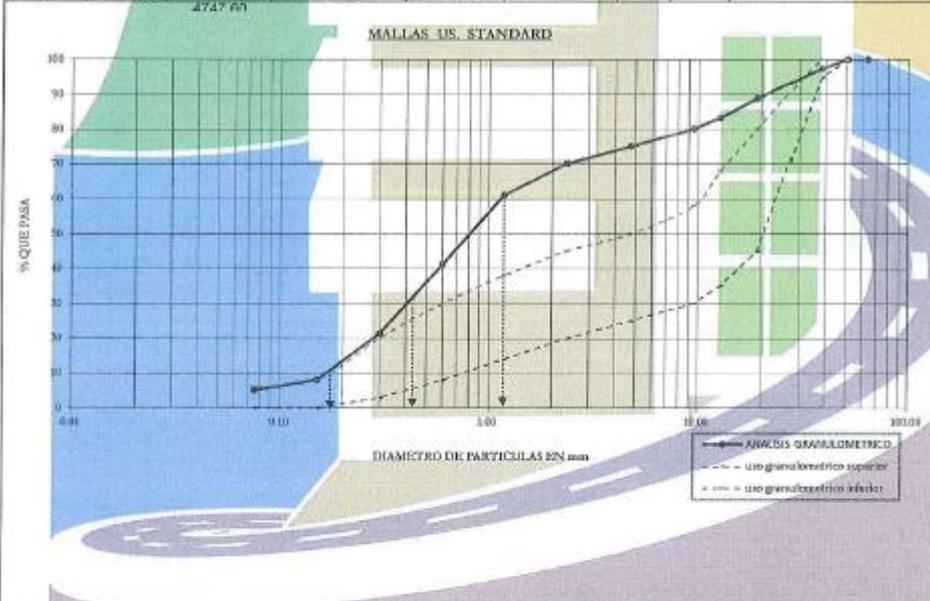
EJECUTA SOLICITA : LABORTEC EIRL.
BACIL BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRIA

FECHA : DICIEMBRE DE 2021

CANTERA : CANTERA AMEDABAMBA M-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamiz Nº	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
							1 1/2"
3"	76.200						Descripción Muestra
2 1/2"	63.500				100.00		Hormigón de grano sub
2"	50.800		0.00	0.00	100.00	100 100	redondeado. Bueno para
1 1/2"	38.100	130.50	2.61	2.61	97.39	95	concreto.
3/4"	19.050	426.10	8.52	11.13	88.87	45	Observaciones
1/2"	12.700	276.40	5.53	16.66	83.34	35	Las especificaciones
3/8"	9.525	159.30	3.19	19.84	80.16	30	agregado global
4	4.750	254.90	5.10	24.94	75.06	25	SUCS:
8	2.360	243.90	4.88	29.82	70.18	20	SW-SM
16	1.180	452.90	9.05	38.86	61.14	14	ARENA BIEN GRADADA Y ARENA
30	0.600	889.80	19.79	58.65	41.34	8	LIJOSA CON GRAVA
50	0.300	996.40	19.93	78.58	21.42	3	MODULO DE FINEZA
100	0.150	668.70	13.37	91.96	8.04	0	3.73
200	0.075	149.30	2.99	94.94	5.06	0	
200	0.075	253.00	5.06	100.00			



LABORTEC
Elio Augusto Sampedra C.
ING. EN OBRAS CIVILES Y EN CONTROL DE CALIDAD

LABORTEC
Ing. Rider Cajaleón Jaramilla
CIP Nº 123057

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



OBRA : EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F^oC=210KG/CM² EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 3501

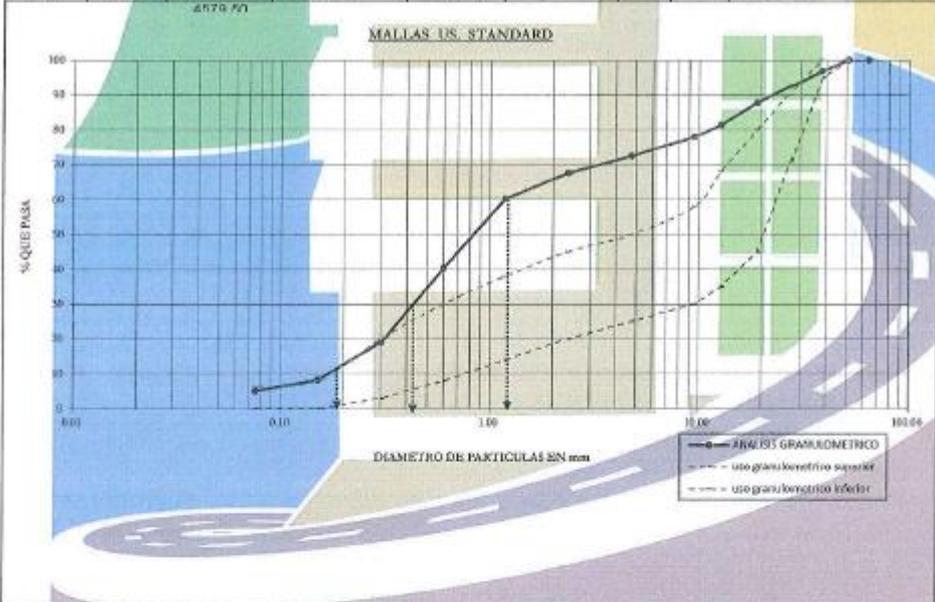
EJECUTA SOLICITA : LABORTEC EIRL
BACH. BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRÍA

FECHA : DICIEMBRE DE 2021

CANTERA : CANTERA AMDABAMBA M-3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamiz Nº	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	a	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
							1 1/2"
3"	76.200						Descripción Muestra Hormigón de grano sub redondeado. Bueno para concreto.
2 1/2"	63.500				100.00		
2"	50.800		0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	152.30	3.16	3.16	96.84	95 100	
3/4"	19.050	432.70	8.97	12.13	87.87	45 80	Observaciones
1/2"	12.700	311.50	6.46	18.59	81.41	35 68	Las especificaciones
3/8"	9.525	165.30	3.43	22.02	77.98	30 58	agregado global
4	4.750	263.10	5.46	27.48	72.52	25 50	SUCS:
8	2.360	239.20	4.96	32.44	67.56	20 45	SW-SM
16	1.180	352.30	7.31	39.75	60.25	14 38	ARENA BIEN GRADADA Y ARENA LIMOSA CON GRAVA
30	0.600	956.30	19.83	59.58	40.42	8 30	
50	0.300	1034.00	21.45	81.03	18.97	3 20	MODULO DE FINEZA
100	0.150	517.20	10.73	91.75	8.25	0 8	3.88
200	0.075	155.60	3.23	94.98	5.02	0 6	
200	0.075	242.00	6.02	100.00			



LABORTEC
Elio Augusto Cavedra C.
ING. GEORAFIA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

LABORTEC
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
C.I.P. N° 165637

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO GLOBAL

OBRA :

EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
CON UN $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021

TÉCNICO : LABORTEC EIRL
SOLICITA : BACEL BRIAN BRANDO ROJAS ECHEVARRIA

FECHA : DICIEMBRE DE 2021
CANTERA : CANTERA YANAG - RIO HUALLAGA

DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO		$f'c$	210
ENSAYO FÍSICO		Slump	3 a 4 pul.
Agregado Global			
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1 1/2		
MÓDULO DE PIEDEZA	3.67		
PESO UNITARIO SUELO	1483		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1711		
PESO ESPECÍFICO DEL HORMIGÓN	2.55		
% DE ABSORCIÓN	1.38		
% HUMEDAD	1.38		
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.12		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* Cemento Andino tipo I

RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'c = 210 + 84 = 294$$

CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA

$$\text{agua en litros} = 305$$

CONTENIDO DE AIRE EN % 1.0

RELACION AGUA CEMENTO

$$A/C = 0.54$$

FACTOR CEMENTO

$$A/C = 0.54 \quad C = 8.02 \text{ bolsas de C}$$

$$C = A / 0.540$$

$$C = 379.0 \text{ Kg.}$$

VOLUMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg.	en volumen
Cemento	379.0	0.1215
Agua	205	0.2050
Aire	1.0	0.0010
suma de valores		0.3275

$$\text{volumen del Agregado} = 1 - 0.3275 = 0.6725$$

$$\text{peso del Hormigón} = 1715 \text{ Kg.}$$

DISEÑO SECO

$$\text{Cemento} = 379.0 \text{ Kg.}$$

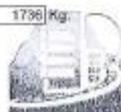
$$\text{Agua} = 205 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado} = 1715 \text{ Kg.}$$

$$2299$$

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

$$1736 \text{ Kg.}$$



Elio Augusto Saavedra C.
TEL. LABORATORIO : 054 287 145 CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 109667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - HUÁNUCO
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eir@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



AGUA EFECTIVA
aporte de agua
del agregado.....

Agua efectiva

DISEÑO HÚMEDO x M3

Cemento Kg.
Agua Kg.
Agregado Kg.

PROPORCIÓN EN PESO

Cemento Kg.
Agua Kg.
Agregado Kg.

PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO

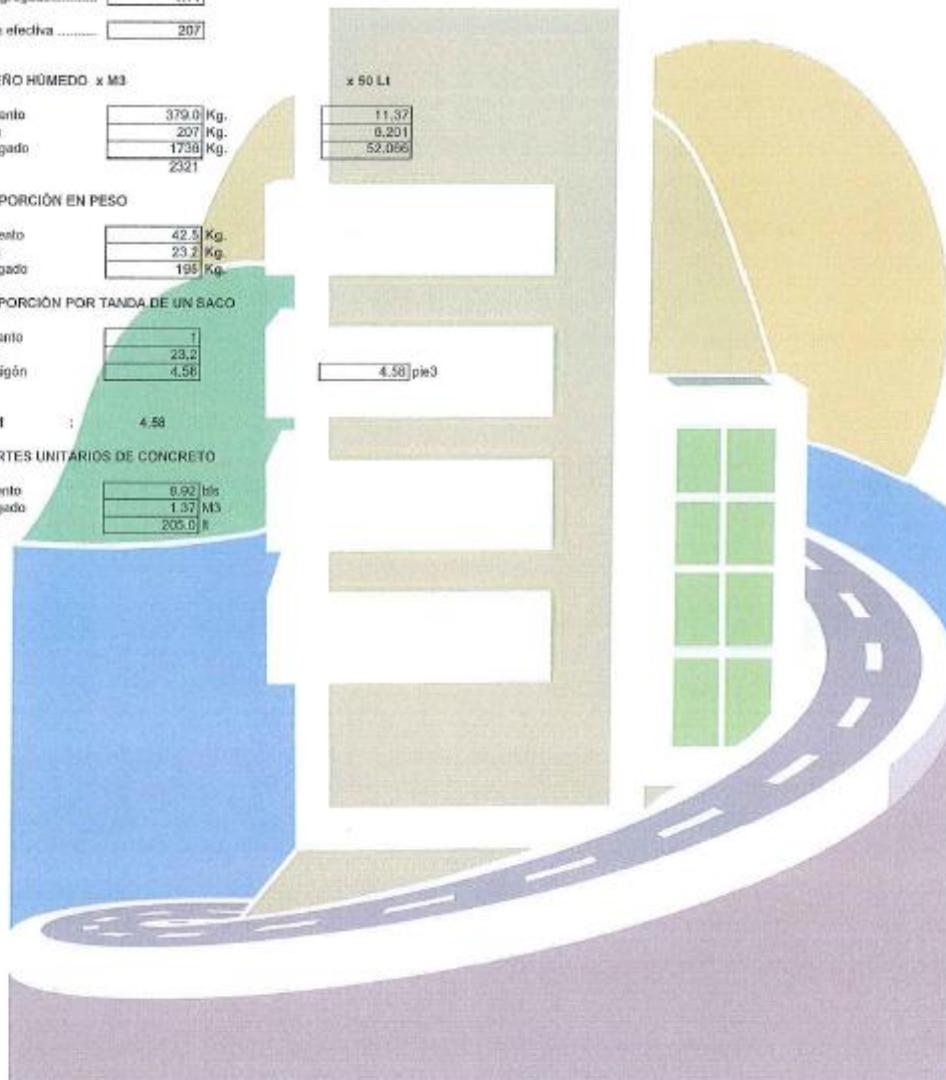
Cemento
Agua
Hormigón

1 : : 4.58

APORTES UNITARIOS DE CONCRETO

Cemento bts
Agregado M3
Agua l

Pc 210



Elio Augusto Saavedra C.
Elio Augusto Saavedra C.
ING. JABALTEC S.A. COLAB. DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 082-287145
E-mail : Labortec_eiri@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR

ANEXO VI.II

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LA PRENSA DE
CONCRETO UTILIZADA EN EL PROYECTO.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 305 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de acción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

Tarma Nro.101 - Huanuco - Huanuco - HUANUCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	48 % HR	48 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- Se realizó la calibración hasta el 90 % debido a que el equipo no llega a su capacidad máxima.
- (*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

mm
mm
mm

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 305 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia					
	%	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)	
10		100,0	99,6	99,3	100,7	99,9
20		200,0	198,5	198,2	200,4	199,0
30		300,0	298,5	297,3	299,4	298,4
40		400,0	397,4	396,2	399,4	397,6
50		500,0	497,5	496,3	499,2	497,7
60		600,0	597,3	595,6	598,5	597,1
70		700,0	697,5	695,7	698,7	697,3
80		800,0	796,6	795,7	798,8	797,0
90		900,0	897,2	895,8	899,1	897,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	0,14	1,47	---	0,01	1,03
200,0	0,49	1,13	---	0,01	1,03
300,0	0,54	0,69	---	0,00	1,03
400,0	0,59	0,81	---	0,00	1,03
500,0	0,47	0,57	---	0,00	1,03
600,0	0,48	0,48	---	0,00	1,03
700,0	0,39	0,44	---	0,00	1,03
800,0	0,37	0,38	---	0,00	1,03
900,0	0,29	0,36	---	0,00	1,03

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0)	0,00 %
--	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

ANEXO VI.III

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PROBETAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACION (PARA METODO DE MADUREZ)



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y GEODÉSIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f'c)
Prensa HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'c=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : 19 DE OCTUBRE DEL 2021

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f'c (kg/cm ²)	% de f'c
PROBETA 01	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	130.21	13278	75.14	35.8
PROBETA 02	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	129.54	13209	74.75	35.6
PROBETA 03	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	132.56	13517	76.49	36.4
PROBETA 04	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	128.79	13133	74.32	35.4
PROBETA 05	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	135.10	13776	77.96	37.1
PROBETA 06	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	124.30	12675	71.72	34.2
PROBETA 07	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	123.57	12600	71.30	34.0
PROBETA 08	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	131.23	13382	75.72	36.1
PROBETA 09	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	135.79	13847	78.36	37.3
PROBETA 10	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	139.56	14231	80.53	38.3
PROBETA 11	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	145.23	14809	79.81	38.0
PROBETA 12	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	129.55	13210	74.75	35.6
PROBETA 13	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	128.62	13115	74.22	35.3
PROBETA 14	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	135.01	13767	77.90	37.1
PROBETA 15	18/10/21	19/10/21	1	15.0	176.72	210	126.89	12939	73.22	34.9

OBSERVACIONES
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

 
LABORTEC
LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ACIÉRNO

 
LABORTEC
Ing. Rider Cajalon Jaramano
CIP N° 169667



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f_c)
PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMENT STYE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'C=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : 22 DE OCTUBRE DEL 2021

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO Ø (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f _c (kg/cm ²)	% de f _c
PROBETA 16	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	223.78	22819	129.13	61.5
PROBETA 17	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	231.04	23559	133.32	63.5
PROBETA 18	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	226.45	23091	130.67	62.2
PROBETA 19	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	225.46	22990	130.10	62.0
PROBETA 20	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	226.79	23126	130.86	62.3
PROBETA 21	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	220.63	22498	127.31	60.6
PROBETA 22	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	234.06	23867	135.06	64.3
PROBETA 23	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	226.94	23141	130.95	62.4
PROBETA 24	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	225.57	23001	130.16	62.0
PROBETA 25	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	221.08	22544	127.57	60.7
PROBETA 26	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	224.62	22905	129.61	61.7
PROBETA 27	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	225.88	23033	130.34	62.1
PROBETA 28	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	224.61	22903	129.61	61.7
PROBETA 29	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	224.87	22930	129.76	61.8
PROBETA 30	19/10/21	22/10/21	3	15.0	176.72	210	220.54	22488	127.26	60.6

OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 169667



Elío Augusto Mavedra C.
ING. LABORATORISTA DE PUELOS DE CONCRETO Y ACERTE



LABORTEC

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f_c)
Prensa HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F_c=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : 27 DE OCTUBRE DEL 2021

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO Ø (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f _c (kg/cm ²)	% de f _c
PROBETA 31	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	280.61	28614	161.92	77.1
PROBETA 32	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	285.90	29153	164.97	78.6
PROBETA 33	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	286.44	29208	165.28	78.7
PROBETA 34	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	284.61	29022	164.23	78.2
PROBETA 35	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	290.31	29603	167.52	79.8
PROBETA 36	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	295.64	30146	170.59	81.2
PROBETA 37	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	289.33	29503	166.95	79.5
PROBETA 38	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	286.45	29209	165.29	78.7
PROBETA 39	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	291.32	29706	168.10	80.0
PROBETA 40	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	285.46	29108	164.72	78.4
PROBETA 41	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	282.23	28779	162.86	77.6
PROBETA 42	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	285.44	29106	164.71	78.4
PROBETA 43	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	286.01	29164	165.04	78.6
PROBETA 44	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	287.65	29332	165.98	79.0
PROBETA 45	20/10/21	27/10/21	7	15.0	176.72	210	285.13	29075	164.53	78.3

OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



[Signature]
Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 168667



[Signature]
Elio Augusto Saavedra C.
CIP N° 168667



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y GEOTECNIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f'c)
Prensa HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTY 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'c=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f'c (kg/cm ²)	% de f'c
PROBETA 61	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	369.58	37686	213.26	101.6
PROBETA 62	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	372.54	37988	214.97	102.4
PROBETA 63	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	371.89	37922	214.59	102.2
PROBETA 64	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	374.06	38143	215.84	102.8
PROBETA 65	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	370.25	37754	213.65	101.7
PROBETA 66	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	372.56	37990	214.98	102.4
PROBETA 67	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	374.89	38228	216.32	103.0
PROBETA 68	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	376.30	38371	217.14	103.4
PROBETA 69	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	375.12	38251	216.46	103.1
PROBETA 70	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	376.92	38435	217.49	103.6
PROBETA 71	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	370.24	37753	213.64	101.7
PROBETA 72	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	370.94	37852	214.04	101.9
PROBETA 73	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	370.11	37740	213.56	101.7
PROBETA 74	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	370.45	37775	213.76	101.8
PROBETA 75	20/10/21	17/11/21	28	15.0	176.72	210	369.55	37683	213.24	101.5

OBSERVACIONES
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

 
ing. Rider Cajón Jaramillo
CIP N° 88667

 
Elio Augusto Saavedra
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO VI.IV

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PROBETAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACION (CONCRETO CON METODO TRADICIONAL)



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f_c)
PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'C=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO
FECHA : OCTUBRE DEL 2022
SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f _c (kg/cm ²)	% de f _c
PROBETA 01	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.72	12921.40	73.12	34.82
PROBETA 02	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.42	12891.36	72.95	34.74
PROBETA 03	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.35	12884.29	72.91	34.72
PROBETA 04	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.80	12930.24	73.17	34.84
PROBETA 05	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.48	12896.66	72.98	34.75
PROBETA 06	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.54	12903.73	73.02	34.77
PROBETA 07	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.75	12924.94	73.14	34.83
PROBETA 08	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.39	12887.82	72.93	34.73
PROBETA 09	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.61	12910.80	73.06	34.79
PROBETA 10	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.41	12889.59	72.94	34.73
PROBETA 11	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.51	12900.20	73.00	34.76
PROBETA 12	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.49	12898.43	72.99	34.76
PROBETA 13	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.75	12924.94	73.14	34.83
PROBETA 14	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.63	12912.57	73.07	34.80
PROBETA 15	21/10/22	22/10/22	1.00	15.00	176.72	210.00	126.58	12907.26	73.04	34.78

OBSERVACIONES
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.


LABORTEC
Ing. Rider Cajalón Jaramillo
C.P. N° 1891


LABORTEC
Elio Augusto Saavedra C.
TÉC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f_c)
PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F_C=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO O (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f _c (kg/cm ²)	% de f _c
PROBETA 16	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	216.66	22092.91	125.02	59.53
PROBETA 17	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	214.67	21889.69	123.87	58.99
PROBETA 18	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	217.27	22154.76	125.37	59.70
PROBETA 19	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	216.26	22052.26	124.79	59.42
PROBETA 20	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	216.07	22032.83	124.68	59.37
PROBETA 21	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	215.27	21951.54	124.22	59.15
PROBETA 22	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	215.86	22011.62	124.56	59.31
PROBETA 23	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	215.57	21981.58	124.39	59.23
PROBETA 24	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	216.83	22110.58	125.12	59.58
PROBETA 25	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	215.74	21999.25	124.49	59.28
PROBETA 26	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	216.40	22066.40	124.87	59.46
PROBETA 27	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	215.57	21981.58	124.39	59.23
PROBETA 28	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	216.14	22039.89	124.72	59.39
PROBETA 29	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	215.81	22006.32	124.53	59.30
PROBETA 30	22/10/22	25/10/22	3.00	15.00	176.72	210.00	216.26	22052.26	124.79	59.42

OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



Ing. Rider Cajalón Jarama
CIP N° 1691



Elto Augusto Saavedra
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f'c)
PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'c=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f'c (kg/cm ²)	% de f'c
PROBETA 31	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	279.24	28474.09	161.13	76.73
PROBETA 32	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.11	28359.22	160.48	76.42
PROBETA 33	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.36	28383.96	160.62	76.49
PROBETA 34	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	279.07	28456.42	161.03	76.68
PROBETA 35	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	277.04	28249.66	159.86	76.12
PROBETA 36	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	279.12	28461.72	161.06	76.70
PROBETA 37	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.30	28378.66	160.59	76.47
PROBETA 38	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.79	28428.14	160.87	76.60
PROBETA 39	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.27	28375.13	160.57	76.46
PROBETA 40	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.37	28385.73	160.63	76.49
PROBETA 41	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.65	28414.00	160.79	76.57
PROBETA 42	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.23	28371.59	160.55	76.45
PROBETA 43	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.04	28352.15	160.44	76.40
PROBETA 44	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	279.03	28452.88	161.01	76.67
PROBETA 45	23/10/22	30/10/22	7.00	15.00	176.72	210.00	278.30	28378.66	160.59	76.47

OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



Ing. Rider Cajalón Jaramillo
C.P. N° 1691



Edio Augusto Saarcara
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f'c)
PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'c=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO O (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f'c (kg/cm ²)	% de f'c
PROBETA 46	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	321.06	32738.22	185.26	88.22
PROBETA 47	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.80	32711.71	185.11	88.15
PROBETA 48	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	319.32	32561.51	184.26	87.74
PROBETA 49	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.36	32667.53	184.86	88.03
PROBETA 50	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	318.98	32526.16	184.06	87.65
PROBETA 51	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.83	32715.25	185.13	88.16
PROBETA 52	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	319.77	32607.45	184.52	87.87
PROBETA 53	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.05	32635.73	184.68	87.94
PROBETA 54	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.17	32648.10	184.75	87.98
PROBETA 55	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.66	32697.58	185.03	88.11
PROBETA 56	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.36	32667.53	184.86	88.03
PROBETA 57	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.59	32690.51	184.99	88.09
PROBETA 58	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.40	32671.07	184.88	88.04
PROBETA 59	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.69	32701.11	185.05	88.12
PROBETA 60	24/10/22	07/11/22	14.00	15.00	176.72	210.00	320.23	32653.40	184.78	87.99

OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



Ing. Rider Cajaron Jaramillo
CIP N° 1591



Elio Augusto Saavedra C
TÉC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



LABORTEC
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (f_c)
Prensa HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000



OBRA : "EL MÉTODO DE MADUREZ Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON UN F'c=210KG/CM2 EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO - 2021"

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL: ROJAS ECHEVARRÍA, Brian Brando

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO O (cm)	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA TOTAL (kN)	RESISTENCIA TOTAL (kg)	f _c (kg/cm ²)	% de f _c
PROBETA 61	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	365.70	37290.40	211.02	100.49
PROBETA 62	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.90	37209.11	210.56	100.27
PROBETA 63	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.49	37166.70	210.32	100.15
PROBETA 64	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.17	37134.89	210.14	100.07
PROBETA 65	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	365.60	37279.80	210.96	100.46
PROBETA 66	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.12	37129.59	210.11	100.05
PROBETA 67	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.07	37124.29	210.08	100.04
PROBETA 68	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.05	37122.52	210.07	100.03
PROBETA 69	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	365.02	37221.48	210.63	100.30
PROBETA 70	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.00	37117.22	210.04	100.02
PROBETA 71	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.09	37126.05	210.09	100.04
PROBETA 72	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.30	37147.26	210.21	100.10
PROBETA 73	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.50	37168.47	210.33	100.16
PROBETA 74	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.33	37150.79	210.23	100.11
PROBETA 75	25/10/22	22/11/22	28.00	15.00	176.72	210.00	364.12	37129.59	210.11	100.05

OBSERVACIONES
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.


 Ing. Rider Cajón Jaramilla
 CIP N° 1591


 Elio Augusto Saavedra
 I.E.C. - INGENIERÍA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO