

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

"PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

Trabajo de titulación modalidad trabajo experimental, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

ESTUDIANTE:

ALISSON NATALIA GATIA CAIZA

TUTOR:

ING. MAYRA ALEXANDRA VISCAÍNO CUZCO, MG.

Ambato - Ecuador

Febrero / 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención de título de Ingeniera Civil, con el tema: **"PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"** elaborado por la estudiante Alisson Natalia Gatia Caiza, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 0604758292, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componente.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2025

.....

Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco, Mg.

TUTOR

AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Alisson Natalia Gatia Caiza,** con C.I. 0604758292, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente trabajo experimental con el tema: **"PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE",** así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2025



.....

Alisson Natalia Gatia Caiza

C.I. 0604758292

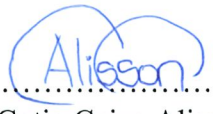
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga ganancia económica y se realice respectando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2025



.....

Gatia Caiza Alisson Natalia

C.I. 0604758292

AUTOR

APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de grado aprueban el informe de Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Alisson Natalia Gatia Caiza de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"**

Ambato, febrero 2025

Para constancia firman:

Ing. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

Ing. Jorge Washington Cevallos Cabrera, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de gratitud, dedico este trabajo primero a Dios y a todas las personas que han impulsado tanto el desarrollo de esta investigación como el cumplimiento de mi carrera universitaria:

Con todo mi corazón, se lo dedico a mi madre Fabiola Caiza, quien me prestó sus alas para que yo pudiera volar hacia mis sueños y me abrigó con todo su amor en cada caída. Mamá, solo tú sabes lo difícil que ha sido esta etapa, sin embargo, siempre has estado para mí, siendo mi refugio, mi confidente, mi consuelo y mi motivación más grande. Admiro profundamente tu lucha constante y perseverancia ante cualquier adversidad. Eres el pilar que sostiene nuestro hogar y el alma que da vida a nuestra familia. Te amo con todo mi corazón.

A mi padre Carlos Gatia, quién, más allá de enseñarme, me mostró con su ejemplo que la verdadera fuerza reside en el carácter y la determinación. Para mí, siempre serás un referente de fortaleza y lealtad. Admiro tu compromiso con nuestra familia y por siempre protegernos con amor y firmeza. En nuestro hogar tu fortaleza ha sido nuestro escudo y tu amor nuestra guía. Gracias papá por tu siempre creer en mí. Tu amor incondicional me ha llenado de fuerza para culminar esta etapa.

A mi hermano Christopher, quien ha sido mi compañero en las noches de desvelo durante mi carrera universitaria. Tus palabras de aliento y apoyo incondicional han sido fundamentales para la realización de este trabajo. Gracias por confiar en mí tanto como yo confío en ti.

Alisson Natalia Gatia Caiza

AGRADECIMIENTOS

Anhelo expresar mi profundo agradecimiento a Dios, por su infinita bondad al permitirme alcanzar esta meta y poder compartir este momento tan especial junto a mi familia.

A mis padres, quienes con su esfuerzo y sacrificio me brindaron la oportunidad de estudiar lejos de mi ciudad para así poder alcanzar cada uno de mis sueños.

A mi hermano, quien con su amor y palabras de aliento me impulsó a concluir el presente trabajo de titulación.

A Andrés, por su apoyo incondicional, paciencia y aliento constante, especialmente en los momentos en que el mundo se sentía abrumador; su presencia fue fundamental para alcanzar esta meta.

A la Ingeniera Mayra Viscaíno por su invaluable guía, paciencia y apoyo constante como tutora durante la elaboración de este trabajo experimental.

Y a todos mis amigos quienes han sido parte de este logro académico tan importante para mí, sin su presencia este trayecto no habría sido inolvidable.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTOS vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO viii
ÍNDICE DE FIGURAS x
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE ANEXOS xiii
SIGLAS, ACRÓNICOS Y ABREVIATURAS xiv
RESUMEN EJECUTIVO xv
ABSTRACT xvi
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO 1
I. JUSTIFICACIÓN 1
II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 2
III. OBJETIVOS 6
A. OBJETIVO GENERAL 6
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA 7
I. EQUIPOS Y MATERIALES 7
II. MÉTODOS 8
A. FASE PRELIMINAR 8
1) Búsqueda y recopilación de información 8
2) Selección de las variables preliminares 8
3) Tratamiento de la información recolectada 10
B. FASE 1 10
1) Análisis de correlación 10
2) Selección de las variables definitivas para construir el modelo 10
C. FASE 2 11
1) División del conjunto de datos para entrenamiento y para datos de prueba 11
2) Construcción del modelo de regresión lineal múltiple 11

3) Evaluación del error de predicción en el modelo de regresión lineal múltiple 11
D. FASE 3 12
1) Toma de muestras 12
2) Propiedades del cemento 12
3) Propiedades físicas de los agregados 12
4) Dosificación 15
5) Propiedades del hormigón en estado fresco 16
CAPÍTULO III. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN 18
I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 18
A. FASE PRELIMINAR 18
1) Selección de las variables preliminares 18
2) Tratamiento de la información recolectada 20
B. FASE 1 21
1) Análisis de Correlación 21
C. FASE 2 24
1) División del conjunto de datos para entrenamiento y para datos de prueba 24
2) Construcción del modelo de la regresión lineal múltiple 24
3) Evaluación del error de predicción en el modelo de regresión lineal múltiple 27
D. FASE 3 29
1) Propiedades del cemento 29
2) Propiedades físicas de los agregados 30
3) Dosificación 42
4) Propiedades del hormigón en estado fresco 46
5) Ensayo a compresión (NTE INEN 1573): 46
I. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS 50
A. HIPÓTESIS: 50
B. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS 50
CAPITULO IV. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52
I. CONCLUSIONES 52
II. RECOMENDACIONES 52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 53
Anexos 55

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Curva granulométrica del agregado grueso 31

Fig. 2 Curva granulométrica en el agregado grueso..... 33

Fig. 3 Densidad Saturada Superficialmente Seca y Porcentaje de absorción del agregado fino…….. 35

Fig. 4 Densidad Saturada Superficialmente Seca y Porcentaje de absorción del agregado grueso….. 38

Fig. 5 Densidad aparente y compactada del agregado fino 39

Fig. 6 Densidad Aparente Suelta vs Densidad Aparente Compacta de árido grueso 40

Fig. 7 Porcentaje Óptimo vs. Densidad Aparente de Mezcla..... 41

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I REPOSITORIO DE UNIVERSIDADES ECUATORIANAS 8

TABLA II RECOPILACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN ESTUDIOS PREVIOS 9

TABLA III REQUISITOS DE GRADACIÓN PARA ÁRIDOS GRUESOS 14

TABLA IV VARIABLES PRELIMINARES SELECCIONADAS 18

TABLA V VARIABLES ESTANDARIZADAS Y CODIFCADAS 20

TABLA VII COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN DE CADA VARIABLE PRELIMINAR 22

TABLA VIII CARACTERIZACIÓN DE LAS BASES DE DATOS 24

TABLA IX MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE Y LAS BASES DE DATOS CON LAS QUE SE CONSTRUYERON 25

TABLA IX VALORES DE MÉTRICAS DE EVALUACIÓN 28

TABLA XI DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁULICO 30

TABLA XII LÍMITES ESPECIFICADOS PARA EL AGREGADO FINO 30

TABLA XIII LÍMITES ESPECIFICADOS PARA EL AGREGADO GRUESO 32

TABLA XIV RESUMEN DE LOS VALORES EN LAS DENSIDADES DEL AGREGADO FINO 36

TABLA XV RESUMEN DE LOS VALORES EN LAS DENSIDADES DEL AGREGADO GRUESO 38

TABLA XVI DENSIDAD APARENTE Y COMPACTADA DEL AGREGADO FINO 39

TABLA XVII DENSIDAD APARENTE Y COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO 40

TABLA XVIII 41

TABLA XIX NOMENCLATURA PARA USAR EL MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA 42

TABLA XX 43

TABLA XXI RESISTENCIA EN FUNCIÓN DE RELACIÓN AGUA / CEMENTO 43

TABLA XXII DOSIFICACIÓN PARA 240 kg/cm2 45

TABLA XXIII CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS 46

TABLA XXIV CORRECIÓN POR HUMEDAD 46

TABLA XXV CANTIDADES FINALES DE LOS MATERIALES 46
TABLA XXVI RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS 47
TABLA XXVII VALORES DE LAS VARIABLE PREDICTORAS 48
TABLA XXVIII PREDICCIÓN DE f'c MEDIANTE EL MODELO RLM PARA LOS 7,14 Y 28 DÍAS 48
TABLA XXIX TOLERANCIA Y ERROR ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL HORMIGÓN OBTENIDAS 49
TABLA XXX ANÁLISIS DE VARIANZAS DE COEFICIENTES DE LAS VARIABLES MODELO RLM 50
TABLA XXXI DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁILICO 85
TABLA XXXII ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGAOD FINO 86
TABLA XXXIII ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO 87
TABLA XXXIV DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DEL AGREGADO FINO 88
TABLA XXXV DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DEL AGREGADO GRUESO 89
TABLA XXXVI DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO 90
TABLA XXXVII DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO GRUESO 91
TABLA XXXVIII PESO VOLUMÉTRICO DE UNA MEZCLA DE AGREGADOS PÉTREOS 92
TABLA XXXIX DOSIFICACIÓN PARA RESISTENCIAS DE 240 KG/CM2 93
TABLA XL DOSFICACIÓN DE RESISTENCIA DE 240 KG/CM2 CORREGIDAS 94

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 FORMATO INICIAL DE LA BASE DE DATOS PARA RECOPILAR INFORMACIÓN 56
ANEXO 2 RECOPILACIÓN DE DATOS EN LA BASE DE DATOS INICIAL 57
ANEXO 3 BASE DE DATOS CON UNIDADES DE MEDIDAS ORIGINALES 65
ANEXO 4 BASE DE DATOS CON UNIDADES DE MEDIDA ESTANDARIZADAS Y CODIFICADAS 69
ANEXO 5 CÓDIGO EMPLEADO PARA EL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN 73
ANEXO 6 MATRIZ DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN 74
ANEXO 7 BASE CON DATOS NORMALIZADOS 75
ANEXO 8 CÓDIGO EMPLEADO PARA LA DIVISIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO RLM 79
Anexo 9: FOTOGRAFÍAS 96

SIGLAS, ACRÓNICOS Y ABREVIATURAS

ACI American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).

ASTM American Society for Testing and Materials.

ANN Artificial Neural Networks (Redes Neuronales Artificiales)

f'_c Resistencia a la compresión del hormigón.

f'_{c28}**:** Resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días.

f'_{c7}**:** Resistencia a la compresión del hormigón a los 7 dias

INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización.

RLM Multiple Linear Regression (Regresión Lineal Múltiple)

$\mathbf{R^2}$ Coeficiente de determinación.

MSE Error Cuadrático Medio.

RMSE Raíz del Error Cuadrático Medio.

MAPE Error Absoluto Medio Porcentual.

MPa Megapascal. Unidad de medida de la presión o tensión, comúnmente utilizada para expresar la resistencia a la compresión del hormigón.

SSS Saturado Superficialmente Seco.

RESUMEN EJECUTIVO

La industria de la construcción ha dependido de los métodos tradicionales para determinar la resistencia del hormigón a la compresión durante las últimas décadas. Estos procedimientos convencionales, caracterizados por su naturaleza destructiva y largos periodos de espera, han generado a lo largo de los años pérdidas económicas y retrasos en la ejecución de proyectos. Ante esta problemática, resulta apropiado desarrollar modelos predictivos no destructivos que permitan obtener de manera inmediata el valor de la resistencia a compresión del hormigón, para optimizar los procesos constructivos y reducir los costos asociados a demoras en la ejecución de obra. El objetivo del presente trabajo de investigación fue desarrollar un modelo de regresión lineal múltiple que estime la resistencia a la compresión del hormigón simple a los 7, 14 y 28 días.

Esta investigación se estructuró en cuatro fases para cumplir con los objetivos establecidos: en la preliminar, se construyó una base de datos sobre las propiedades físicas que influyen en la resistencia a compresión del hormigón. Luego, en la primera, se determinó los predictores considerados para la construcción del modelo predictivo RLM. Posteriormente, en la segunda, se evaluó la capacidad predictiva del modelo mediante métricas de evaluación para la predicción. Finalmente, en la tercera, se validó el modelo RLM comparando sus predicciones con los valores de resistencia a compresión obtenidos en cilindros de hormigón elaborados con materiales de la zona.

El modelo de regresión lineal múltiple construido a partir de una base de datos con 179 registros de factores que influyen en la resistencia a compresión del hormigón contiene 13 variables independientes. Este modelo demostró tener un buen ajuste a los datos, con un coeficiente de determinación ajustado igual a 0.7934. Este valor indica que el modelo explica el 79 por ciento el compartimiento de la resistencia a compresión del hormigón. Para evaluar la capacidad predictiva del modelo durante la etapa de testeo, se realizó una prueba con 35 datos, los resultados obtenidos con las métricas de evaluación como RMSE y MAPE es igual ± 20.195 kg/cm2 y 7,17 por ciento, respectivamente. Asimismo, durante la etapa de validación, el modelo de regresión lineal múltiple para las edades de 7,14 y 28 días presentó un MAPE del 10 por ciento y un RMSE igual a ± 22,148 kg/cm2. Estos resultados indican que el modelo predictivo propuesto tiene una capacidad predictiva aceptable.

Palabras clave: Predictores, hormigón simple, resistencia a compresión, modelo de regresión lineal.

ABSTRACT

The construction industry has relied on traditional methods to determine the compressive strength of concrete for the past few decades. These conventional procedures, characterized by their destructive nature and long waiting periods, have generated economic losses and delays in project execution over the years. Faced with this problem, it is appropriate to develop non-destructive predictive models that allow obtaining the compressive strength value of concrete immediately, to optimize construction processes and reduce costs associated with delays in project execution. The objective of this research work was to develop a multiple linear regression model that estimates the compressive strength of plain concrete at 7, 14, and 28 days.

This research was structured in four phases to meet the established objectives: in the preliminary phase, a database was built on the physical properties that influence the compressive strength of concrete. Then, in the first phase, the predictors considered for the construction of the MLR predictive model were determined. Subsequently, in the second phase, the predictive capacity of the model was evaluated using evaluation metrics for prediction. Finally, in the third phase, the MLR model was validated by comparing its predictions with the compressive strength values obtained in concrete cylinders made with materials from the area.

The multiple linear regression model built from a database with 179 records of factors that influence the compressive strength of concrete contains 13 independent variables. This model proved to have a good fit to the data, with an adjusted coefficient of determination equal to 0.7934. This value indicates that the model explains 79 percent of the behavior of the compressive strength of concrete. To evaluate the predictive capacity of the model during the testing stage, a test with 35 data was carried out, the results obtained with the evaluation metrics such as RMSE and MAPE is equal ± 20.195 kg/cm2 and 7.17 percent, respectively. Likewise, during the validation stage, the multiple linear regression model for the ages of 7, 14 and 28 days presented a MAPE of 10 percent and an RMSE equal to ± 22.148 kg/cm2. These results indicate that the proposed predictive model has an acceptable predictive capacity.

Keywords: Predictors, plain concrete, compressive strength, linear regression model.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

I. JUSTIFICACIÓN

Los métodos tradicionales para evaluar la resistencia a la compresión del hormigón se basan ensayos destructivos que afectan de manera directa al cronograma y presupuesto de un proyecto ya que, para ensayar una probeta y conocer su resistencia máxima debe haber trascurrido 28 días[1], [2], [3], tras concluir el ensayo se lleva a cabo la destrucción de la muestra, lo cual inhabilita su uso posterior y lo transforma en escombro. Cabe destacar que, el volumen creciente de residuos del hormigón tiende a ser una grave amenaza para el medio ambiente. Por esta razón, es importante implementar métodos alternativos no destructivos para predecir la resistencia a la compresión del hormigón, cuya metodología no requiera de procesos exhaustivos, lentos y costosos; entre estas alternativas, los modelos RLM destacan como una solución adecuada por su capacidad de establecer relaciones complejas entre las múltiples variables que influyen en la resistencia del hormigón para arrojar predicciones que contribuyan de manera anticipada a conocer la resistencia del hormigón simple [4].

Es importante subrayar que, la necesidad de desarrollar modelos predictivos para evaluar la resistencia a compresión a través de ensayos no destructivos es una demanda en aumento en el sector de la construcción [4]. Por lo tanto, los modelos RLM aplicados en esta investigación no solo sirven como una herramienta eficaz para estimar la resistencia a compresión, sino también permiten optimizar el diseño de mezclas, ya que, al conocer la relación entre la composición del hormigón y su resistencia, se puede ajustar las proporciones de los materiales para obtener las propiedades mecánicas deseadas, optimizando el uso de recursos y reduciendo tiempos y costos. En cuanto a la adaptabilidad, estos modelos pueden ser fácilmente ajustados y actualizados a medida que se dispone de nuevos datos, lo que garantiza que las predicciones se mantengan precisas a lo largo del tiempo. Asimismo, la validación y desempeño de los modelos (RLM) se evaluaron mediante métricas, las cuales indican, en promedio, qué tan lejos están nuestras predicciones de los valores reales para ser considerados como válidos [5]. Es por eso que, no solo los ingeniero civiles y estructurales pueden darle utilidad a este modelo para predecir la resistencia a compresión del hormigón a través de variables simples, sino también los productores de hormigón quienes al emplear este modelo de fácil compresión podrían optimizar y acelerar los procesos de fabricación, garantizando un mejor control de calidad en cada uno de sus productos [6].

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El artículo publicado por Alabi et al. [5] mencionaron que muchos problemas de ingeniería demandan la interacción de dos o más parámetros, lo que hace imprescindible el empleo de técnicas estadísticas matemáticas que permitan modelar sistemas multivariados. Por esta razón, la Regresión Lineal Múltiple es una de las herramientas más poderosas para predecir la relación más probable entre la respuesta y diversos parámetros independientes; por lo tanto, los modelos RLM buscan evaluar funciones estadísticas que conecten los parámetros de entrada con los parámetros de salida utilizando varias estimaciones independientes. Dicho de otro modo, el modelado de regresión asume que una combinación lineal de los datos de entrada puede describir el resultado predicho dándole un valor a la variable independiente. Cabe destacar que, los métodos predictivos para evaluar la resistencia a la compresión del hormigón han recibido considerable atención durante la última década.

Por esta razón, en este estudio se comparó el rendimiento de modelos computacionales inspirados en el cerebro humano como lo son las Redes Neuronales Artificiales ANN frente a los modelos RLM, para la predicción de la resistencia a la compresión del hormigón reciclado a las edades de 7, 28 y 56 días. Para esta comparativa se utilizó alrededor de 65 muestras de concreto de ocho mezclas diferentes, es importante resaltar que, los modelos ANN y RLM se construyeron a partir de ocho variables de entrada siendo la resistencia a la compresión la única variable que se intenta predecir. Adicionalmente, el modelo RLM fue creado utilizando el 75% del conjunto de datos para entrenamiento y el 25% restante para probar el rendimiento del modelo por medio del software ingenieril llamado MATLAB [5].

Ahora bien, las Redes Neuronales Artificiales o modelos predictivos (ANN) obtuvieron métricas de R2 = 0.9972, MSE = 0.4177 y RMSE = 1.8201. Por otro lado, los modelos (RLM) obtuvieron métricas de R2 = 0.7410, MSE = 66.6308, RMSE = 290.4370. De modo que, los resultados predichos demuestran la confiabilidad y la capacidad de pronóstico computacional del modelo ANN es superior, por lo que se abre una brecha para las futuras líneas de investigación que parten de este estudio para mejorar la capacidad predictiva en los modelos RLM, estos posibles hallazgos del estudio tienen el potencial de ayudar a una amplia gama de la industria de la construcción a predecir las propiedades del concreto y gestionar un sin número de recursos escasos [5].

Asimismo, un trabajo experimental realizado por Yancha [7] examina el comportamiento de los distintos parámetros que influyen en la obtención de la resistencia a la compresión del hormigón, donde considera óptima la aplicación de modelos de regresión lineal múltiple RLM por medio de la estadística clásica. Además, indica que el desarrollo de modelos con alta capacidad predictiva puede conducir al ahorro de tiempo y dinero. Es por eso, que esta investigación presentó una base de datos construida con resultados recopilados de publicaciones científicas, donde se indica que la capacidad predictiva del modelo no solo radica en la cantidad de variables, sino también, en la influencia que posee cada una en la mezcla [7]. En esta investigación, para los modelos (RLM) se recogieron 10 variables tales como la relación agua y cemento, tipo de cemento y las cantidades de agua, cemento, humo de sílice, ceniza volante y árido fino. Por el contrario, para el modelo ANN se recogieron 13 variables para resistencias a la compresión en los 28 días tales como, la relación agua y cemento, tipo de cemento, cantidad humo de sílice, ceniza volante, árido fino, árido grueso, cantidad de agua, entre otros.

Además, destaca que la incorporación de una red neuronal artificial ANN a los modelos RLM permiten identificar de mejor manera la relevancia de cada variable pues, al omitir 1 de las 10 variables que fueron consideradas en los modelos (RLM) como lo es la cantidad total del material cementante, se evidenció el impacto significativo que posee en el modelo, obteniendo un coeficiente de determinación R2 igual a 45,3%. Por otro lado, al omitir variables que tienen relación con la cantidad de agregados se obtuvo un coeficiente de determinación (R2) igual a 65,42%. En definitiva, es evidente que cada variable ejerce influencia en el desarrollo de esta propiedad mecánica. Si bien, existen otros factores que pueden influir en menor medida. Sin embargo, las variables preliminarmente mencionadas son pilares fundamentales en esta investigación para la obtención de hormigones con características mecánicas deseadas [7].

En cuanto a los resultados obtenidos en este trabajo, se sugirió un análisis acerca de las futuras líneas de investigación, donde se recomienda profundizar en las variables que no fueron consideradas, como las propiedades mecánicas, dosificaciones de los agregados, módulos de finura, tamaño nominal, la temperatura del hormigón durante la recolección de las muestras para el ensayo. Además, se recomendó investigar cual sería la base de datos idónea para la predicción de la resistencia a compresión de hormigones autocompactante o de ultra alta resistencia [7].

Por otra parte, Bakhoum et al. [8] llevaron a cabo un análisis sobre modelos predictivos que estiman la resistencia a la compresión del concreto verde, utilizando polvo de horno de cemento y ceniza volante. Es importante resaltar que, los mismos consideraron este tema de gran impacto ya que, el concreto verde es uno de los recursos altamente utilizados en la construcción debido a sus ventajas ambientales.

Asimismo, este material se produce reutilizando diferentes residuos en la mezcla de concreto como reemplazo del cemento lo que produce un aumento en la resistencia a la compresión. Por esta razón, para la construcción de los modelos RLM y ANN se utilizaron un rango de datos limitados de 156 puntos, además se consideró las propiedades químicas de los componentes del concreto y el entorno de los experimentos de laboratorio. Por otro lado, se desarrollaron muestras de entrenamiento, validación y prueba en los dos modelos, el primer modelo para concreto verde contiene polvo de horno de cemento en cambio, el segundo modelo para concreto verde contiene ceniza volante. En cuanto a los resultados, los modelos ANN mostraron una mejor predicción de la resistencia a la compresión del concreto verde con un valor de R2 igual a 92,8% [8].

A partir de los hallazgos de este análisis, se propusieron futuras líneas de investigación donde se sugiere una mayor indagación para fomentar su uso. Por lo tanto, se recomienda desarrollar modelos de predicción que se enfoquen en otras propiedades del concreto verde, como la resistencia a la flexión y tracción, la densidad, la trabajabilidad, la resistencia a la penetración de cloruros y resistencia a temperaturas elevadas. Por otro lado, se recomendó investigar modelos de predicción para diferentes mezclas de concreto que incluyan varios residuos, como escombros de construcción y demolición, residuos de vidrio, caucho reciclado de neumáticos, sílice residual y escoria de acero [8].

Del mismo modo, un artículo realizado por Iqtidar et al. [6] desarrollaron dos métodos de aprendizaje automático y computación suave, como las redes neuronales artificiales ANN y la regresión lineal múltiple RLM para la predicción de la resistencia a la compresión del hormigón con ceniza de cascarilla de arroz. Los modelos desarrollados en este estudio se basan en un total de 192 puntos de datos, estos parámetros de entrada o variables incluyen, la edad del hormigón, la cantidad de cemento, ceniza de cascarilla de arroz, superplastificante, agua y agregados. Por otro lado, los valores obtenidos de R2 a partir de 709 ensayos encontrados para las resistencias predichas por las redes neuronales artificiales ANN y regresión lineal múltiple RLM son 98%

y 63% respectivamente, de modo que, al comparar ambos modelos predictivos, es evidente que las redes neuronales artificiales tienen un alto dominio de predicción a los modelos RLM.

Corroborando con estos estudios, Carrasco [9] también destaca el impacto que posee cada variable seleccionada en la resistencia a la compresión del hormigón a los 7 y 28 días de edad mediante el uso de instrumentos de regresión lineal múltiple o modelos RLM. Para esta investigación, se llevó a cabo un análisis estadístico para cada variable recopilada a partir de 709 ensayos; para la construcción de una base de datos, donde los modelos arrojados posteriormente a la matriz de datos fueron evaluados mediante métricas como el coeficiente de Pearson al cuadrado. Inicialmente, este estudio buscó interpretar cada variable de respuesta basándose en la variable independiente con la que tiene una mayor correlación; por esta razón, los parámetros registrados como variables dependientes aplicados son el contenido de agua, tipología del cemento, relación agua/cemento, la temperatura, el descenso del cono de Abrams, el periodo desde su producción hasta la recolección de muestras, el mes en el que se llevó a cabo el hormigón, la temperatura del agua, entre otros factores.

Por lo tanto, para la resistencia a la compresión a los 28 días ($f_c'28$) se construyó con un modelo RLM con nueve variables explicativas además, se registró un R2 igual al 40% mientras que, para una resistencia a la compresión a los 7 días ($f_c'7$) con se construyó un modelo RLM con siete variables explicativas, aquí se registró un R2 igual a 0,41, siendo estos resultado relativamente bajos y poco fiables para ser utilizados e interpretarlos como un modelo predictivo aplicable para predecir la resistencia a compresión del hormigón [9]

Los modelos ANN han presentado una clara ventaja en términos de capacidad predictiva en comparación a los modelos RLM. No obstante, una de las principales limitaciones que poseen los modelos ANN, es el requerimiento de grandes conjuntos de datos para entrenamiento, esto resulta ser un aspecto negativo debido a la complejidad que implica obtener inmensas cantidades de datos relevantes y de alta calidad; esto no ocurre con los modelos RLM ya que, con una cantidad menor de datos se puede llegar a obtener resultados aceptables a partir de una correcta selección de variables de entrada. Por otro lado, si se compara la interpretabilidad entre ambos modelos, los modelos RLM permiten una mejor comprensión en su uso, a diferencia de los modelos ANN, conocidos como modelos de caja negra, porque no son interpretables [5].

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo de regresión lineal múltiple para predecir la resistencia a compresión del hormigón simple de resistencias normales a los 7, 14 y 28 días.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Determinar los predictores considerando la construcción del modelo de regresión múltiple para predecir la resistencia a compresión del hormigón simple de resistencias normales a los 7, 14 y 28 días.
2) Evaluar la capacidad predictiva del modelo de regresión lineal múltiple para predecir la resistencia a compresión del hormigón simple de resistencias normales a los 7, 14 y 28 días.
3) Validar el modelo de regresión lineal múltiple con datos de hormigones diseñados con materiales de la zona.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

Esta investigación se estructuró en cuatro fases para cumplir con precisión los objetivos establecidos: En la fase preliminar, se recopilaron datos en una base de datos sobre las propiedades físicas que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. Luego, en la fase 1, se determinó los predictores considerados para la construcción del modelo predictivo RLM. Posteriormente, en la fase 2, se evaluó la capacidad predictiva del modelo mediante métricas de evaluación para la predicción. Finalmente, en la fase 3, se validó el modelo RLM comparando sus predicciones con los valores de resistencia a compresión obtenidos en cilindros de hormigón elaborados con materiales de la zona.

I. EQUIPOS Y MATERIALES

A continuación, se detallan los equipos y materiales con sus características técnicas correspondientes que se utilizaron durante el desarrollo de la investigación:

En la fase preliminar, con respecto a los equipos y materiales, se utilizó una computadora (DELL) con un procesador Intel (R) Core (TM) i7-8565U CPU y una RAM de 16 GB, además se empleó una hoja de cálculo como herramienta principal para organizar la información recopilada de manera estructurada.

En la fase 1 y 2, en cuanto a equipos y materiales, se precisó de un software libre R y su interfaz RStudio versión 4.4.2, para identificar las variables predictoras, construir el modelo RLM y evaluar su capacidad predictiva.

En la Fase 3, se llevó a cabo diferentes ensayos para el diseño de hormigón utilizando el equipamiento disponible en el Laboratorio de la carrera de Ingeniería Civil. Para los ensayos de granulometría, se utilizó una tamizadora (Controls) y una máquina vibratoria (12q D407 15-D0407/BZ), para determinar el contenido de humedad se precisó de un horno eléctrico con temperatura 110 ±5 °C (Quincy Lab 31-350ERS). Más allá de los equipos mencionados, se utilizaron otros adicionales para el cumplimiento de esta fase, tales como la concretera artesanal con un motor (BOSCH) y una máquina de compresión (SHIMADZU Concreto 2000x) para evaluar su resistencia del hormigón. Con respecto a materiales, en esta fase se utilizó los agregados finos y gruesos proporcionados por la cantera “ACOSTA” conjuntamente con el cemento Holcim – Tipo IP.

II. MÉTODOS

En la presente investigación se empleó una fase preliminar y tres fases principales, que corresponden a los objetivos específicos que ayudaron en el desarrollo de esta investigación de tipo experimental. A continuación, se detalla cada fase con su respectivo método aplicado:

A. FASE PRELIMINAR

1) Búsqueda y recopilación de información

Esta actividad se realizó a través del método secundario de análisis de documentos, donde se identificó una serie de estudios que exploran a profundidad el comportamiento del hormigón cuando se encuentra sometido a cargas de compresión. Este método permitió obtener información de amplia gama en artículos, fuentes escritas y sitios web; es importante resaltar que, este tipo de metodología ya ha sido empleado con éxito en anteriores estudios con objetivos afines a esta investigación [7].

La TABLA I detalla los repositorios institucionales de las universidades ecuatorianas que proporcionaron información detallada sobre las propiedades físicas de los materiales que constituyen al hormigón; cemento, agua, agregado fino y grueso.

TABLA I
REPOSITORIO DE UNIVERSIDADES ECUATORIANAS

Repositorios universitarios	**Url**
Universidad Técnica de Ambato	https://repositorio.uta.edu.ec
Escuela Politécnica Nacional	https://bibdigital.epn.edu.ec
Universidad Central del Ecuador	https://www.dspace.uce.edu.ec
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	https://repositorio.puce.edu.ec
Universidad Espíritu Santo	http://repositorio.uees.edu.ec/

2) Selección de las variables preliminares

Con el objetivo de construir un modelo sólido y relevante, se empleó el método de revisión de la literatura, este método permitió identificar y preseleccionar aquellas variables que, según estudios previos con intereses similares a esta investigación [7] , [7] , [8] , [9] y [10], han sido utilizadas con mayor incidencia para predecir la resistencia a compresión del hormigón normal simple. Otra medida que se tomó, fue considerar las brechas investigativas planteadas en el estudio [7].

La TABLA II presenta un resumen de las variables empleadas en investigaciones anteriores con objetivos similares a este trabajo de investigación, junto con la frecuencia con la que han sido utilizadas.

TABLA II
RECOPILACIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN ESTUDIOS PREVIOS

Recopilación de variables	**Autores**
Tipo y marca del cemento	[6], [10], [7], [8]
Asentamiento del hormigón (Cono Abrams)	[6], [7]
Tipo de curado	[7]
Código de la muestra	[7], [10]
Humo Sílice	[6], [7]
Ceniza volante de alta reactividad	[6]
Ceniza volante común	[6], [7]
Granito Triturado	[6]
Escoria de horno de cuba	[6]
Solución alcalina	[6]
Relación Agua/Cemento (A/C)	[6], [10], [7], [8], [9]
Edad del hormigón	[6], [9], [7],
Tipo de Mezcla	[10]
Peso del cemento	[10], [7], [8], [9]
Cantidad granulométricas de los áridos (fino y grueso)	[10], [6], [7], [8], [9]
Peso s de los áridos (fino y grueso)	[10], [6], [7], [8], [9]
Cantidad de Agua añadida a la mezcla	[7], [8], [9]
Peso de agua añadida a la mezcla	[10]
Porcentaje de Humedad en cada uno de los tipos de áridos	[10]
Lugar de fabricación Mezcladora o Dosificadora	[10]
Mes del hormigonado	[10]
Descenso del cono de Abrams en laboratorio	[10]
Descenso del cono de Abrams en obra	[10]
Temperatura de agua de curado	[7]
Temperatura del hormigón en laboratorio	[7], [10]
Temperatura del hormigón en obra	[10]
Tiempo de traslado del hormigón a obra	[10]
Resistencia a compresión a los 28 días*	[10], [7], [8], [9]
Resistencia a compresión a los 7 días*	[10]
Gravedad Específica de la muestra	[6]
Cantidad de superplastificantes	[8], [9]

Relación ripio-cemento	[7]
Densidad del agregado	[7]

3) Tratamiento de la información recolectada

Para llevar a cabo esta actividad, se estandarizó un formato para la recolección de información. Se codificaron las variables, unificaron las unidades de medida y formatos numéricos. Asimismo, se estableció un rango de resistencias a la compresión para el hormigón normal a los 7, 14 y 28 días de fraguado, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, el hormigón normal debe alcanzar un valor mínimo de $f_c' = 21\,MPa$ y como máximo de $f_c' = 28\,MPa$ [25]. Este tipo de tratamiento de la información es conocido como transformación de datos cuyo objetivo es garantizar la consistencia, coherencia y confiabilidad de los datos para la construcción del modelo predictivo [7].

B. FASE 1

Se realizó un análisis de correlación para identificar aquellas variables independientes que presentan una relación lineal significativa con la variable dependiente que en este caso es la resistencia a compresión del hormigón simple.

A continuación, se detallan las actividades desempeñadas dentro de la fase 1:

1) Análisis de correlación

Tras la recolección de datos, se efectuó un análisis de correlación con el fin de determinar la relación entre las variables, este análisis, permitió identificar y describir los patrones y tendencias que se manifestaban en los datos mediante un análisis estadístico o código. Para examinar su comportamiento se empleó el Software libre R y su interfaz RStudio versión 4.4.2, conjuntamente con los paquetes y librerías tales como "corrplot" [10], "tidyverse" [11], "GGally" [12], "ggplot2" [13] y "readxl" [14].

2) Selección de las variables definitivas para construir el modelo

Una vez concluido el análisis de correlación, se llevó a cabo la selección de las variables definitivas para el modelo mediante el cálculo del coeficiente de determinación R^2, este cálculo es una medida estadística que indica en proporción la variabilidad de una variable dependiente, que es explicada por una o más variables independientes [7].

Diversos estudios hablan sobre la predicción de la resistencia a compresión del hormigón simple han demostrado que valores de R2 superiores a 0.5 suelen indicar que el modelo posee

un poder predictivo adecuado [7] . A partir de estos resultados y teniendo en cuenta la naturaleza de los datos, se estableció este criterio como punto de referencia para evaluar la calidad de ajuste del modelo.

C. FASE 2

Para evaluar la capacidad predictiva del modelo, se empleó una técnica llamada "hold_out", la cual divide el conjunto de datos en dos subconjuntos uno de entrenamiento y otro de prueba [15]. En esta fase, todas las actividades, desde la partición inicial de los datos hasta la evaluación del rendimiento del modelo de cada iteración, fueron programadas mediante el software libre R y su interfaz RStudio versión 4.4.2.

A continuación, se detallan las actividades llevadas a cabo durante esta fase:

1) División del conjunto de datos para entrenamiento y para datos de prueba

Para la división del conjunto de datos para entrenamiento y prueba, inicialmente se importaron los datos de la hoja de cálculo al software preliminarmente mencionado, una vez cargada la información tipo matriz, se procedió a dividir el conjunto donde se asignó el 80% para datos de entrenamiento y el 20% para datos de prueba. Esta proporción fue utilizada en esta investigación, ya que ha demostrado ser efectiva en un estudio con objetivos específicos similares y con buenos resultados [5].

2) Construcción del modelo de regresión lineal múltiple

Para la construcción del modelo, se optó por un por un enfoque de regresión lineal múltiple donde se empleó el método llamado un paso hacia adelante y un paso hacia atrás. Este procedimiento iterativo consiste en agregar y elimina variables del modelo de forma sucesiva hasta alcanzar un modelo final con un ajuste de manera óptima a los datos, sin necesidad de incluir variables que no mejoran la capacidad predictiva del modelo.

En la construcción del modelo RLM, para importar y exportar datos se empleó el paquete "rio" [10]; y para la manipulación de datos se utilizó la librería "dplyr" [10].

3) Evaluación del error de predicción en el modelo de regresión lineal múltiple

Para evaluar la capacidad predictiva del modelo RLM, se aplicó un conjunto de métricas para cuantificar la discrepancia entre los valores predichos por el modelo y los valores reales de la variable dependiente. Las métricas de evaluación aplicadas en esta investigación como el RMSE, MSE y el MAPE, han sido utilizadas ampliamente en investigaciones previas para

evaluar la calidad de sus modelos predictivos [5], [7]. Los cálculos de estas métricas se realizaron en una hoja de cálculo, aplicando las fórmulas de las métricas preliminarmente mencionadas.

D. FASE 3

La validación del modelo de regresión lineal múltiple se llevó a cabo mediante la comparación, entre las predicciones generadas por el modelo y los resultados obtenidos experimentales en el laboratorio. A través del método bibliográfico se estableció el procedimiento estándar para determinar las propiedades físicas como: la densidad del cementante, la densidad de los agregados y de la mezcla, además, las propiedades mecánicas como: la resistencia a compresión. Es importante mencionar que, en esta etapa se realizarán tres cilindros de hormigón para cada día, es decir para los 7, 14 y 28 días de fraguado, que posteriormente fueron sometidos a ensayos de compresión.

A continuación, se presentarán las actividades que se deben realizar para el cumplimiento de esta fase.

1) Toma de muestras

La recolección de muestras del agregado fino y grueso, se realizó en la cantera “ACOSTA” ubicada en el cantón Ambato, siguiendo las indicaciones de la norma INEN 695 [16]. Posteriormente, las muestras fueron reducidas a tamaño de ensayo conforme a la norma INEN 2566 [17].

2) Propiedades del cemento

a) Determinación de la densidad del cemento hidráulico (NTE INEN 156)

La presente norma hace énfasis al procedimiento que se debe llevar a cabo para determinar la densidad del cemento hidráulico mediante el método del frasco volumétrico de Le Chatelier. Para determinar la densidad real del cemento hidráulico, se sumergió una muestra de cemento en un frasco de Le Chatelier lleno de gasolina, donde, el volumen de gasolina desplazado por el cemento es directamente proporcional a su volumen. De esta manera, al conocer la masa del cemento y el volumen de la gasolina se conocer su densidad [18].

3) Propiedades físicas de los agregados

Determinación de las propiedades físicas fundamentales de los agregados, con el objetivo de establecer una base sólida para el diseño óptimo de mezclas:

a) Análisis granulométrico en los áridos fino y grueso (NTE INEN 696)

El ensayo de granulometría es un método fundamental para determinar la distribución de tamaños de las partículas que conforman el agregado. Este ensayo inicia con la desecación de la muestra para eliminar la humedad. Luego, se seleccionan los tamices necesarios y se los ordena de forma decreciente para separar las partículas. Para que las partículas se distribuyan de manera uniforme, los agregados finos requieren de una agitación mecánica; en cambio, los agregados gruesos de una agitación manual. Básicamente, el objetivo de este ensayo es obtener el peso de las partículas retenidas en cada tamiz para determinar la distribución de tamaños mediante la curva granulométrica [19].

- ***Agregado fino***

De acuerdo a la normativa, para catalogar que la arena cumpla con la distribución granulométrica, es decir, el tamaño de sus partículas, deben encontrarse dentro del rango especificado en la norma.

Asimismo, el módulo de finura es otro parámetro esencial que permite evaluar la finura de un agregado. Este índice indica si el agregado está compuesto principalmente por partículas grandes o pequeñas. Los valores aceptables para este parámetro se encuentran entre 2,3 y 3,1 [20], donde un valor fuera de este rango sugeriría que el agregado no es adecuado para la aplicación deseada.

- ***Agregado grueso***

De acuerdo a la normativa, para verificar que el agregado grueso está bien o mal graduado debe cumplir con un rango específico de límites. Para determinar este rango, es necesario conocer el valor del tamaño nominal máximo del agregado grueso, para así ingresar a la TABLA III y determinar los límites de porcentajes del árido grueso correspondiente.

TABLA III
REQUISITOS DE GRADACIÓN PARA ÁRIDOS GRUESOS

Número de tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas) (mm)	Porcentaje acumulado en masa que debe pasar cada tamiz del laboratorio (aberturas cuadradas)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300um
1	de 90 a 37,5	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	de 63 a 37,5	-	-	100	90 a 100	36 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	de 50 a 25,0	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	de 50 a 4,75	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	de 37,5 a 19,0	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	de 37,5 a 4,75	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	de 25,0 a 12,5	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	de 25,0 a 9,5	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	de 25,0 a 4,75	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	-	-	-
6	de 19,0 a 9,5	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	de 19,0 a 4,75	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	-	-	-
7	de 12,5 a 4,75	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	de 9,5 a 2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	de 9,5 a 1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9^	de 4,75 a 1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTE INEN 872 [20]

El tamaño nominal máximo se obtiene con los datos de la granulometría.

b) Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino (NTE INEN 856)

Esta norma establece el método de ensayo para determinar: la densidad promedio del árido sin incluir el volumen de vacíos entre partículas, la densidad relativa y la absorción del árido fino, estos parámetros permiten evaluar las propiedades físicas fundamentales de los áridos finos.

Para determinar la densidad del árido fino SSS, se optó por el procedimiento gravimétrico (picnómetro), en primer lugar, se llenó parcialmente con agua el picnómetro, después, se adicionó 500 ± 10 gramos de la muestra de árido fino SSS, seguidamente, con el objetivo de eliminar las burbujas de aire que pudieran afectar la medición, se agitó manualmente la mezcla. Finalmente, se procedió a medir la masa total del sistema para realizar los cálculos correspondientes.

Por otro lado, para determinar la capacidad de absorción, se sumergió la muestra en agua y dejó que repose por 24 h ±4 h, después, se decantó el exceso de agua, evitando la pérdida de áridos finos, enseguida, se secó la muestra con corriente suave de aire caliente, de modo que, al compactar la muestra en el molde con forma de cono truncado, se observe que la superficie está seca. Finalmente, se calcularon dos porcentajes de absorción para la muestra, y luego se obtuvo un valor promedio.

c) Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso (NTE INEN 857)

En esta investigación para determinar la densidad relativa y capacidad de absorción del agregado grueso, se optó por un método gravimétrico, para ello, se sumergió la muestra del agregado fino en agua durante aproximadamente un día o 24 h ±4 h, luego, se secó la superficie de la muestra con un paño para llenar los poros del agregado grueso con agua, y así determinar su masa. Finalmente, se colocó la muestra en un recipiente con agua para determinar la masa aparente a una temperatura de 23°C ± 2 °C [21].

Para determinar la capacidad de absorción del agregado grueso, se procedió a tomo una muestra que se secó en el horno por al menos 24h, después, se realizó un promedio entre los dos valores obtenidos.

d) Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y porcentaje de vacíos (NTE INEN 858)

Se empleó el ensayo de peso volumétrico para determinar la densidad aparente de los agregados: finos y gruesos, en condiciones tanto sueltas como compactas.

El peso volumétrico suelto se refriere a la densidad del agregado cuando se vierte en un recipiente, sin acomodar, sin mover, simplemente dejando caer el agregado hasta que se llene el recipiente. En cambio, para determinar el peso volumétrico compactado, se dividió el agregado en tres capas, las cuales se colocan sucesivamente en un recipiente de volumen conocido, para ello, cada capa se compacta mediante 25 golpes, con el objetivo de reducir al mínimo los espacios vacíos entre las partículas [22]. En la presente investigación el peso volumétrico compactado se determinó mediante el método de varillado.

e) Densidad aparente compactada de una mezcla (NTE INEN 858)

El ensayo se enfoca en determinar la densidad óptima de mezclas de áridos o mezclas compuestas por el agregado grueso (ripio) y el agregado fino (arena). Este ensayo se inició añadiendo gradualmente arena a una cantidad fija de ripio, compactando la mezcla después de cada adición, después, se registraron los pesos y volúmenes de cada mezcla, y se procedió a calcular las densidades correspondientes. Una vez calculados los promedios de densidades y porcentajes de la mezcla, se creó una curva que destaca la densidad máxima y los porcentajes óptimos de la mezcla arena y ripio [22].

4) Dosificación

Para determinar la dosificación óptima para un hormigón con resistencia a la compresión de 240 kg/cm2, se empleó el método de la densidad óptima, donde es indispensable conocer su nomenclatura.

El método de la densidad óptima identifica la propiedad de los agregados para así alcanzar la resistencia requerida. Asimismo, optimiza el uso de la pasta de cemento, al establecer una proporción adecuada entre los agregados y minimizar los vacíos en la mezcla. Una vez determinadas las características físicas de los materiales empleados, se efectuaron los cálculos necesarios para obtener un hormigón con las resistencias requeridas a los 7, 14 y 28 días de edad [22].

En este método se siguió una secuencia específica de pasos para determinar la proporción óptima de los materiales y garantizar la calidad del concreto. Inicialmente, se seleccionó la proporción deseada agua/cemento para alcanzar la resistencia a la compresión a los 28 días. Después, se procedió a determinar la densidad real tanto de los dos tipos de agregados (fino y grueso). Es importante destacar que, el porcentaje óptimo de vacíos del agregado grueso jugó un papel importante en los cálculos posteriores. Con estos datos en mano, se calculó la cantidad de cemento, agua, arena y grava necesaria para la mezcla para un metro cúbico. Finalmente, para ajustar la dosificación, es esencial conocer el contenido de humedad del agregado fino y grueso, para realizar la respectiva corrección de humedad de acuerdo con las normas NTE INEN 856 y 857 [22].

a) Contenido de humedad de los agregados (NTE INEN 862)

Para determinar el contenido de agua en una muestra de árido y determinar la cantidad de agua, se sometió la muestra a altas temperaturas en un horno hasta eliminar por completo la humedad, tanto superficial como interna, finalmente, se comparó la masa inicial y final de la muestra y se calculó el porcentaje de agua evaporada con respecto a la masa seca del árido [23].

5) Propiedades del hormigón en estado fresco

a) Ensayo de Asentamiento (NTE INEN 1578)

Para determinar la consistencia del hormigón fresco, se llevó a cabo el ensayo de asentamiento, para esto, se humedeció y llenó un molde en tres capas iguales, compactando con 25 golpes cada una de ellas con una varilla estándar prestando mayor atención a la capa inferior de que alcanzará toda la profundidad del molde, para garantizar una distribución uniforme de la mezcla y evitar la segregación de los materiales [24].

Una vez completada la compactación, se retiró el exceso de hormigón y se levantó el molde verticalmente, inmediatamente, se midió la distancia entre la parte superior de molde y la superficie superior del hormigón asentado, obteniendo así el valor de asentamiento.

b) Ensayo a compresión (NTE INEN 1573)

La normativa ACI 318-19 [25] establece que para evaluar la calidad del concreto una vez endurecido, es indispensable realizar pruebas de resistencia. Estas pruebas deben basarse en el promedio de los resultados obtenidos de al menos dos cilindros de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura o, alternativamente, de tres cilindros de 100 mm de diámetro por 200 mm de altura. Es decir, la norma exige un número mínimo de especímenes para garantizar la confiabilidad de los resultados.

Para determinar la resistencia de los especímenes, se empleó el ensayo de compresión para evaluar la calidad del hormigón. Este procedimiento consistió en aplicar una carga axial de compresión a los cilindros conformados, esta carga axial comúnmente se aplica al espécimen de manera gradual y controlada, a una velocidad constante de entre 0,25 y 0,05 MPa por segundo [26]. Es importante resaltar que, para evaluar la resistencia a la compresión del hormigón, se utilizan cilindros que deben fraguar en posición vertical, donde la longitud del cilindro debe ser el doble del diámetro, y a su vez, el diámetro debe ser, como mínimo, tres veces mayor que el tamaño máximo nominal del agregado grueso [27].

Una vez realizada la mezcla, se llenó los cilindros metálicos en 2 capas iguales, cada capa debe ser compactada por una barra de acero de punta redondeada con 25 varilladas, después, se golpeó el exterior del cilindro con mazo de goma de 10 a 15 veces con el fin de cerrar cualquier agujero o burbuja generado por el varillado, finalmente, una vez transcurrido el tiempo de fraguado, los cilindros de concreto fueron desencofrados y trasladados a una cámara de humedad controlada. Allí, permanecieron durante los 7, 14 y 28 días en condiciones ambientales específicas, según lo establecido en las normas NTE INEN 1576 [27] y NTE INEN 2528 [28]. Estas condiciones incluyeron una temperatura de 23 ± 2 °C y una humedad relativa no inferior al 95%, con el fin de garantizar un curado adecuado y obtener resultados confiables en los ensayos posteriores.

En esta investigación se fabricaron 3 especímenes para cada edad, es decir, para los 7, 14 y 28 días. En total, se realizaron un total de 9 especímenes de hormigón.

CAPÍTULO III. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la siguiente sección se detallarán los datos obtenidos en cada una de las etapas de estudio: en la fase preliminar, se recopiló, trató y almacenó la información obtenida sobre los factores que influyen en la resistencia a compresión del hormigón simple en una base de datos. Después, en la fase 1, se seleccionó las posibles variables predictora para el análisis de correlación. Posteriormente, en la fase 2, se construyó el modelo de regresión lineal múltiple. Finalmente, se elaboraron nueve cilindros de hormigón a las edades de 7,14 y 28 días para comparar los resultados obtenidos en el laboratorio con los del software y así validar el modelo propuesto.

A. FASE PRELIMINAR

En esta fase, se recopiló, trató y almacenó la información obtenida sobre los factores que influyen en la resistencia a compresión del hormigón simple en una base de datos.

1) Selección de las variables preliminares

A partir de la revisión bibliográfica, se seleccionaron las variables preliminares utilizadas con mayor incidencia, según la literatura consultada. Dichas variables se enlistan en la TABLA II.

Sin embargo, al analizar los repositorios de las universidades ecuatorianas se evidenció la necesidad de incorporar variables adicionales tales como, el porcentaje óptimo de la arena y grava, la densidad aparente suelta del agregado fino y grueso, etc.; para conseguir un análisis correcto sobre las propiedades más influyentes en el diseño del hormigón dentro del contexto nacional.

En la TABLA IV se presentan las 30 variables preliminares seleccionadas para este trabajo de investigación, esta tabla está construida con aquellas variables que han sido utilizadas con mayor frecuencia en investigaciones anteriores con objetivos específicos similares a este estudio. Además, se agregaron diferentes propiedades físicas como variables preliminares que podrían influir directamente a la resistencia a la compresión del concreto que se adaptan al contexto nacional.

TABLA IV
VARIABLES PRELIMINARES SELECCIONADAS

N°	Nombre de las variables preliminares	Unidad de medida
1	Asentamiento	cm
2	Tipo de cemento	-
3	Densidad del cemento	g/cm^3

4	Módulo de finura del agregado fino	-
5	Tamaño máximo del agregado fino	in
6	Tamaño nominal máximo del agregado fino	in
7	Densidad aparente suelta del agregado fino	kg/m^3
8	Densidad aparente compacta del agregado fino	kg/m^3
9	Porcentaje de humedad del agregado fino	%
10	Porcentaje de absorción del agregado fino	%
11	Módulo de finura del agregado grueso	-
12	Tamaño máximo del agregado grueso	in
13	Densidad aparente suelta del agregado grueso	kg/m^3
14	Densidad aparente compacta del agregado grueso	kg/m^3
15	Porcentaje de humedad del agregado grueso	%
16	Porcentaje de absorción del agregado grueso	%
17	Porcentaje óptimo de la arena	%
18	Porcentaje óptimo de la grava	%
19	Densidad óptima de la mezcla	kg/m^3
20	Densidad máxima de la mezcla	kg/m^3
21	Cantidad de agua	kg
22	Cantidad de cemento	kg
23	Cantidad de grava	kg
24	Cantidad de arena	kg
25	Cantidad de agua corregida	kg
26	Cantidad de cemento corregida	kg
27	Cantidad de grava corregida	kg
28	Cantidad de arena corregida	kg
29	Edad del hormigón	Día
30	Resistencia a la compresión del hormigón	kg/cm^2

El Anexo 1, muestra el formato de la base de datos, diseñado específicamente para recopilar la información requerida. Este formato fue diseñado para recopilar datos sobre las propiedades físicas y mecánicas que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón, incorporando las variables influyentes identificadas en estudios previos, conjuntamente, con los requisitos establecidos en las normas nacionales vigentes.

El Anexo 2, presenta en su totalidad una base de datos conformada por 75 trabajos experimentales de tercer nivel o documentos de los distintos repositorios universitarios en listados en la TABLA I. Estos documentos brindan información sobre las propiedades físicas que influyen directamente en la resistencia a compresión del hormigón simple.

2) Tratamiento de la información recolectada

Al recolectar los datos en el formato indicado en el Anexo 1, se detectaron discrepancias en las unidades de medida en las variables. Para solucionar esta problemática y garantizar homogeneidad en los datos, se estandarizaron las unidades de medida y se codificó cada variable como se muestra en la TABLA V.

Además, para garantizar interpretabilidad al modelo, se optó por un enfoque estrictamente cuantitativo, considerando únicamente variables numéricas. Por esta razón, se excluyó la variable preliminar cualitativa "Tipo de cemento". Como resultado, se obtuvieron 29 variables preliminares que se utilizarán en análisis posteriores.

TABLA V
VARIABLES ESTANDARIZADAS Y CODIFCADAS

10	**Nombre de las variables preliminares**	**Unidad de medida**	**Codificación**
1	Asentamiento	cm	Asent
2	Densidad del cemento	kg/m^3	Dens_Cem
3	Módulo de finura del agregado fino	-	Mod_fin_af
4	Tamaño máximo del agregado fino	cm	TM_af
5	Tamaño nominal máximo del agregado fino	cm	TMN_af
6	Densidad aparente suelta del agregado fino	kg/m^3	DAS_af
7	Densidad aparente compacta del agregado fino	kg/m^3	DAC_af
8	Porcentaje de humedad del agregado fino	%	Porcent_hum_af
9	Porcentaje de absorción del agregado fino	%	Porcent_absor_af
10	Módulo de finura del agregado grueso	-	Mod_fin_ag
11	Tamaño máximo del agregado grueso	cm	TM_ag
12	Densidad aparente suelta del agregado grueso	kg/m^3	DAS_ag
13	Densidad aparente compacta del agregado grueso	kg/m^3	DAC_ag
14	Porcentaje de humedad del agregado grueso	%	Porcent_hum_ag
15	Porcentaje de absorción del agregado grueso	%	Porcent_absor_ag
16	Porcentaje óptimo de la arena	%	Porcent_opt_arena
17	Porcentaje óptimo de la grava	%	Porcent_opt_grava
18	Densidad óptima de la mezcla	kg/m^3	DO_mezcla
19	Densidad máxima de la mezcla	kg/m^3	DM_mezcla
20	Cantidad de agua	kg	Agua
21	Cantidad de cemento	kg	Cemento
22	Cantidad de grava	kg	Grava
23	Cantidad de arena	kg	Arena

24	Cantidad de agua corregida	kg	Agua_corr
25	Cantidad de cemento corregida	kg	Cemento_corr
26	Cantidad de grava corregida	kg	Grava_corr
27	Cantidad de arena corregida	kg	Arena_corr
28	Edad del hormigón	Días	Edad_Ho
29	Resistencia a la compresión del hormigón	kg/cm^2	Resis_comp

El Anexo 3, presenta la base de datos de 179 registros experimentales recopilados para analizar las propiedades físicas que influyen directamente en la resistencia a compresión del hormigón simple obtenidos a partir de la base de datos presentada en el Anexo 2, empleando las unidades de medida estándar o comúnmente utilizadas en los informes técnicos para la elaboración del hormigón dentro del contexto nacional.

No obstante, la base de datos presentada en el Anexo 3 reveló la presencia de ciertas inconsistencias en las unidades de medida en la recopilación de datos para cada variable preliminar. Esta heterogeneidad dificultará significantemente la comparación y análisis de datos posteriores. Para solucionar esta problemática, se procedió a codificar y estandarizar las unidades de medida de cada variable preliminar según la TABLA V. El Anexo 4, presenta la base de datos con unidades de medida estandarizadas y codificadas.

B. FASE 1

1) Análisis de Correlación

El análisis de correlación evaluó la relación entre 28 variables predictoras y la resistencia a la compresión del hormigón como variable dependiente, utilizando un conjunto de 179 datos de especímenes de concreto. Este análisis permitió identificar de mejor manera aquellas variables que presentan mayor asociación con la variable de interés.

El código empleado para el análisis de correlación se encuentra en el Anexo 5.

La TABLA VI presenta los valores de R2 o coeficiente de determinación para cada variable preliminar en relación a la variable dependiente (resistencia a la compresión del hormigón). Estos valores fueron obtenidos tras realizar un análisis de correlación mediante el software libre R y su interfaz RStudio versión 4.4.2.

Es importante mencionar que, con el objetivo de simplificar la presentación y mejorar la comprensión de resultados, se optó por presentar únicamente los valores de R2 y no la matriz de correlación completa. Sin embargo, la matriz de correlación completa, que proporciona una

visión más detallada de la relación existente en cada variable preliminar para la variable dependiente, se encuentra disponible en el Anexo 6.

TABLA VI

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN DE CADA VARIABLE PRELIMINAR

Nombre de la variable preliminar	**Resis_comp**
Resis_comp	1,0000
Asentamiento	-0,1324
Densidad_cemento	-0,1552
Modulo_finura_af	0,0686
TM_af	-0,2325
TNM_af	0,0521
DAS_af	0,0419
DAC_af	0,1298
Porcen_humedad_af	-0,0421
Porcen_absor_af	-0,0104
TM_ag	-0,1390
TNM_ag	-0,0400
DAS_ag	-0,0200
DAC_ag	0,0004
Porcen_humedad_ag	-0,0914
Porcen_absor_ag	0,4497
Porcen_opt_arena	-0,0845
Porcen_opt_grava	0,0934
DO_mezcla	0,0487
DM_mezcla	0,0544
Agua	0,0304
Cemento	0,0982
Arena	-0,0196
Grava	-0,0777
Agua_corr	0,0304
Cemento_corr	0,0982
Arena_corr	-0,0196
Grava_corr	-0,0777
Edad_hormigon	0,6480

Al analizar los coeficientes de determinación de cada variable preliminar, se observó que únicamente la variable “Edad_hormigon” presentó un valor de R^2 considerablemente alto

alcanzando un valor de 0,648. Sin embargo, las 27 variables preliminares restantes mostraron coeficientes de determinación inferiores a 0,5, lo que indica una relación baja o no necesariamente lineal [27] con la resistencia a la compresión del hormigón, en contraste con la fuerte relación arrojada con la edad.

A pesar de estos resultados iniciales, se optó por mantener las 28 variables preliminares para los análisis posteriores, ya que la eliminación prematura de las variables podría conducir a una pérdida de información relevante e introducir sesgos en los resultados al construir un modelo predictivo menos preciso.

Por otro lado, la heterogeneidad en las escalas de las variables preliminares, caracterizadas por valores que oscilaban entre decimales muy pequeños y números enteros grandes, pudo haber sido un factor determinante en la obtención de bajos coeficiente de determinación. Esta amplia dispersión en los datos pudo dificultar la identificación de patrones y relaciones significativas entre variable. Para abordar esta problemática, se optó por normalizar los bases de datos que se encuentra en el Anexo 3.

El anexo 7 detalla la base de datos, la cual ha sido normalizada para garantizar consistencia en la información y una escala coherente entre los datos de las variables preliminares.

- *Normalización: Escalado de variables*

$$x_{norm} = \frac{x - x_{mín}}{x_{máx} - x_{mín}} \quad \epsilon \quad [0,1] \tag{1}$$

Donde:

x_{norm}	Valor normalizado.
x	Valor original.
$x_{mín}$	Valor mínimo de la variable.
$x_{máx}$	Valor máximo de la variable.

Con el objetivo de optimizar los resultados en análisis posteriores, se trabajó con tres conjuntos de datos o base de datos.

A continuación, la TABLA VII detalla la composición de cada base de datos utilizada en este estudio. Se especifican los nombres de cada base y los tipos de datos predominantes en cada una.

TABLA VII
CARACTERIZACIÓN DE LAS BASES DE DATOS

Nombre de la base de datos	Tipo de datos	Anexo
Base de datos con unidades de medidas originales	Originales	(Ver en anexo 3)
Base de datos con unidades de medidas estandarizadas	Estandarizados	(Ver en anexo 4)
Base de datos con datos normalizados	Normalizados	(Ver en anexo 7)

Los resultados del análisis de correlación inicial revelaron bajos coeficientes de determinación, lo que sugiere una relación débil entre las variables. No obstante, dada la complejidad del fenómeno estudiado y la posibilidad de interacciones no lineales, se optó por mantener las 28 variables preliminares, las cuales se convertirían en variables predictoras para los análisis posteriores; esta decisión se basa en la premisa de que un conjunto de datos más amplio permitirá explorar una gama más amplia y mejorar la capacidad predictiva del modelo. Por otro lado, con el fin de evaluar la robustez de los resultados, se trabajó con tres conjuntos detallados en la TABLA VII, lo que permitirá comparar el desempeño de diferentes modelos y seleccionar el que mejor modelo que se ajuste a los datos.

C. FASE 2

Se construyeron tres modelos de regresión lineal múltiple, una para cada conjunto de datos. Posteriormente, se seleccionó el modelo que presentó el menor error de predicción.

1) División del conjunto de datos para entrenamiento y para datos de prueba

Con el fin de evaluar la precisión y generalización de los modelos desarrollados, se llevó a cabo una división aleatoria del conjunto de datos. Para asegurar la aleatoriedad y reproducibilidad de la división, se fijó una semilla aleatoria utilizando la función set.seed (123). Posteriormente, se asignó el 80% de los datos, es decir 144 registros, al conjunto de entrenamiento, el cual se utilizó para construir y ajustar el modelo. El 20% restante, equivalente a 35 registros o datos, se reservó para el conjunto de prueba, con el objetivo de evaluar la capacidad de generalización de los modelos entrenados.

2) Construcción del modelo de la regresión lineal múltiple

En la construcción del modelo, se emplearon los métodos de selección de variables hacia adelante y hacia atrás para desarrollar el modelo de regresión lineal múltiple para cada conjunto de datos, correspondiente al 80% de los datos totales; que como resultado proporcionaron los coeficientes de los modelos. Con el fin de seleccionar el mejor modelo para cada conjunto, se

utilizó el criterio de información de Akaike (AIC), el cual permitió evaluar el equilibrio entre la bondad de ajuste y la complejidad de cada modelo.

El código empleado para la construcción y división de cada modelo en esta etapa se encuentra en el Anexo 8.

A continuación, la TABLA VIII presenta un resumen de los modelos de regresión lineal múltiple desarrollados y las bases de datos utilizadas para su construcción.

TABLA VIII
MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE Y LAS BASES DE DATOS CON LAS QUE SE CONSTRUYERON

Modelo	**Nombre de la base de datos**
M1	Base de datos con unidades de medidas originales
M2	Base de datos con unidades de medidas estandarizadas
M3	Base de datos con valores normalizados

A continuación, se presentan los tres modelos obtenidos para cada conjunto de datos:

Modelo 1: *Emplea la base de datos con unidades de medida originales.*

$$Resis_comp = -450{,}215 - 4{,}274\,(Asentamiento) - 17{,}304\,(Modulo_fin_af) - 79{,}763\,(TM_af) - 0{,}049\,(DAC_af) - 15{,}315\,(TM_ag) - 0{,}070\,(DAS_ag) + 0{,}110\,(DAC_ag) + 21{,}9007\,(Porcen_absor_ag) + 469{,}231\,(Porcen_opt_arena) + 569{,}529\,(Porcen_opt_grava) + 0{,}033\,(DO_mezcla) + 0{,}482\,(Agua) + 3{,}224\,(Edad_hormigón) + \varepsilon$$

Donde:

$Resis_comp$	Resistencia a la compresión del hormigón, kg/cm^2
$Asentamiento$	Asentamiento, cm
Mod_fin_af	Módulo de finura del agregado fino
TM_af	Tamaño máximo del agregado fino, in
DAC_af	Densidad aparente compacta del agregado fino, kg/m^3
TM_ag	Tamaño máximo del agregado grueso, in
DAS_ag	Densidad aparente suelta del agregado grueso, kg/m^3
DAC_ag	Densidad aparente compacta del agregado grueso, kg/m^3
$Porcent_absor_ag$	Porcentaje de absorción del agregado grueso, %
$Porcent_opt_arena$	Porcentaje óptimo de la arena, %
$Porcent_opt_grava$	Porcentaje óptimo de la grava, %
DO_mezcla	Densidad óptima de la mezcla, kg/m^3

$Agua$	Agua, kg
$Edad_hormigón$	Edad del hormigón, días

Modelo 2: *Emplea la base de datos con unidades de medida estandarizadas.*

$$Resis_comp = -450{,}215 - 4{,}274\ (Asentamiento) - 17{,}304\ (Modulo_finura_af) - 31{,}403\ (TM_af) - 0{,}049\ (DAC_af) - 6{,}026\ (TM_ag) - 0{,}069\ (DAS_ag) + 0{,}110\ (DAC_ag) + 21{,}9007\ (Porcen_absor_ag) + 469{,}231\ (Porcen_opt_arena) + 569{,}529\ (Porcen_opt_grava) + 0{,}033\ (DO_mezcla) + 0{,}48234\ (Agua) + 3{,}224\ (Edad_hormigon) + \varepsilon$$

Donde:

$Resis_comp$	Resistencia a la compresión del hormigón, kg/cm^2
$Asentamiento$	Asentamiento, cm
Mod_fin_af	Módulo de finura del agregado fino
TM_af	Tamaño máximo del agregado fino, in
DAC_af	Densidad aparente compacta del agregado fino, kg/m^3
TM_ag	Tamaño máximo del agregado grueso, in
DAS_ag	Densidad aparente suelta del agregado grueso, kg/m^3
DAC_ag	Densidad aparente compacta del agregado grueso, kg/m^3
$Porcent_absor_ag$	Porcentaje de absorción del agregado grueso, %
$Porcent_opt_arena$	Porcentaje óptimo de la arena, %
$Porcent_opt_grava$	Porcentaje óptimo de la grava, %
DO_mezcla	Densidad óptima de la mezcla, kg/m^3

Modelo 3*: Emplea la base de datos con valores normalizados.*

$$Resis_comp = -0{,}354 - 0{,}128\ (Asentamiento) - 0{,}107\ (Modulo_finura_af) - 0{,}063\ (TM_af) - 0{,}529\ (DAC_af) - 0{,}080\ (TM_ag) - 0{,}321\ (DAS_ag) + 0{,}520\ (DAC_ag) + 0{,}420\ (Porcen_absor_ag) + 0{,}475\ (Porcen_opt_arena) + 0{,}576\ (Porcen_opt_grava) + 0{,}284\ (DO_mezcla) + 0{,}207\ (Agua) + 0{,}285\ (Edad_hormigon) + \varepsilon$$

Donde:

$Resis_comp$	Resistencia a la compresión del hormigón, kg/cm^2
$Asentamiento$	Asentamiento, cm
Mod_fin_af	Módulo de finura del agregado fino
TM_af	Tamaño máximo del agregado fino, in
DAC_af	Densidad aparente compacta del agregado fino, kg/m^3
TM_ag	Tamaño máximo del agregado grueso, in
DAS_ag	Densidad aparente suelta del agregado grueso, kg/m^3
DAC_ag	Densidad aparente compacta del agregado grueso, kg/m^3
$Porcent_absor_ag$	Porcentaje de absorción del agregado grueso, %
$Porcent_opt_arena$	Porcentaje óptimo de la arena, %
$Porcent_opt_grava$	Porcentaje óptimo de la grava, %
DO_mezcla	Densidad óptima de la mezcla, kg/m^3

Al analizar los tres modelos de regresión lineal múltiple obtenidos, se observó que los tres modelos predictivos comparten las trece mismas variables predictoras. Sin embargo, a pesar de esta similitud en las variables, los coeficientes estimados para cada modelo difieren significativamente, indicando que la influencia de cada variable independiente sobre la variable dependiente varía entre los distintos conjuntos de datos.

3) Evaluación del error de predicción en el modelo de regresión lineal múltiple

Una vez construidos los modelos, se procedió a evaluar su desempeño en la predicción utilizando el conjunto de prueba o testeo, correspondiente al 20% de los datos totales. Con el fin de cuantificar el error de predicción de cada modelo, se emplearon las siguientes métricas:

- *Coeficiente de determinación (R^2)*

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n}(\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2)$$

Donde:

n Número de puntos de datos.

y_i Valor real de la variable objetivo para el i-ésimo datos.

$\hat{y}_i$ **V**alor predicho de la variable objetivo para el i-ésimo datos.

$\bar{y}_i$ Valor predicho de la variable objetivo para el i-ésimo datos.

- *Error Cuadrático Medio (MSE)*

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2 \quad (3)$$

Donde:

n Número de datos.

y_i Valor real de la variable objetivo para el i-ésimo dato.

$\hat{y}_i$ Valor predicho de la variable objetivo para el i-ésimo dato.

- *Raíz Cuadrada del Error Cuadrático Medio (RMSE)*

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\ \sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (4)$$

Donde:

n Es el número de puntos de datos.

y_i Es el valor real de la variable objetivo para el i-ésimo datos.

$\hat{y}_i$ Es el valor predicho de la variable objetivo para el i-ésimo datos.

- *Error Medio de Porcentaje Absoluto (MAPE)*

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|A_i - F_i|}{A_i} \quad (5)$$

Donde:

n Es el número total de observaciones.

F_i Es el valor pronosticado en el período t.

A_i Es el valor real en el periodo t.

La TABLA IX presenta los de valores obtenidos de las métricas de evaluación aplicada en los tres modelos de regresión lineal múltiple.

TABLA IIX
VALORES DE MÉTRICAS DE EVALUACIÓN

Modelo	**R^2 ajustado**	**MSE**	**RMSE (kg/cm^2)**	**MAPE (%)**
1	0,7945	407,858	20,195	7,177

2	0,7945	407,858	20,195	7,177
3	0,7945	0,007	0,084	26,37

Los tres modelos evaluados presentaron un R^2 o coeficiente determinación de 0,7945, este valor indica que los modelos poseen una alta capacidad predictiva; la similitud en los resultados puede atribuirse al hecho de que los tres modelos comparten el mismo conjunto de variables independientes predictoras. En otras palabras, al evaluar los tres modelos, se observó que el coeficiente de determinación era el mismo cada uno de ellos, debido a que los tres modelos fueron construidos utilizando exactamente las mismas trece variables predictoras. Dado que las variables explicativas eran idénticas en cada modelo, la proporción de la variabilidad de la variable dependiente (resistencia a la compresión) explicada por el modelo evidentemente arrojarían un mismo valor.

Sin embargo, al analizar los valores obtenidos en las métricas de evaluación en el modelo 1 y modelo 2, se observó que ambos modelos presentaron un MSE=407,858, RMSE= 20,195 kg/cm2 y MAPE=7,177%, Por otro lado, el modelo 3 presentó métricas de evaluación demasiado pequeñas los cuales no pueden ser medidos con exactitud, además obtuvo un porcentaje de error en la métrica MAPE del 26%, siendo este modelo descartado en la selección del modelo de predicción con menor error predictivo.

Para esta investigación se optó por seleccionar el modelo 1 debido a su simplicidad y fácil interpretación. Este modelo al estar construido mediante una base de datos con las unidades de medida originales de la información recopilada, permite una interpretabilidad más intuitiva de los resultados, además, las unidades de medidas utilizadas para la construcción del modelo RLM coinciden con aquellas unidades comúnmente encontradas en los informes técnicos del hormigón dentro del contexto nacional, evitando transformaciones de unidades de medidas innecesarias.

D. FASE 3

Para la validación del modelo de regresión lineal múltiple seleccionado, se realizó una comparación entre las predicciones generadas por el modelo y los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio. Para esto, se determinó las propiedades físicas de los materiales que componen al hormigón, las cuales serán detalladas y analizadas a continuación.

1) Propiedades del cemento

a) Determinación de la densidad del cemento hidráulico (NTE INEN 156)

Se llevó a cabo el protocolo normativo para cuantificar la densidad del cemento. El cálculo de la densidad del cemento se realizó con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{\rho c} = \frac{M_C}{V_G} \tag{6}$$

Donde:

$\boldsymbol{\rho c}$ Densidad del cemento.

$\boldsymbol{M_C}$ Masa de cemento.

$\mathbf{V_G}$ Volumen del líquido no reactivo (gasolina).

TABLA X
DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁULICO

Descripción	Valor	Unidad
Densidad del cemento	2,995	g/cm^3

La densidad del cemento "Holcim IP" corresponde a 2,995 g/cm3 cuyo valor se encuentra dentro del rango admisible.

2) Propiedades físicas de los agregados

b) Análisis granulométrico en los áridos fino y grueso (NTE INEN 696)

- *Agregado fino*

TABLA XI
LÍMITES ESPECIFICADOS PARA EL AGREGADO FINO

Tamiz NTE INEN	Tamiz ASTM	% Que Pasa
9,5 mm	3/8"	100
4.75 mm	#4	95 a 100
2.36 mm	#8	80 a 100
1.18 mm	#16	50 a 85
600 µmm	#30	25 a 60
300 µmm	#50	5 a 30
150 µmm	#100	0 a 10

Fuente: NTE INEN 872 [20]

Además, es fundamental conocer la finura del agregado fino también denominado módulo de finura. La norma ASTM C125 especifica una fórmula para determinar el módulo de finura, la cual será presentada a continuación:

$$\boldsymbol{MF} = \frac{\sum \%\, Acumludado\ (\#100,\#50,\#30,\#16,\#8,\#4,3/8",etc\ \ldots)}{100} \quad (7)$$

Donde:

MF Módulo de finura.

A continuación, se presenta la gráfica de la curva granulométrica obtenida en el agregado fino:

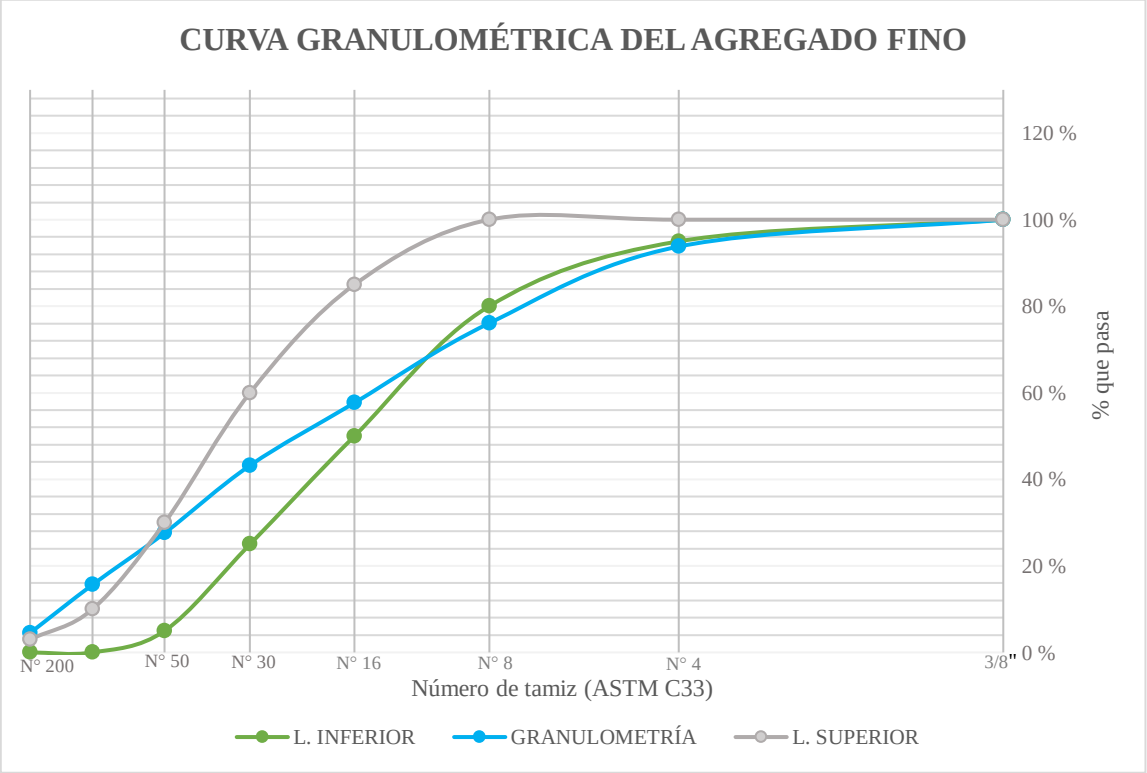


Fig. 1 Curva granulométrica del agregado grueso

El agregado fino evaluado cumplió con los criterios de granulometría establecidos en la NTE INEN 872 [20], ya que, su distribución granulométrica se encuentra dentro de los límites mínimos y máximos especificados. El módulo de finura de este agregado posee un valor de

2,86, cumpliendo de igual manera con el rango establecido para el módulo de finura del agregado fino, es decir, entre 2,30 y 3,10.

- *Agregado grueso*

Para conocer los limites especificados del agregado es importante conocer el tamaño nominal máximo del árido grueso.

$$\boldsymbol{TNM} = Tamiz\ inmediato\ o\ superior\ con\ \%\ retenido\ acumulado\ \geq 15\ \%$$

$$\boldsymbol{TNM} = 1”$$

Una vez conocido el valor de tamaño nominal máximo del agregado grueso se ingresó a la TABLA IV. Los porcentajes especificados del árido grueso para esta investigación Se muestra a continuación:

TABLA XII
LÍMITES ESPECIFICADOS PARA EL AGREGADO GRUESO

Tamiz NTE INEN	**Tamiz ASTM**	**% Que Pasa**
38,1 mm	1 1/2"	-
25,40 mm	1"	100
19,05 mm	3/4"	90 a 100
12,70 mm	1/2"	-
9,53 mm	3/8"	0 a 15
4,75 mm	#4	0 a 5

Fuente: NTE INEN 872

A continuación, se presenta la gráfica de la curva granulométrica obtenida en el agregado grueso:

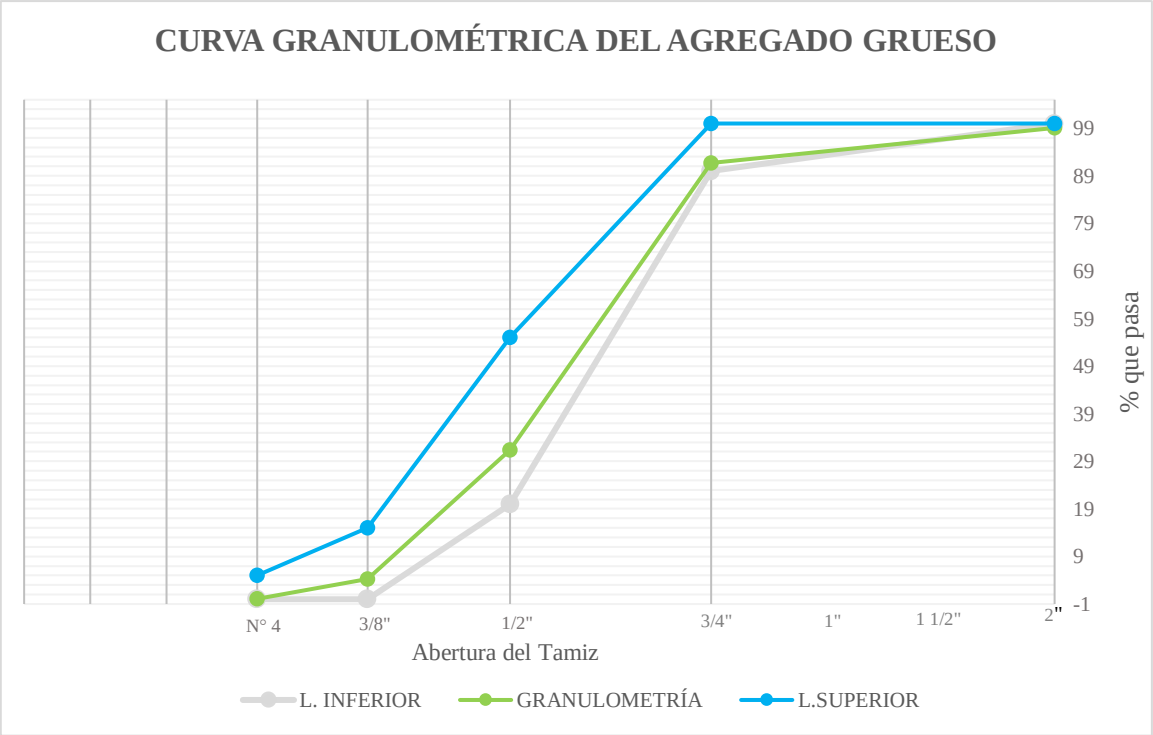


Fig. 2 Curva granulométrica en el agregado grueso

El ripio triturado o agregado grueso analizado cumple con los requisitos establecidos en la NTE INEN 872 [20]. Su curva granulométrica se ajusta de forma adecuada a los límites normativos, garantizando una distribución adecuada de tamaños y su adecuada elaboración del hormigón según la normativa, además, el tamaño nominal máximo del agregado posee un valor de 1", el cual se encuentra dentro del rango recomendado de ¾" a 1 ½".

c) Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino (NTE INEN 856)

- *Densidad relativa secada en el horno*

$$DR_{SH} = \frac{A}{(B+S-C)} \tag{8}$$

- *Densidad relativa en condición saturada superficialmente seca*

$$DR_{SS} = \frac{S}{(B+S-C)} \tag{9}$$

- *Densidad relativa aparente*

$$DR_A = \frac{A}{(B+A-C)} \quad (10)$$

Donde:

S Masa de la muestra saturada superficialmente seca (SSS).

$\boldsymbol{C}$ Masa del picnómetro + muestra + agua hasta la marca de calibración.

$\boldsymbol{B}$ Masa del picnómetro + agua hasta la marca.

A Masa de la muestra seca del horno (SH).

$\boldsymbol{DR_{SH}}$ Densidad relativa secada en el horno.

$\boldsymbol{DR_{SS}}$ Densidad relativa en condición saturada superficialmente seca.

$\boldsymbol{DR_A}$ Densidad relativa aparente.

- *Densidad secada en el horno*

$$D_{SH} = \frac{Dw*A}{(B+S-C)} \quad (11)$$

- *Densidad en condición saturada superficialmente seca*

$$D_{SS} = \frac{Dw*S}{(B+S-C)} \quad (12)$$

- *Densidad aparente*

$$D_A = \frac{Dw*A}{(B+A-C)} \quad (13)$$

Donde:

S Masa de la muestra saturada superficialmente seca (SSS).

$\boldsymbol{C}$ Masa del picnómetro + muestra + agua hasta la marca de calibración.

$\boldsymbol{B}$ Masa del picnómetro + agua hasta la marca.

A Masa de la muestra seca del horno (SH).

$\boldsymbol{D_w}$ Densidad del agua

$\boldsymbol{D_{SH}}$ Densidad relativa secada en el horno.

$\boldsymbol{D_{SS}}$ Densidad relativa en condición saturada superficialmente seca.

$\boldsymbol{D_A}$ Densidad relativa aparente.

- *Porcentaje de absorción*

$$Abs = \frac{(S-A)}{A} * 100 \quad (14)$$

Donde:

S Masa de la muestra saturada superficialmente seca (SSS).

A Masa de la muestra seca del horno (SH).

$\boldsymbol{Abs}$ Porcentaje de absorción**.**

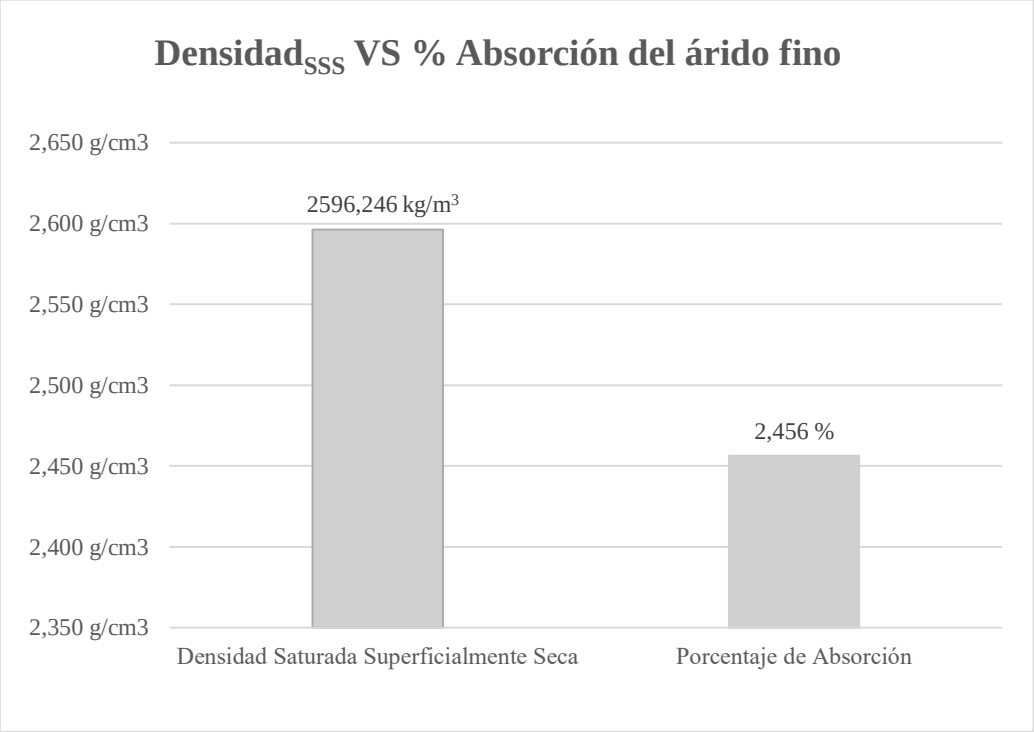


Fig. 3 Densidad Saturada Superficialmente Seca y Porcentaje de absorción del agregado fino

Los resultados del análisis gravimétrico del agregado fino indicaron una densidad saturada superficialmente seca de 2596,246 kg/m3, situándose dentro del rango aceptable de 2500 kg/m3 a 2700 kg/m3. Asimismo, en el porcentaje de absorción del agregado fino se obtuvo un valor de 2,456%, se encuentra dentro del intervalo de 0,2% a 2,50%.

TABLA XIII
RESUMEN DE LOS VALORES EN LAS DENSIDADES DEL AGREGADO FINO

Descripción	Valor	Unidad
Densidad relativa secada al horno	2,542	
Densidad relativa saturada superficialmente seca	2,604	
Densidad relativa aparente	2,711	
Densidad secada al horno	2533,998	kg/m^3
Densidad saturada superficialmente seca	2596,246	kg/m^3
Densidad aparente	2769,137	kg/m^3
Porcentaje de absorción del árido fino	2,456	%

d) Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso (NTE INEN 857)

- *Densidad relativa secada en el horno*

$$DR_{SH} = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (8)$$

- *Densidad relativa en condición saturada superficialmente seca*

$$DR_{SS} = \frac{S}{(B+S-C)} \quad (9)$$

- *Densidad relativa aparente*

$$DR_A = \frac{A}{(B+A-C)} \quad (10)$$

Donde:

S Masa de la muestra saturada superficialmente seca (SSS).

C Masa del picnómetro + muestra + agua hasta la marca de calibración.

B Masa del picnómetro + agua hasta la marca.

A Masa de la muestra seca del horno (SH).

$\boldsymbol{DR_{SH}}$ Densidad relativa secada en el horno.

$\boldsymbol{DR_{SS}}$ Densidad relativa en condición saturada superficialmente seca.

$\boldsymbol{DR_A}$ Densidad relativa aparente.

- *Densidad secada en el horno*

$$D_{SH} = \frac{Dw*A}{(B+S-C)} \quad (11)$$

- *Densidad en condición saturada superficialmente seca*

$$D_{SS} = \frac{Dw*S}{(B+S-C)} \quad (12)$$

- *Densidad aparente*

$$D_A = \frac{Dw*A}{(B+A-C)} \quad (13)$$

Donde:

S Masa de la muestra saturada superficialmente seca (SSS).

$\boldsymbol{C}$ Masa del picnómetro + muestra + agua hasta la marca de calibración.

$\boldsymbol{B}$ Masa del picnómetro + agua hasta la marca.

A Masa de la muestra seca del horno (SH).

$\boldsymbol{D_w}$ Densidad del agua

$\boldsymbol{D_{SH}}$ Densidad relativa secada en el horno.

$\boldsymbol{D_{SS}}$ Densidad relativa en condición saturada superficialmente seca.

$\boldsymbol{D_A}$ Densidad relativa aparente.

- *Porcentaje de absorción*

$$Abs = \frac{(S-A)}{A} * 100 \quad (14)$$

Donde:

S Masa de la muestra saturada superficialmente seca (SSS).

A Masa de la muestra seca del horno (SH).

$\boldsymbol{Abs}$ Porcentaje de absorción**.**

A continuación, se presenta un gráfico que explora la relación entre la densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso y su porcentaje de absorción. Este análisis visual permitirá evaluar cómo varía la capacidad de absorción de agua del agregado en función de su densidad aparente:

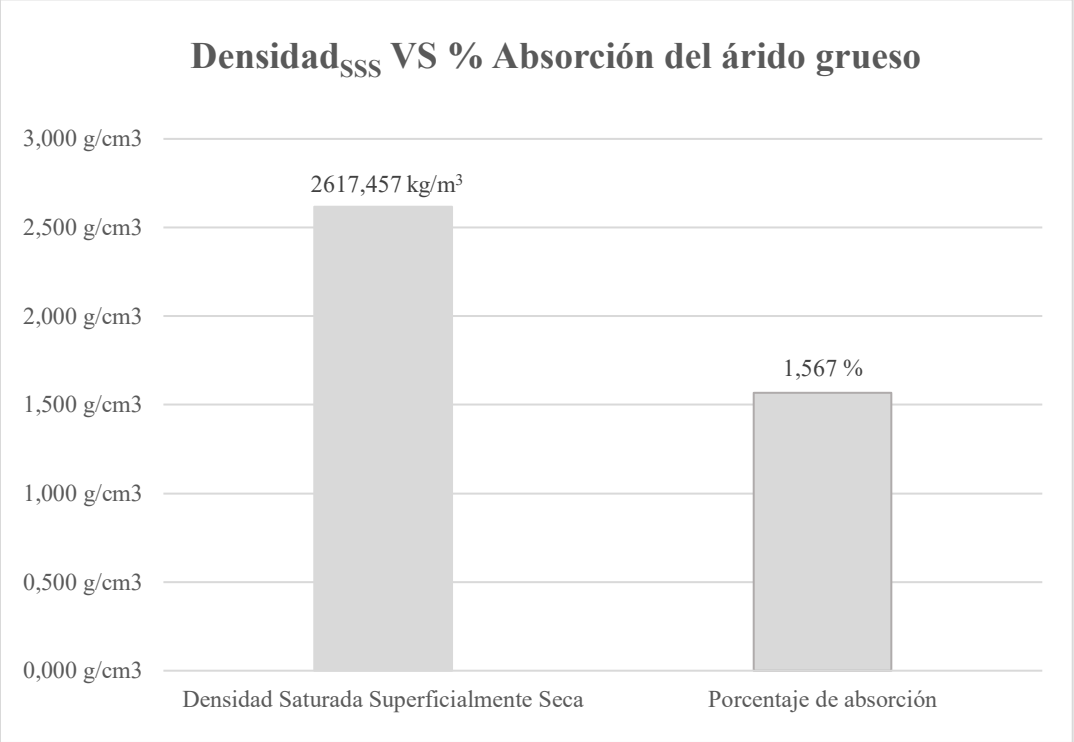


Fig. 4 Densidad Saturada Superficialmente Seca y Porcentaje de absorción del agregado grueso

Los resultados del análisis gravimétrico del agregado grueso indicaron una densidad saturada superficialmente seca de 2617,457 kg/m3, situándose dentro del rango aceptable de 2500 kg/m3 a 2700 kg/m3. Asimismo, en el porcentaje de absorción del agregado grueso se obtuvo un valor de 1,567 %, se encuentra dentro del intervalo de 0,2% a 2,50% [21].

TABLA XIV
RESUMEN DE LOS VALORES EN LAS DENSIDADES DEL AGREGADO GRUESO

Descripción	**Valor**	**Unidad**
Densidad relativa secada al horno	2,582	
Densidad relativa saturada superficialmente seca	2,622	
Densidad relativa aparente	2,690	
Densidad secada al horno	2577,068	kg/m^3
Densidad saturada superficialmente seca	2617,457	kg/m^3
Densidad aparente	2685,730	kg/m^3

Porcentaje de absorción del árido grueso	1,567	%

e) Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) de los agregados (NTE INEN 858)

$$\boldsymbol{Densidad\ aparente\ suelta/compactada} = \frac{M_m}{V_m} \quad (15)$$

Donde:

$\boldsymbol{M_m}$ Masa total de la muestra del agregado.

$\boldsymbol{V_m}$ Volumen total ocupado por la muestra del agregado.

- ***Agregado fino***

TABLA XV

DENSIDAD APARENTE Y COMPACTADA DEL AGREGADO FINO

Descripción	Valor	Unidad
Densidad aparente suelta del árido fino	1654,91	kg/m^3
Densidad aparente compactada del árido fino	1722,53	kg/m^3

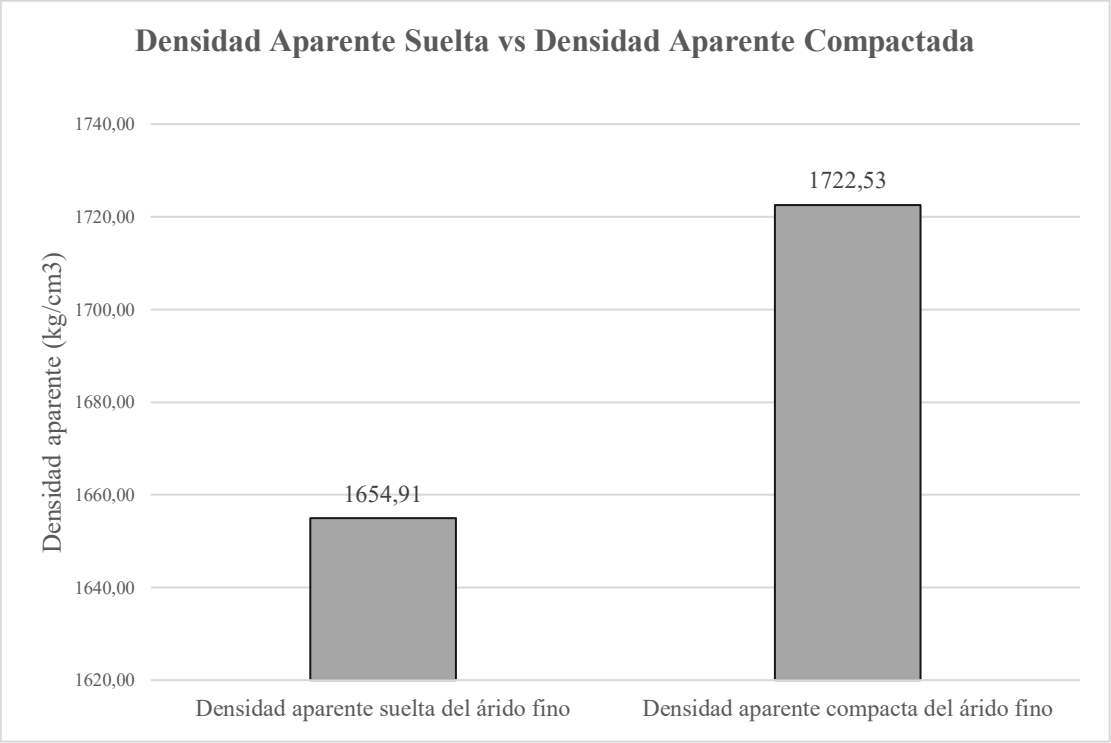


Fig. 5 Densidad aparente y compactada del agregado fino

El agregado fino utilizado en esta investigación, presentó un peso volumétrico suelto o densidad aparente suelto de 1654,91 kg/m^3 y un peso volumétrico compactada o densidad aparente compactada de 1722,53 kg/m^3, situándose dentro del rango establecido por la NTE INEN 694, ya que está dentro del rango de 1120 kg/m^3 y 1920 kg/m^3.

- *Agregado grueso*

TABLA XVI

DENSIDAD APARENTE Y COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO

Descripción	Valor	Unidad
Densidad aparente suelta del árido grueso	1429,75	kg/m^3
Densidad aparente compactada del árido grueso	1547,58	kg/m^3

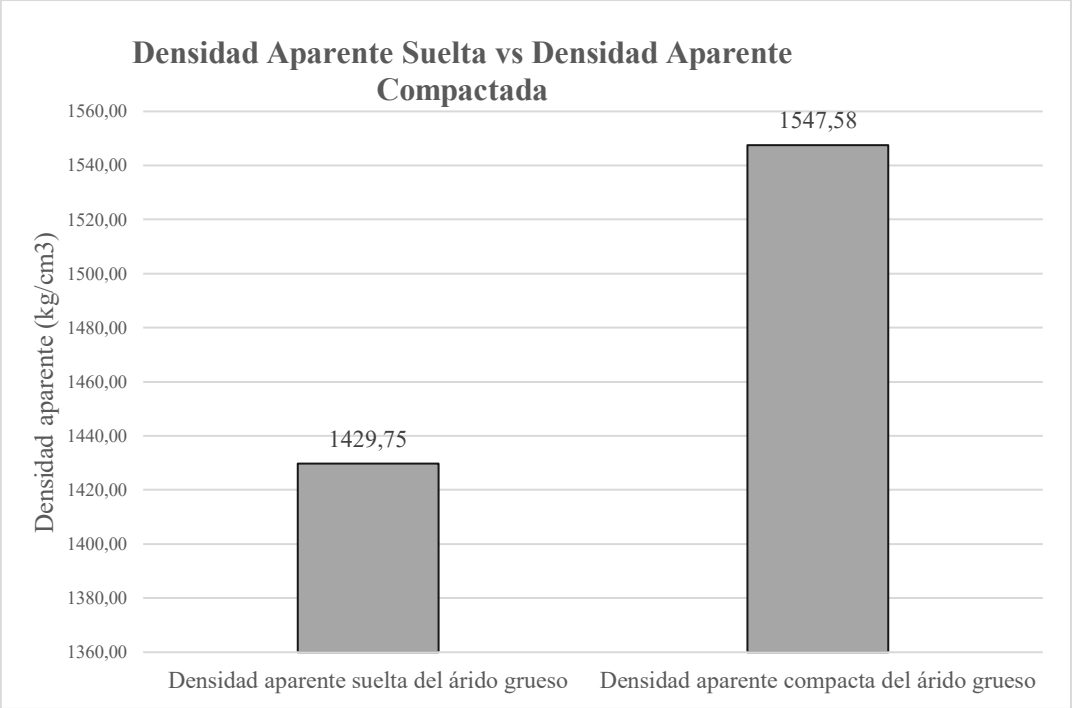


Fig. 6 Densidad Aparente Suelta vs Densidad Aparente Compacta de árido grueso

El agregado grueso utilizado en esta investigación, presentó un peso volumétrico suelto o densidad aparente suelta de 1429,75 kg/m^3 y un peso volumétrico compactada o densidad aparente compactada de 1547,58 kg/m^3, situándose dentro del rango establecido por la NTE INEN 694, al encontrarse dentro del rango de 1120 g/m^3 y 1920 g/m^3 [22].

f) Densidad aparente compactada de una mezcla (NTE INEN 858)

TABLA XVII

PESO VOLUMÉTRICO COMPACTADO DE LA MEZCLA

% Mezcla		Peso unitario mezcla (kg/m^3)	Peso unitario promedio (kg/m^3)
GRUESO	**FINO**		
100,00%	0,00%	1536,946	1539,409
		1541,872	
90,00%	10,00%	1639,409	1633,498
		1627,586	
80,00%	20,00%	1733,990	1719,704
		1705,419	
70,00%	30,00%	1807,882	1800,985
		1794,089	
60,00%	40,00%	1870,936	1878,818
		1886,700	
50,00%	50,00%	1894,581	1898,522
		1902,463	
40,00%	60,00%	1851,232	1863,054
		1874,877	

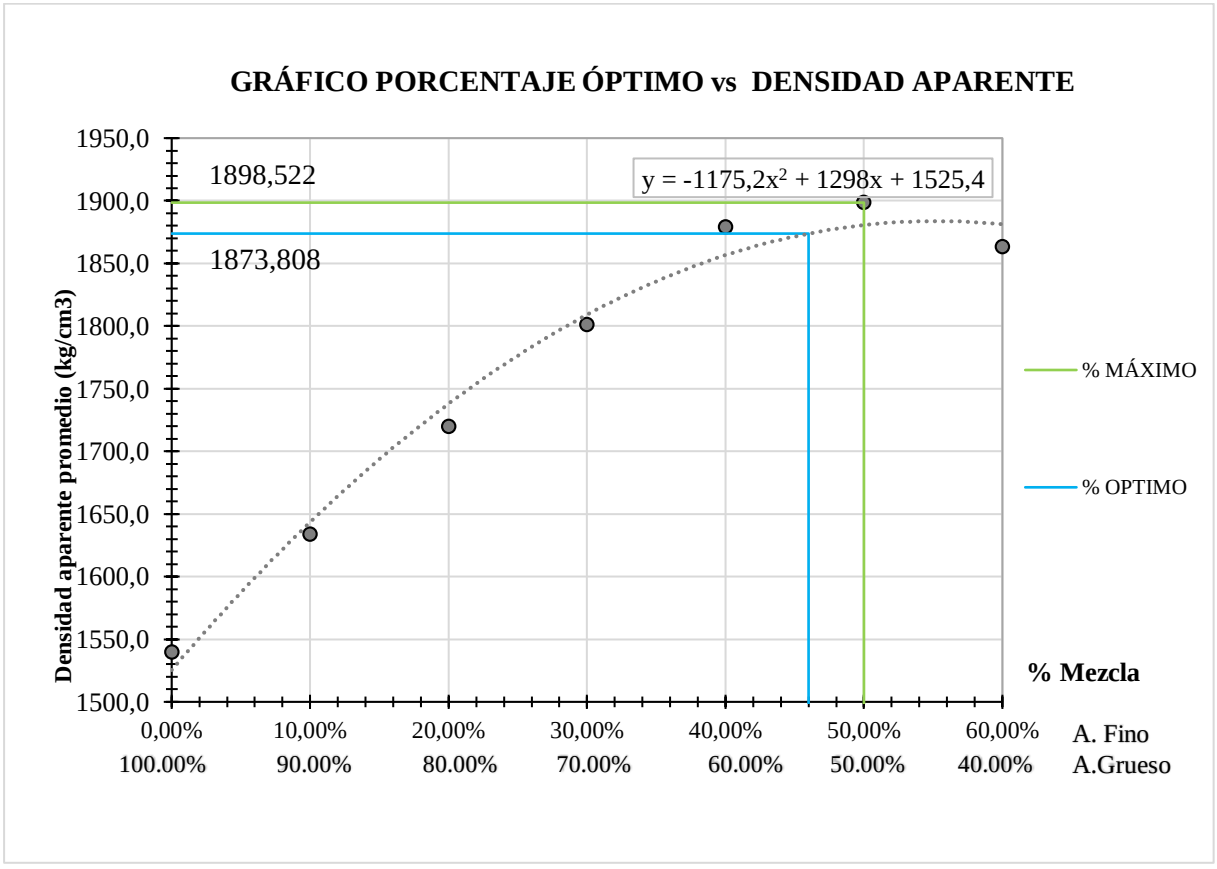


Fig. 7 Porcentaje Óptimo vs. Densidad Aparente de Mezcla

Porcentaje máximo de agregado fino (%)	50
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)	50
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)	46
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)	54
Peso unitario máximo (kg/m^3)	1898,522
Peso unitario óptimo (kg/m^3)	1873,808

De acuerdo a la gráfica presentada, el ensayo de la densidad aparente compactada de la mezcla, se obtuvieron los siguientes datos cruciales para la dosificación de una mezcla, donde el porcentaje óptimo del 46% y 64%, para el agregado fino y grueso, respectivamente. Asimismo, el peso unitario máximo y óptimo de la mezcla fue de 1898,52 kg/m3 y 1873,81 kg/m3 [22].

3) Dosificación

Para determinar la dosificación para un hormigón con resistencia a la compresión de 240 kg/cm^2 y un asentamiento de 6 a 9 cm, con su respectiva corrección de humedad, se empleó el método de la densidad óptima, donde es indispensable conocer su nomenclatura.

La TABLA XIX, indica la nomenclatura utilizada en el método de la densidad óptima.

TABLA XVIII

NOMENCLATURA PARA USAR EL MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA

Nomenclatura	
DRC	Densidad Real del Cemento
DRA	Densidad Real de la Arena
DRR	Densidad Real del Ripio
DSA	Densidad Suelta de la Arena
DSR	Densidad Suelta del Ripio
POA	Porcentaje Óptimo de Arena
POR	Porcentaje Óptimo de Ripio
DOM	Densidad Óptima de la Mezcla
W/C	Relación Agua Cemento
CP (%)	Cantidad de Pasta en %
DRM	Densidad Real de la Mezcla
POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos
CP	Cantidad de Pasta
C	Cantidad de Cemento
W	Cantidad de Agua
A	Cantidad de Arena
R	Cantidad de Ripio
VR	Volumen Requerido
VN	Volumen Necesario

Fuente: Trabajo de graduación previo a la obtención del título de ingeniero civil: Determinación de rotura y deflexión de vigas de hormigón [20]

A continuación, se detalla el proceso del Método de Densidad óptima:

- ***Cálculo de la densidad real del agregado (DRAg):***

$$\boldsymbol{DRAg} = \frac{(DRA*POA)+(DRR*POR)}{100} \quad (15)$$

- ***Porcentaje óptimo de vacíos (%OV):***

$$\boldsymbol{DRAg} = \frac{DRAg-DOMAg}{DRAg} * 100 \quad (16)$$

- ***Cantidad de pasta de cemento:***

El cálculo de la cantidad de pasta se determina en función del asentamiento requerido.

TABLA XIX

CANTIDAD DE PASTA SEGÚN ASENTAMIENTO REQUERIDO

Asentamiento (%)	**Cantidad de pasta (%)**
0 - 3	POV +2%+3% (POV)
3 - 6	POV +2%+6% (POV)
6 - 9	POV +2%+8% (POV)
9 - 12	POV +2%+11% (POV)
12 - 15	POV +2%+13% (POV)

- ***Relación agua / cemento (w/c):***

TABLA XX

RESISTENCIA EN FUNCIÓN DE RELACIÓN AGUA / CEMENTO

Resistencia a los 28 días (kg/cm^2)	**W/C**
450	0,37
420	0,4
400	0,42
350	0,47
320	0,51
300	0,52
280	0,53
250	0,56
240	0,57
210	0,58
180	0,62

150	0,7

Determinar la cantidad de cemento, agua, arena y ripio necesarios para obtener 1 m3 de hormigón:

- ***Cantidad de cemento (C):***

$$\boldsymbol{C} = \frac{C}{\frac{W}{C}+\frac{1}{DRC}} * 100 \quad (17)$$

- ***Cantidad de agua (W):***

$$\boldsymbol{W} = \frac{W}{C} * C \quad (18)$$

- ***Cantidad de arena (A):***

$$\boldsymbol{A} = (1000 - CP) * \frac{DRR-PO\ A}{100} \quad (19)$$

- ***Cantidad de grava (R):***

$$\boldsymbol{R} = (1000 - CP) * \frac{DRR-POR}{100} \quad (20)$$

- ***Dosificación al peso de los materiales:***

Una vez obtenidos los valores de cemento, agua, arena y ripio y considerando las condiciones de superficie superficialmente seca (SSS) de los agregados, se determinaron los factores necesarios para la dosificación.

- ***Dosificación del agua (W):***

$$Dosificación\ del\ agua = \frac{Cantidad\ de\ agua * 1m^3}{Cantidad\ de\ cemento}$$

- ***Dosificación del cemento (C):***

$$Dosificación\ del\ cemento = \frac{Cantidad\ de\ cemento * 1m^3}{Cantidad\ de\ cemento}$$

- ***Dosificación de la arena (A):***

$$Dosificación\ del\ arena = \frac{Cantidad\ de\ arena * 1m^3}{Cantidad\ de\ cemento}$$

- ***Dosificación del ripio (R):***

$$Dosificación\ del\ cemento = \frac{Cantidad\ del\ ripio * \ 1m^3}{Cantidad\ de\ cemento}$$

- ***Cantidad del material para 1 saco de cemento***

$$\boldsymbol{Cantidad\ (W, A, R)\ para\ 1\ saco} = \frac{Dosificación\ (W, A, R) * \ 50kg}{1}$$

- ***Contenido de humedad de los agregados (NTE INEN 862)***

$$\boldsymbol{Correción\ \ de\ arena} = Masa\ de\ arena * \frac{100 + \%humedad\ arena}{100 + \%absorción\ arena}$$

$$\boldsymbol{Correción\ \ del\ ripio} = Masa\ de\ grava * \frac{100 + \%humedad\ grava}{100 + \%absorción\ grava}$$

A continuación, se presenta la respectiva dosificación para obtener una resistencia de 240 kg/cm2, con su corrección de humedad.

TABLA XXI

DOSIFICACIÓN PARA 240 kg/cm2

DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	**CANTIDAD EN KG POR CADA M3 DE HORMIGÓN**	**DOSIFICACIÓN AL PESO**	**CANTIDAD EN KG PARA ENSAYO**
W	204,328	0,57	3,97
C	358,469	1	6,97
A	807,309	2,25	15,69
R	955,453	2,67	18,57
TOTAL	2325,558	**kg/m^3 Densidad del Hormigón**	

TABLA XXII

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Designación	GRAVA	ARENA
Contenido de Humedad	1,01 %	1,52 %

TABLA XXIII

CORRECIÓN POR HUMEDAD

MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD PARA CILINDROS DE ENSAYO	C.A	C.H	CORRECCIÓN		CANTIDAD PARA CILINDROS CORREGIDA	
			%	%	%	kg		
W	0,57	3,53	-	-	-	0,241	4,22	kg
C	1	6,18	-	-	-	-	6,97	kg
A	2,25	15,27	2,456	1,520	0,936	0,940	15,84	kg
R	2,92	18,57	1,567	1,010	0,557	0,557	18,67	kg

4) Propiedades del hormigón en estado fresco

a) Ensayo de Asentamiento (NTE INEN 1578)

Para llevar a cabo el ensayo de asentamiento, se emplearon las cantidades de material corregidas presentadas en la TABLA XXIV. Sin embargo, al realizar la mezcla con las cantidades especificadas, se observó que el asentamiento obtenido no se encontraba dentro del rango seleccionado que va de 6 a 9 cm. Por consiguiente, fue necesario incrementar de manera proporcional tanto la cantidad de agua como de cemento, manteniendo constante la relación agua/cemento de 0,57 con el fin de alcanzar el rango de asentamiento especificado.

TABLA XXIV

CANTIDADES FINALES DE LOS MATERIALES

MATERIAL	CANTIDAD EN Kg PARA ENSAYO
W	4,62
C	7,67
A	15,84
R	18,67

5) Ensayo a compresión (NTE INEN 1573):

TABLA XXV

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS

N° DE CILINDROS DE HORMIGÓN	CODIFICACIÓN	EDAD DEL HORMIGÓN (DÍAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm^2)	DESVIACIÓN ESTANDAR (kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (kg/cm^2)
1	C1	7	179,98	2,62	179,30
2	C2	7	181,51		
3	C3	7	176,41		
4	C4	14	205,31	5,62	206,43
5	C5	14	212,53		
6	C6	14	201,46		
7	C7	28	248,04	4,36	247,54
8	C8	28	251,63		
9	C9	28	242,95		

La resistencia promedio a la compresión a los 7 días de los cilindros fue de 179,30 kg/cm2, este valor se sitúa dentro del rango de 65% al 75%, según el criterio generalmente usado. En cambio, la resistencia promedio a la compresión a la edad de los 14 días de 206,43 kg/cm2, no se encuentra dentro del rango del 80% al 85%. Finalmente, la resistencia promedio a la compresión a la edad de los 28 días fue de 247,54 kg/cm2, sí se encuentra dentro del rango del 95% al 105%.

Por otro lado, se calculó la desviación estándar para evaluar la variabilidad de las resistencias a la compresión de los cilindros ensayados para los 7, 14 y 28 días. Esta medida estadística permite determinar qué tan dispersos están los datos en torno a la media de cada grupo que en este caso es la resistencia promedio a la compresión del hormigón. Al analizar los resultados obtenidos en los cilindros a los 14 días, se observó un valor superior de desviación estándar en comparación con las edades 7 y 28 días. Esto indica que los valores de resistencia a la compresión obtenidos para los especímenes de 14 días son más dispersos.

Una vez obtenidos los resultados experimentales de los ensayos de la resistencia a la compresión en los nueve cilindros de hormigón, a las edades de 7, 14 y 28 días, se procedió a validar del modelo de regresión lineal múltiple.

La TABLA XXVII presenta los valores de las variables predictoras utilizadas en el modelo de regresión lineal múltiple seleccionado:

TABLA XXVI

VALORES DE LAS VARIABLE PREDICTORAS

Codificación	Nombre de las variables preliminares	Valor	Unidad de medida
Edad_hormigón	Edad del hormigón	7 – 14 – 28	Días
Asentamiento	Asentamiento	6,30	cm
Mod_fin_af	Módulo de finura del agregado fino	2,2247	-
TM_af	Tamaño máximo del agregado fino	0,375	in
DAC_af	Densidad aparente compacta del agregado fino	1722,53	kg/m^3
TM_ag	Tamaño máximo del agregado grueso	1,50	in
DAS_ag	Densidad aparente suelta del agregado grueso	1429,75	kg/m^3
DAC_ag	Densidad aparente compacta del agregado grueso	1547,58	kg/m^3
Porcent_absor_ag	Porcentaje de absorción del agregado grueso	1,876	%
Porcent_opt_arena	Porcentaje óptimo de la arena	46	%
Porcent_opt_grava	Porcentaje óptimo de la grava	54	%
DO_mezcla	Densidad óptima de la mezcla	1873,81	kg/m^3
Agua	Cantidad de agua	204,328	kg

TABLA XXVII

PREDICCIÓN DE *f'c* MEDIANTE EL MODELO RLM PARA LOS 7,14 Y 28 DÍAS

EDAD DEL HORMIGÓN (Días)	**PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN MEDIANTE EL MODELO RLM (kg/cm^2)**
7	157,42
14	179,99
28	225,13

A continuación, se presenta una tabla comparativa en la cual se enlistan los valores de la resistencia a la compresión promedio en las tres edades evaluadas, obtenidas en el laboratorio y las generadas con el modelo de regresión lineal múltiple propuesto. Adicionalmente, se incorporó un rango de tolerancia del modelo, utilizando la métrica RMSE = ± 20,195 kg/cm2, el cual indica que las predicciones del modelo se consideran aceptable si se encuentra dentro de este margen de error.

TABLA XXVIII

TOLERANCIA Y ERROR ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL HORMIGÓN OBTENIDA EN EL LABORATORIO Y MODELO RLM

EDAD (Días)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN OBTENIDA EN EL LABORATORIO (kg/cm^2)	PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MEDIANTE EL MODELO RLM (kg/cm^2)	TOLERANCIA DEL MODELO		ERROR REAL	
			INFERIOR (kg/cm^2)	SUPERIOR (kg/cm^2)	RMSE (kg/cm^2)	MAPE (%)
7	179,30	162,2	142,03	182,42	22,148	10,000
14	206,43	180,0	159,80	200,19		
28	247,54	225,1	204,94	245,33		

Al comparar los valores de la resistencia a la compresión obtenidos experimentalmente con las predicciones del modelo RLM, se observó que únicamente los resultados correspondientes a la edad de 7 días se encontraban dentro del rango de tolerancia establecido por la métrica RMSE a diferencia de las demás edades.

Además, el error real obtenido en la etapa de validación mediante las métricas RMSE y MAPE es igual a 22,148 kg/cm2 y 10 %, respectivamente. Al contrastar los resultados de la etapa de testeo y validación, se observó que en la etapa de testeo se obtuvieron métricas con mejores resultados en comparación a la etapa de validación. Esta diferencia se explica por la cantidad de datos utilizados en cada etapa: en la primera etapa (testeo) se emplearon 35 datos, en cambio, en la etapa segunda etapa (validación) se utilizaron únicamente 3 datos. Por lo tanto, un conjunto de datos reducido o muestra pequeña resulta ineficiente para obtener resultados estadísticamente significativos en la validación de un modelo.

En su estudio, Kumar et al. [29], reportaron un valor de MAPE de 13.204 % en su modelo de regresión lineal múltiple. En cambio, el modelo de regresión lineal múltiple propuesto en esta investigación demostró una precisión en la predicción de la resistencia a la compresión del hormigón simple, en la etapa de testeo del 7% y en la etapa de validación del 10%, considerándose mejor ya que tiene un porcentaje de error inferior.

Alabi et al. [5] reportaron un RMSE de 290.4370 kg/cm^2 en el modelo de regresión lineal múltiple propuesto. En contraste, el modelo de regresión lineal múltiple desarrollado en esta investigación arrojó un valor menor de RMSE igual a 22,148 kg/cm^2. Este resultado de igual manera indica que el modelo predictivo propuesto presenta una mayor precisión en sus predicciones, al presentar un error cuadrático medio menor.

I. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS:

- **H0:** No hay variables que explican el comportamiento de la resistencia a la compresión del hormigón simple**.**
- **H1:** Hay variables que explican el comportamiento de la resistencia a la compresión del hormigón simple.

B. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la validación de la hipótesis, se empleó un método estadístico que evalúa la significancia estadística de cada variable independiente o predictora en el modelo de regresión lineal múltiple. El análisis de varianzas de coeficientes del modelo RLM se lo realizó en el software libre R y su interfaz RStudio versión 4.4.2; considerando la hipótesis nula y alterna, descrita anteriormente.

Para esto, se definió una regla de decisión con un valor de significancia del 10%, la cual se detalla a continuación:

- Si $p < 0.10$, se rechaza la hipótesis nula (H0); no hay variables que explican el comportamiento de la resistencia a la compresión del hormigón simple.
- Si $p > 0.10$, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula (H0).

Para la construcción del modelo de regresión lineal múltiple, el software libre R y su interfaz RStudio versión 4.4.2 arrojó los coeficientes de cada variable independiente, además, evaluó la significancia estadística de cada variable expresado de la siguiente forma “Pr(>| t |)” presentada en la TABLA XXX.

TABLA XXIX

ANÁLISIS DE VARIANZAS DE COEFICIENTES DE LAS VARIABLES MODELO RLM

Cofficients	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
(Intercept)	450,215350	254,159130	-1,771000	0,078839
Asentamiento	-4,274130	1,266040	-3,376000	0,000970
Modulo_finura_af	-17,304120	6,707070	-2,580000	0,010892
TM_af	-79,762730	21,199460	-3,762000	0,000253
DAC_AF	-0,069800	0,017480	-2,826000	0,005452
TM_ag	0,110180	4,595510	-3,333000	0,001121
DAS_ag	21,900000	0,022790	-3,063000	0,002663
DAC_ag	0,110180	0,025380	4,342000	2,85E-05
Porcen_absor_ag	21,900710	1,681180	13,027000	2,00E-16
Porcen_opt_arena	469,231540	248,903550	1,885000	0,061636

Porcen_opt_grava	569,528590	254,620200	2,237000	0,027005
DO_mezcla	0,033030	0,015480	2,134000	0,034742
Agua	0,482340	0,109600	4,401000	2,23E-05
Edad	3,224200	0,191600	16,828000	2,00E-16
Multiple R-squared:	0,8122	**Adjusted R-squared:**		0,7934
p-valued	2,2E-16			

Se analizó el p-valor para cada una de las variables independientes, donde se observó que todas las variables presentaron p-valores inferiores al nivel de significancia preestablecido (alfa = 0.1) en la regla preliminarmente mencionada. Esto permitió rechazar la hipótesis de nulidad de parámetros (H_0), la cual planteaba que ninguna de las variables explica el comportamiento de la resistencia compresión del hormigón. Por lo tanto, se concluyó que todas las variables incluidas en el modelo de regresión lineal múltiple son estadísticamente significativas para el modelo propuesto.

CAPITULO IV. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

1) Del análisis general del modelo, se determinó que existen 13 variables predictoras que resultaron estadísticamente significativas para el modelo, con un nivel de confianza del 90%. El análisis de correlación reveló que la variable independiente "Edad_hormigon", fue la única variable que mostró un coeficiente de determinación R^2 igual a 0,648 considerado como alto.
2) La evaluación de la capacidad predictiva del modelo de regresión lineal múltiple mediante las métricas R^2 ajustado, RMSE y MAPE, presentaron valores de 0.7945, 20.195 kg/cm2 y 7.17%, respectivamente, resultando valores inferiores a los presentados en otros estudios.
3) La etapa de validación, el modelo de regresión lineal múltiple para las edades de 7,14 y 28 días presentó un MAPE del 10% y un RMSE igual a ± 22,148 kg/cm2. Determinándose finalmente que el modelo genera predicciones aceptables.

II. RECOMENDACIONES

1) Se recomienda explorar modelos más complejos o modelos de aprendizaje autónomo para predecir la resistencia a la compresión del hormigón simple y obtener resultados con valores de error MAPE inferiores al 7%.
2) Se recomienda construir una base de datos con un mayor número de datos para entrenar en modelos de aprendizaje automático.
3) Se recomienda investigar otro tipo de variables que no se consideraron en esta investigación como las propiedades mecánicas del hormigón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L. L. Consuegra and C. R. García, "Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón . Estado del arte compresión del hormigón . Estado del arte," vol. 16, 2022.

[2] M. J. R. M. y T. R. A. Ángel Francisco Nistal Cordero, "El hormigón: historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia.," p. 16, 2012.

[3] Instituto ecuatoriano de normalización, "Estructuras de hormigón armado".

[4] C. Luis Felipe Contreras, David Mayorga-Amaguaya, Gabriela Peñafiel-Valla and Navarro-Peñaherrera, "Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón tradicional y el preparado con escombros de hormigón," *Rev. Investig. Y Desarro. Univ. Técnica Ambato*, 2024.

[5] S. A. Alabi and J. Mahachi, "Utilizing artificial neural network and multiple linear regression to model the compressive strength of recycled geopolymer concrete," *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 14, no. 4, pp. 43–56, 2022, doi: 10.30880/ijie.2022.14.04.005.

[6] A. Iqtidar, N. B. Khan, S. Kashif-ur-rehman, and M. F. Javed, "Prediction of Compressive Strength of Rice Husk Ash Concrete," pp. 1–23, 2021.

[7] A. G. Y. Alvarado, "Modelos predictivos de la resistencia del hormigón mediante estadística y redes neuronales artificiales.," 2022.

[8] E. S. Bakhoum, A. Amir, F. Osama, and M. Adel, "Prediction model for the compressive strength of green concrete using cement kiln dust and fly ash," *Sci. Rep.*, pp. 1–14, 2023, doi: 10.1038/s41598-023-28868-7.

[9] J. C. Avendaño, "Modelos predictivos aplicados a la resistencia a compresión del hormigón de un proyecto hidroeléctrico en Ecuador," 2020.

[10] W. S. Viliam Taiyun, "No R package 'corrplot.'" 2024. [Online]. Available: https://github.com/taiyun/corrplot

[11] J. B. and W. C. and L. D. M. and R. F. and G. G. and A. H. and L. H. and J. H. and M. K. and T. L. P. and E. M. and S. M. B. and K. M. and J. Hadley, Wickham, Mara Averick, "Welcome to the tidyverse." 2019. doi: 10.21105/joss.01686.

[12] S. Barret, "Extension to 'ggplot2.'" 2024. [Online]. Available: https://cran.r-project.org/package=GGally

[13] W. Hadley, "ggplot2: Elegant graphics for data analysis." Springer-Verlag New York, 2016. [Online]. Available: https://ggplot2.tidyverse.org/

[14] B. Hadley, Wickham. Jennifer, "readxl: Read excel files." 2023. [Online]. Available: https://cran.r-project.org/package=readxl

[15] J.-L. Fernández-Hernández, P. Herranz-Hernández, and L. Segovia-Torres, "Validación cruzada sobre una misma muestra: una práctica sin fundamento," *R.E.M.A. Rev. electrónica Metodol. Apl.*, vol. 24, no. 1, pp. 38–40, 2022, doi: 10.17811/rema.24.1.2022.38-40.

[16] Norma técnica ecuatoriana, "Áridos. Muestreo," 2010.

[17] Norma técnica ecuatoriana, “Áridos. Reducción de muestras a tamaño de ensayo.,” 2010.

[18] Norma técnica ecuatoriana, “Cemento hidráulico. Determinación de la densidad.,” 2010.

[19] Norma técnica ecuatoriana, “Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.,” 2011.

[20] Norma técnica ecuatoriana, “Áridos para hormigón. Requisitos.,” 2010.

[21] Norma técnica ecuatoriana, “Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso,” 2010.

[22] Norma tecnica ecuatoriana, “Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos,” 2010.

[23] Norma técnica ecuatoriana, “Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad,” 2010.

[24] Norma técnica ecuatoriana, “Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento.,” 2010.

[25] American concrete institute, “Requisitos de reglamento para concreto estructural.”

[26] Norma técnica ecuatoriana, “Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.,” 2010.

[27] Norma técnica ecuatoriana, “Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo,” 2011.

[28] I. ecuatoriano de Normalización, “Cámaras de curado, gabinetes húmedos, tanques para almacenamiento en agua y cuartos para elaborar mezclas, utilizados en ensayos de cemento hidráulico y hormigón. Requisitos,” 2010.

[29] A. Kumar, “Performance comparison of machine learning models for concrete compressive strength prediction,” 2024.

Anexos

ANEXO 1:
FORMATO INICIAL DE LA BASE DE DATOS PARA RECOPILAR INFORMACIÓN

										AGREGADO FINO							AGREGADO GRUESO						MEZCLA DE AGREGADOS				CANTIDADES DE MATERIALES - 1 M3				CANTIDADES CORREGIDAS DE MATERIALES PARA ENSAYO				EDAD DE ENSAYO (dias)	f'c (kg/cm²)
N°	TÍTULO	AUTOR	LINK	MÉTODO	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm²)	ASENTAMIENTO (cm)	TIPO DE CEMENTO	DENSIDAD DEL CEMENTO (g/cm3)	MÓDULO DE FINURA	TAMAÑO MÁXIMO (cm)	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO (cm)	DENSIDAD APARENTE SUELTA (kg/cm³)	DENSIDAD APARENTE COMPACTA (kg/cm³)	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	TAMAÑO MÁXIMO (cm)	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO (cm)	DENSIDAD APARENTE SUELTA (kg/cm³)	DENSIDAD APARENTE COMPACTA (kg/cm³)	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	% ÓPTIMO DE ARENA	% ÓPTIMA DE GRAVA	DENSIDAD ÓPTIMA (kg/cm³)	DENSIDAD MÁXIMA (kg/cm³)	AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ARENA (kg)	GRAVA (kg)	AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ARENA (kg)	GRAVA (kg)		
1																																				
2																																				
3																																				
4																																				
5																																				
6																																				
7																																				
8																																				
9																																				
10																																				
11																																				
12																																				
13																																				
14																																				
15																																				
16																																				
17																																				
18																																				
19																																				
20																																				
21																																				
22																																				
23																																				
24																																				
25																																				
26																																				
27																																				
28																																				
29																																				
30																																				
31																																				
32																																				
33																																				
34																																				
35																																				
36																																				
37																																				
38																																				
39																																				
40																																				
41																																				
42																																				
43																																				
44																																				
45																																				
46																																				
47																																				
48																																				
49																																				
50																																				
51																																				
52																																				
53																																				
54																																				
55																																				
56																																				
57																																				

ANEXO 2:
RECOPILACIÓN DE DATOS EN LA BASE DE DATOS INICIAL

										AGREGADO FINO							AGREGADO GRUESO						MEZCLA DE AGREGADOS				CANTIDADES DE MATERIALES - 1 M3				CANTIDADES CORREGIDAS DE MATERIALES PARA ENSAYO					
N°	TÍTULO	AUTOR	LINK	MÉTODO	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm²)	ASENTAMIENTO (cm)	TIPO DE CEMENTO	DENSIDAD DEL CEMENTO (kg/cm3)	MÓDULO DE FINURA	TAMAÑO MÁXIMO (cm)	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO (cm)	DENSIDAD APARENTE SUELTA (kg/cm³)	DENSIDAD APARENTE COMPACTA (kg/cm³)	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	TAMAÑO MÁXIMO	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO (cm)	DENSIDAD APARENTE SUELTA (kg/cm³)	DENSIDAD APARENTE COMPACTA (kg/cm³)	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	% ÓPTIMO DE ARENA	% ÓPTIMA DE GRAVA	DENSIDAD ÓPTIMA (kg/cm³)	DENSIDAD MÁXIMA (kg/cm³)	AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ARENA (kg)	GRAVA (kg)	AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ARENA (kg)	GRAVA (kg)	EDAD DE ENSAYO (dias)	f'c (kg/cm²)
1	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL, CON HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)"	Oscar Vinicio Coyasamín Maldonado	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23482/1/Tesis%201024%20-%20Coyasam%c3%adn%20Maldonado%20Oscar%20Vinicio.pdf	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador (Densidad Optima de la Mezcla	23,53	240,00	7,50	Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	-
					23,53	240,00	7,50	Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	208,33
					23,53	240,00	7,50	Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	251,73
2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DELHORMIGÓN COMÚN CON EL HORMIGÓN ADICIONADO FIBRAS DE NYLON, UTILIZANDO AGREGADOS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE PASTAZA	NÚÑEZ MENESES JOHANA LIZBETH	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23483/1/Tesis%201025%20-%20N%c3%ba%c3%blez%20Meneses%20Johana%20Lizbeth.pdf	Método de la Densidad Óptima	21,00	214,14	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	7	138,68
					21,00	214,14	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	14	-
					21,00	214,14	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	28	208,19
3	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PESO Y RESISTENCIA DEL HORMIGÓN TRADICIONAL CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DE LA PALMA AFRICANA COMO MATERIAL ALTERNATIVO DEL AGREGADO GRUESO	FÉLIX AGUSTÍN HERRERA MAZÓN	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24182/1/Tesis%201061%20-%20Herrera%20Maz%c3%b3n%20F%c3%a9lix%20Agust%c3%adn.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7	155,81
					20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14	171,18
					20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28	211,8
4	COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN SIMPLE Y EL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO	Carlos Alberto Tisalema Tasigchana	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37514/1/Tesis%20I.C.%201710%20-%20Tisalema%20Tasigchana%20Carlos%20Alberto.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7	146,81
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14	172,86
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28	196,7
5	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN ENTRE EL HORMIGÓN TRADICIONAL Y HORMIGÓN ADICIONADO CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)	CARLOS EDUARDO HARO MOLINA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23636/1/Tesis%201035%20-%20Haro%20Molina%20Carlos%20Eduardo.pdf	Método De Dosificación De Laboratorio De La Universidad Central (Densidad Óptima)	23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	210
6	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL HORMIGÓN SIMPLE Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS COMO REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Alexis Sebastián León Merino	file:///C:/Users/ALISSON%20GATIA/Downloads/Tesis%20I.C.%201732%20-%20Leon%20Merino%20Alexis%20Sebastian.pdf	Método de la densidad óptima	20,50	210,00	6,00	TIPO IP (SELVA ALEGRE)	0,00286	2,67	0.9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	7	154,09
					20,50	210,00	6,00	TIPO IP (SELVA ALEGRE)	0,00286	2,67	0.9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	14	205,25
					20,50	210,00	6,00	TIPO IP (SELVA ALEGRE)	0,00286	2,67	0.9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	28	216,71
7	ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE CON REEMPLAZO PARCIAL DE PUZOLANAS OBTENIDA DE LA CALCINACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ	Wilson Mauricio Núñez Arellano	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41001/1/Tesis%20I.C.%201871%20-%20Nu%c3%blez%20Arellano%20Wilson%20Mauricio.pdf	Método de la densidad óptima	23,68	240,00	7,40	Selvalegre Tipo IP	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	7	158,36
					23,68	240,00	7,40	Selvalegre Tipo IP	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	14	200,48
					23,68	240,00	7,40	Selvalegre Tipo IP	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	28	246
8	Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera de San Antonio y cemento Holcim tipo GU	Mestanza Guamancuri José Luis	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cff185dd-fbf9-4d92-8f4f-30ee804e6f17/content	Método de la densidad óptima	23,68	240,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00276	3,36	0.9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	7	166,83
					23,68	240,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00276	3,36	0.9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	14	199,04
					23,68	240,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00276	3,36	0.9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	28	244,91
9	CARACTERIZACIÓN DEL MÓDULO ESTÁTICO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN A PARTIR DE PRUEBAS A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS CILÍNDRICAS CON DIFERENTES AGREGADOS DEL CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA	PAUCAR PAUCAR MAYRA ALEXANDRA SACASARI LUZPA GRACE STEPHANIE	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/afb67223-e243-4645-910b-3d19fb39b366/content	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador	28,00	285,52	3,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,76	0.9525	0,4760	0,00155	0,00168	3,980	1,13	5.08	3,81	0,00171	0,00184	1,01	4,75	0,26	0,74	0,00172	0,00173	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	7	219,64
					28,00	285,52	3,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,76	0.9525	0,4760	0,00155	0,00168	3,980	1,13	5.08	3,81	0,00171	0,00184	1,01	4,75	0,26	0,74	0,00172	0,00173	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	14	267,07
					28,00	285,52	3,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,76	0.9525	0,4760	0,00155	0,00168	3,980	1,13	5.08	3,81	0,00171	0,00184	1,01	4,75	0,26	0,74	0,00172	0,00173	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	28	345,84

10	CARACTERIZACIÓN DEL MÓDULO ESTÁTICO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN A PARTIR DE PRUEBAS A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS CILÍNDRICAS CON DIFERENTES AGREGADOS DEL CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA	PAUCAR PAUCAR MAYRA ALEXANDRA SACASARI LUZPA GRACE STEPHANIE	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/afb67223-e243-4645-910b-3d19fb39b366/content	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador	28,00	285,52	5,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,44	0.476	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	7	214,21
					28,00	285,52	5,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,44	0.476	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	14	270,80
					28,00	285,52	5,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,44	0.476	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	28	305,56
11	CARACTERIZACIÓN DEL MÓDULO ESTÁTICO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN A PARTIR DE PRUEBAS A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS CILÍNDRICAS CON DIFERENTES AGREGADOS DEL CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA	PAUCAR PAUCAR MAYRA ALEXANDRA SACASARI LUZPA GRACE STEPHANIE	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/afb67223-e243-4645-910b-3d19fb39b366/content	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador (Densidad Optima de la Mezcla	28,00	285,52	3,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,98	0.9525	0,4760	0,00160	0,00170	0,730	3,02	1,90	1,90	0,00174	0,00188	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	7	204,92
					28,00	285,52	3,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,98	0.9525	0,4760	0,00160	0,00170	0,730	3,02	1,90	1,90	0,00174	0,00188	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	14	272,11
					28,00	285,52	3,00	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,98	0.9525	0,4760	0,00160	0,00170	0,730	3,02	1,90	1,90	0,00174	0,00188	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	28	326,68
12	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DELHORMIGÓN ELABORADO CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO	CANDO LARA LUIS FERNANDO	file:///C:/Users/ALISSON%20GATIA/Downloads/T-UCE-0011-257-2.pdf	Método de la Densidad Óptima	24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU	0,00292	2,83	0,9500	0,4760	0,00141	0,00156	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00144	0,00155	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7	172,55
					24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU	0,00292	2,83	0,9500	0,4760	0,00141	0,00156	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00144	0,00155	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14	204,67
					24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU	0,00292	2,83	0,9500	0,4760	0,00141	0,00156	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00144	0,00155	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28	241,02
13	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA Y DEFLEXIONES ENVIGAS DE HORMIGÓN, EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c = 28 MPa), FABRICADO CON CEMENTO LAFARGE Y MATERIALES PROCEDENTES DE LA CANTERA DEL RÍO ÁNZU, CANTÓN TENA, PROVINCIA DEL NAPO	YUCATO LLUMIQUINGA EDGAR ROLANDO	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/lbd6dcff-e8aa-429c-a8c6-14e74316d658/content	Método de la Densidad Óptima	28,00	285,52	4,00	(SELVALEGRE) PLUS	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7	155,81
					28,00	285,52	4,00	(SELVALEGRE) PLUS	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14	171,18
					28,00	285,52	4,00	(SELVALEGRE) PLUS	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28	211,80
14	COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN SIMPLE Y EL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO	Carlos Alberto Tisalema Tasigchana	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37514/1/Tesis%20I.C.%201710%20-%20Tisalema%20Tasigchana%20Carlos%20Albe	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7	146,81
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14	172,86
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28	196,70
15	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN ENTRE EL HORMIGÓN TRADICIONAL Y HORMIGÓN ADICIONADO CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)	EDUARDO MOLINA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23636/1/Tesis%201035%20-%20Haro%20Molina%20Carlos%20Eduardo.pdf	Método De Dosificación De Laboratorio De La Universidad Central (Densidad Óptima)	23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	210,00
16	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN AÑADIDO METACAOLÍN COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO, UTILIZANDO LOS AGREGADOS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.	RODRÍGUEZ GUEVARA ROBERTO CARLOS	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23634/1/Tesis%201033%20-%20Rodr%c3%adguez%20Guevara%20Roberto%20Carlos.pdf	Métodos de las Densidades Óptimas	20,50	210,00	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0.9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	2,54	1,27	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	7	139,96
					20,50	210,00	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0.9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	2,54	1,27	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	14	174,20
					20,50	210,00	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0.9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	2,54	1,27	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	28	214,96
17	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y SU INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	MILLÁN CASTILLO MARÍA FERNANDA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6029/1/Tesis%20744%20-%20Mill%c3%aln%20Castillo%20Mar%c3%ada%20Fernanda%20.pdf	Método de la Universidad Central del Ecuador	20,50	210,00	7,50	Cemento TIPO IP	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5.08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1.22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	202,60	326,77	629,85	1125,32	202,60	326,77	629,85	1125,32	7	150,24
					20,50	210,00	7,50	Cemento TIPO IP	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5.08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1.22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	202,60	326,77	629,85	1125,32	202,60	326,77	629,85	1125,32	14	-
					20,50	210,00	7,50	Cemento TIPO IP	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5.08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1.22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	202,60	326,77	629,85	1125,32	202,60	326,77	629,85	1125,32	28	-
18	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y SU INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	MILLÁN CASTILLO MARÍA FERNANDA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6029/1/Tesis%20744%20-%20Mill%c3%aln%20Castillo%20Mar%c3%ada%20Fernanda%20.pdf	Método de la Universidad Central del Ecuador	23,50	240,00	7,50	Cemento TIPO IP	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5.08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1.22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	199,09	337,45	629,85	1125,32	199,09	337,45	629,85	1125,32	7	171,99
					23,50	240,00	7,50	Cemento TIPO IP	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5.08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1.22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	199,09	337,45	629,85	1125,32	199,09	337,45	629,85	1125,32	14	-
					23,50	240,00	7,50	Cemento TIPO IP	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5.08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1.22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	199,09	337,45	629,85	1125,32	199,09	337,45	629,85	1125,32	28	-

19	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN REFORZADO CONFIBRAS DE ACERO Y SU INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	SILVA TIPANTASIG LENIN GABRIEL	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8337/1/Tesis%20828%20-%20Silva%20Tipantasig%20Len%c3%adn%20Gabriel.pdf	Método de la Densidad Máxima	20,50	210,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00271	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,47	0,53	0,00190	0,00191	186,14	320,93	840,83	957,02	186,14	320,93	840,83	957,02	7	139,84
					20,50	210,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00271	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,47	0,53	0,00190	0,00191	186,14	320,93	840,83	957,02	186,14	320,93	840,83	957,02	14	-
					20,50	210,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00271	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,47	0,53	0,00190	0,00191	186,14	320,93	840,83	957,02	186,14	320,93	840,83	957,02	28	-
20	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN REFORZADO CONFIBRAS DE ACERO Y SU INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	SILVA TIPANTASIG LENIN GABRIEL	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8337/1/Tesis%20828%20-%20Silva%20Tipantasig%20Len%c3%adn%20Gabriel.pdf	Método de la Densidad Máxima	23.5	240,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00271	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	7	160,59
					23.5	240,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00271	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	14	-
					23.5	240,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00271	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	28	-
21	ELABORACIÓN DE CONCRETO CON ADICIÓN DE BAGAZO DE CAFÉ PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA	Andrea Nicole Amancha Zamora	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/42107/1/Tesis%20I.C.%201913%20-%20Amancha%20Zamora%20Andrea%20Nicole.pdf	DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL	23,53	240,00	7,50	Selva Alegre - Tipo GU	0,00295	2,76	0,9500	0,2360	0,00145	0,00149	0,000	2,26	2,54	1,90	0,00125	0,00136	0,00	2,26	0,36	0,64	0,00185	0,00186	221,78	396,03	610,24	1077,05	221,78	396,03	610,24	1077,05	7	157,69
					23,53	240,00	7,50	Selva Alegre - Tipo GU	0,00295	2,76	0,9500	0,2360	0,00145	0,00149	0,000	2,26	2,54	1,90	0,00125	0,00136	0,00	2,26	0,36	0,64	0,00185	0,00186	221,78	396,03	610,24	1077,05	221,78	396,03	610,24	1077,05	14	-
					23,53	240,00	7,50	Selva Alegre - Tipo GU	0,00295	2,76	0,9500	0,2360	0,00145	0,00149	0,000	2,26	2,54	1,90	0,00125	0,00136	0,00	2,26	0,36	0,64	0,00185	0,00186	221,78	396,03	610,24	1077,05	221,78	396,03	610,24	1077,05	28	-
22	Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión	ROJAS TORRES ANGEL MODESTO	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/17066/1/Tesis%20945%20-%20Rojas%20Torres%20%c3%81ngel%20Modesto.pdf	DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL	21,00	210,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00300	2,89	0,9500	0,2360	0,00134	0,00149	1,990	1,12	5,08	3,81	0,00139	0,00154	0,22	0,77	0,36	0,64	0,00184	0,00195	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	7	155,93
					21,00	210,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00300	2,89	0,9500	0,2360	0,00134	0,00149	1,990	1,12	5,08	3,81	0,00139	0,00154	0,22	0,77	0,36	0,64	0,00184	0,00195	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	14	191,27
					21,00	210,00	6,00	Holcim Rocafuerte	0,00300	2,89	0,9500	0,2360	0,00134	0,00149	1,990	1,12	5,08	3,81	0,00139	0,00154	0,22	0,77	0,36	0,64	0,00184	0,00195	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	28	215,53
23	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DELHORMIGÓN AL REEMPLAZAR PARCIALMENTE E AGREGADO FINO POR ESCORIA SIDERÚRGICA DE HORNO ELÉCTRICO	LAICA FERNÁNDEZ DARÍO JAVIER	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28769/1/Tesis%20126%20-%20Laica%20Fern%c3%a1ndez%20Dar%c3%ado%20Javier.pdf	Método de la Universidad Central "Densidad Óptima"	23,50	240,00	3,60	Holcim Rocafuerte GU	0,00284	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	7	155,81
					23,50	240,00	3,60	Holcim Rocafuerte GU	0,00284	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	14	208,36
					23,50	240,00	3,60	Holcim Rocafuerte GU	0,00284	2,49	0.9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5.08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	28	272,61
24	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN AL SUSTITUIR PARCIALMENTE EL CEMENTO HIDRÁULICO TIPO GU POR CENIZA VOLCÁNICA	Ángela Geomayra Sánchez Muñoz	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35974/1/Tesis%20I.C.%201610%20-%20Sanchez%20Mu%c3%b1oz%20Angela%20Geomayra.pdf	Método de la Densidad Óptima	23,50	240,00	6,00	Hidráulico tipo GU	0,00286	2,43	0,9500	0,2380	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00161	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	7	186,61
					23,50	240,00	6,00	Hidráulico tipo GU	0,00286	2,43	0,9500	0,2380	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00161	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	14	208,36
					23,50	240,00	6,00	Hidráulico tipo GU	0,00286	2,43	0,9500	0,2380	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00161	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	28	272,61
25	Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera de San Antonio y cemento Holcim tipo GU	Mestanza Guamancuri José Luis	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cff185dd-fbf9-4d92-8f4f-30ee804e6f17/content	Método de la densidad óptima	23,68	240,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00276	3,36	0.9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	7	163,48
					23,68	240,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00276	3,36	0.9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	14	200,31
					23,68	240,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00276	3,36	0.9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	28	240,52
26	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO Y HORMIGÓN RECICLADO	BERNARDA ESTEFANÍA ABRIL GAVILANES	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23039/1/Tesis%201012%20-%20Abril%20Gavilanes%20Bernarda%20Estefan%c3%ada.pdf	Densidad óptima desarrollado por la Universidad Central del Ecuador.	20,50	210,00	6,00	Holcim	0,00281	2,93	0.9525	0,4760	0,00149	0,00160	2,668	2,62	1,91	3,81	0,00133	0,00143	1,20	1,96	0,36	0,64	0,00185	0,00186	209,61	361,39	621,81	1113,91	209,61	361,39	621,81	1113,91	7	-
					20,50	210,00	6,00	Holcim	0,00281	2,93	0.9525	0,4760	0,00149	0,00160	2,668	2,62	1,91	3,81	0,00133	0,00143	1,20	1,96	0,36	0,64	0,00185	0,00186	209,61	361,39	621,81	1113,91	209,61	361,39	621,81	1113,91	14	248,67
					20,50	210,00	6,00	Holcim	0,00281	2,93	0.9525	0,4760	0,00149	0,00160	2,668	2,62	1,91	3,81	0,00133	0,00143	1,20	1,96	0,36	0,64	0,00185	0,00186	209,61	361,39	621,81	1113,91	209,61	361,39	621,81	1113,91	28	280,17
27	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN AL SUSTITUIR PARCIALMENTE EL CEMENTO HIDRÁULICO TIPO GU POR CENIZA VOLCÁNICA	Ángela Geomayra Sánchez Muñoz	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35974/1/Tesis%20I.C.%201610%20-%20Sanchez%20Mu%c3%b1oz%20Angela%20Geomayra.pdf	Método de Densidad Óptima	23,68	240,00	7,40	Holcim Tipo GU	0,00287	2,43	0.9525	0,4760	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00137	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	7	186,61
					23,68	240,00	7,40	Holcim Tipo GU	0,00287	2,43	0.9525	0,4760	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00137	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	14	208,36
					23,68	240,00	7,40	Holcim Tipo GU	0,00287	2,43	0.9525	0,4760	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00137	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	28	272,61
28	ANÁLISIS TÉCNICO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE CONCRETOS FABRICADOS CON FIBRA PROTEICA (LANA DE BORREGO) Y FIBRA CELULAR (ALGODÓN) COMO UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS	VALDIVIEZO QUISPE GRACE ESTEFANIA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23921/1/Tesis%201045%20-%20Valdiviezo%20Quispe%20Grace%20Estefan%c3%ada.pdf	Método de la Universidad Central del Ecuador	20,50	210,00	6,00	Holcim tipo GU	0,00291	2,30	0.9525	0,2360	0,00138	0,00159	0,210	0,35	5.08	3,81	0,00152	0,00171	0,66	1,08	0,36	0,64	0,00204	0,00208	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	7	202,02
					20,50	210,00	6,00	Holcim tipo GU	0,00291	2,30	0.9525	0,2360	0,00138	0,00159	0,210	0,35	5.08	3,81	0,00152	0,00171	0,66	1,08	0,36	0,64	0,00204	0,00208	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	14	218,68
					20,50	210,00	6,00	Holcim tipo GU	0,00291	2,30	0.9525	0,2360	0,00138	0,00159	0,210	0,35	5.08	3,81	0,00152	0,00171	0,66	1,08	0,36	0,64	0,00204	0,00208	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	28	241,03

29	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN AÑADIDO METACAOLÍN COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO, UTILIZANDO LOS AGREGADOS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE PASTAZA	RODRÍGUEZ GUEVARA ROBERTO CARLOS	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23634/1/Tesis%20103%20-%20Rodr%c3%adguez%20Guevara%20Roberto%20Carlos.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	6,00	Holcim tipo GU	0,00293	2,74	0.9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	5.08	3,81	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	7	139,96
					20,50	210,00	6,00	Holcim tipo GU	0,00293	2,74	0.9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	5.08	3,81	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	14	174,20
					20,50	210,00	6,00	Holcim tipo GU	0,00293	2,74	0.9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	5.08	3,81	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	28	214,96
30	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONADO ÁRIDO DE ARCILLA EXPANDIDA (ARLITA) EN SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO	DÍAZ LÓPEZ STUART	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25262/1/Tesis%201111%20-%20D%c3%adaz%20L%c3%b3pez%20Stuart.pdf	Método de la Densidad Máxima	20,50	210,00	8,25	Holcim Rocafuerte GU	0,00280	2,56	0.9525	0,2360	0,00146	0,00167	2,590	0,53	3,81	2,54	0,00137	0,00150	3,04	1,80	0,36	0,64	0,00184	0,00189	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	7	136,88
					20,50	210,00	8,25	Holcim Rocafuerte GU	0,00280	2,56	0.9525	0,2360	0,00146	0,00167	2,590	0,53	3,81	2,54	0,00137	0,00150	3,04	1,80	0,36	0,64	0,00184	0,00189	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	14	194,06
					20,50	210,00	8,25	Holcim Rocafuerte GU	0,00280	2,56	0.9525	0,2360	0,00146	0,00167	2,590	0,53	3,81	2,54	0,00137	0,00150	3,04	1,80	0,36	0,64	0,00184	0,00189	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	28	234,95
31	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONADO CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ	Irene Elizabeth Muyulema Sailema	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39451/1/Tesis%20I.C.%201808%20-%20Muyulema%20Sailema%20Irene%20Elizabeth.pdf	Método de la densidad óptima	23,52	240,00	7,40	Holcim Rocafuerte GU	0,00280	2,84	0.9525	0,4760	0,00159	0,00172	0,300	1,88	3,81	2,54	0,00132	0,00145	3,20	2,58	0,46	0,54	0,00187	0,00187	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	7	163,02
					23,52	240,00	7,40	Holcim Rocafuerte GU	0,00280	2,84	0.9525	0,4760	0,00159	0,00172	0,300	1,88	3,81	2,54	0,00132	0,00145	3,20	2,58	0,46	0,54	0,00187	0,00187	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	14	214,79
					23,52	240,00	7,40	Holcim Rocafuerte GU	0,00280	2,84	0.9525	0,4760	0,00159	0,00172	0,300	1,88	3,81	2,54	0,00132	0,00145	3,20	2,58	0,46	0,54	0,00187	0,00187	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	28	251,65
32	ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN (F´C = 240 KG/CM2), HORMIGÓN CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE Y HORMIGÓN CON ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO UTILIZANDO AGREGADOS PERTENECIENTES A LA PLANTA DE TRITURACIÓN "JAIME VACA" DEL CANTÓN TENA DE LA PROVINCIA DEL NAPO	KLEVER JAVIER CAIZA YUNGÁN	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25571/1/Tesis%20119%20-%20Caiza%20Yung%c3%aln%20Klever%20Javier.pdf	Método de la Densidad Óptima (UCE)	23,50	240,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00291	2,35	0,4760	0,2360	0,00135	0,001481	0,551	1,05	5,08	3,81	0,00137	0,00150	0,524	0,64	0,36	0,64	0,00188	0,00189	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	7	154,91
					23,50	240,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00291	2,35	0,4760	0,2360	0,00135	0,001481	0,551	1,05	5,08	3,81	0,00137	0,00150	0,524	0,64	0,36	0,64	0,00188	0,00189	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	14	208,12
					23,50	240,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00291	2,35	0,4760	0,2360	0,00135	0,001481	0,551	1,05	5,08	3,81	0,00137	0,00150	0,524	0,64	0,36	0,64	0,00188	0,00189	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	28	244,31
33	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON: ESCORIA VOLCÁNICA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO Y ARENA VOLCÁNICA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO.	REVELO ANDRADE CHRISTIAN JAVIER	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23505/1/Tesis%201027%20-%20Revelo%20Andrade%20Christian%20Javier.pdf	Método de la Densidad Óptima.	23,52	240,00	6,00	HOLCIM Rocafuerte	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	1,675	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,91	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	157,32
					23,52	240,00	6,00	HOLCIM Rocafuerte	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	1,675	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,91	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	202,66
					23,52	240,00	6,00	HOLCIM Rocafuerte	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	1,675	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,91	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	245,49
34	HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA f`c = 45 MPa,UTILIZANDO AGREGADOS DEL SECTOR DE AMBUQUI Y CEMENTO ARMADURO ESPECIAL - LAFARGE.	CACHIGUANGO REMACHE GABRIELA CRISTINA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37514/1/Tesis%20I.C.%201710%20-%20Tisalema%20Tasigchana%20Carlos%20Alberto.pdf	ACI 211.4R-98. E densidad óptima y ACI363-2R-98	45,00	458,87	3,75	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	2,85	0.9525	0,2360	0,00151	0,00161	0,130	3,2	3,38	2,54	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00170	0,00172	188,00	592,31	607,42	852,2	188	592,31	607,42	852,2	7	-
					45,00	458,87	3,75	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	2,85	0.9525	0,2360	0,00151	0,00161	0,130	3,2	3,38	2,54	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00170	0,00172	188,00	592,31	607,42	852,2	188	592,31	607,42	852,2	14	-
					45,00	458,87	3,75	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	2,85	0.9525	0,2360	0,00151	0,00161	0,130	3,2	3,38	2,54	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00170	0,00172	188,00	592,31	607,42	852,2	188	592,31	607,42	852,2	28	210,00
35	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DELHORMIGÓN ELABORADO CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO	CARLOS EDUARDO HARO MOLINA	file:///C:/Users/ALISSON%20GATIA/Downloads/T-UCE-0011-257-3.pdf	DOSIFICACIÓN MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA	24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU ARMADURO	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	2,10	5,08	2,54	0,00232	0,00247	0,55	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7	204,67
					24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU ARMADURO	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	2,10	5,08	2,54	0,00232	0,00247	0,55	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14	172,55
					24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU ARMADURO	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	2,10	5,08	2,54	0,00232	0,00247	0,55	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28	241,02
36	Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de tuberías PVC utilizando agregados de la cantera de Pifo y cemento HOLCIM tipo GU y su correlación con un hormigón convencional.	Alexis Sebastián León Merino	file:///C:/Users/ALISSON%20GATIA/Downloads/Tesis%20I.C.%201732%20-%20Leon%20Merino%20Alexis%20Sebastian.pdf	Método de la densidad óptima	24,52	250,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00280	3,48	0.9525	0,4760	0,00154	0,00174	2,668	2,37	2,54	1,90	0,00138	0,00151	1,20	1,31	0,36	0,64	0,00186	0,00184	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	7	162,99
					24,52	250,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00280	3,48	0.9525	0,4760	0,00154	0,00174	2,668	2,37	2,54	1,90	0,00138	0,00151	1,20	1,31	0,36	0,64	0,00186	0,00184	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	14	225,99
					24,52	250,00	7,50	Holcim tipo GU	0,00280	3,48	0.9525	0,4760	0,00154	0,00174	2,668	2,37	2,54	1,90	0,00138	0,00151	1,20	1,31	0,36	0,64	0,00186	0,00184	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	28	238,46
37	CARACTERIZACIÓN DEL HORMIGÓN CON FIBRAS NATURALES DEL RAQUIS DE LA PALMA AFRICANA DE ACEITE Y LA ESTOPA DEL COCO	OSCAR PAUL CAIZAGUANO GUEVARA / GABRIELA ESTEFANIA TERÁN TANDAZO	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21247/1/CD%2010763.pdf	ACI 211.1-91	20,50	210,00	2,45	Chimborazo I P	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	218,78	339,52	1035,41	690,27	218,78	339,52	1035,41	690,27	7	183,61
					20,50	210,00	2,45	Chimborazo I P	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	218,78	339,52	1035,41	690,27	218,78	339,52	1035,41	690,27	14	-
					20,50	210,00	2,45	Chimborazo I P	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	218,78	339,52	1035,41	690,27	218,78	339,52	1035,41	690,27	28	288,02

38	CARACTERIZACIÓN DEL HORMIGÓN CON FIBRAS NATURALES DEL RAQUIS DE LA PALMA AFRICANA DE ACEITE Y LA ESTOPA DEL COCO	OSCAR PAÚL CAIZAGUANO GUEVARA / GABRIELA ESTEFANIA TERÁN TANDAZO	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21247/1/CD%2010763.pdf	ACI 211.1-91	23,50	240,00	2,35	Chimborazo I P	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	215,22	346,59	1033,67	689,11	215,22	346,59	1033,67	689,11	7	200,78
					23,50	240,00	2,35	Chimborazo I P	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	215,22	346,59	1033,67	689,11	215,22	346,59	1033,67	689,11	14	-
					23,50	240,00	2,35	Chimborazo I P	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	215,22	346,59	1033,67	689,11	215,22	346,59	1033,67	689,11	28	297,81
39	DE COCO USANDO DOS TRATAMIENTOS QUÍMICOS PARA DISMINUIR SU DEGRADACIÓN	PERVIS RICARDO RODRÍGUEZ PONCE / JORGE EMILIO VÉLEZ CUADRO	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22606/1/CD%2012097.pdf	ACI 211.1-91	20,50	210,00	7,33	Holcim Fuerte Tipo GU	0,00264	2,76	0.476	0,2360	0,00155	0,00168	2,658	1,13	3,81	2,54	0,00171	0,00184	2,72	2,00	0,26	0,74	0,00172	0,00173	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	7	204,06
					20,50	210,00	7,33	Holcim Fuerte Tipo GU	0,00264	2,76	0.476	0,2360	0,00155	0,00168	2,658	1,13	3,81	2,54	0,00171	0,00184	2,72	2,00	0,26	0,74	0,00172	0,00173	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	14	237,23
					20,50	210,00	7,33	Holcim Fuerte Tipo GU	0,00264	2,76	0.476	0,2360	0,00155	0,00168	2,658	1,13	3,81	2,54	0,00171	0,00184	2,72	2,00	0,26	0,74	0,00172	0,00173	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	28	274,39
40	DE COCO USANDO DOS TRATAMIENTOS QUÍMICOS PARA DISMINUIR SU DEGRADACIÓN	PERVIS RICARDO RODRÍGUEZ PONCE / JORGE EMILIO VÉLEZ CUADRO	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22606/1/CD%2012097.pdf	ACI 211.1-91	23,50	240,00	5,33	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,76	0.476	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	7	272,81
					23,50	240,00	5,33	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,76	0.476	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	14	315,77
					23,50	240,00	5,33	Holcim Rocafuerte GU	0,00264	2,76	0.476	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	28	374,08
41	ESTUDIO COMPARATIVO DE ELEMENTOS FABRICADOS DE HORMIGÓN CON MATERIAL RECICLADO PET (POLIETILENO TEREFTALATO) Y DE HORMIGÓN CONVENCIONAL	EDGAR JONATHAN CHACÓN GUERRA - GLADYS ADRIANA LEMA CARRERA	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4837/1/CD-4430.pdf	ACI 211.1-91. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.	17,65	180,00	9,50	Holcim Rocafuerte GU	0,00287	2,98	0.9525	0,4760	0,00162	0,00176	0,000	3,02	1,90	1,90	0,00132	0,00151	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	7	204,92
					17,65	180,00	9,50	Holcim Rocafuerte GU	0,00287	2,98	0.9525	0,4760	0,00162	0,00176	0,000	3,02	1,90	1,90	0,00132	0,00151	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	14	272,11
					17,65	180,00	9,50	Holcim Rocafuerte GU	0,00287	2,98	0.9525	0,4760	0,00162	0,00176	0,000	3,02	1,90	1,90	0,00132	0,00151	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	28	326,68
42	ESTUDIO COMPARATIVO DE ELEMENTOS FABRICADOS DE HORMIGÓN CON MATERIAL RECICLADO PET (POLIETILENO TEREFTALATO) Y DE HORMIGÓN CONVENCIONAL	EDGAR JONATHAN CHACÓN GUERRA - GLADYS ADRIANA LEMA CARRERA	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4837/1/CD-4430.pdf	ACI 211.1-91. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.	20,50	210,00	8,50	Holcim Rocafuerte GU	0,00287	2,83	0,9500	0,4760	0,00162	0,00176	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00132	0,00151	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	7	172,55
					20,50	210,00	8,50	Holcim Rocafuerte GU	0,00287	2,83	0,9500	0,4760	0,00162	0,00176	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00132	0,00151	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	14	204,67
					20,50	210,00	8,50	Holcim Rocafuerte GU	0,00287	2,83	0,9500	0,4760	0,00162	0,00176	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00132	0,00151	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	28	241,02
43	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA Y DEFLEXIONES ENVIGAS DE HORMIGÓN, EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c = 28 MPa), FABRICADO CON CEMENTO LAFARGE Y MATERIALES PROCEDENTES DE LA CANTERA DEL RÍO ÁNZU.	YUCATO LLUMIQUINGA EDGAR ROLANDO	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1bd6dcff-e8aa-429c-a8c6-14e74316d658/content	Método de la Densidad Óptima	28,00	285,52	4,00	(SELVALEGRE) PLUS	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7	155,81
					28,00	285,52	4,00	(SELVALEGRE) PLUS	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14	171,18
					28,00	285,52	4,00	(SELVALEGRE) PLUS	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28	211,80
44	COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN SIMPLE Y EL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE POLICARBONATO	GERARDO BRITO MENA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37514/1/Tesis%20I.C.%201710%20-%20Tisalema%20Tasigchana%20Carlos%20Alberto.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7	146,81
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14	172,86
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28	196,70
45	Diseño de hormigones de resistencias altas utilizando agregado grueso de la mina Pifo, agregado fino de la mina de San Antonio y cemento HOLCIM HE.	BRYAN ROBERTO SOLÍS MINDA / SANDRINO GERARDO BRITO MENA	https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5b2c3597-9f2c-492d-b457-84a6a7fe17a2/content	ACI 211.1	23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	212,19
46	Análisis comparativo de las cenizas volcánicas provenientes de los volcanes Cotopaxi, Pululahua, Chalupas, Guagua Pichincha y Tungurahua para su uso en la fabricación de concreto	Tatiana Mishell Molina Cuchipe	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21675/1/CD%2011155.pdf	Método de la densidad óptima	20,50	210,00	6,00	TIPO IP (SELVA ALEGRE)	0,00286	2,67	0.9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	7	154,09
					20,50	210,00	6,00	TIPO IP (SELVA ALEGRE)	0,00286	2,67	0.9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	14	205,25
					20,50	210,00	6,00	TIPO IP (SELVA ALEGRE)	0,00286	2,67	0.9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	28	216,71
47	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS CEMENTICIAS CON LA INCLUSIÓN DE FIBRAS DE MADERA	JORGE CORONEL / PATRICIO RODRIGUEZ	http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/424/1/TESIS%20JORGE%20CORONEL.PATRICIO%20RODRIGUEZ.pdf	Método de la densidad óptima	23,68	240,00	7,40	Selvalegre Tipo IP	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	7	158,36
					23,68	240,00	7,40	Selvalegre Tipo IP	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	14	200,48
					23,68	240,00	7,40	Selvalegre Tipo IP	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	28	246,00
48	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES	Franklin Mauricio Sandoval Unapucha.	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25961/1/Tesis%201150%20-%20Sandoval%20Unapucha%20Franklin%20Mauricio.pdf	Método de Dosificación de Última Resistencia	24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU ARMADURO	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	0,00	3,81	2,54	0,00232	0,00247	0,55	1,47	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7	166,83
					24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU ARMADURO	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	0,00	3,81	2,54	0,00232	0,00247	0,55	1,47	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14	199,04
					24,00	244,73	7,50	HOLCIM Fuerte TIPO GU ARMADURO	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	0,00	3,81	2,54	0,00232	0,00247	0,55	1,47	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28	244,91

49	LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND ADICIONANDO CATALIZADOR AGOTADO DE CRAQUEO CATALÍTICO FLUIDIZADO	Lourdes Gabriela Peñafiel Valla	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22449/1/Tesis%201007%20-%20Pe%c3%blafiel%20Valla%20Lourdes%20Gabriela.pdf	Método de la Universidad Central	20,59	210,00	7,50	SELVALEGRE	0,00301	2,53	0.9525	0,2360	0,00151	0,00167	3,980	1,13	3,81	2,54	0,00143	0,00150	1,01	4,75	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	7	219,64
					20,59	210,00	7,50	SELVALEGRE	0,00301	2,53	0.9525	0,2360	0,00151	0,00167	3,980	1,13	3,81	2,54	0,00143	0,00150	1,01	4,75	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	14	267,07
					20,59	210,00	7,50	SELVALEGRE	0,00301	2,53	0.9525	0,2360	0,00151	0,00167	3,980	1,13	3,81	2,54	0,00143	0,00150	1,01	4,75	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	28	345,84
50	LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND ADICIONANDO CATALIZADOR AGOTADO DE CRAQUEO CATALÍTICO FLUIDIZADO	Lourdes Gabriela Peñafiel Valla	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22449/1/Tesis%201007%20-%20Pe%c3%blafiel%20Valla%20Lourdes%20Gabriela.pdf	Método de la Universidad Central	28,00	285,52	7,50	SELVALEGRE	0,00301	2,53	0.9525	0,2360	0,00151	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	7	214,21
					28,00	285,52	7,50	SELVALEGRE	0,00301	2,53	0.9525	0,2360	0,00151	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	14	270,80
					28,00	285,52	7,50	SELVALEGRE	0,00301	2,53	0.9525	0,2360	0,00151	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	28	305,56
51	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON ADICIÓN DE VIRUTAS METÁLICAS Y UN HORMIGÓN CON MATERIALES TRADICIONALES	Edwin Manuel Acosta Villacres	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/40980/1/Tesis%20I.C.%201859%20-%20Acosta%20Villacres%20Edwin%20Manuel%20%281%29.pdf	Método de densidad optima	23,52	240,00	6,50	Selva alegre tipo IP	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	7	164,43
					23,52	240,00	6,50	Selva alegre tipo IP	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	14	201,87
					23,52	240,00	6,50	Selva alegre tipo IP	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	28	238,10
52	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON ADICIÓN DE VIRUTAS METÁLICAS Y UN HORMIGÓN CON MATERIALES TRADICIONALES	Edwin Manuel Acosta Villacres	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/40980/1/Tesis%20I.C.%201859%20-%20Acosta%20Villacres%20Edwin%20Manuel%20%281%29.pdf	Método de densidad optima	27,46	280,00	6,50	Selva alegre tipo IP	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	7	184,27
					27,46	280,00	6,50	Selva alegre tipo IP	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	14	233,73
					27,46	280,00	6,50	Selva alegre tipo IP	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	28	271,03
53	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE FABRICADO CON AGREGADO FINO PROVENIENTE DE HORMIGONES RECICLADOS	Bryan Paúl Salinas Freire	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41113/1/Tesis%20I.C.%201885%20-%20Salinas%20Freire%20Bryan%20Pa%c3%bal.pdf	Método de densidad optima	20,50	210,00	8,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	7	156,33
					20,50	210,00	8,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	14	185,90
					20,50	210,00	8,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	28	217,52
54	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE FABRICADO CON AGREGADO FINO PROVENIENTE DE HORMIGONES RECICLADOS	Bryan Paúl Salinas Freire	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41113/1/Tesis%20I.C.%201885%20-%20Salinas%20Freire%20Bryan%20Pa%c3%bal.pdf	Método de densidad optima	23,50	240,00	7,50	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	7	178,29
					23,50	240,00	7,50	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	14	214,26
					23,50	240,00	7,50	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	28	213,88
55	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL CON HORMIGÓN AL EMPLEAR BIOMASA NATURAL TORREFACTADA	Maria Fernanda Miranda RogeL	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37363/1/Tesis%20I.C.%201697%20-%20Miranda%20Rogel%20Mar%c3%ada%20Fernanda.pdf	Método de densidad optima	20,58	210,00	6,60	Holcim tipo GU	0,00283	2,80	0,9500	0,2360	0,00142	0,00157	0,130	1,56	5,08	2,54	0,00135	0,00146	0,13	1,63	0,38	0,62	0,00183	0,00184	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	7	144,62
					20,58	210,00	6,60	Holcim tipo GU	0,00283	2,80	0,9500	0,2360	0,00142	0,00157	0,130	1,56	5,08	2,54	0,00135	0,00146	0,13	1,63	0,38	0,62	0,00183	0,00184	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	14	170,97
					20,58	210,00	6,60	Holcim tipo GU	0,00283	2,80	0,9500	0,2360	0,00142	0,00157	0,130	1,56	5,08	2,54	0,00135	0,00146	0,13	1,63	0,38	0,62	0,00183	0,00184	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	28	213,88
56	INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE	Anthony Xavier Morejón Ortiz	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41008/1/Tesis%20I.C.%201875%20-%20Morej%c3%b3n%20Ortiz%20Anthony%20Xavier.pdf	Método de la densidad óptima de la Universidad Central	23,52	240,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,00163	2,680	1,11	1,91	1,27	0,00124	0,00137	1,10	2,84	36,00	64,00	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	7	172,31
					23,52	240,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,00163	2,680	1,11	1,91	1,27	0,00124	0,00137	1,10	2,84	36,00	64,00	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	14	-
					23,52	240,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,00163	2,680	1,11	1,91	1,27	0,00124	0,00137	1,10	2,84	36,00	64,00	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	28	-
57	INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE	Anthony Xavier Morejón Ortiz	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41008/1/Tesis%20I.C.%201875%20-%20Morej%c3%b3n%20Ortiz%20Anthony%20Xavier.pdf	Método de la densidad óptima de la Universidad Central	27,52	280,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,00163	0,128	1,53	1,91	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	143,36	398,23	434,76	713,79	143,36	398,23	434,76	713,79	7	198,41
					27,52	280,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,00163	0,128	1,53	1,91	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	143,36	398,23	434,76	713,79	143,36	398,23	434,76	713,79	14	-
					27,52	280,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,00163	0,128	1,53	1,91	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	143,36	398,23	434,76	713,79	143,36	398,23	434,76	713,79	28	-
58	DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE VIDRIO GRANULAR COMO ADITIVO EN LA MEZCLA DE HORMIGÓN Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN	Milton Alexander Carranza Castro	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36453/1/Tesis%20I.C.%201640%20-%20Carranza%20Castro%20Milton%20Alexander.pdf	Método de la densidad óptima	20,50	210,00	6,90	CHIMBORAZO	0,00268	3,07	0.9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5.08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,54	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	7	144,62
					20,50	210,00	6,90	CHIMBORAZO	0,00268	3,07	0.9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5.08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,54	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	14	179,00
					20,50	210,00	6,90	CHIMBORAZO	0,00268	3,07	0.9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5.08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,54	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	28	201,50
59	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN AL EMPLEAR VIDRIO RECICLADO MOLIDO EN REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO	DANIELA ALEJANDRA PEÑAFIEL CARRILLO	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23038/1/Tesis%20%201011%20-%20Pe%c3%blafiel%20Carrillo%20Daniela%20Alejandra.pdf	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador (Densidad Optima de la Mezcla)	20,50	210,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,16	5.08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,60	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,49	333,60	675,20	1183,54	193,49	333,60	675,20	1183,54	7	-
					20,50	210,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,16	5.08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,60	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,49	333,60	675,20	1183,54	193,49	333,60	675,20	1183,54	14	-
					20,50	210,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,16	5.08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,60	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,49	333,60	675,20	1183,54	193,49	333,60	675,20	1183,54	28	227,72
60	HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA (f'c = 62 MPa) UTILIZANDO AGREGADOS DEL SECTOR DE PIFO Y CEMENTO ARMADURO ESPECIALLAFARGE.	ROMMEL MAURICIO JÁCOME ANDINO	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/35cb9723-f1f2-4dfb-9858-6e34e9dc0a74/content	ACI 211.4R-98. E densidad óptima	62,00	632,22	6,00	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	3,20	0.9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,22	1,91	1,91	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,00170	178,11	685,04	547,18	852,20	178,11	685,04	547,18	852,20	7	-
					62,00	632,22	6,00	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	3,20	0.9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,22	1,91	1,91	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,00170	178,11	685,04	547,18	852,20	178,11	685,04	547,18	852,20	14	-
					62,00	632,22	6,00	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	3,20	0.9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,22	1,91	1,91	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,00170	178,11	685,04	547,18	852,20	178,11	685,04	547,18	852,20	28	214,14

61	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL, CON HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)"	Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23482/1/Tesis%201024%20-%20Coyasam%c3%adn%20Maldonado%20Oscar%20Vinicio.pdf	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador (Densidad Optima de la Mezcla	23,53	240,00	7,50	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	-
					23,53	240,00	7,50	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	208,33
					23,53	240,00	7,50	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	251,73
62	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DELHORMIGÓN COMÚN CON EL HORMIGÓN ADICIONADO FIBRAS DE NYLON, UTILIZANDO AGREGADOS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE PASTAZA	NÚÑEZ MENESES JOHANA LIZBETH	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23483/1/Tesis%201025%20-%20N%c3%ba%c3%blez%20Meneses%20Johana%20Lizbeth.pdf	Método de la Densidad Óptima	21,00	214,14	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	7	138,68
					21,00	214,14	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	14	-
					21,00	214,14	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	28	208,19
63	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PESO Y RESISTENCIA DEL HORMIGÓN TRADICIONAL CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DE LA PALMA AFRICANA COMO MATERIAL ALTERNATIVO DEL AGREGADO GRUESO	FÉLIX AGUSTÍN HERRERA MAZÓN	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24182/1/Tesis%201061%20-%20Herrera%20Maz%c3%b3n%20F%c3%a9lix%20Agust%c3%adn.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7	155,81
					20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14	171,18
					20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28	211,80
64	COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN SIMPLE Y EL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO	Carlos Alberto Tisalema Tasigchana	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37514/1/Tesis%20I.C.%201710%20-%20Tisalema%20Tasigchana%20Carlos%20Alberto.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7	146,81
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14	172,86
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28	196,70
65	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN ENTRE EL HORMIGÓN TRADICIONAL Y HORMIGÓN ADICIONADO CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)	CARLOS EDUARDO HARO MOLINA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23636/1/Tesis%201035%20-%20Haro%20Molina%20Carlos%20Eduardo.pdf	Método De Dosificación De Laboratorio De La Universidad Central (Densidad Óptima)	23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	210,00
66	INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE	Anthony Xavier Morejón Ortiz	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41008/1/Tesis%20I.C.%201875%20-%20Morej%c3%b3n%20Ortiz%20Anthony%20Xavier.pdf	Método de la densidad óptima de la Universidad Central	23,52	240,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,001627	2,680	1,11	1,905	1,27	0,00124	0,00137	1,1	2,84	0,36	0,64	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	7	172,31
					23,52	240,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,001627	2,680	1,11	1,905	1,27	0,00124	0,00137	1,1	2,84	0,36	0,64	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	14	-
					23,52	240,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,001627	2,680	1,11	1,905	1,27	0,00124	0,00137	1,1	2,84	0,36	0,64	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	28	-
67	INFLUENCIA DEL TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN SIMPLE	Anthony Xavier Morejón Ortiz	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41008/1/Tesis%20I.C.%201875%20-%20Morej%c3%b3n%20Ortiz%20Anthony%20Xavier.pdf	Método de la densidad óptima de la Universidad Central	27,52	280,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,001627	0,128	1,53	1,905	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	######	398,232	434,759	713,786	143,364	398,232	434,759	713,786	7	198,41
					27,52	280,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,001627	0,128	1,53	1,905	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	######	398,232	434,759	713,786	143,364	398,232	434,759	713,786	14	-
					27,52	280,00	7,00	Holcim Fuerte Tipo Gu	0,00269	2,02	0.9525	0,2360	0,00154	0,001627	0,128	1,53	1,905	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	######	398,232	434,759	713,786	143,364	398,232	434,759	713,786	28	-
68	DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE VIDRIO GRANULAR COMO ADITIVO EN LA MEZCLA DE HORMIGÓN Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN	Milton Alexander Carranza Castro	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36453/1/Tesis%20I.C.%201640%20-%20Carranza%20Castro%20Milton%20Alexander.pdf	Método de la densidad óptima	20,50	210,00	6,90	CHIMBORAZO	0,00268	3,07	0.9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5.08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,535	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	7	144,62
					20,50	210,00	6,90	CHIMBORAZO	0,00268	3,07	0.9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5.08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,535	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	14	179,00
					20,50	210,00	6,90	CHIMBORAZO	0,00268	3,07	0.9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5.08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,535	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	28	201,50
69	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN AL EMPLEAR VIDRIO RECICLADO MOLIDO EN REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO	DANIELA ALEJANDRA PEÑAFIEL CARRILLO	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23038/1/Tesis%20%201011%20-%20Pe%c3%blafiel%20Carrillo%20Daniela%20Alejandra.pdf	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador (Densidad Optima de la Mezcla)	20,50	210,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,164	5.08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,596	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,49	333,601	675,196	1183,536	193,489	333,601	675,196	1183,54	7	-
					20,50	210,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,164	5.08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,596	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,49	333,601	675,196	1183,536	193,489	333,601	675,196	1183,54	14	-
					20,50	210,00	7,00	Holcim Rocafuerte	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,164	5.08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,596	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,49	333,601	675,196	1183,536	193,489	333,601	675,196	1183,54	28	227,72

70	HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA (f'c = 62 MPa) UTILIZANDO AGREGADOS DEL SECTOR DE PIFO Y CEMENTO ARMADURO ESPECIALLAFARGE.	ROMMEL MAURICIO JÁCOME ANDINO	https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/35cb9723-f1f2-4dfb-9858-6e34e9dc0a74/content	ACI 211.4R-98. E densidad óptima	62,00	632,22	6,00	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	3,20	0.9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,223	1,905	1,905	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,01696	178,11	685,04	547,18	852,2	178,11	685,04	547,18	852,2	7	0,00
					62,00	632,22	6,00	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	3,20	0.9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,223	1,905	1,905	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,01696	178,11	685,04	547,18	852,2	178,11	685,04	547,18	852,2	14	0,00
					62,00	632,22	6,00	PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP, ARMADURO	0,00295	3,20	0.9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,223	1,905	1,905	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,01696	178,11	685,04	547,18	852,2	178,11	685,04	547,18	852,2	28	210,00
71	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL, CON HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)"	Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23482/1/Tesis%201024%20-%20Coyasam%c3%adn%20Maldonado%20Oscar%20Vinicio.pdf	Método de la Densidad Máxima de la Universidad Central del Ecuador (Densidad Optima de la Mezcla	23,53	240,00	7,50	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,9	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,4	0,6	0,00169	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	0,00
					23,53	240,00	7,50	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,9	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,4	0,6	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	208,33
					23,53	240,00	7,50	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,9	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,4	0,6	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	251,73
72	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DELHORMIGÓN COMÚN CON EL HORMIGÓN ADICIONADO FIBRAS DE NYLON, UTILIZANDO AGREGADOS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE PASTAZA	NÚÑEZ MENESES JOHANA LIZBETH	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23483/1/Tesis%201025%20-%20N%c3%ba%c3%blez%20Meneses%20Johana%20Lizbeth.pdf	Método de la Densidad Óptima	21,00	214,14	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,54	7	138,68
					21,00	214,14	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,54	15	-
					21,00	214,14	6,00	Cemento Holcim Rocafuerte	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,54	28	208,19
73	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PESO Y RESISTENCIA DEL HORMIGÓN TRADICIONAL CON UN HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO EL CUESCO DE LA PALMA AFRICANA COMO MATERIAL ALTERNATIVO DEL AGREGADO GRUESO	FÉLIX AGUSTÍN HERRERA MAZÓN	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24182/1/Tesis%201061%20-%20Herrera%20Maz%c3%b3n%20F%c3%a9lix%20Agust%c3%adn.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,001702	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7	155,81
					20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,001702	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14	171,18
					20,50	210,00	8,00	SELVALEGRE PLUS	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,001702	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28	211,80
74	COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN SIMPLE Y EL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO	Carlos Alberto Tisalema Tasigchana	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37514/1/Tesis%20I.C.%201710%20-%20Tisalema%20Tasigchana%20Carlos%20Alberto.pdf	Método de la Densidad Óptima	20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,001527	5,080	1,88	2,54	1,9	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	7	146,81
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,001527	5,080	1,88	2,54	1,9	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	14	172,86
					20,50	210,00	6,25	SELVALEGRE	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,001527	5,080	1,88	2,54	1,9	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	28	196,70
75	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN ENTRE EL HORMIGÓN TRADICIONAL Y HORMIGÓN ADICIONADO CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)	CARLOS EDUARDO HARO MOLINA	https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23636/1/Tesis%201035%20-%20Haro%20Molina%20Carlos%20Eduardo.pdf	Método De Dosificación De Laboratorio De La Universidad Central (Densidad Óptima)	23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14	-
					23,52	240,00	7,50	HOLCIM Rocafuerte ARMADURO	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28	210,00

ANEXO 3:
BASE DE DATOS CON UNIDADES DE MEDIDAS ORIGINALES

Resis_comp	Asentamiento	Densidad_cemento	Modulo_finura_af	TM_af	TNM_af	DAS_af	DAC_af	Porcen_humedad_af	Porcen_absor_af	TM_ag	TNM_ag	DAS_ag	DAC_ag	Porcen_humedad_ag	Porcen_absor_ag	Porcen_opt_arena	Porcen_opt_grava	DO_mezcla	DM_mezcla	Agua	Cemento	Arena	Grava	Agua_corr	Cemento_corr	Arena_corr	Grava_corr	Edad
208,33	7,50	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
251,73	7,50	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
138,68	6,00	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	7
208,19	6,00	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	28
155,81	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
154,09	6,00	0,00286	2,67	0,9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	7
205,25	6,00	0,00286	2,67	0,9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	14
216,71	6,00	0,00286	2,67	0,9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	28
158,36	7,40	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	7
200,48	7,40	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	14
246,00	7,40	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	28
166,83	7,50	0,00276	3,36	0,9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	7
199,04	7,50	0,00276	3,36	0,9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	14
244,91	7,50	0,00276	3,36	0,9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	28
219,64	3,00	0,00264	2,76	0,9525	0,4760	0,00155	0,00168	3,980	1,13	5,08	3,81	0,00171	0,00184	1,01	4,75	0,26	0,74	0,00172	0,00173	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	7
267,07	3,00	0,00264	2,76	0,9525	0,4760	0,00155	0,00168	3,980	1,13	5,08	3,81	0,00171	0,00184	1,01	4,75	0,26	0,74	0,00172	0,00173	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	14
345,84	3,00	0,00264	2,76	0,9525	0,4760	0,00155	0,00168	3,980	1,13	5,08	3,81	0,00171	0,00184	1,01	4,75	0,26	0,74	0,00172	0,00173	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	28
214,21	5,00	0,00264	2,44	0,4760	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	7
270,80	5,00	0,00264	2,44	0,4760	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	14
305,56	5,00	0,00264	2,44	0,4760	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	28
204,92	3,00	0,00264	2,98	0,9525	0,4760	0,00160	0,00170	0,730	3,02	1,90	1,90	0,00174	0,00188	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	7
272,11	3,00	0,00264	2,98	0,9525	0,4760	0,00160	0,00170	0,730	3,02	1,90	1,90	0,00174	0,00188	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	14
326,68	3,00	0,00264	2,98	0,9525	0,4760	0,00160	0,00170	0,730	3,02	1,90	1,90	0,00174	0,00188	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	28
172,55	7,50	0,00292	2,83	0,9500	0,4760	0,00141	0,00156	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00144	0,00155	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7
204,67	7,50	0,00292	2,83	0,9500	0,4760	0,00141	0,00156	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00144	0,00155	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14
241,02	7,50	0,00292	2,83	0,9500	0,4760	0,00141	0,00156	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00144	0,00155	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28
155,81	4,00	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	4,00	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	4,00	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
139,96	6,00	0,00293	2,74	0,9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	2,54	1,27	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	7
174,20	6,00	0,00293	2,74	0,9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	2,54	1,27	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	14
214,96	6,00	0,00293	2,74	0,9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	2,54	1,27	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	28
150,24	7,50	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5,08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1,22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	202,60	326,77	629,85	1125,32	202,60	326,77	629,85	1125,32	7
171,99	7,50	0,00305	2,90	0,4760	0,2380	0,00133	0,00156	2,380	1,53	5,08	2,54	0,00131	0,00158	4,26	1,22	0,36	0,64	0,00189	0,00189	199,09	337,45	629,85	1125,32	199,09	337,45	629,85	1125,32	7
139,84	6,00	0,00271	2,49	0,9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5,08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,47	0,53	0,00190	0,00191	186,14	320,93	840,83	957,02	186,14	320,93	840,83	957,02	7
160,59	6,00	0,00271	2,49	0,9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5,08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	7
157,69	7,50	0,00295	2,76	0,9500	0,2360	0,00145	0,00149	0,000	2,26	2,54	1,90	0,00125	0,00136	0,00	2,26	0,36	0,64	0,00185	0,00186	221,78	396,03	610,24	1077,05	221,78	396,03	610,24	1077,05	7

155,93	6,00	0,00300	2,89	0,9500	0,2360	0,00134	0,00149	1,990	1,12	5,08	3,81	0,00139	0,00154	0,22	0,77	0,36	0,64	0,00184	0,00195	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	7
191,27	6,00	0,00300	2,89	0,9500	0,2360	0,00134	0,00149	1,990	1,12	5,08	3,81	0,00139	0,00154	0,22	0,77	0,36	0,64	0,00184	0,00195	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	14
215,53	6,00	0,00300	2,89	0,9500	0,2360	0,00134	0,00149	1,990	1,12	5,08	3,81	0,00139	0,00154	0,22	0,77	0,36	0,64	0,00184	0,00195	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	28
155,81	3,60	0,00284	2,49	0,9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5,08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	7
208,36	3,60	0,00284	2,49	0,9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5,08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	14
272,61	3,60	0,00284	2,49	0,9525	0,2380	0,00157	0,00166	2,020	3,46	5,08	2,54	0,00134	0,00166	0,54	1,23	0,36	0,64	0,00181	0,00178	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	28
186,61	6,00	0,00286	2,43	0,9500	0,2380	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00161	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	7
208,36	6,00	0,00286	2,43	0,9500	0,2380	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00161	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	14
272,61	6,00	0,00286	2,43	0,9500	0,2380	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00161	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	28
163,48	7,50	0,00276	3,36	0,9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	7
200,31	7,50	0,00276	3,36	0,9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	14
240,52	7,50	0,00276	3,36	0,9525	0,4750	0,00156	0,00173	0,210	1,00	3,81	2,54	0,00137	0,00149	0,66	4,33	0,36	0,64	0,00184	0,00185	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	28
248,67	6,00	0,00281	2,93	0,9525	0,4760	0,00149	0,00160	2,668	2,62	1,91	3,81	0,00133	0,00143	1,20	1,96	0,36	0,64	0,00185	0,00186	209,61	361,39	621,81	1113,91	209,61	361,39	621,81	1113,91	14
280,17	6,00	0,00281	2,93	0,9525	0,4760	0,00149	0,00160	2,668	2,62	1,91	3,81	0,00133	0,00143	1,20	1,96	0,36	0,64	0,00185	0,00186	209,61	361,39	621,81	1113,91	209,61	361,39	621,81	1113,91	28
186,61	7,40	0,00287	2,43	0,9525	0,4760	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00137	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	7
208,36	7,40	0,00287	2,43	0,9525	0,4760	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00137	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	14
272,61	7,40	0,00287	2,43	0,9525	0,4760	0,00149	0,00161	4,791	1,63	2,54	1,27	0,00137	0,00149	1,92	3,21	0,43	0,57	0,00184	0,00184	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	28
202,02	6,00	0,00291	2,30	0,9525	0,2360	0,00138	0,00159	0,210	0,35	5,08	3,81	0,00152	0,00171	0,66	1,08	0,36	0,64	0,00204	0,00208	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	7
218,68	6,00	0,00291	2,30	0,9525	0,2360	0,00138	0,00159	0,210	0,35	5,08	3,81	0,00152	0,00171	0,66	1,08	0,36	0,64	0,00204	0,00208	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	14
241,03	6,00	0,00291	2,30	0,9525	0,2360	0,00138	0,00159	0,210	0,35	5,08	3,81	0,00152	0,00171	0,66	1,08	0,36	0,64	0,00204	0,00208	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	28
139,96	6,00	0,00293	2,74	0,9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	5,08	3,81	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	7
174,20	6,00	0,00293	2,74	0,9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	5,08	3,81	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	14
214,96	6,00	0,00293	2,74	0,9525	0,2360	0,00156	0,00170	2,380	1,12	5,08	3,81	0,00157	0,00174	15,36	0,77	0,38	0,62	0,00199	0,00200	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	28
136,88	8,25	0,00280	2,56	0,9525	0,2360	0,00146	0,00167	2,590	0,53	3,81	2,54	0,00137	0,00150	3,04	1,80	0,36	0,64	0,00184	0,00189	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	7
194,06	8,25	0,00280	2,56	0,9525	0,2360	0,00146	0,00167	2,590	0,53	3,81	2,54	0,00137	0,00150	3,04	1,80	0,36	0,64	0,00184	0,00189	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	14
234,95	8,25	0,00280	2,56	0,9525	0,2360	0,00146	0,00167	2,590	0,53	3,81	2,54	0,00137	0,00150	3,04	1,80	0,36	0,64	0,00184	0,00189	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	28
163,02	7,40	0,00280	2,84	0,9525	0,4760	0,00159	0,00172	0,300	1,88	3,81	2,54	0,00132	0,00145	3,20	2,58	0,46	0,54	0,00187	0,00187	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	7
214,79	7,40	0,00280	2,84	0,9525	0,4760	0,00159	0,00172	0,300	1,88	3,81	2,54	0,00132	0,00145	3,20	2,58	0,46	0,54	0,00187	0,00187	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	14
251,65	7,40	0,00280	2,84	0,9525	0,4760	0,00159	0,00172	0,300	1,88	3,81	2,54	0,00132	0,00145	3,20	2,58	0,46	0,54	0,00187	0,00187	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	28
154,91	7,00	0,00291	2,35	0,4760	0,2360	0,00135	0,001481	0,551	1,05	5,08	3,81	0,00137	0,00150	0,524	0,64	0,36	0,64	0,00188	0,00189	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	7
208,12	7,00	0,00291	2,35	0,4760	0,2360	0,00135	0,001481	0,551	1,05	5,08	3,81	0,00137	0,00150	0,524	0,64	0,36	0,64	0,00188	0,00189	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	14
244,31	7,00	0,00291	2,35	0,4760	0,2360	0,00135	0,001481	0,551	1,05	5,08	3,81	0,00137	0,00150	0,524	0,64	0,36	0,64	0,00188	0,00189	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	28
157,32	6,00	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	1,675	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,91	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7
202,66	6,00	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	1,675	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,91	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
245,49	6,00	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	1,675	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,91	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
210,00	3,75	0,00295	2,85	0,9525	0,2360	0,00151	0,00161	0,130	3,2	3,38	2,54	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00170	0,00172	188,00	592,31	607,42	852,2	188	592,31	607,42	852,2	28
204,67	7,50	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	2,10	5,08	2,54	0,00232	0,00247	0,55	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7
172,55	7,50	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	2,10	5,08	2,54	0,00232	0,00247	0,55	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14
241,02	7,50	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	2,10	5,08	2,54	0,00232	0,00247	0,55	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28
162,99	7,50	0,00280	3,48	0,9525	0,4760	0,00154	0,00174	2,668	2,37	2,54	1,90	0,00138	0,00151	1,20	1,31	0,36	0,64	0,00186	0,00184	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	7
225,99	7,50	0,00280	3,48	0,9525	0,4760	0,00154	0,00174	2,668	2,37	2,54	1,90	0,00138	0,00151	1,20	1,31	0,36	0,64	0,00186	0,00184	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	14
238,46	7,50	0,00280	3,48	0,9525	0,4760	0,00154	0,00174	2,668	2,37	2,54	1,90	0,00138	0,00151	1,20	1,31	0,36	0,64	0,00186	0,00184	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	28
183,61	2,45	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	218,78	339,52	1035,41	690,27	218,78	339,52	1035,41	690,27	7
288,02	2,45	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	218,78	339,52	1035,41	690,27	218,78	339,52	1035,41	690,27	28
200,78	2,35	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	215,22	346,59	1033,67	689,11	215,22	346,59	1033,67	689,11	7
297,81	2,35	0,00280	2,80	0,4760	0,2360	0,00116	0,00182	2,720	2,48	3,81	2,54	0,00132	0,00143	0,32	2,79	0,40	0,60	0,00194	0,00195	215,22	346,59	1033,67	689,11	215,22	346,59	1033,67	689,11	28

204,06	7,33	0,00264	2,76	0,4760	0,2360	0,00155	0,00168	2,658	1,13	3,81	2,54	0,00171	0,00184	2,72	2,00	0,26	0,74	0,00172	0,00173	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	7
237,23	7,33	0,00264	2,76	0,4760	0,2360	0,00155	0,00168	2,658	1,13	3,81	2,54	0,00171	0,00184	2,72	2,00	0,26	0,74	0,00172	0,00173	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	14
274,39	7,33	0,00264	2,76	0,4760	0,2360	0,00155	0,00168	2,658	1,13	3,81	2,54	0,00171	0,00184	2,72	2,00	0,26	0,74	0,00172	0,00173	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	28
272,81	5,33	0,00264	2,76	0,4760	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	7
315,77	5,33	0,00264	2,76	0,4760	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	14
374,08	5,33	0,00264	2,76	0,4760	0,2360	0,00156	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,36	0,64	0,00182	0,00185	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	28
204,92	9,50	0,00287	2,98	0,9525	0,4760	0,00162	0,00176	0,000	3,02	1,90	1,90	0,00132	0,00151	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	7
272,11	9,50	0,00287	2,98	0,9525	0,4760	0,00162	0,00176	0,000	3,02	1,90	1,90	0,00132	0,00151	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	14
326,68	9,50	0,00287	2,98	0,9525	0,4760	0,00162	0,00176	0,000	3,02	1,90	1,90	0,00132	0,00151	0,52	2,41	0,36	0,64	0,00171	0,00178	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	28
172,55	8,50	0,00287	2,83	0,9500	0,4760	0,00162	0,00176	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00132	0,00151	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	7
204,67	8,50	0,00287	2,83	0,9500	0,4760	0,00162	0,00176	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00132	0,00151	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	14
241,02	8,50	0,00287	2,83	0,9500	0,4760	0,00162	0,00176	0,551	2,10	2,54	2,54	0,00132	0,00151	0,52	2,93	0,40	0,60	0,00181	0,00182	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	28
155,81	4,00	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	4,00	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	4,00	0,00296	2,30	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
212,19	7,50	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
154,09	6,00	0,00286	2,67	0,9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	7
205,25	6,00	0,00286	2,67	0,9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	14
216,71	6,00	0,00286	2,67	0,9525	0,4760	0,00154	0,00163	2,668	2,62	2,54	1,90	0,00138	0,00143	1,20	2,30	0,37	0,59	0,00184	0,00184	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	28
158,36	7,40	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	7
200,48	7,40	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	14
246,00	7,40	0,00282	2,37	0,4760	0,2360	0,00146	0,00161	2,720	1,97	3,81	2,54	0,00132	0,00145	0,32	2,67	0,46	0,54	0,00194	0,00195	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	28
166,83	7,50	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	0,00	3,81	2,54	0,00232	0,00247	0,55	1,47	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7
199,04	7,50	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	0,00	3,81	2,54	0,00232	0,00247	0,55	1,47	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14
244,91	7,50	0,00292	2,83	0,4760	0,2360	0,00241	0,00254	0,470	0,00	3,81	2,54	0,00232	0,00247	0,55	1,47	0,40	0,60	0,00181	0,00182	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28
219,64	7,50	0,00301	2,53	0,9525	0,2360	0,00151	0,00167	3,980	1,13	3,81	2,54	0,00143	0,00150	1,01	4,75	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	7
267,07	7,50	0,00301	2,53	0,9525	0,2360	0,00151	0,00167	3,980	1,13	3,81	2,54	0,00143	0,00150	1,01	4,75	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	14
345,84	7,50	0,00301	2,53	0,9525	0,2360	0,00151	0,00167	3,980	1,13	3,81	2,54	0,00143	0,00150	1,01	4,75	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	28
214,21	7,50	0,00301	2,53	0,9525	0,2360	0,00151	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	7
270,80	7,50	0,00301	2,53	0,9525	0,2360	0,00151	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	14
305,56	7,50	0,00301	2,53	0,9525	0,2360	0,00151	0,00167	2,590	1,83	3,81	2,54	0,00123	0,00135	3,04	5,15	0,50	0,50	0,00198	0,00200	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	28
164,43	6,50	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	7
201,87	6,50	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	14
238,10	6,50	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	28
184,27	6,50	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	7
233,73	6,50	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	14
271,03	6,50	0,00285	2,36	0,4760	0,2360	0,00146	0,00160	2,270	1,34	2,54	2,54	0,00133	0,00147	1,54	2,52	0,46	0,54	0,00197	0,00197	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	28
156,33	8,00	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	7
185,90	8,00	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	14
217,52	8,00	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	28
178,29	7,50	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	7
214,26	7,50	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	14

213,88	7,50	0,00268	2,49	0,9500	0,2360	0,00140	0,00156	6,100	0,97	3,81	2,54	0,00128	0,00139	0,65	3,79	0,43	0,57	0,00179	0,00180	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	28
144,62	6,60	0,00283	2,80	0,9500	0,2360	0,00142	0,00157	0,130	1,56	5,08	2,54	0,00135	0,00146	0,13	1,63	0,38	0,62	0,00183	0,00184	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	7
170,97	6,60	0,00283	2,80	0,9500	0,2360	0,00142	0,00157	0,130	1,56	5,08	2,54	0,00135	0,00146	0,13	1,63	0,38	0,62	0,00183	0,00184	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	14
213,88	6,60	0,00283	2,80	0,9500	0,2360	0,00142	0,00157	0,130	1,56	5,08	2,54	0,00135	0,00146	0,13	1,63	0,38	0,62	0,00183	0,00184	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	28
172,31	7,00	0,00269	2,02	0,9525	0,2360	0,00154	0,00163	2,680	1,11	1,91	1,27	0,00124	0,00137	1,10	2,84	36,00	64,00	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	7
198,41	7,00	0,00269	2,02	0,9525	0,2360	0,00154	0,00163	0,128	1,53	1,91	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	143,36	398,23	434,76	713,79	143,36	398,23	434,76	713,79	7
144,62	6,90	0,00268	3,07	0,9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5,08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,54	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	7
179,00	6,90	0,00268	3,07	0,9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5,08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,54	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	14
201,50	6,90	0,00268	3,07	0,9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5,08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,54	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	28
227,72	7,00	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,16	5,08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,60	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,49	333,60	675,20	1183,54	193,49	333,60	675,20	1183,54	28
214,14	6,00	0,00295	3,20	0,9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,22	1,91	1,91	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,00170	178,11	685,04	547,18	852,20	178,11	685,04	547,18	852,20	28
208,33	7,50	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
251,73	7,50	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,90	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,40	0,60	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
138,68	6,00	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	7
208,19	6,00	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	28
155,81	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,00170	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,00153	5,080	1,88	2,54	1,90	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
172,31	7,00	0,00269	2,02	0,9525	0,2360	0,00154	0,001627	2,680	1,11	1,905	1,27	0,00124	0,00137	1,1	2,84	0,36	0,64	0,00168	0,00171	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	7
198,41	7,00	0,00269	2,02	0,9525	0,2360	0,00154	0,001627	0,128	1,53	1,905	1,27	0,00124	0,00137	0,30	3,18	0,36	0,64	0,00168	0,00171	143,364	398,232	434,759	713,786	143,364	398,232	434,759	713,786	7
144,62	6,90	0,00268	3,07	0,9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5,08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,535	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	7
179,00	6,90	0,00268	3,07	0,9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5,08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,535	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	14
201,50	6,90	0,00268	3,07	0,9525	0,4750	0,00165	0,00156	0,125	3,96	5,08	3,81	0,00165	0,00140	0,31	3,535	0,36	0,64	0,00191	0,00191	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	28
227,72	7,00	0,00290	2,23	0,4760	1,1800	0,00166	0,00173	0,310	0,164	5,08	3,81	0,00138	0,00173	0,31	0,596	0,36	0,64	0,00197	0,00199	193,489	333,601	675,196	1183,536	193,489	333,601	675,196	1183,54	28
210,00	6,00	0,00295	3,20	0,9525	0,4750	0,00151	0,00161	0,130	3,223	1,905	1,905	0,00129	0,00139	0,13	2,53	0,36	0,64	0,00169	0,01696	178,11	685,04	547,18	852,2	178,11	685,04	547,18	852,2	28
208,33	7,50	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,9	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,4	0,6	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
251,73	7,50	0,00291	3,00	0,4760	0,2360	0,00144	0,00152	0,130	1,42	3,81	1,9	0,00129	0,00139	0,13	1,72	0,4	0,6	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
138,68	6,00	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,535	7
138,68	6,00	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,535	7
208,19	6,00	0,00293	2,74	0,9500	0,2360	0,00156	0,00170	1,990	1,12	5,08	2,54	0,00157	0,00174	0,22	0,77	0,38	0,62	0,00190	0,00200	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,535	28
155,81	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,001702	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,001702	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	8,00	0,00289	2,59	0,9500	0,4760	0,00161	0,001702	1,675	2,02	5,08	3,81	0,00139	0,00149	0,91	1,32	0,38	0,62	0,00184	0,00186	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,001527	5,080	1,88	2,54	1,9	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,661	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	7
172,86	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,001527	5,080	1,88	2,54	1,9	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,661	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	14
196,70	6,25	0,00279	2,60	0,9500	0,2360	0,00147	0,001527	5,080	1,88	2,54	1,9	0,00137	0,00150	2,97	0,71	0,45	0,55	0,00184	0,00184	197,661	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	28
210,00	7,50	0,00290	3,00	0,4760	0,2360	0,00147	0,00157	0,130	1,92	5,08	2,54	0,00133	0,00144	0,13	1,72	0,36	0,64	0,00185	0,00186	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28

ANEXO 4:
BASE DE DATOS CON UNIDADES DE MEDIDA ESTANDARIZADAS Y CODIFICADAS

Resis_comp	Asentamiento	Densidad_cemento	Modulo_finura_af	TM_af	TNM_af	DAS_af	DAC_af	Porcen_humedad_af	Porcen_absor_af	TM_ag	TNM_ag	DAS_ag	DAC_ag	Porcen_humedad_ag	Porcen_absor_ag	Porcen_opt_arena	Porcen_opt_grava	DO_mezcla	DM_mezcla	Agua	Cemento	Arena	Grava	Agua_corr	Cemento_corr	Arena_corr	Grava_corr	Edad
208,33	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,90	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,40	0,60	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
251,73	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,90	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,40	0,60	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
138,68	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	7
208,19	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	28
155,81	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	0,130	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,13	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
154,09	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	7
205,25	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	14
216,71	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	28
158,36	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	7
200,48	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	14
246,00	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	28
166,83	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	7
199,04	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	14
244,91	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	28
219,64	3,00	2640,00	2,76	0,9525	0,4760	1550,0	1680,0	3,980	1,13	5,08	3,81	1710,00	1840,00	1,01	4,75	0,26	0,74	1717,0	1728,0	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	7
267,07	3,00	2640,00	2,76	0,9525	0,4760	1550,0	1680,0	3,980	1,13	5,08	3,81	1710,00	1840,00	1,01	4,75	0,26	0,74	1717,0	1728,0	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	14
345,84	3,00	2640,00	2,76	0,9525	0,4760	1550,0	1680,0	3,980	1,13	5,08	3,81	1710,00	1840,00	1,01	4,75	0,26	0,74	1717,0	1728,0	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	28
214,21	5,00	2640,00	2,44	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	7
270,80	5,00	2640,00	2,44	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	14
305,56	5,00	2640,00	2,44	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	28
204,92	3,00	2640,00	2,98	0,9525	0,4760	1600,0	1700,0	0,730	3,02	1,90	1,90	1740,00	1880,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	7
272,11	3,00	2640,00	2,98	0,9525	0,4760	1600,0	1700,0	0,730	3,02	1,90	1,90	1740,00	1880,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	14
326,68	3,00	2640,00	2,98	0,9525	0,4760	1600,0	1700,0	0,730	3,02	1,90	1,90	1740,00	1880,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	28
172,55	7,50	2920,00	2,83	0,9500	0,4760	1410,0	1560,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1440,00	1550,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7
204,67	7,50	2920,00	2,83	0,9500	0,4760	1410,0	1560,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1440,00	1550,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14
241,02	7,50	2920,00	2,83	0,9500	0,4760	1410,0	1560,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1440,00	1550,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28
155,81	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	0,130	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,13	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
139,96	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	2,54	1,27	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	7
174,20	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	2,54	1,27	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	14
214,96	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	2,54	1,27	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	28
150,24	7,50	3045,00	2,90	0,4760	0,2380	1326,0	1560,0	2,380	1,53	5,08	2,54	1306,00	1583,00	4,26	1,22	0,36	0,64	1888,0	1891,0	202,60	326,77	629,85	1125,32	202,60	326,77	629,85	1125,32	7
171,99	7,50	3045,00	2,90	0,4760	0,2380	1326,0	1560,0	2,380	1,53	5,08	2,54	1306,00	1583,00	4,26	1,22	0,36	0,64	1888,0	1891,0	199,09	337,45	629,85	1125,32	199,09	337,45	629,85	1125,32	7
139,84	6,00	2713,00	2,49	0,9525	0,2380	1574,0	1663,0	2,020	3,46	5,08	2,54	1344,00	1663,00	0,54	1,23	0,47	0,53	1904,0	1910,0	186,14	320,93	840,83	957,02	186,14	320,93	840,83	957,02	7
160,59	6,00	2713,00	2,49	0,9525	0,2380	1574,0	1663,0	2,020	3,46	5,08	2,54	1344,00	1663,00	0,54	1,23	0,36	0,64	1805,0	1775,0	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	7
157,69	7,50	2946,00	2,76	0,9500	0,2360	1454,0	1494,0	0,000	2,26	2,54	1,90	1245,00	1359,00	0,00	2,26	0,36	0,64	1850,0	1860,0	221,78	396,03	610,24	1077,05	221,78	396,03	610,24	1077,05	7
155,93	6,00	3000,00	2,89	0,9500	0,2360	1336,0	1491,0	1,990	1,12	5,08	3,81	1385,00	1536,00	0,22	0,77	0,36	0,64	1840,0	1954,0	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	7
191,27	6,00	3000,00	2,89	0,9500	0,2360	1336,0	1491,0	1,990	1,12	5,08	3,81	1385,00	1536,00	0,22	0,77	0,36	0,64	1840,0	1954,0	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	14
215,53	6,00	3000,00	2,89	0,9500	0,2360	1336,0	1491,0	1,990	1,12	5,08	3,81	1385,00	1536,00	0,22	0,77	0,36	0,64	1840,0	1954,0	195,42	315,20	622,57	1091,99	195,42	315,20	622,57	1091,99	28

155,81	3,60	2838,00	2,49	0,9525	0,2380	1574,0	1663,0	2,020	3,46	5,08	2,54	1344,00	1663,00	0,54	1,23	0,36	0,64	1805,0	1775,0	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	7
208,36	3,60	2838,00	2,49	0,9525	0,2380	1574,0	1663,0	2,020	3,46	5,08	2,54	1344,00	1663,00	0,54	1,23	0,36	0,64	1805,0	1775,0	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	14
272,61	3,60	2838,00	2,49	0,9525	0,2380	1574,0	1663,0	2,020	3,46	5,08	2,54	1344,00	1663,00	0,54	1,23	0,36	0,64	1805,0	1775,0	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	28
186,61	6,00	2859,00	2,43	0,9500	0,2380	1491,0	1612,0	4,791	1,63	2,54	1,27	1612,00	1488,00	1,92	3,21	0,43	0,57	1835,0	1837,0	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	7
208,36	6,00	2859,00	2,43	0,9500	0,2380	1491,0	1612,0	4,791	1,63	2,54	1,27	1612,00	1488,00	1,92	3,21	0,43	0,57	1835,0	1837,0	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	14
272,61	6,00	2859,00	2,43	0,9500	0,2380	1491,0	1612,0	4,791	1,63	2,54	1,27	1612,00	1488,00	1,92	3,21	0,43	0,57	1835,0	1837,0	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	28
163,48	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	7
200,31	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	14
240,52	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	28
248,67	6,00	2810,00	2,93	0,9525	0,4760	1491,0	1600,0	2,668	2,62	1,91	3,81	1330,00	1430,00	1,20	1,96	0,36	0,64	1850,0	1860,0	209,61	361,39	621,81	1113,91	209,61	361,39	621,81	1113,91	14
280,17	6,00	2810,00	2,93	0,9525	0,4760	1491,0	1600,0	2,668	2,62	1,91	3,81	1330,00	1430,00	1,20	1,96	0,36	0,64	1850,0	1860,0	209,61	361,39	621,81	1113,91	209,61	361,39	621,81	1113,91	28
186,61	7,40	2870,00	2,43	0,9525	0,4760	1491,0	1612,0	4,791	1,63	2,54	1,27	1367,00	1488,00	1,92	3,21	0,43	0,57	1835,0	1837,0	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	7
208,36	7,40	2870,00	2,43	0,9525	0,4760	1491,0	1612,0	4,791	1,63	2,54	1,27	1367,00	1488,00	1,92	3,21	0,43	0,57	1835,0	1837,0	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	14
272,61	7,40	2870,00	2,43	0,9525	0,4760	1491,0	1612,0	4,791	1,63	2,54	1,27	1367,00	1488,00	1,92	3,21	0,43	0,57	1835,0	1837,0	193,80	346,07	713,45	1016,09	193,80	346,07	713,45	1016,09	28
202,02	6,00	2908,00	2,30	0,9525	0,2360	1380,0	1590,0	0,210	0,35	5,08	3,81	1520,00	1710,00	0,66	1,08	0,36	0,64	2040,0	2080,0	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	7
218,68	6,00	2908,00	2,30	0,9525	0,2360	1380,0	1590,0	0,210	0,35	5,08	3,81	1520,00	1710,00	0,66	1,08	0,36	0,64	2040,0	2080,0	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	14
241,03	6,00	2908,00	2,30	0,9525	0,2360	1380,0	1590,0	0,210	0,35	5,08	3,81	1520,00	1710,00	0,66	1,08	0,36	0,64	2040,0	2080,0	175,61	302,78	693,30	1241,30	175,61	302,78	693,30	1241,30	28
139,96	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	5,08	3,81	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	7
174,20	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	5,08	3,81	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	14
214,96	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	5,08	3,81	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	28
136,88	8,25	2800,00	2,56	0,9525	0,2360	1459,0	1673,0	2,590	0,53	3,81	2,54	1370,00	1501,00	3,04	1,80	0,36	0,64	1840,0	1890,0	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	7
194,06	8,25	2800,00	2,56	0,9525	0,2360	1459,0	1673,0	2,590	0,53	3,81	2,54	1370,00	1501,00	3,04	1,80	0,36	0,64	1840,0	1890,0	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	14
234,95	8,25	2800,00	2,56	0,9525	0,2360	1459,0	1673,0	2,590	0,53	3,81	2,54	1370,00	1501,00	3,04	1,80	0,36	0,64	1840,0	1890,0	215,21	371,05	629,31	1093,73	215,21	371,05	629,31	1093,73	28
163,02	7,40	2803,00	2,84	0,9525	0,4760	1588,0	1716,0	0,300	1,88	3,81	2,54	1324,00	1449,00	3,20	2,58	0,46	0,54	1866,0	1872,0	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	7
214,79	7,40	2803,00	2,84	0,9525	0,4760	1588,0	1716,0	0,300	1,88	3,81	2,54	1324,00	1449,00	3,20	2,58	0,46	0,54	1866,0	1872,0	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	14
251,65	7,40	2803,00	2,84	0,9525	0,4760	1588,0	1716,0	0,300	1,88	3,81	2,54	1324,00	1449,00	3,20	2,58	0,46	0,54	1866,0	1872,0	186,37	326,96	791,05	971,66	186,37	326,96	791,05	971,66	28
154,91	7,00	2912,00	2,35	0,4760	0,2360	1352,0	1481,0	0,551	1,05	5,08	3,81	1367,00	1496,00	0,524	0,64	0,36	0,64	1880,0	1890,0	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	7
208,12	7,00	2912,00	2,35	0,4760	0,2360	1352,0	1481,0	0,551	1,05	5,08	3,81	1367,00	1496,00	0,524	0,64	0,36	0,64	1880,0	1890,0	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	14
244,31	7,00	2912,00	2,35	0,4760	0,2360	1352,0	1481,0	0,551	1,05	5,08	3,81	1367,00	1496,00	0,524	0,64	0,36	0,64	1880,0	1890,0	211,66	377,96	643,18	1119,54	211,66	377,96	643,18	1119,54	28
157,32	6,00	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	1,675	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,91	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	7
202,66	6,00	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	1,675	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,91	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
245,49	6,00	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	1,675	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,91	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
210,00	3,75	2948,33	2,85	0,9525	0,2360	1510,0	1610,0	0,130	3,2	3,38	2,54	1286,67	1393,33	0,13	2,53	0,36	0,64	1699,3	1716,2	188,00	592,31	607,42	852,2	188	592,31	607,42	852,2	28
204,67	7,50	2920,00	2,83	0,4760	0,2360	2410,0	2540,0	0,470	2,10	5,08	2,54	2320,00	2470,00	0,55	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7
172,55	7,50	2920,00	2,83	0,4760	0,2360	2410,0	2540,0	0,470	2,10	5,08	2,54	2320,00	2470,00	0,55	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14
241,02	7,50	2920,00	2,83	0,4760	0,2360	2410,0	2540,0	0,470	2,10	5,08	2,54	2320,00	2470,00	0,55	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28
162,99	7,50	2800,00	3,48	0,9525	0,4760	1537,0	1740,0	2,668	2,37	2,54	1,90	1382,00	1510,00	1,20	1,31	0,36	0,64	1862,0	1842,0	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	7
225,99	7,50	2800,00	3,48	0,9525	0,4760	1537,0	1740,0	2,668	2,37	2,54	1,90	1382,00	1510,00	1,20	1,31	0,36	0,64	1862,0	1842,0	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	14
238,46	7,50	2800,00	3,48	0,9525	0,4760	1537,0	1740,0	2,668	2,37	2,54	1,90	1382,00	1510,00	1,20	1,31	0,36	0,64	1862,0	1842,0	180,00	407,50	650,00	950,00	180,00	407,50	650,00	950,00	28
183,61	2,45	2803,00	2,80	0,4760	0,2360	1155,2	1817,0	2,720	2,48	3,81	2,54	1316,00	1433,00	0,32	2,79	0,40	0,60	1938,0	1951,1	218,78	339,52	1035,41	690,27	218,78	339,52	1035,41	690,27	7
288,02	2,45	2803,00	2,80	0,4760	0,2360	1155,2	1817,0	2,720	2,48	3,81	2,54	1316,00	1433,00	0,32	2,79	0,40	0,60	1938,0	1951,1	218,78	339,52	1035,41	690,27	218,78	339,52	1035,41	690,27	28
200,78	2,35	2803,00	2,80	0,4760	0,2360	1155,2	1817,0	2,720	2,48	3,81	2,54	1316,00	1433,00	0,32	2,79	0,40	0,60	1938,0	1951,1	215,22	346,59	1033,67	689,11	215,22	346,59	1033,67	689,11	7
297,81	2,35	2803,00	2,80	0,4760	0,2360	1155,2	1817,0	2,720	2,48	3,81	2,54	1316,00	1433,00	0,32	2,79	0,40	0,60	1938,0	1951,1	215,22	346,59	1033,67	689,11	215,22	346,59	1033,67	689,11	28
204,06	7,33	2640,00	2,76	0,4760	0,2360	1550,0	1680,0	2,658	1,13	3,81	2,54	1710,00	1840,00	2,72	2,00	0,26	0,74	1717,0	1728,0	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	7
237,23	7,33	2640,00	2,76	0,4760	0,2360	1550,0	1680,0	2,658	1,13	3,81	2,54	1710,00	1840,00	2,72	2,00	0,26	0,74	1717,0	1728,0	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	14
274,39	7,33	2640,00	2,76	0,4760	0,2360	1550,0	1680,0	2,658	1,13	3,81	2,54	1710,00	1840,00	2,72	2,00	0,26	0,74	1717,0	1728,0	192,10	365,70	481,50	1029,50	192,10	365,70	481,50	1029,50	28
272,81	5,33	2640,00	2,76	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	7
315,77	5,33	2640,00	2,76	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	14
374,08	5,33	2640,00	2,76	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	192,20	393,70	456,20	1029,50	192,20	393,70	456,20	1029,50	28
204,92	9,50	2870,00	2,98	0,9525	0,4760	1621,0	1763,0	0,000	3,02	1,90	1,90	1324,00	1507,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	7
272,11	9,50	2870,00	2,98	0,9525	0,4760	1621,0	1763,0	0,000	3,02	1,90	1,90	1324,00	1507,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	14

326,68	9,50	2870,00	2,98	0,9525	0,4760	1621,0	1763,0	0,000	3,02	1,90	1,90	1324,00	1507,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	245,23	294,30	812,73	979,55	245,23	294,30	812,73	979,55	28
172,55	8,50	2870,00	2,83	0,9500	0,4760	1621,0	1763,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1324,00	1507,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	7
204,67	8,50	2870,00	2,83	0,9500	0,4760	1621,0	1763,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1324,00	1507,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	14
241,02	8,50	2870,00	2,83	0,9500	0,4760	1621,0	1763,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1324,00	1507,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	243,39	350,94	762,33	979,55	243,39	350,94	762,33	979,55	28
155,81	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
212,19	7,50	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	0,130	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,13	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
154,09	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	7
205,25	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	14
216,71	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	28
158,36	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	7
200,48	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	14
246,00	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	28
166,83	7,50	2920,00	2,83	0,4760	0,2360	2410,0	2540,0	0,470	0,00	3,81	2,54	2320,00	2470,00	0,55	1,47	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7
199,04	7,50	2920,00	2,83	0,4760	0,2360	2410,0	2540,0	0,470	0,00	3,81	2,54	2320,00	2470,00	0,55	1,47	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14
244,91	7,50	2920,00	2,83	0,4760	0,2360	2410,0	2540,0	0,470	0,00	3,81	2,54	2320,00	2470,00	0,55	1,47	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28
219,64	7,50	3005,00	2,53	0,9525	0,2360	1505,0	1665,0	3,980	1,13	3,81	2,54	1425,00	1495,00	1,01	4,75	0,50	0,50	1980,0	2000,0	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	7
267,07	7,50	3005,00	2,53	0,9525	0,2360	1505,0	1665,0	3,980	1,13	3,81	2,54	1425,00	1495,00	1,01	4,75	0,50	0,50	1980,0	2000,0	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	14
345,84	7,50	3005,00	2,53	0,9525	0,2360	1505,0	1665,0	3,980	1,13	3,81	2,54	1425,00	1495,00	1,01	4,75	0,50	0,50	1980,0	2000,0	214,66	346,22	903,73	974,93	214,66	346,22	903,73	974,93	28
214,21	7,50	3005,00	2,53	0,9525	0,2360	1505,0	1665,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,50	0,50	1980,0	2000,0	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	7
270,80	7,50	3005,00	2,53	0,9525	0,2360	1505,0	1665,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,50	0,50	1980,0	2000,0	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	14
305,56	7,50	3005,00	2,53	0,9525	0,2360	1505,0	1665,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,50	0,50	1980,0	2000,0	214,64	383,28	903,73	974,93	214,64	383,28	903,73	974,93	28
164,43	6,50	2852,00	2,36	0,4760	0,2360	1461,0	1599,0	2,270	1,34	2,54	2,54	1327,00	1466,00	1,54	2,52	0,46	0,54	1971,0	1970,0	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	7
201,87	6,50	2852,00	2,36	0,4760	0,2360	1461,0	1599,0	2,270	1,34	2,54	2,54	1327,00	1466,00	1,54	2,52	0,46	0,54	1971,0	1970,0	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	14
238,10	6,50	2852,00	2,36	0,4760	0,2360	1461,0	1599,0	2,270	1,34	2,54	2,54	1327,00	1466,00	1,54	2,52	0,46	0,54	1971,0	1970,0	171,39	300,68	875,84	994,00	171,39	300,68	875,84	994,00	28
184,27	6,50	2852,00	2,36	0,4760	0,2360	1461,0	1599,0	2,270	1,34	2,54	2,54	1327,00	1466,00	1,54	2,52	0,46	0,54	1971,0	1970,0	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	7
233,73	6,50	2852,00	2,36	0,4760	0,2360	1461,0	1599,0	2,270	1,34	2,54	2,54	1327,00	1466,00	1,54	2,52	0,46	0,54	1971,0	1970,0	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	14
271,03	6,50	2852,00	2,36	0,4760	0,2360	1461,0	1599,0	2,270	1,34	2,54	2,54	1327,00	1466,00	1,54	2,52	0,46	0,54	1971,0	1970,0	166,60	314,33	875,84	994,00	166,60	314,33	875,84	994,00	28
156,33	8,00	2680,00	2,49	0,9500	0,2360	1398,0	1559,0	6,100	0,97	3,81	2,54	1283,00	1393,00	0,65	3,79	0,43	0,57	1793,0	1796,0	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	7
185,90	8,00	2680,00	2,49	0,9500	0,2360	1398,0	1559,0	6,100	0,97	3,81	2,54	1283,00	1393,00	0,65	3,79	0,43	0,57	1793,0	1796,0	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	14
217,52	8,00	2680,00	2,49	0,9500	0,2360	1398,0	1559,0	6,100	0,97	3,81	2,54	1283,00	1393,00	0,65	3,79	0,43	0,57	1793,0	1796,0	173,78	299,61	725,01	973,27	173,78	299,61	725,01	973,27	28
178,29	7,50	2680,00	2,49	0,9500	0,2360	1398,0	1559,0	6,100	0,97	3,81	2,54	1283,00	1393,00	0,65	3,79	0,43	0,57	1793,0	1796,0	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	7
214,26	7,50	2680,00	2,49	0,9500	0,2360	1398,0	1559,0	6,100	0,97	3,81	2,54	1283,00	1393,00	0,65	3,79	0,43	0,57	1793,0	1796,0	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	14
213,88	7,50	2680,00	2,49	0,9500	0,2360	1398,0	1559,0	6,100	0,97	3,81	2,54	1283,00	1393,00	0,65	3,79	0,43	0,57	1793,0	1796,0	171,38	306,04	725,01	973,27	171,38	306,04	725,01	973,27	28
144,62	6,60	2830,00	2,80	0,9500	0,2360	1420,0	1570,0	0,130	1,56	5,08	2,54	1350,00	1460,00	0,13	1,63	0,38	0,62	1830,0	1840,0	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	7
170,97	6,60	2830,00	2,80	0,9500	0,2360	1420,0	1570,0	0,130	1,56	5,08	2,54	1350,00	1460,00	0,13	1,63	0,38	0,62	1830,0	1840,0	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	14
213,88	6,60	2830,00	2,80	0,9500	0,2360	1420,0	1570,0	0,130	1,56	5,08	2,54	1350,00	1460,00	0,13	1,63	0,38	0,62	1830,0	1840,0	200,20	345,18	646,50	1075,84	200,20	345,18	646,50	1075,84	28
172,31	7,00	2693,00	2,02	0,9525	0,2360	1543,3	1626,7	2,680	1,11	1,91	1,27	1240,00	1373,33	1,10	2,84	0,36	0,64	1676,7	1706,7	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	7
198,41	7,00	2693,00	2,02	0,9525	0,2360	1543,3	1626,7	0,128	1,53	1,91	1,27	1240,00	1373,33	0,30	3,18	0,36	0,64	1676,7	1706,7	143,36	398,23	434,76	713,79	143,36	398,23	434,76	713,79	7
144,62	6,90	2680,00	3,07	0,9525	0,4750	1650,0	1560,0	0,125	3,96	5,08	3,81	1650,00	1400,00	0,31	3,54	0,36	0,64	1910,0	1910,0	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	7
179,00	6,90	2680,00	3,07	0,9525	0,4750	1650,0	1560,0	0,125	3,96	5,08	3,81	1650,00	1400,00	0,31	3,54	0,36	0,64	1910,0	1910,0	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	14
201,50	6,90	2680,00	3,07	0,9525	0,4750	1650,0	1560,0	0,125	3,96	5,08	3,81	1650,00	1400,00	0,31	3,54	0,36	0,64	1910,0	1910,0	167,30	288,44	652,61	1160,19	167,30	288,44	652,61	1160,19	28
227,72	7,00	2896,00	2,23	0,4760	1,1800	1658,5	1730,0	0,310	0,16	5,08	3,81	1376,50	1730,00	0,31	0,60	0,36	0,64	1970,0	1994,0	193,49	333,60	675,20	1183,54	193,49	333,60	675,20	1183,54	28

214,14	6,00	2948,33	3,20	0,9525	0,4750	1510,0	1610,0	0,130	3,22	1,91	1,91	1286,67	1393,33	0,13	2,53	0,36	0,64	1691,0	1696,0	178,11	685,04	547,18	852,20	178,11	685,04	547,18	852,20	28
208,33	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,90	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,40	0,60	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
251,73	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,90	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,40	0,60	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
138,68	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	7
208,19	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	28
155,81	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	0,130	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,13	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
172,31	7,00	2693,00	2,02	0,9525	0,2360	1543,3	1626,7	2,680	1,11	1,905	1,27	1240,00	1373,33	1,1	2,84	0,36	0,64	1676,7	1706,7	173,59	309,98	724,89	964,96	173,59	309,98	724,89	964,96	7
198,41	7,00	2693,00	2,02	0,9525	0,2360	1543,3	1626,7	0,128	1,53	1,905	1,27	1240,00	1373,33	0,30	3,18	0,36	0,64	1676,7	1706,7	143,364	398,232	434,759	713,786	143,364	398,232	434,759	713,786	7
144,62	6,90	2680,00	3,07	0,9525	0,4750	1650,0	1560,0	0,125	3,96	5,08	3,81	1650,00	1400,00	0,31	3,535	0,36	0,64	1910,0	1910,0	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	7
179,00	6,90	2680,00	3,07	0,9525	0,4750	1650,0	1560,0	0,125	3,96	5,08	3,81	1650,00	1400,00	0,31	3,535	0,36	0,64	1910,0	1910,0	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	14
201,50	6,90	2680,00	3,07	0,9525	0,4750	1650,0	1560,0	0,125	3,96	5,08	3,81	1650,00	1400,00	0,31	3,535	0,36	0,64	1910,0	1910,0	167,3	288,44	652,61	1160,19	167,3	288,44	652,61	1160,19	28
227,72	7,00	2896,00	2,23	0,4760	1,1800	1658,5	1730,0	0,310	0,164	5,08	3,81	1376,50	1730,00	0,31	0,596	0,36	0,64	1970,0	1994,0	193,489	333,601	675,196	1183,536	193,489	333,601	675,196	1183,54	28
210,00	6,00	2948,33	3,20	0,9525	0,4750	1510,0	1610,0	0,130	3,223	1,905	1,905	1286,67	1393,33	0,13	2,53	0,36	0,64	1692,0	16962,0	178,11	685,04	547,18	852,2	178,11	685,04	547,18	852,2	28
208,33	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,9	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,4	0,6	1692,0	16962,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
251,73	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,9	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,4	0,6	1692,0	16962,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
138,68	6,00	2910,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	0,0	1,990	1,12	5,08	2,54	1286,67	1385,00	0,22	0,77	0,38	0,62	0,0	0,0	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,535	7
138,68	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,535	7
208,19	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,621	722,971	1169,535	185,96	320,621	722,971	1169,535	28
155,81	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,9	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,661	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	7
172,86	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,9	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,661	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	14
196,70	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,9	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,661	340,795	742,175	991,33	197,661	340,795	742,175	991,33	28
210,00	7,50	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	0,130	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,13	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28

ANEXO 5: CÓDIGO EMPLEADO PARA EL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

```
#### 1. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ####

# Elaborado por: Alisson Gatia
# Fecha: 28/10/2024
# Tema: Correlación de variables

#### 2. CARGAR LAS PAQUETES ####
install.packages("corrplot")
install.packages("tidyverse")
install.packages("GGally")

#### 3. CARGAR LAS LIBRERIAS ####
library(corrplot)
library(ggplot2)   # Visualización de datos
library(readxl)

#### 4. CARGAR LOS DATOS ####
library(readxl)
X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL <- read_excel("1
DATOS_HORMIGON_ORIGINAL.xlsx")
View(X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL)

#### 5. ANALISIS DE CORRELACIÓN ####
#X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL |>
#pivot_wider(values_from=Resis_comp, names_from=State) |>
#GGally::ggpairs(columns = 2:29)
cor(X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL)

str(X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL)
```

ANEXO 6:

MATRIZ DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

CODIFICACIÓN	Resis_comp	Asentamiento	Densidad_cemento	Modulo_finura_af	TM_af	TNM_af	DAS_af	DAC_af	Porcen_humedad_af	Porcen_absor_af	TM_ag	TNM_ag	DAS_ag	DAC_ag	Porcen_humedad_ag	Porcen_absor_ag	Porcen_opt_arena	Porcen_opt_grava	DO_mezcla	DM_mezcla	Agua	Cemento	Arena	Grava	Agua_corr	Cemento_corr	Arena_corr	Grava_corr	Edad_hormigon
Resis_comp	1,0000	-0,1324	-0,1552	0,0686	-0,2325	0,0521	0,0419	0,1298	-0,0421	-0,0104	-0,1390	-0,0400	-0,0200	0,0004	-0,0914	0,4497	-0,0845	0,0934	0,0487	0,0544	0,0304	0,0982	-0,0196	-0,0777	0,0304	0,0982	-0,0196	-0,0777	0,6480
Asentamiento	-0,1324	1,0000	0,1715	0,1274	-0,0163	0,0581	0,1701	0,0500	-0,1488	-0,2166	-0,0820	-0,0989	-0,0504	-0,0742	-0,0590	0,0277	0,2084	-0,1980	0,0286	0,0449	0,2550	-0,0637	-0,0685	0,0718	0,2550	-0,0637	-0,0685	0,0718	-0,0035
Densidad_cemento	-0,1552	0,1715	1,0000	-0,0321	-0,0293	-0,0321	0,0149	0,0649	-0,2404	-0,1880	0,2124	0,1137	0,0151	0,1132	0,0898	-0,4128	0,2462	-0,2527	0,1429	0,1230	0,5317	0,2302	0,2046	0,1149	0,5317	0,2302	0,2046	0,1149	0,0805
Modulo_finura_af	0,0686	0,1274	-0,0321	1,0000	0,0238	0,1600	0,0865	0,0985	-0,3815	0,2551	0,0123	-0,0457	0,1690	0,0771	-0,0461	0,0916	-0,3225	0,3259	-0,0908	0,1591	0,1652	0,2291	-0,2602	0,1545	0,1652	0,2291	-0,2602	0,1545	0,1185
TM_af	-0,2325	-0,0163	-0,0293	0,0238	1,0000	0,2479	-0,0906	-0,1985	0,2052	0,1891	-0,1709	0,0028	-0,0796	-0,1413	0,1255	-0,0514	0,0216	-0,0402	-0,1059	-0,1159	-0,0193	-0,0238	-0,0388	0,0541	-0,0193	-0,0238	-0,0388	0,0541	-0,1016
TNM_af	0,0521	0,0581	-0,0321	0,1600	0,2479	1,0000	0,1575	0,0764	-0,2860	0,1928	-0,0063	0,3039	0,0005	-0,0201	-0,1756	0,0549	-0,2650	0,2361	-0,0013	-0,0123	0,1256	0,0918	-0,1939	0,1910	0,1256	0,0918	-0,1939	0,1910	0,0984
DAS_af	0,0419	0,1701	0,0149	0,0865	-0,0906	0,1575	1,0000	0,9001	-0,2338	0,0204	0,0540	0,0544	0,6990	0,6742	0,0051	0,0733	-0,0586	0,0574	0,3792	-0,0074	0,1360	0,1052	-0,1542	0,0553	0,1360	0,1052	-0,1542	0,0553	0,0338
DAC_af	0,1298	0,0500	0,0649	0,0985	-0,1985	0,0764	0,9001	1,0000	-0,1989	-0,0761	0,0465	0,0270	0,6542	0,6921	0,0078	0,1175	-0,0419	0,0445	0,4625	-0,0239	0,2305	0,1098	0,0391	-0,1532	0,2305	0,1098	0,0391	-0,1532	0,0330
Porcen_humedad_af	-0,0421	-0,1488	-0,2404	-0,3815	0,2052	-0,2860	-0,2338	-0,1989	1,0000	-0,1526	-0,2946	-0,2776	-0,1591	-0,1504	0,2260	0,0330	0,3999	-0,4100	0,0207	-0,1531	-0,1721	-0,2121	0,2363	-0,2251	-0,1721	-0,2121	0,2363	-0,2251	-0,0839
Porcen_absor_af	-0,0104	-0,2166	-0,1880	0,2551	0,1891	0,1928	0,0204	-0,0761	-0,1526	1,0000	-0,1162	-0,0136	-0,1009	-0,2548	-0,1859	0,0852	-0,0411	0,0121	-0,0330	0,0309	0,0107	0,1382	0,1187	-0,2401	0,0107	0,1382	0,1187	-0,2401	0,0065
TM_ag	-0,1390	-0,0820	0,2124	0,0123	-0,1709	-0,0063	0,0540	0,0465	-0,2946	-0,1162	1,0000	0,7245	0,1815	0,1849	-0,1094	-0,1369	-0,2924	0,3245	0,0593	-0,0659	0,0259	-0,1619	-0,1392	0,4459	0,0259	-0,1619	-0,1392	0,4459	0,0379
TNM_ag	-0,0400	-0,0989	0,1137	-0,0457	0,0028	0,3039	0,0544	0,0270	-0,2776	-0,0136	0,7245	1,0000	0,1197	0,0752	-0,1046	-0,0760	-0,2987	0,3255	0,1423	-0,1079	0,0503	-0,1250	-0,1305	0,4004	0,0503	-0,1250	-0,1305	0,4004	0,0480
DAS_ag	-0,0200	-0,0504	0,0151	0,1690	-0,0796	0,0005	0,6990	0,6542	-0,1591	-0,1009	0,1815	0,1197	1,0000	0,9067	0,0631	-0,0690	-0,1989	0,2050	0,0194	-0,0851	0,0097	-0,0449	-0,1429	0,2262	0,0097	-0,0449	-0,1429	0,2262	-0,0064
DAC_ag	0,0004	-0,0742	0,1132	0,0771	-0,1413	-0,0201	0,6742	0,6921	-0,1504	-0,2548	0,1849	0,0752	0,9067	1,0000	0,1138	-0,2041	-0,1999	0,2150	0,0198	-0,0906	0,0678	-0,0243	-0,0742	0,1717	0,0678	-0,0243	-0,0742	0,1717	-0,0139
Porcen_humedad_ag	-0,0914	-0,0590	0,0898	-0,0461	0,1255	-0,1756	0,0051	0,0078	0,2260	-0,1859	-0,1094	-0,1046	0,0631	0,1138	1,0000	-0,1789	0,0529	-0,0485	0,1913	-0,0575	-0,0675	-0,0987	0,0335	0,1724	-0,0675	-0,0987	0,0335	0,1724	-0,0445
Porcen_absor_ag	0,4497	0,0277	-0,4128	0,0916	-0,0514	0,0549	0,0733	0,1175	0,0330	0,0852	-0,1369	-0,0760	-0,0690	-0,2041	-0,1789	1,0000	0,0402	-0,0414	0,0130	-0,0256	-0,1843	0,0088	-0,0090	-0,1657	-0,1843	0,0088	-0,0090	-0,1657	-0,0291
Porcen_opt_arena	-0,0845	0,2084	0,2462	-0,3225	0,0216	-0,2650	-0,0586	-0,0419	0,3999	-0,0411	-0,2924	-0,2987	-0,1989	-0,1999	0,0529	0,0402	1,0000	-0,9882	0,2265	0,0030	0,0414	-0,1699	0,7012	-0,4020	0,0414	-0,1699	0,7012	-0,4020	-0,0268
Porcen_opt_grava	0,0934	-0,1980	-0,2527	0,3259	-0,0402	0,2361	0,0574	0,0445	-0,4100	0,0121	0,3245	0,3255	0,2050	0,2150	-0,0485	-0,0414	-0,9882	1,0000	-0,2265	0,0010	-0,0630	0,1627	-0,6833	0,3867	-0,0630	0,1627	-0,6833	0,3867	0,0281
DO_mezcla	0,0487	0,0286	0,1429	-0,0908	-0,1059	-0,0013	0,3792	0,4625	0,0207	-0,0330	0,0593	0,1423	0,0194	0,0198	0,1913	0,0130	0,2265	-0,2265	1,0000	-0,0413	0,0126	-0,1391	0,2380	0,0123	0,0126	-0,1391	0,2380	0,0123	0,0790
DM_mezcla	0,0544	0,0449	0,1230	0,1591	-0,1159	-0,0123	-0,0074	-0,0239	-0,1531	0,0309	-0,0659	-0,1079	-0,0851	-0,0906	-0,0575	-0,0256	0,0030	0,0010	-0,0413	1,0000	0,0124	0,3226	-0,1048	-0,0138	0,0124	0,3226	-0,1048	-0,0138	0,1025
Agua	0,0304	0,2550	0,5317	0,1652	-0,0193	0,1256	0,1360	0,2305	-0,1721	0,0107	0,0259	0,0503	0,0097	0,0678	-0,0675	-0,1843	0,0414	-0,0630	0,0126	0,0124	1,0000	0,1756	0,0982	-0,0448	1,0000	0,1756	0,0982	-0,0448	0,0625
Cemento	0,0982	-0,0637	0,2302	0,2291	-0,0238	0,0918	0,1052	0,1098	-0,2121	0,1382	-0,1619	-0,1250	-0,0449	-0,0243	-0,0987	0,0088	-0,1699	0,1627	-0,1391	0,3226	0,1756	1,0000	-0,3695	-0,2575	0,1756	1,0000	-0,3695	-0,2575	0,1563
Arena	-0,0196	-0,0685	0,2046	-0,2602	-0,0388	-0,1939	-0,1542	0,0391	0,2363	0,1187	-0,1392	-0,1305	-0,1429	-0,0742	0,0335	-0,0090	0,7012	-0,6833	0,2380	-0,1048	0,0982	-0,3695	1,0000	-0,4527	0,0982	-0,3695	1,0000	-0,4527	-0,0413
Grava	-0,0777	0,0718	0,1149	0,1545	0,0541	0,1910	0,0553	-0,1532	-0,2251	-0,2401	0,4459	0,4004	0,2262	0,1717	0,1724	-0,1657	-0,4020	0,3867	0,0123	-0,0138	-0,0448	-0,2575	-0,4527	1,0000	-0,0448	-0,2575	-0,4527	1,0000	0,0557
Agua_corr	0,0304	0,2550	0,5317	0,1652	-0,0193	0,1256	0,1360	0,2305	-0,1721	0,0107	0,0259	0,0503	0,0097	0,0678	-0,0675	-0,1843	0,0414	-0,0630	0,0126	0,0124	1,0000	0,1756	0,0982	-0,0448	1,0000	0,1756	0,0982	-0,0448	0,0625
Cemento_corr	0,0982	-0,0637	0,2302	0,2291	-0,0238	0,0918	0,1052	0,1098	-0,2121	0,1382	-0,1619	-0,1250	-0,0449	-0,0243	-0,0987	0,0088	-0,1699	0,1627	-0,1391	0,3226	0,1756	1,0000	-0,3695	-0,2575	0,1756	1,0000	-0,3695	-0,2575	0,1563
Arena_corr	-0,0196	-0,0685	0,2046	-0,2602	-0,0388	-0,1939	-0,1542	0,0391	0,2363	0,1187	-0,1392	-0,1305	-0,1429	-0,0742	0,0335	-0,0090	0,7012	-0,6833	0,2380	-0,1048	0,0982	-0,3695	1,0000	-0,4527	0,0982	-0,3695	1,0000	-0,4527	-0,0413
Grava_corr	-0,0777	0,0718	0,1149	0,1545	0,0541	0,1910	0,0553	-0,1532	-0,2251	-0,2401	0,4459	0,4004	0,2262	0,1717	0,1724	-0,1657	-0,4020	0,3867	0,0123	-0,0138	-0,0448	-0,2575	-0,4527	1,0000	-0,0448	-0,2575	-0,4527	1,0000	0,0557
Edad_hormigon	0,6480	-0,0035	0,0805	0,1185	-0,1016	0,0984	0,0338	0,0330	-0,0839	0,0065	0,0379	0,0480	-0,0064	-0,0139	-0,0445	-0,0291	-0,0268	0,0281	0,0790	0,1025	0,0625	0,1563	-0,0413	0,0557	0,0625	0,1563	-0,0413	0,0557	1,0000

ANEXO 7:

BASE CON DATOS NORMALIZADOS

Resis_comp	Asentamiento	Densidad_cemento	Modulo_finura_af	TM_af	TNM_af	DAS_af	DAC_af	Porcen_humedad_af	Porcen_absor_af	TM_ag	TNM_ag	DAS_ag	DAC_ag	Porcen_humedad_ag	Porcen_absor_ag	Porcen_opt_arena	Porcen_opt_grava	DO_mezcla	DM_mezcla	Agua	Cemento	Arena	Grava	Agua_corr	Cemento_corr	Arena_corr	Grava_corr	Edad_Horigon
208,33	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,90	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,40	0,60	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	14
251,73	7,50	2910,00	3,00	0,4760	0,2360	1440,0	1520,0	0,130	1,42	3,81	1,90	1286,67	1385,00	0,13	1,72	0,40	0,60	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
138,68	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	7
208,19	6,00	2931,00	2,74	0,9500	0,2360	1556,4	1699,9	1,990	1,12	5,08	2,54	1568,60	1738,80	0,22	0,77	0,38	0,62	1900,0	2002,0	185,96	320,62	722,97	1169,54	185,96	320,62	722,97	1169,54	28
155,81	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	8,00	2890,00	2,59	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	0,130	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,13	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
154,09	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	7
205,25	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	14
216,71	6,00	2860,00	2,67	0,9525	0,4760	1537,0	1634,0	2,668	2,62	2,54	1,90	1382,00	1430,00	1,20	2,30	0,37	0,59	1839,0	1842,0	210,30	362,58	625,72	1100,07	210,30	362,58	625,72	1100,07	28
158,36	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	7
200,48	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	14
246,00	7,40	2821,00	2,37	0,4760	0,2360	1460,0	1614,0	2,720	1,97	3,81	2,54	1324,00	1449,00	0,32	2,67	0,46	0,54	1938,0	1951,1	176,00	309,13	864,00	972,00	176,00	309,13	864,00	972,00	28
166,83	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	7
199,04	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	14
244,91	7,50	2760,00	3,36	0,9525	0,4750	1560,0	1730,0	0,210	1,00	3,81	2,54	1370,00	1490,00	0,66	4,33	0,36	0,64	1840,0	1850,0	194,69	341,56	633,44	1090,20	194,69	341,56	633,44	1090,20	28
219,64	3,00	2640,00	2,76	0,9525	0,4760	1550,0	1680,0	3,980	1,13	5,08	3,81	1710,00	1840,00	1,01	4,75	0,26	0,74	1717,0	1728,0	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	7
267,07	3,00	2640,00	2,76	0,9525	0,4760	1550,0	1680,0	3,980	1,13	5,08	3,81	1710,00	1840,00	1,01	4,75	0,26	0,74	1717,0	1728,0	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	14
345,84	3,00	2640,00	2,76	0,9525	0,4760	1550,0	1680,0	3,980	1,13	5,08	3,81	1710,00	1840,00	1,01	4,75	0,26	0,74	1717,0	1728,0	170,69	341,38	456,82	1238,02	170,69	341,38	456,82	1238,02	28
214,21	5,00	2640,00	2,44	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	7
270,80	5,00	2640,00	2,44	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	14
305,56	5,00	2640,00	2,44	0,4760	0,2360	1560,0	1670,0	2,590	1,83	3,81	2,54	1230,00	1350,00	3,04	5,15	0,36	0,64	1818,0	1854,0	170,69	341,38	675,10	1125,95	170,69	341,38	675,10	1125,95	28
204,92	3,00	2640,00	2,98	0,9525	0,4760	1600,0	1700,0	0,730	3,02	1,90	1,90	1740,00	1880,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	7
272,11	3,00	2640,00	2,98	0,9525	0,4760	1600,0	1700,0	0,730	3,02	1,90	1,90	1740,00	1880,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	14
326,68	3,00	2640,00	2,98	0,9525	0,4760	1600,0	1700,0	0,730	3,02	1,90	1,90	1740,00	1880,00	0,52	2,41	0,36	0,64	1711,0	1784,0	169,15	345,21	703,30	1082,06	169,15	345,21	703,30	1082,06	28
172,55	7,50	2920,00	2,83	0,9500	0,4760	1410,0	1560,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1440,00	1550,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	7
204,67	7,50	2920,00	2,83	0,9500	0,4760	1410,0	1560,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1440,00	1550,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	14
241,02	7,50	2920,00	2,83	0,9500	0,4760	1410,0	1560,0	0,551	2,10	2,54	2,54	1440,00	1550,00	0,52	2,93	0,40	0,60	1810,0	1820,0	215,38	377,86	680,51	1015,45	215,38	377,86	680,51	1015,45	28
155,81	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	7
171,18	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	14
211,80	4,00	2955,00	2,30	0,9500	0,4760	1609,0	1702,0	1,675	2,02	5,08	3,81	1388,00	1486,00	0,91	1,32	0,38	0,62	1842,0	1857,0	214,33	369,54	662,41	1064,45	214,33	369,54	662,41	1064,45	28
146,81	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	7
172,86	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	14
196,70	6,25	2793,00	2,60	0,9500	0,2360	1473,0	1527,0	5,080	1,88	2,54	1,90	1373,00	1495,00	2,97	0,71	0,45	0,55	1841,0	1844,0	197,66	340,80	742,18	991,33	197,66	340,80	742,18	991,33	28
210,00	7,50	2900,00	3,00	0,4760	0,2360	1470,0	1570,0	0,130	1,92	5,08	2,54	1330,00	1440,00	0,13	1,72	0,36	0,64	1850,0	1860,0	207,37	370,31	617,59	1119,21	207,37	370,31	617,59	1119,21	28
139,96	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	2,54	1,27	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	7
174,20	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	2,54	1,27	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	14
214,96	6,00	2931,00	2,74	0,9525	0,2360	1556,4	1699,9	2,380	1,12	2,54	1,27	1568,60	1738,80	15,36	0,77	0,38	0,62	1990,0	2000,0	188,75	325,42	718,43	1162,19	188,75	325,42	718,43	1162,19	28
150,24	7,50	3045,00	2,90	0,4760	0,2380	1326,0	1560,0	2,380	1,53	5,08	2,54	1306,00	1583,00	4,26	1,22	0,36	0,64	1888,0	1891,0	202,60	326,77	629,85	1125,32	202,60	326,77	629,85	1125,32	7
171,99	7,50	3045,00	2,90	0,4760	0,2380	1326,0	1560,0	2,380	1,53	5,08	2,54	1306,00	1583,00	4,26	1,22	0,36	0,64	1888,0	1891,0	199,09	337,45	629,85	1125,32	199,09	337,45	629,85	1125,32	7
139,84	6,00	2713,00	2,49	0,9525	0,2380	1574,0	1663,0	2,020	3,46	5,08	2,54	1344,00	1663,00	0,54	1,23	0,47	0,53	1904,0	1910,0	186,14	320,93	840,83	957,02	186,14	320,93	840,83	957,02	7
160,59	6,00	2713,00	2,49	0,9525	0,2380	1574,0	1663,0	2,020	3,46	5,08	2,54	1344,00	1663,00	0,54	1,23	0,36	0,64	1805,0	1775,0	184,88	324,35	840,83	957,02	184,88	324,35	840,83	957,02	7

0,080	0,510	0,889	0,595	0,995	0,000	0,554	0,587	0,326	0,283	1,000	1,000	0,142	0,166	0,014	0,038	0,417	0,583	0,902	0,115	0,511	0,067	0,313	0,730	0,511	0,067	0,313	0,730	0,000
0,229	0,510	0,889	0,595	0,995	0,000	0,554	0,587	0,326	0,283	1,000	1,000	0,142	0,166	0,014	0,038	0,417	0,583	0,902	0,115	0,511	0,067	0,313	0,730	0,511	0,067	0,313	0,730	0,333
0,332	0,510	0,889	0,595	0,995	0,000	0,554	0,587	0,326	0,283	1,000	1,000	0,142	0,166	0,014	0,038	0,417	0,583	0,902	0,115	0,511	0,067	0,313	0,730	0,511	0,067	0,313	0,730	1,000
0,080	0,175	0,489	0,322	1,000	0,002	0,653	0,655	0,331	0,874	1,000	0,500	0,105	0,279	0,035	0,139	0,417	0,583	0,885	0,105	0,408	0,091	0,676	0,485	0,408	0,091	0,676	0,485	0,000
0,301	0,175	0,489	0,322	1,000	0,002	0,653	0,655	0,331	0,874	1,000	0,500	0,105	0,279	0,035	0,139	0,417	0,583	0,885	0,105	0,408	0,091	0,676	0,485	0,408	0,091	0,676	0,485	0,333
0,572	0,175	0,489	0,322	1,000	0,002	0,653	0,655	0,331	0,874	1,000	0,500	0,105	0,279	0,035	0,139	0,417	0,583	0,885	0,105	0,408	0,091	0,676	0,485	0,408	0,091	0,676	0,485	1,000
0,210	0,510	0,541	0,281	0,995	0,002	0,619	0,635	0,785	0,411	0,201	0,000	0,350	0,123	0,125	0,574	0,708	0,292	0,900	0,108	0,495	0,145	0,464	0,592	0,495	0,145	0,464	0,592	0,000
0,301	0,510	0,541	0,281	0,995	0,002	0,619	0,635	0,785	0,411	0,201	0,000	0,350	0,123	0,125	0,574	0,708	0,292	0,900	0,108	0,495	0,145	0,464	0,592	0,495	0,145	0,464	0,592	0,333
0,572	0,510	0,541	0,281	0,995	0,002	0,619	0,635	0,785	0,411	0,201	0,000	0,350	0,123	0,125	0,574	0,708	0,292	0,900	0,108	0,495	0,145	0,464	0,592	0,495	0,145	0,464	0,592	1,000
0,112	0,720	0,296	0,918	1,000	0,253	0,647	0,681	0,034	0,253	0,601	0,500	0,128	0,125	0,043	0,820	0,417	0,583	0,902	0,109	0,504	0,134	0,331	0,726	0,504	0,134	0,331	0,726	0,000
0,267	0,720	0,296	0,918	1,000	0,253	0,647	0,681	0,034	0,253	0,601	0,500	0,128	0,125	0,043	0,820	0,417	0,583	0,902	0,109	0,504	0,134	0,331	0,726	0,504	0,134	0,331	0,726	0,333
0,437	0,720	0,296	0,918	1,000	0,253	0,647	0,681	0,034	0,253	0,601	0,500	0,128	0,125	0,043	0,820	0,417	0,583	0,902	0,109	0,504	0,134	0,331	0,726	0,504	0,134	0,331	0,726	1,000
0,471	0,510	0,420	0,623	1,000	0,254	0,619	0,630	0,437	0,660	0,002	1,000	0,092	0,071	0,078	0,300	0,417	0,583	0,907	0,110	0,650	0,184	0,311	0,769	0,650	0,184	0,311	0,769	0,333
0,604	0,510	0,420	0,623	1,000	0,254	0,619	0,630	0,437	0,660	0,002	1,000	0,092	0,071	0,078	0,300	0,417	0,583	0,907	0,110	0,650	0,184	0,311	0,769	0,650	0,184	0,311	0,769	1,000
0,210	0,706	0,568	0,283	1,000	0,254	0,619	0,635	0,785	0,412	0,201	0,000	0,126	0,123	0,125	0,574	0,708	0,292	0,900	0,108	0,495	0,145	0,464	0,592	0,495	0,145	0,464	0,592	0,000
0,301	0,706	0,568	0,283	1,000	0,254	0,619	0,635	0,785	0,412	0,201	0,000	0,126	0,123	0,125	0,574	0,708	0,292	0,900	0,108	0,495	0,145	0,464	0,592	0,495	0,145	0,464	0,592	0,333
0,572	0,706	0,568	0,283	1,000	0,254	0,619	0,635	0,785	0,412	0,201	0,000	0,126	0,123	0,125	0,574	0,708	0,292	0,900	0,108	0,495	0,145	0,464	0,592	0,495	0,145	0,464	0,592	1,000
0,275	0,510	0,662	0,192	1,000	0,000	0,573	0,626	0,034	0,088	1,000	1,000	0,266	0,321	0,043	0,106	0,417	0,583	1,000	0,123	0,317	0,036	0,430	1,000	0,317	0,036	0,430	1,000	0,000
0,345	0,510	0,662	0,192	1,000	0,000	0,573	0,626	0,034	0,088	1,000	1,000	0,266	0,321	0,043	0,106	0,417	0,583	1,000	0,123	0,317	0,036	0,430	1,000	0,317	0,036	0,430	1,000	0,333
0,439	0,510	0,662	0,192	1,000	0,000	0,573	0,626	0,034	0,088	1,000	1,000	0,266	0,321	0,043	0,106	0,417	0,583	1,000	0,123	0,317	0,036	0,430	1,000	0,317	0,036	0,430	1,000	1,000
0,013	0,510	0,719	0,493	1,000	0,000	0,646	0,669	0,390	0,283	1,000	1,000	0,311	0,347	1,000	0,038	0,500	0,500	0,975	0,118	0,446	0,093	0,472	0,857	0,446	0,093	0,472	0,857	0,000
0,157	0,510	0,719	0,493	1,000	0,000	0,646	0,669	0,390	0,283	1,000	1,000	0,311	0,347	1,000	0,038	0,500	0,500	0,975	0,118	0,446	0,093	0,472	0,857	0,446	0,093	0,472	0,857	0,333
0,329	0,510	0,719	0,493	1,000	0,000	0,646	0,669	0,390	0,283	1,000	1,000	0,311	0,347	1,000	0,038	0,500	0,500	0,975	0,118	0,446	0,093	0,472	0,857	0,446	0,093	0,472	0,857	1,000
0,000	0,825	0,395	0,370	1,000	0,000	0,605	0,659	0,425	0,134	0,601	0,500	0,128	0,135	0,198	0,265	0,417	0,583	0,902	0,111	0,705	0,208	0,324	0,733	0,705	0,208	0,324	0,733	0,000
0,241	0,825	0,395	0,370	1,000	0,000	0,605	0,659	0,425	0,134	0,601	0,500	0,128	0,135	0,198	0,265	0,417	0,583	0,902	0,111	0,705	0,208	0,324	0,733	0,705	0,208	0,324	0,733	0,333
0,413	0,825	0,395	0,370	1,000	0,000	0,605	0,659	0,425	0,134	0,601	0,500	0,128	0,135	0,198	0,265	0,417	0,583	0,902	0,111	0,705	0,208	0,324	0,733	0,705	0,208	0,324	0,733	1,000
0,110	0,706	0,402	0,560	1,000	0,254	0,659	0,676	0,049	0,475	0,601	0,500	0,086	0,088	0,208	0,436	0,833	0,167	0,915	0,110	0,422	0,097	0,593	0,512	0,422	0,097	0,593	0,512	0,000
0,328	0,706	0,402	0,560	1,000	0,254	0,659	0,676	0,049	0,475	0,601	0,500	0,086	0,088	0,208	0,436	0,833	0,167	0,915	0,110	0,422	0,097	0,593	0,512	0,422	0,097	0,593	0,512	0,333
0,484	0,706	0,402	0,560	1,000	0,254	0,659	0,676	0,049	0,475	0,601	0,500	0,086	0,088	0,208	0,436	0,833	0,167	0,915	0,110	0,422	0,097	0,593	0,512	0,422	0,097	0,593	0,512	1,000
0,076	0,650	0,672	0,226	0,000	0,000	0,561	0,583	0,090	0,265	1,000	1,000	0,126	0,130	0,034	0,010	0,417	0,583	0,922	0,111	0,670	0,226	0,347	0,779	0,670	0,226	0,347	0,779	0,000
0,300	0,650	0,672	0,226	0,000	0,000	0,561	0,583	0,090	0,265	1,000	1,000	0,126	0,130	0,034	0,010	0,417	0,583	0,922	0,111	0,670	0,226	0,347	0,779	0,670	0,226	0,347	0,779	0,333
0,453	0,650	0,672	0,226	0,000	0,000	0,561	0,583	0,090	0,265	1,000	1,000	0,126	0,130	0,034	0,010	0,417	0,583	0,922	0,111	0,670	0,226	0,347	0,779	0,670	0,226	0,347	0,779	1,000
0,086	0,510	0,642	0,671	0,000	0,000	0,610	0,618	0,275	0,485	1,000	0,500	0,092	0,080	0,059	0,247	0,417	0,583	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	0,000
0,277	0,510	0,642	0,671	0,000	0,000	0,610	0,618	0,275	0,485	1,000	0,500	0,092	0,080	0,059	0,247	0,417	0,583	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	0,333
0,458	0,510	0,642	0,671	0,000	0,000	0,610	0,618	0,275	0,485	1,000	0,500	0,092	0,080	0,059	0,247	0,417	0,583	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	1,000
0,308	0,196	0,761	0,568	1,000	0,000	0,627	0,634	0,021	0,814	0,465	0,500	0,052	0,039	0,008	0,425	0,417	0,583	0,833	0,101	0,438	0,766	0,287	0,295	0,438	0,766	0,287	0,295	1,000
0,286	0,720	0,691	0,555	0,000	0,000	1,000	1,000	0,077	0,530	1,000	0,500	1,000	1,000	0,036	0,513	0,583	0,417	0,887	0,107	0,707	0,225	0,409	0,591	0,707	0,225	0,409	0,591	0,000
0,150	0,720	0,691	0,555	0,000	0,000	1,000	1,000	0,077	0,530	1,000	0,500	1,000	1,000	0,036	0,513	0,583	0,417	0,887	0,107	0,707	0,225	0,409	0,591	0,707	0,225	0,409	0,591	0,333
0,439	0,720	0,691	0,555	0,000	0,000	1,000	1,000	0,077	0,530	1,000	0,500	1,000	1,000	0,036	0,513	0,583	0,417	0,887	0,107	0,707	0,225	0,409	0,591	0,707	0,225	0,409	0,591	1,000
0,110	0,720	0,395	1,000	1,000	0,254	0,638	0,685	0,437	0,598	0,201	0,248	0,139	0,143	0,078	0,157	0,417	0,583	0,913	0,109	0,360	0,300	0,358	0,472	0,360	0,300	0,358	0,472	0,000
0,376	0,720	0,395	1,000	1,000	0,254	0,638	0,685	0,437	0,598	0,201	0,248	0,139	0,143	0,078	0,157	0,417	0,583	0,913	0,109	0,360	0,300	0,358	0,472	0,360	0,300	0,358	0,472	0,333
0,428	0,720	0,395	1,000	1,000	0,254	0,638	0,685	0,437	0,598	0,201	0,248	0,139	0,143	0,078	0,157	0,417	0,583	0,913	0,109	0,360	0,300	0,358	0,472	0,360	0,300	0,358	0,472	1,000
0,197	0,014	0,402	0,534	0,000	0,000	0,479	0,715	0,446	0,626	0,601	0,500	0,079	0,074	0,021	0,482	0,583	0,417	0,950	0,115	0,740	0,129	1,000	0,002	0,740	0,129	1,000	0,002	0,000
0,637	0,014	0,402	0,534	0,000	0,000	0,479	0,715	0,446	0,626	0,601	0,500	0,079	0,074	0,021	0,482	0,583	0,417	0,950	0,115	0,740	0,129	1,000	0,002	0,740	0,129	1,000	0,002	1,000
0,269	0,000	0,402	0,534	0,000	0,000	0,479	0,715	0,446	0,626	0,601	0,500	0,079	0,074	0,021	0,482	0,583	0,417	0,950	0,115	0,705	0,147	0,997	0,000	0,705	0,147	0,997	0,000	0,000
0,678	0,000	0,402	0,534	0,000	0,000	0,479	0,715	0,446	0,626	0,601	0,500	0,079	0,074	0,021	0,482	0,583	0,417	0,950	0,115	0,705	0,147	0,997	0,000	0,705	0,147	0,997	0,000	1,000
0,283	0,697	0,000	0,507	0,000	0,000	0,643	0,661	0,436	0,285	0,601	0,500	0,440	0,438	0,177	0,308	0,000	1,000	0,842	0,102	0,478	0,195	0,078	0,616	0,478	0,195	0,078	0,616	0,000
0,423	0,697	0,000	0,507	0,000	0,000	0,643	0,661	0,436	0,285	0,601	0,500	0,440	0,438	0,177	0,308	0,000	1,000	0,842	0,102	0,478	0,195	0,078	0,616	0,478	0,195	0,078	0,616	0,333
0,580	0,697	0,000	0,507	0,000	0,000	0,643	0,661	0,436	0,285	0,601	0,500	0,440	0,438	0,177	0,308	0,000	1,000	0,842	0,102	0,478	0,195	0,078	0,616	0,478	0,195	0,078	0,616	1,000
0,573	0,417	0,000	0,507	0,000	0,000	0,647	0,657	0,425	0,462	0,601	0,500	0,000	0,000	0,198	1,000	0,417	0,583	0,891	0,109	0,479	0,265	0,036	0,616	0,479	0,265	0,036	0,616	0,000
0,754	0,417	0,000	0,507	0,000	0,000	0,647	0,657	0,425	0,462	0,601	0,500	0,000	0,000	0,198	1,000	0,417	0,583	0,891	0,109	0,479	0,265	0,036	0,616	0,479	0,265	0,036	0,616	0,333

1,000	0,417	0,000	0,507	0,000	0,000	0,647	0,657	0,425	0,462	0,601	0,500	0,000	0,000	0,198	1,000	0,417	0,583	0,891	0,109	0,479	0,265	0,036	0,616	0,479	0,265	0,036	0,616	1,000
0,287	1,000	0,568	0,658	1,000	0,254	0,673	0,694	0,000	0,763	0,000	0,248	0,086	0,140	0,034	0,398	0,417	0,583	0,839	0,105	1,000	0,015	0,629	0,526	1,000	0,015	0,629	0,526	0,000
0,570	1,000	0,568	0,658	1,000	0,254	0,673	0,694	0,000	0,763	0,000	0,248	0,086	0,140	0,034	0,398	0,417	0,583	0,839	0,105	1,000	0,015	0,629	0,526	1,000	0,015	0,629	0,526	0,333
0,800	1,000	0,568	0,658	1,000	0,254	0,673	0,694	0,000	0,763	0,000	0,248	0,086	0,140	0,034	0,398	0,417	0,583	0,839	0,105	1,000	0,015	0,629	0,526	1,000	0,015	0,629	0,526	1,000
0,150	0,860	0,568	0,558	0,995	0,254	0,673	0,694	0,090	0,530	0,201	0,500	0,086	0,140	0,034	0,513	0,583	0,417	0,887	0,107	0,982	0,158	0,545	0,526	0,982	0,158	0,545	0,526	0,000
0,286	0,860	0,568	0,558	0,995	0,254	0,673	0,694	0,090	0,530	0,201	0,500	0,086	0,140	0,034	0,513	0,583	0,417	0,887	0,107	0,982	0,158	0,545	0,526	0,982	0,158	0,545	0,526	0,333
0,439	0,860	0,568	0,558	0,995	0,254	0,673	0,694	0,090	0,530	0,201	0,500	0,086	0,140	0,034	0,513	0,583	0,417	0,887	0,107	0,982	0,158	0,545	0,526	0,982	0,158	0,545	0,526	1,000
0,080	0,231	0,778	0,192	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	0,000
0,145	0,231	0,778	0,192	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	0,333
0,316	0,231	0,778	0,192	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	1,000
0,042	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	0,000
0,152	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	0,333
0,252	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	1,000
0,318	0,720	0,642	0,671	0,000	0,000	0,610	0,618	0,021	0,485	1,000	0,500	0,092	0,080	0,008	0,247	0,417	0,583	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	1,000
0,073	0,510	0,543	0,443	1,000	0,254	0,638	0,643	0,437	0,660	0,201	0,248	0,139	0,071	0,078	0,373	0,458	0,375	0,901	0,109	0,657	0,187	0,318	0,744	0,657	0,187	0,318	0,744	0,000
0,288	0,510	0,543	0,443	1,000	0,254	0,638	0,643	0,437	0,660	0,201	0,248	0,139	0,071	0,078	0,373	0,458	0,375	0,901	0,109	0,657	0,187	0,318	0,744	0,657	0,187	0,318	0,744	0,333
0,337	0,510	0,543	0,443	1,000	0,254	0,638	0,643	0,437	0,660	0,201	0,248	0,139	0,071	0,078	0,373	0,458	0,375	0,901	0,109	0,657	0,187	0,318	0,744	0,657	0,187	0,318	0,744	1,000
0,091	0,706	0,447	0,240	0,000	0,000	0,606	0,635	0,446	0,497	0,601	0,500	0,086	0,088	0,021	0,455	0,833	0,167	0,950	0,115	0,320	0,052	0,715	0,512	0,320	0,052	0,715	0,512	0,000
0,268	0,706	0,447	0,240	0,000	0,000	0,606	0,635	0,446	0,497	0,601	0,500	0,086	0,088	0,021	0,455	0,833	0,167	0,950	0,115	0,320	0,052	0,715	0,512	0,320	0,052	0,715	0,512	0,333
0,460	0,706	0,447	0,240	0,000	0,000	0,606	0,635	0,446	0,497	0,601	0,500	0,086	0,088	0,021	0,455	0,833	0,167	0,950	0,115	0,320	0,052	0,715	0,512	0,320	0,052	0,715	0,512	1,000
0,126	0,720	0,691	0,555	0,000	0,000	1,000	1,000	0,077	0,000	0,601	0,500	1,000	1,000	0,036	0,192	0,583	0,417	0,887	0,107	0,707	0,225	0,409	0,591	0,707	0,225	0,409	0,591	0,000
0,262	0,720	0,691	0,555	0,000	0,000	1,000	1,000	0,077	0,000	0,601	0,500	1,000	1,000	0,036	0,192	0,583	0,417	0,887	0,107	0,707	0,225	0,409	0,591	0,707	0,225	0,409	0,591	0,333
0,455	0,720	0,691	0,555	0,000	0,000	1,000	1,000	0,077	0,000	0,601	0,500	1,000	1,000	0,036	0,192	0,583	0,417	0,887	0,107	0,707	0,225	0,409	0,591	0,707	0,225	0,409	0,591	1,000
0,349	0,720	0,901	0,349	1,000	0,000	0,624	0,656	0,652	0,285	0,601	0,500	0,179	0,129	0,066	0,912	1,000	0,000	0,971	0,118	0,700	0,146	0,781	0,518	0,700	0,146	0,781	0,518	0,000
0,549	0,720	0,901	0,349	1,000	0,000	0,624	0,656	0,652	0,285	0,601	0,500	0,179	0,129	0,066	0,912	1,000	0,000	0,971	0,118	0,700	0,146	0,781	0,518	0,700	0,146	0,781	0,518	0,333
0,881	0,720	0,901	0,349	1,000	0,000	0,624	0,656	0,652	0,285	0,601	0,500	0,179	0,129	0,066	0,912	1,000	0,000	0,971	0,118	0,700	0,146	0,781	0,518	0,700	0,146	0,781	0,518	1,000
0,326	0,720	0,901	0,349	1,000	0,000	0,624	0,656	0,425	0,462	0,601	0,500	0,000	0,000	0,198	1,000	1,000	0,000	0,971	0,118	0,700	0,239	0,781	0,518	0,700	0,239	0,781	0,518	0,000
0,565	0,720	0,901	0,349	1,000	0,000	0,624	0,656	0,425	0,462	0,601	0,500	0,000	0,000	0,198	1,000	1,000	0,000	0,971	0,118	0,700	0,239	0,781	0,518	0,700	0,239	0,781	0,518	0,333
0,711	0,720	0,901	0,349	1,000	0,000	0,624	0,656	0,425	0,462	0,601	0,500	0,000	0,000	0,198	1,000	1,000	0,000	0,971	0,118	0,700	0,239	0,781	0,518	0,700	0,239	0,781	0,518	1,000
0,116	0,580	0,523	0,233	0,000	0,000	0,606	0,630	0,372	0,338	0,201	0,500	0,089	0,104	0,100	0,422	0,833	0,167	0,966	0,116	0,275	0,031	0,734	0,552	0,275	0,031	0,734	0,552	0,000
0,274	0,580	0,523	0,233	0,000	0,000	0,606	0,630	0,372	0,338	0,201	0,500	0,089	0,104	0,100	0,422	0,833	0,167	0,966	0,116	0,275	0,031	0,734	0,552	0,275	0,031	0,734	0,552	0,333
0,427	0,580	0,523	0,233	0,000	0,000	0,606	0,630	0,372	0,338	0,201	0,500	0,089	0,104	0,100	0,422	0,833	0,167	0,966	0,116	0,275	0,031	0,734	0,552	0,275	0,031	0,734	0,552	1,000
0,200	0,580	0,523	0,233	0,000	0,000	0,606	0,630	0,372	0,338	0,201	0,500	0,089	0,104	0,100	0,422	0,833	0,167	0,966	0,116	0,228	0,065	0,734	0,552	0,228	0,065	0,734	0,552	0,000
0,408	0,580	0,523	0,233	0,000	0,000	0,606	0,630	0,372	0,338	0,201	0,500	0,089	0,104	0,100	0,422	0,833	0,167	0,966	0,116	0,228	0,065	0,734	0,552	0,228	0,065	0,734	0,552	0,333
0,566	0,580	0,523	0,233	0,000	0,000	0,606	0,630	0,372	0,338	0,201	0,500	0,089	0,104	0,100	0,422	0,833	0,167	0,966	0,116	0,228	0,065	0,734	0,552	0,228	0,065	0,734	0,552	1,000
0,082	0,790	0,099	0,322	0,995	0,000	0,580	0,614	1,000	0,245	0,601	0,500	0,049	0,038	0,042	0,701	0,708	0,292	0,879	0,106	0,299	0,028	0,483	0,515	0,299	0,028	0,483	0,515	0,000
0,207	0,790	0,099	0,322	0,995	0,000	0,580	0,614	1,000	0,245	0,601	0,500	0,049	0,038	0,042	0,701	0,708	0,292	0,879	0,106	0,299	0,028	0,483	0,515	0,299	0,028	0,483	0,515	0,333
0,340	0,790	0,099	0,322	0,995	0,000	0,580	0,614	1,000	0,245	0,601	0,500	0,049	0,038	0,042	0,701	0,708	0,292	0,879	0,106	0,299	0,028	0,483	0,515	0,299	0,028	0,483	0,515	1,000
0,175	0,720	0,099	0,322	0,995	0,000	0,580	0,614	1,000	0,245	0,601	0,500	0,049	0,038	0,042	0,701	0,708	0,292	0,879	0,106	0,275	0,044	0,483	0,515	0,275	0,044	0,483	0,515	0,000
0,326	0,720	0,099	0,322	0,995	0,000	0,580	0,614	1,000	0,245	0,601	0,500	0,049	0,038	0,042	0,701	0,708	0,292	0,879	0,106	0,275	0,044	0,483	0,515	0,275	0,044	0,483	0,515	0,333
0,325	0,720	0,099	0,322	0,995	0,000	0,580	0,614	1,000	0,245	0,601	0,500	0,049	0,038	0,042	0,701	0,708	0,292	0,879	0,106	0,275	0,044	0,483	0,515	0,275	0,044	0,483	0,515	1,000
0,033	0,594	0,469	0,534	0,995	0,000	0,589	0,618	0,021	0,394	1,000	0,500	0,110	0,098	0,008	0,227	0,500	0,500	0,897	0,108	0,558	0,143	0,353	0,700	0,558	0,143	0,353	0,700	0,000
0,144	0,594	0,469	0,534	0,995	0,000	0,589	0,618	0,021	0,394	1,000	0,500	0,110	0,098	0,008	0,227	0,500	0,500	0,897	0,108	0,558	0,143	0,353	0,700	0,558	0,143	0,353	0,700	0,333
0,325	0,594	0,469	0,534	0,995	0,000	0,589	0,618	0,021	0,394	1,000	0,500	0,110	0,098	0,008	0,227	0,500	0,500	0,897	0,108	0,558	0,143	0,353	0,700	0,558	0,143	0,353	0,700	1,000
0,149	0,650	0,131	0,000	1,000	0,000	0,640	0,640	0,439	0,280	0,002	0,000	0,009	0,021	0,072	0,493	0,417	0,583	0,822	0,101	0,297	0,054	0,483	0,500	0,297	0,054	0,483	0,500	0,000

0,259	0,650	0,131	0,000	1,000	0,000	0,640	0,640	0,021	0,386	0,002	0,000	0,009	0,021	0,020	0,567	0,417	0,583	0,822	0,101	0,000	0,277	0,000	0,045	0,000	0,277	0,000	0,045	0,000
0,033	0,636	0,099	0,719	1,000	0,253	0,685	0,614	0,020	1,000	1,000	1,000	0,385	0,045	0,020	0,645	0,417	0,583	0,936	0,113	0,235	0,000	0,363	0,853	0,235	0,000	0,363	0,853	0,000
0,178	0,636	0,099	0,719	1,000	0,253	0,685	0,614	0,020	1,000	1,000	1,000	0,385	0,045	0,020	0,645	0,417	0,583	0,936	0,113	0,235	0,000	0,363	0,853	0,235	0,000	0,363	0,853	0,333
0,272	0,636	0,099	0,719	1,000	0,253	0,685	0,614	0,020	1,000	1,000	1,000	0,385	0,045	0,020	0,645	0,417	0,583	0,936	0,113	0,235	0,000	0,363	0,853	0,235	0,000	0,363	0,853	1,000
0,383	0,650	0,632	0,141	0,000	1,000	0,688	0,681	0,051	0,041	1,000	1,000	0,134	0,339	0,020	0,000	0,417	0,583	0,966	0,118	0,492	0,114	0,400	0,895	0,492	0,114	0,400	0,895	1,000
0,326	0,510	0,761	0,810	1,000	0,253	0,627	0,634	0,021	0,814	0,002	0,250	0,052	0,039	0,008	0,425	0,417	0,583	0,829	0,100	0,341	1,000	0,187	0,295	0,341	1,000	0,187	0,295	1,000
0,301	0,720	0,667	0,671	0,000	0,000	0,598	0,598	0,021	0,359	0,601	0,248	0,052	0,031	0,008	0,247	0,583	0,417	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	0,333
0,484	0,720	0,667	0,671	0,000	0,000	0,598	0,598	0,021	0,359	0,601	0,248	0,052	0,031	0,008	0,247	0,583	0,417	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	1,000
0,008	0,510	0,719	0,493	0,995	0,000	0,646	0,669	0,326	0,283	1,000	0,500	0,311	0,347	0,014	0,038	0,500	0,500	0,931	0,118	0,418	0,081	0,480	0,870	0,418	0,081	0,480	0,870	0,000
0,301	0,510	0,719	0,493	0,995	0,000	0,646	0,669	0,326	0,283	1,000	0,500	0,311	0,347	0,014	0,038	0,500	0,500	0,931	0,118	0,418	0,081	0,480	0,870	0,418	0,081	0,480	0,870	1,000
0,080	0,790	0,617	0,390	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	0,000
0,145	0,790	0,617	0,390	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	0,333
0,316	0,790	0,617	0,390	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	1,000
0,042	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	0,000
0,152	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	0,333
0,252	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	1,000
0,308	0,720	0,642	0,671	0,000	0,000	0,610	0,618	0,021	0,485	1,000	0,500	0,092	0,080	0,008	0,247	0,417	0,583	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	1,000
0,149	0,650	0,131	0,000	1,000	0,000	0,640	0,640	0,439	0,280	0,002	0,000	0,009	0,021	0,072	0,493	0,417	0,583	0,822	0,101	0,297	0,054	0,483	0,500	0,297	0,054	0,483	0,500	0,000
0,259	0,650	0,131	0,000	1,000	0,000	0,640	0,640	0,021	0,386	0,002	0,000	0,009	0,021	0,020	0,567	0,417	0,583	0,822	0,101	0,000	0,277	0,000	0,045	0,000	0,277	0,000	0,045	0,000
0,033	0,636	0,099	0,719	1,000	0,253	0,685	0,614	0,020	1,000	1,000	1,000	0,385	0,045	0,020	0,645	0,417	0,583	0,936	0,113	0,235	0,000	0,363	0,853	0,235	0,000	0,363	0,853	0,000
0,178	0,636	0,099	0,719	1,000	0,253	0,685	0,614	0,020	1,000	1,000	1,000	0,385	0,045	0,020	0,645	0,417	0,583	0,936	0,113	0,235	0,000	0,363	0,853	0,235	0,000	0,363	0,853	0,333
0,272	0,636	0,099	0,719	1,000	0,253	0,685	0,614	0,020	1,000	1,000	1,000	0,385	0,045	0,020	0,645	0,417	0,583	0,936	0,113	0,235	0,000	0,363	0,853	0,235	0,000	0,363	0,853	1,000
0,383	0,650	0,632	0,141	0,000	1,000	0,688	0,681	0,051	0,041	1,000	1,000	0,134	0,339	0,020	0,000	0,417	0,583	0,966	0,118	0,492	0,114	0,400	0,895	0,492	0,114	0,400	0,895	1,000
0,308	0,510	0,761	0,810	1,000	0,253	0,627	0,634	0,021	0,814	0,002	0,250	0,052	0,039	0,008	0,425	0,417	0,583	0,829	1,000	0,341	1,000	0,187	0,295	0,341	1,000	0,187	0,295	1,000
0,301	0,720	0,667	0,671	0,000	0,000	0,598	0,598	0,021	0,359	0,601	0,248	0,052	0,031	0,008	0,247	0,583	0,417	0,829	1,000	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	0,333
0,484	0,720	0,667	0,671	0,000	0,000	0,598	0,598	0,021	0,359	0,601	0,248	0,052	0,031	0,008	0,247	0,583	0,417	0,829	1,000	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	1,000
0,008	0,510	0,667	0,493	0,995	0,000	0,000	0,000	0,326	0,283	1,000	0,500	0,052	0,031	0,014	0,038	0,500	0,500	0,000	0,000	0,418	0,081	0,480	0,870	0,418	0,081	0,480	0,870	0,000
0,008	0,510	0,719	0,493	0,995	0,000	0,646	0,669	0,326	0,283	1,000	0,500	0,311	0,347	0,014	0,038	0,500	0,500	0,931	0,118	0,418	0,081	0,480	0,870	0,418	0,081	0,480	0,870	0,000
0,301	0,510	0,719	0,493	0,995	0,000	0,646	0,669	0,326	0,283	1,000	0,500	0,311	0,347	0,014	0,038	0,500	0,500	0,931	0,118	0,418	0,081	0,480	0,870	0,418	0,081	0,480	0,870	1,000
0,080	0,790	0,617	0,390	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	0,000
0,145	0,790	0,617	0,390	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	0,333
0,316	0,790	0,617	0,390	0,995	0,254	0,668	0,670	0,275	0,510	1,000	1,000	0,145	0,121	0,059	0,159	0,500	0,500	0,903	0,109	0,697	0,204	0,379	0,680	0,697	0,204	0,379	0,680	1,000
0,042	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	0,000
0,152	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	0,333
0,252	0,545	0,378	0,396	0,995	0,000	0,611	0,601	0,833	0,475	0,201	0,248	0,131	0,129	0,193	0,025	0,792	0,208	0,902	0,109	0,533	0,132	0,512	0,547	0,533	0,132	0,512	0,547	1,000
0,308	0,720	0,642	0,671	0,000	0,000	0,610	0,618	0,021	0,485	1,000	0,500	0,092	0,080	0,008	0,247	0,417	0,583	0,907	0,110	0,628	0,206	0,304	0,779	0,628	0,206	0,304	0,779	1,000

ANEXO 8:
CÓDIGO EMPLEADO PARA LA DIVISIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO RLM

```
#### 1. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO 1 REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE ####

# Elaborado por: Alisson Gatia

# Fecha: 06/11/2024

# Tema: Modelo de regresión lineal múltiple


#### 2. CARGAR PAQUETES Y LIBRERÍAS ####

#install.packages("dplyr")

install.packages("rio")

library(dplyr)

library(readxl)


#### 3. CARGAR DATOS ####

library(readxl)

X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL <- read_excel("1
DATOS_HORMIGON_ORIGINAL.xlsx")

View(X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL)


str(X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL)


##### 4. DIVISION DEL CONJUNTO DE DATOS PARA ENTRENAMIENTO Y TESTEO
#####

# Supongamos que tienes un conjunto de datos llamado 'datos' con
varias filas

set.seed(123)  # Fijamos una semilla para reproducibilidad

Datos_entrenamiento <-
X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL[sample(1:nrow(X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL)
, 144), ]  # Selecciona 10 filas aleatorias


# Supongamos que tienes un conjunto de datos llamado 'datos' con
varias filas

set.seed(123)  # Fijamos una semilla para reproducibilidad
```

```
Datos_testeo <-
X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL[sample(1:nrow(X1_DATOS_HORMIGON_ORIGINAL)
, 35), ]  # Selecciona 10 filas aleatorias


#### 5. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO COMPLETO  ####

modelo <- lm(Resis_comp ~ .,data = Datos_entrenamiento)

summary(modelo)


#### 6. SELECCIÓN DE LOS MEJORES PREDICTORES ####

#En este caso se van a emplear la estrategia de stepwise mixto. El
valor # matemático empleado para determinar la calidad del modelo va
a ser Akaike(AIC).


step(object = modelo, direction = "both", trace = 1)


modelo_optimizado  <-  lm(formula  =  Resis_comp  ~  Asentamiento  +
Modulo_finura_af  +  TM_af  +   DAC_af  +  TM_ag  +  DAS_ag  +  DAC_ag  +
Porcen_absor_ag + Porcen_opt_arena + Porcen_opt_grava + DO_mezcla +
Agua + Edad, data = Datos_entrenamiento) summary(modelo_optimizado)


#### 7. CÁLCULO DE LAS MÉTRICAS PARA EVALUAR EL ERROR DEL MODELO###

# Librerías para exportar datos

library(rio)

library(haven)


# Directorio para guardar el archivo

setwd("C:/Users/ALISSON GATIA/Downloads")

# Nombre del archivo

export(Datos_testeo,"DATOS_TESTEO_1.xlsx")

#### 1. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO 2 REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE ####


#### 2. CARGAR PAQUETES Y LIBRERÍAS ####

#install.packages("dplyr")

install.packages("rio")

library(dplyr)
```

```
library(readxl)


#### 3. CARGAR DATOS ####

library(readxl)

X2_DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES <- read_excel("C:/Users/ALISSON
GATIA/OneDrive - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO/Tesis/Modelo RStudio
Tesis/2 DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES.xlsx")

View(X2_DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES)


str(X2_DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES)


##### 4. DIVISION DEL CONJUNTO DE DATOS PARA ENTRENAMIENTO Y TESTEO
#####

# Supongamos que tienes un conjunto de datos llamado 'datos' con
varias filas

set.seed(123)  # Fijamos una semilla para reproducibilidad

Datos_entrenamiento2     <-     X2_DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES
[sample(1:nrow(X2_DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES),  144),  ]    #
Selecciona 10 filas aleatorias


# Supongamos que tienes un conjunto de datos llamado 'datos' con
varias filas

set.seed(123)  # Fijamos una semilla para reproducibilidad

Datos_testeo2 <- X2_DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES
[sample(1:nrow(X2_DATOS_HORMIGON_CAMBIO_DE_UNIDADES), 35), ]  #
Selecciona 10 filas aleatorias


#### 5.CONSTRUCCIÓN DEL MODELO COMPLETO  ####

modelo2 <- lm(Resis_comp ~ .,data = Datos_entrenamiento2)

summary(modelo2)



#### 6. SELECCIÓN DE LOS MEJORES PREDICTORES ####

#En este caso se van a emplear la estrategia de stepwise mixto. El
valor

# matemático empleado para determinar la calidad del modelo va a ser
Akaike (AIC).
```

```
step(object = modelo2, direction = "both", trace = 1)


modelo_optimizado2 <- lm(formula = Resis_comp ~ Asentamiento + Modulo_finura_af + TM_af +  DAC_af + TM_ag + DAS_ag + DAC_ag + Porcen_absor_ag + Porcen_opt_arena +Porcen_opt_grava + DO_mezcla + Agua + Edad, data = Datos_entrenamiento2)summary(modelo_optimizado2)


#### 7. CÁLCULO DE LAS MÉTRICAS PARA EVALUAR EL ERROR DEL MODELO

# Librerías para exportar datos

library(rio)

library(haven)


# Directorio para guardar el archivo

setwd("C:/Users/ALISSON GATIA/Downloads")

# Nombre del archivo

export(Datos_testeo2,"DATOS_TESTEO_2.xlsx")


#### 3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO 3 REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE ####


#### 2. CARGAR PAQUETES Y LIBRERÍAS ####

#install.packages("dplyr")

install.packages("rio")

library(dplyr)

library(readxl)


#### 3. CARGAR DATOS ####

library(readxl)

X3_DATOS_HORMIGON_NORMALIZADOS    <-    read_excel("C:/Users/ALISSON GATIA/OneDrive - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO/Tesis/Modelo RStudio Tesis/3 DATOS_HORMIGON_NORMALIZADOS.xlsx")

View(X3_DATOS_HORMIGON_NORMALIZADOS)


str(X3_DATOS_HORMIGON_NORMALIZADOS)
```

```
##### 4. DIVISION DEL CONJUNTO DE DATOS PARA ENTRENAMIENTO Y TESTEO
#####

# Supongamos que tienes un conjunto de datos llamado 'datos' con varias
filas

set.seed(123)  # Fijamos una semilla para reproducibilidad

Datos_entrenamiento3        <-        X3_DATOS_HORMIGON_NORMALIZADOS
[sample(1:nrow(X3_DATOS_HORMIGON_NORMALIZADOS), 144), ]  # Selecciona
10 filas aleatorias


# Supongamos que tienes un conjunto de datos llamado 'datos' con varias
filas

set.seed(123)  # Fijamos una semilla para reproducibilidad

Datos_testeo3                                                          <-
X3_DATOS_HORMIGON_NORMALIZADOS[sample(1:nrow(X3_DATOS_HORMIGON_NORMA
LIZADOS), 35), ]  # Selecciona 10 filas aleatorias

#### 5.CONSTRUCCIÓN DEL MODELO COMPLETO  ####

modelo3 <- lm(Resis_comp ~ .,data = Datos_entrenamiento3)

summary(modelo3)



#### 6.SELECCIÓN DE LOS MEJORES PREDICTORES  ####

#En este caso se van a emplear la estrategia de stepwise mixto. El
valor

# matemático empleado para determinar la calidad del modelo va a ser
Akaike(AIC).

step(object = modelo3, direction = "both", trace = 1)


modelo_optimizado3  <-  lm(formula  =  Resis_comp  ~  Asentamiento  +
Modulo_finura_af  +  TM_af  +  DAC_af  +  TM_ag  +  DAS_ag  +  DAC_ag  +
Porcen_absor_ag + Porcen_opt_arena + Porcen_opt_grava + DO_mezcla +
Agua + Edad, data = Datos_entrenamiento3)


summary(modelo_optimizado3)


#### 7.CÁLCULO DE LAS MÉTRICAS PARA EVALUAR EL ERROR DEL MODELO

# Librerías para exportar datos

library(rio)
```

```
library(haven)

# Directorio para guardar el archivo
setwd("C:/Users/ALISSON GATIA/Downloads")
# Nombre del archivo
export(Datos_testeo3,"DATOS_TESTEO_3.xlsx")
```

TABLA XXX
DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁILICO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

DENSIDAD DEL CEMENTO

TIPO:	HOLCIM TIPO IP	**FECHA:**	24-sep-24
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA		
NORMA:	NTE INEN 156		

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DEL CEMENTO

DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del frasco + gasolina	g	308
V1	Lectura inicial de la gasolina	cm^3	0,500
M2	Masa del frasco + gasolina+ cemento	g	377,900
V2-V1	Volumen final	cm^3	24,000
Mc = M2-M1	Masa del cemento usado	g	70,400
Vc= V2-V1	Volumen del cemento	cm^3	23,500
ρc= Mc /	Densidad del cemento	g/cm^3	2,996

TABLA XXXI

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGAOD FINO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

ORIGEN: CANTERA "ACOSTA"

PESO MUESTRA: 500 g **PÉRDIDA DE MUESTRA:** 0,00%

NORMA: NTE INEM 696 **FECHA:** 26-sep-24

ENSAYADO POR: ALISSON NATALIA GATIA CAIZA

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (g)	Retenido acumulado (g)	% Retenido acumulado	% que pasa	Límites específicos (% pasa)	
						Inferior	Superior
3/8	9.500	0,00	0,00	0.00	100,00	100 %	100 %
#4	4.750	31,00	6,20	6,20 %	93,80	95 %	100 %
#8	2.360	88,70	17,74	23,94 %	76,06	80 %	100 %
#16	1.180	91,90	18,38	42,32 %	57,68	50 %	85 %
#30	0.590	72,30	14,46	56,78 %	43,22	25 %	60 %
#50	0.297	78,00	15,60	72,38 %	27,62	5 %	30 %
#100	0.149	59,80	11,96	84,34 %	15,66	0 %	10 %
#200	0.075	55,80	11,16	95,50 %	4,50	0 %	3 %
Fondo	0,000	22,50	4,50	100,00 %	0,00	-	-
TOTAL		500,00	100,00				
MÓDULO DE FINURA					2,25		

TABLA XXXII
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA

ORIGEN:	CANTERA "ACOSTA"		
PESO MUESTRA:	10000 g	**PÉRDIDA DE MUESTRA:**	0,00%
NORMA:	NTE INEM 696	**FECHA:**	26-sep-24
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (g)	Retenido acumulado (g)	% Retenido acumulado	% que pasa	Límites específicos (% pasa)	
						Inferior	Superior
2"	50,80	0,000	0,000	0,000	100,00 %	-	-
1 1/2"	38,10	0,000	0,000	0,000	100,00 %	-	-
1"	25,40	92,500	0,924	0,924	99,08 %	100 %	100 %
3/4"	19,05	1440,000	14,392	15,317	91,68 %	90 %	100 %
1/2"	12,70	5327,000	53,241	68,557	31,44 %	20 %	55 %
3/8"	9,53	2717,500	27,160	95,717	4,28 %	0 %	15 %
No 4	4,75	420,500	4,203	99,920	0,08 %	0 %	5 %
Fondo	0,00	8,000	0,080	100,000	0,00 %	-	-
TOTAL		10005,5	100,00				
MÓDULO DE FINURA				7,06			
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO				1"			

TABLA XXXIII
DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DEL AGREGADO FINO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO

ORIGEN:	CANTERAS "ACOSTA"		
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA	**FECHA:**	10-oct-24
NORMA:	NTE INEN 857 (2010) / ASTM C128		

REGISTRO DE LECTURAS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	MASA	UNIDAD	TEMPERATURA
S	Masa de la muestra saturada superficialmente seca (SSS)	500,5	g	24 °C
C	Masa del picnómetro + muestra + agua hasta marca de calibración (500 ml)	955,9	g	
B	Masa del picnómetro + agua (T = 23 °C ± 2° C) hasta marca de calibración.	647,6	g	
A	Masa de la muestra seca al horno (SH)	488,5	g	24 °C
D_w	Densidad del agua	0,997	g/cm^3	

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALOR
DR_{SH}	Densidad relativa secada al horno	A/(B+S-C)	2,54
DR_{SSS}	Densidad relativa saturada superficialmente seca	S/(B+S-C)	2,60
DR_A	Densidad relativa aparente	A/(B+A-C)	2,71

DENSIDAD

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD
D_{SH}	Densidad secada al horno	Dw*A/(B+S-C)	2,53	g/cm^3
D_{SSS}	Densidad saturada superficialmente seca	Dw*S/(B+S-C)	2,596	g/cm3
D_A	Densidad aparente	Dw*S/(B+A-C)	2,77	g/cm3

ABSORCIÓN

% Absorción	Porcentaje de Absorción	((S-A)/A)*100	2,456	%

TABLA XXXIV
DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DEL AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO GRUESO

ORIGEN:	CANTERAS "ACOSTA"		
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA	**FECHA:**	10-oct-24
NORMA:	NTE INEN 857 (2010) / ASTM C127		

REGISTRO DE LECTURAS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	MASA	UNIDAD	TEMPERATURA
B	Masa en aire de la muestra saturada superficialemente seca (SSS)	3998,5	g	20 °C
C	Masa aparente en agua de la muestra saturada	2473,5	g	
A	Masa en aire de la muestre seca al horno	3936,8	g	
Dw	Densidad del agua	0,99828	g	

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALOR
DR_{SH}	Densidad relativa secada al horno	A/(B-C)	2,58
DR_{SSS}	Densidad relativa saturada superficialmente seca	B/(B-C)	2,62
DR_{A}	Densidad relativa aparente	A/(A-C)	2,69

DENSIDAD

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD
D_{SH}	Densidad secada al horno	Dw*A/(B-C)	2,58	g/cm3
D_{SSS}	Densidad Saturada Superficialmente Seca	Dw*B/(B-C)	2,62	g/cm3
D_{A}	Densidad aparente	Dw*A/(A-C)	2,69	g/cm3

ABSORCIÓN

% Absorción	Porcentaje de absorción	((B-A)/A)*100	1,567	%

TABLA XXXV
DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO

ORIGEN:	CANTERAS "ACOSTA"		
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA	**FECHA:**	24-oct-24
NORMA:	NTE INEN 858		

VOLUMEN DEL MOLDE: CÓDIGO G2

DATOS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
M_v	Masa de la placa de vidrio	1,5725	kg
M_m	Masa del molde vacio	9,96	kg
M_w	Masa del agua	31,8	kg
M_{v+m+w}	Masa de la placa de vidrio + molde + agua	20,27	kg
T_w	Temperatura del agua	21,5	°C
D_w	Densidad del agua	997,97	kg/m^3
$V_m=M_w / D_w$	Volumen del molde	0,0203	m^3

DENSIDAD APARENTE SUELTA

DATOS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
	Material suelto + molde		
L1	Lectura del ensayo 1	43,80	kg
L2	Lectura del ensayo 2	43,50	kg
L3	Lectura del ensayo 3	43,42	kg
L promedio	Lectura promedio	43,57	kg
Ms	Masa del agregado grueso suelto	33,61	kg
D_{MS} = Ms / Vm	Densidad aparente suelta del árido fino	1654,91	kg/m^3

DENSIDAD APARENTE COMPACTA

DATOS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
	Material compactado + molde		
L1	Lectura del ensayo 1	44,52	kg
L2	Lectura del ensayo 2	45,30	kg
L3	Lectura del ensayo 3	45,02	kg
L promedio	Lectura promedio	44,95	kg
Mc	Masa del agregado grueso compactado	34,99	kg
D_{MC} = Mc / Vm	Densidad aparente compacta del árido fino	1722,53	kg/m^3

TABLA XXXVI
DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO GRUESO

ORIGEN:	CANTERAS "ACOSTA"		
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA	**FECHA:**	24-oct-24
NORMA:	NTE INEN 858		

VOLUMEN DEL MOLDE: CÓDIGO D2

DATOS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
M_v	Masa de la placa de vidrio	1,5725	kg
M_m	Masa del molde vacio	9,96	kg
M_w	Masa del agua	31,8	kg
M_{v+m+w}	Masa de la placa de vidrio + molde + agua	20,27	kg
T_w	Temperatura del agua	21,5	°C
D_w	Densidad del agua	997,97	kg/m^3
$V_m=M_w / D_w$	Volumen del molde	0,0203	m^3

DENSIDAD APARENTE SUELTA

DATOS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
	Material suelto + molde		
L1	Lectura del ensayo 1	39,20	kg
L2	Lectura del ensayo 2	38,80	kg
L3	Lectura del ensayo 3	39,00	kg
L promedio	Lectura promedio	39,00	kg
Ms	Masa del agregado grueso suelto	29,04	kg
$D_{MS} = Ms / Vm$	Densidad aparente suelta del árido grueso	1429,75	kg/m^3

DENSIDAD APARENTE COMPACTA

DATOS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
	Material compactado + molde		
L1	Lectura del ensayo 1	41,80	kg
L2	Lectura del ensayo 2	41,20	kg
L3	Lectura del ensayo 3	41,18	kg
L promedio	Lectura promedio	41,39	kg
Mc	Masa del agregado grueso compactado	31,43	kg
$D_{MC} = Mc / Vm$	Densidad aparente compacta del árido grueso	1547,58	kg/m^3

TABLA XXXVII
PESO VOLUMÉTRICO DE UNA MEZCLA DE AGREGADOS PÉTREOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

PESO VOLUMÉTRICO (DENSIDAD APARENTE) DE UNA MEZCLA DE AGREGADOS PÉTREOS

ORIGEN: CANTERA "ACOSTA"
ENSAYADO POR: ALISSON NATALIA GATIA CAIZA
NORMA: NTE INEN 858 **FECHA:** 01-nov-24
MASA RECIPIENTE: 9,96 kg
VOLUMEN RECIPIENTE: 0,0203 m^3

% Mezcla		Cantidad (kg)		Masa de arena a añadir (kg)	Masa de recipiente + Mezcla (kg)	Masa de la mezcla (kg)	Masa promedio (kg)	Densidad aparente de la mezcla (kg/m3)
Ripio	Arena	Ripio	Arena					
100	0	40	0,00	0,00	41,16 41,26	31,20 31,30	31,25	1539,41
90	10	40	4,44	4,44	43,24 43,00	33,28 33,04	33,16	1633,50
80	20	40	10,00	5,56	45,16 44,58	35,20 34,62	34,91	1719,70
70	30	40	17,14	7,14	46,66 46,38	36,70 36,42	36,56	1800,99
60	40	40	26,67	9,52	47,94 48,26	37,98 38,30	38,14	1878,82
50	50	40	40,00	13,33	48,42 48,58	38,46 38,62	38,54	1898,52
40	60	40	60,00	20,00	47,54 48,02	37,58 38,06	37,82	1863,05

Porcentaje máximo de agregado fino (%)	50
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)	50
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)	46
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)	54
Peso unitario máximo (kg/m^3)	1898,522
Peso unitario óptimo (Kg/m^3)	1873,808

TABLA XXXVIII
DOSIFICACIÓN PARA RESISTENCIAS DE 240 KG/CM2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

DOSIFICACIÓN PARA RESISTENCIA DE 240 kg/cm^2

FECHA:	jueves, 5 de diciembre de 2024
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA
MÉTODO:	DENSIDAD ÓPTIMA
ORIGEN:	CANTERAS "ACOSTA"

DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

DATOS DE ENSAYOS			**DATOS DE TABLAS**		
f'c	**240**	**kg/cm2**	**W/C**	0,57	
Asentamiento	**6-9**	**cm**	**CP(%)**	POV+2%+8%(POV)	
DRC	2,995	g/cm3	**Cálculos**		
DRA	2,596	g/cm3	**DRM**	2,608	kg/dm3
DRR	2,617	g/cm3	**POV**	28,150	%
DSA	1,655	g/cm3	**CP(%)**	324,017	dm3
DSR	1,430	g/cm3	**C**	358,469	kg
POA	46,000	%	**W**	204,328	lts
POR	54,000	%	**A**	807,309	kg
DOM	1,874	g/cm3	**R**	955,453	kg

DOSIFICACIÓN AL PESO

Material	**Cantidad en kg por cada m3 de hormigón**	**Dosificación al peso**	**Cantidad en kg por saco de cemento de 50kg**
W	204,328	0,57	28,50
C	358,469	1,00	50,00
A	807,309	2,25	112,60
R	955,453	2,67	133,27
TOTAL	2325,558	kg/m3 Densidad del Horm.	

TABLA XXXIX
DOSFICACIÓN DE RESISTENCIA DE 240 KG/CM2 CORREGIDAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FECHA:	jueves, 5 de diciembre de 2024
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA
MÉTODO:	DENSIDAD ÓPTIMA
ORIGEN:	CANTERAS "ACOSTA"

DOSIFICACIÓN PARA RESISTENCIA DE 240 kg/cm2

CANTIDAD	9	# DE CILINDROS	**VR**	0,0141	m3
RENDIMIENTO	62,52	%	**VN**	0,0194	m3

DOSIFICACIÓN AL PESO CON CORRECIÓN DE HUMEDAD

MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN kg PARA ENSAYO	CA%	CH%	CORRECIÓN DE HUMEDAD		CANTIDAD CORREGIDA
					CA % - CH%		
					%	kg	kg
W	0,57	3,97	-	-	-	0,25	4,22
C	1,00	6,97	-	-	-	-	6,97
A	2,25	15,69	2,46	1,520	0,940	0,15	15,84
R	2,67	18,57	1,567	1,010	0,557	0,10	18,67

TABLA XL

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

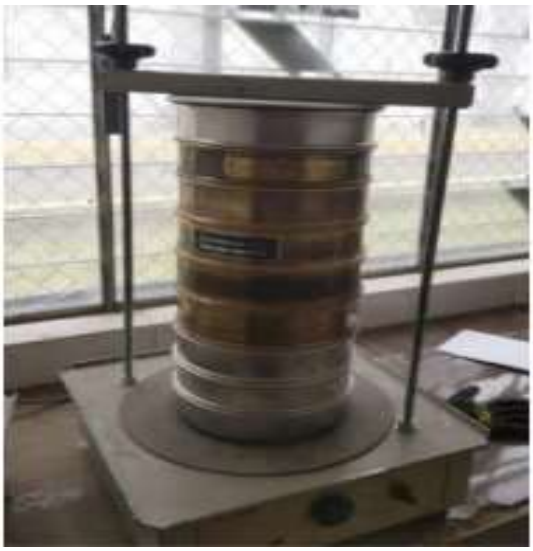
TEMA: "PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN HORMIGÓN SIMPLE MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS

ORIGEN:	LABORATORIO FICM		
ENSAYADO POR:	ALISSON NATALIA GATIA CAIZA	**FECHA:**	10-ene-25
NORMA:	NTE INEN 1573 / ACI 318 319		

#	RESISTENCIA DE LOS CILINDROS	EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA P	CARGA P	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA MEDIA
	kg/cm^2	(Días)	cm	cm^2	KN	kg	kg/cm^2	kg/cm^2
1			10	78,540	138,63	14135,90	179,984	
2	240	7	10	78,540	139,80	14255,41	181,505	179,300
3			10	78,540	135,88	13855,17	176,410	
4			10	78,540	158,14	16125,03	205,310	
5	240	14	10	78,540	163,70	16692,29	212,533	206,432
6			10	78,540	155,17	15822,18	201,454	
7			10	78,540	191,05	19481,37	248,044	
8	240	28	10	78,540	193,81	19762,81	251,628	247,540
9			10	78,540	187,13	19081,14	242,949	

Anexo 9: FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1	Fotografía 2
	
Descripción: Tamices para el agrado fino.	**Descripción:** Tamices para el agrado grueso.
Fotografía 3	**Fotografía 4**
	
Descripción: Toma de muestra del agregado grueso en estado (SSS)	**Descripción:** Muestra del agregado grueso en estado (SSS)

Fotografía 5	Fotografía 6
	
Descripción: Toma de muestra del agregado fino en estado (SSS).	**Descripción:** Muestra del agregado fino en estado (SSS)
Fotografía 7	**Fotografía 8**
	
Descripción: Contenido de humedad del agregado fino y grueso.	**Descripción:** Colocación de muestras en el horno para secado.

Fotografía 9	Fotografía 10
	
Descripción: Toma de peso de cilindro con el agregado fino.	**Descripción:** Toma de peso de cilindro con el agregado grueso.
Fotografía 11	**Fotografía 12**
	
Descripción: Determinación del asentamiento con el cono de Abrams.	**Descripción:** Toma de medidas de cada uno de los cilindros metálicos.

Fotografía 13	Fotografía 14
	
Descripción: Cilindros de hormigón endurecidos.	**Descripción:** Desmoldado de probetas de hormigón.
Fotografía 15	**Fotografía 16**
	
Descripción: Colocación de las probetas de hormigón en la cámara de curado.	**Descripción:** Colocación de la probeta de hormigón en la máquina de compresión.

Fotografía 17	Fotografía 18
	
Descripción: Probeta de hormigón post-ensayo de compresión.	**Descripción:** Retiro de la probeta de hormigón de la máquina.