



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**ANALISIS DE LA MEZCLA DE HORMIGON ALIVIANADO
UTILIZANDO PIEDRA POMEZ (CHASQUI)**

AUTOR:

ANGEL MAGNO MITE ORTIZ

TUTOR:

MGTR. ALFREDO ALONSO BARRAGÁN SUBÍA

GUAYAQUIL

2023



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui).	
AUTORES: Angel Magno Mite Ortiz	REVISORES O TUTORES: Mgtr. Alfredo Alonso Barragán Subía
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2023	N. DE PAGS: 72
ÁREAS TEMÁTICAS: Ingeniería, Industria y Construcción	
PALABRAS CLAVE: mezcla, hormigón, bloques, pómez.	
<p>RESUMEN: La tecnología del hormigón convencional está en continuo progreso, por lo tanto se han establecido normativas de fabricación expresadas en el American Concrete Institute (ACI), en el caso de nuestro país Ecuador, existe la Normativa Ecuatoriana de Construcción NEC 11 (2013); en cuanto a la tecnología del hormigón liviano estructural con piedra pómez no existen normativas que establezcan su elaboración, este material presenta una densidad relativamente baja e interesante, sus aplicaciones por el desconocimiento son muy limitadas.</p> <p>Desde 1987 el instituto americano del concreto 213R define como concretos livianos quienes tienen una densidad menor de 1850 kilogramos por metro cúbico, presentando una resistencia a la compresión cilíndrica de 1,72 Mega Pascales (MPa) como mínimo a las 28 días, (1 MPa equivale a 10,2 kg/cm²), para fabricar este tipo de concreto es necesario emplear materiales de peso ligero tales como: arcilla expandida y pizarra expandida, reglamentados por la Asociación Americana de Ensayos de Materiales</p>	

(ASTM), entre otras materias primas como la piedra pómez y el poliestireno expandido, no están reglamentados su control para ser usadas en este hormigón especial.

En las principales ciudades del Ecuador, se tiene una alta demanda de vivienda nueva, remodelaciones de edificaciones destinadas como residencia, donde se emplea el hormigón tradicional como material de construcción. Ciudades como Guayaquil que poseen suelos de capacidad portante relativamente baja, aumenta el costo de la construcción o remodelación de casas, y suele suceder que no se realiza un análisis que refuerce la estructura, dando como resultado que se presenten una serie de patologías físicas en la construcción.

N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	N	<input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Angel Magno Mite Ortiz	Teléfono: 0981296854	E-mail: amiteo@ulvr.edu.ec	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgtr. Ing. Milton Andrade Laborde (Decano) Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: mandreadel@ulvr.edu.ec Mgtr Alexis Valle Benítez (Director de Carrera) Teléfono: 2596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec		

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

ANALISIS DE LA MEZCLA DE HORMIGON ALIVIANADO UTILIZANDO PIEDRA POMEZ (CHASQUI)

INFORME DE ORIGINALIDAD

5 %	6 %	1 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uca.edu.ni Fuente de Internet	1 %
2	cict.umcc.cu Fuente de Internet	1 %
3	www.compraspublicas.gob.ec Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to UISEK Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.uees.edu.ec Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	1 %



Mgr. Alfredo Alonso Barragán Subía

PROFESOR TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado **ANGEL MAGNO MITE ORTIZ**, declara bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, **“ANÁLISIS DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO PIEDRA PÓMEZ (CHASQUI)”**, corresponde totalmente al suscrito me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**, según lo establece la normativa vigente.

Autor

Firma: _____

Handwritten signature of Angel Magno Mite Ortiz in blue ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and includes the name 'Angel Mite O.'.

ANGEL MAGNO MITE ORTIZ

C.I. 0802267849

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación, “ANÁLISIS DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO PIEDRA PÓMEZ (CHASQUI)” designados por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “ANÁLISIS DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN ALIVIANADO UTILIZANDO PIEDRA PÓMEZ (CHASQUI)”, presentado por el estudiante ANGEL MAGNO MITE ORTIZ como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación



Mgr. Alfredo Alonso Barragán Subía

C.C. 0925578817

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera universitaria. Señor, gracias por darme la sabiduría y fortaleza y, colocar siempre en mi camino a personas maravillosas que hicieron posible alcanzar esta meta.

Gracias a mi madre, por su amor y cariño, por ser el motor que impulsa a lograr mis sueños y anhelos. Gracias a mi abuela y demás familiares que estuvieron presentes en este proceso, brindándome su apoyo incondicional.

A mi amada esposa *Carolina*, gracias por ser parte importante en el logro de mis metas, por brindarme su tiempo, apoyo y comprensión.

Gracias a mis compañeros y amigos porque tuve el privilegio de compartir mi vida universitaria. Con Uds. crecí profesionalmente y obtuve mis primeras experiencias laborales.

Gracias a mi tutor de tesis, por su disponibilidad incondicional en este trabajo de investigación.

Agradezco infinitamente al *Mgtr. Alexis Valle B.* y *Mgtr. Alex Salvatierra E.* por su dedicación, compromiso, tiempo y criterio, ha sido un honor ser alumno de ustedes y forjar una gran amistad.

Y para finalizar, agradezco a los docentes que forman parte de la facultad de Ingeniería, Industria y Construcción en la carrera de Ing. Civil de la Universidad Laica Vicente Roca fuerte (ULVR), por compartir sus conocimientos y experiencias que nos ayudaron a formar como excelentes profesionales.

Angel Magno Mite Ortiz

DEDICATORIA

A mis padres Anny Ortiz Tello y Angel Mite Plaza quienes con su gran esfuerzo y sacrificio me permitieron alcanzar una de mis grandes metas.

Gracias porque son mi ejemplo de motivación y superación para seguir hacia adelante; sin duda, éste logro es por Uds.

Angel Magno Mite Ortiz

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema	3
1.4. Sistematización del problema	3
1.5. Objetivos de la investigación	3
1.5.1. Objetivo general	3
1.5.2. Objetivos específicos	3
1.6. Justificación de la investigación.....	4
1.7. Delimitación o alcance de la investigación	4
1.8. Línea de investigación institucional/facultad	5
1.9. Hipótesis de la investigación.....	5
1.10 . Definición de las variables	5
CAPÍTULO II	6
2.1 MARCO TEÓRICO	6
2.1.1 Antecedentes históricos.....	6
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.2.1. Composición del hormigón	9
2.2.2. Aditivos	10
2.2.3. Propiedades que pueden modificarse con los aditivos	10
2.2.4. Beneficios del uso de los aditivos.....	11
2.2.5. Beneficios del uso de los aditivos.....	12
2.2.6. Dosificación del hormigón	13
2.2.7. Dosificación del hormigón	13
2.2.8. Hormigón en estado fresco	14
2.2.9. Propiedades del hormigón en estado fresco	14
2.2.10. Comportamiento a temperaturas externas.....	17
2.2.11. Hormigón en estado endurecido	17
2.2.12. Propiedades del hormigón en estado endurecido.....	17
2.2.13. Ventajas y desventajas del hormigón.....	19
2.2.14. Fabricación del hormigón y puesta en obra	19

2.3. MARCO LEGAL	27
2.3.1 Normativa Nacional	27
CAPÍTULO III	29
3.1 MARCO METODOLÓGICO	29
3.1.1 Tipo de investigación.....	29
3.2 Metodología de la investigación	29
3.3 Técnicas.....	30
3.4 Instrumentos	31
3.5 Población	31
3.6 Muestra.....	31
3.8 Presentación y análisis de resultados	32
3.8.1. Ensayo de clasificación del agregado fino para hormigón.....	33
3.8.2. Ensayo de clasificación del agregado fino para hormigón.....	33
3.8.3. Proporciónamiento de los agregados finos y agregados gruesos son los siguientes	33
3.8.4. Calcular la dosificación para las mezclas de hormigón alivianados con el 2%,4%,6%.	34
3.8.5. Diseño de hormigón alivianados al 2% por saco de 50kg.	36
3.8.6. Diseño de hormigón alivianados al 2% por metro cúbico.	36
3.8.7. Diseño de hormigón alivianados al 4% por saco de 50kg.	37
3.8.8. Diseño de hormigón alivianados al 4% por m ³	37
3.8.9. Diseño de hormigón alivianados al 6% por saco de 50kg.	37
3.8.10. Diseño de hormigón alivianados al 6% por metro cúbico.	38
3.9.11. Finalizando con el cuarto objetivo específico que menciona: Determinar las propiedades mecánicas de las mezclas del hormigón alivianados con el 2%,4%,6%.	38
3.9.12 Resistencia a la compresión de cilindros de hormigón, a los 21 días según la norma ASTM C39/C 39M.	40
3.9.13. Resistencia a la compresión de cilindros de hormigón, a los 28 días según la norma ASTM C39/C 39M.	43
3.9.14. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón, a los 7 días según la norma ASTM C78.....	46
3.9.15. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 14 días según la norma ASTM C78.....	47
3.9.16. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón. A los 21 días según la norma ASTM C78.....	48

3.9.17. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón. A los 28 días según la norma ASTM C78.....	50
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los aditivos según normativa ASTM C494.....	12
Tabla 2. Población	32
Tabla 3 Muestra	32
Tabla 4 Tipos de cemento	34
Tabla 5 Requerimientos Técnicos.....	35
Tabla 6 Calculo de los requerimientos Técnicos	35
Tabla 7 Diseño de hormigón alivianados al 2% por saco de 50 kg Revenimiento 17 cm.....	36
Tabla 8 Dosificación para la preparación del hormigón con aditivos sika, Revenimiento 20 a 23 cm	36
Tabla 9 Dosificación para 1 saco de cemento, Revenimiento 10 cm	37
Tabla 10 Dosificación para 1m ³ al 4%, Revenimiento 20 a 23 cm.....	37
Tabla 11 Dosificación para 1 saco de cemento al 6%, Revenimiento 7 cm	37
Tabla 12 Dosificación para 1 m ³ al 6%, Revenimiento 20 a 23cm.....	38
Tabla 13 Resistencia a la compresión de cilindros a los 7 días de curado según la Normativa ASTM C39/ C39 M.....	38
Tabla 14 Resistencia a la compresión de cilindros	39
Tabla 15 Resistencia a la compresión de los cilindros de 2%,4% y 6% a los 21 días según norma ASTM C39/ C 39 M.....	40
Tabla 16 Resistencia a la compresión de los cilindros de 2%,4% y 6% a los 21 días según norma ASTM C39/ C 39 M- área, masa y densidad	41
Tabla 17 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% a los 28 días según la norma ASTM c39/c 39 m	43
Tabla 18 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% área, masa, densidad a los 21 días.....	43
Tabla 19 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 7 días según norma ASTM c78	46
Tabla 20 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 7 días, módulo de rotura	46
Tabla 21 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 14 días , según norma ASTM C78.....	47
Tabla 22 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 14 días, según módulo de rotura	48
Tabla 23 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 21 días, según norma ASTM C78.....	49
Tabla 24 Modulo de rotura a los 21 días.....	49
Tabla 25 Modulo de rotura de vigas de hormigón a los 28 días	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación del hormigón de acuerdo a los valores de asentamiento	15
Figura 2 Ensayo del Cono de Abrams	16

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Análisis granulométrico.....	33
Gráfico 2 Análisis granulométrico del agregado fino.....	33
Gráfico 3 Análisis granulométrico de los agregados pétreos.....	34
Gráfico 4 Resistencia a la compresión de cilindros a los 7 días del 2%,4% y 6%	39
Gráfico 5 Masa de los cilindros al 2%, 4% y 6% a los 7 días	39
Gráfico 6 Densidad de los cilindros de hormigón al 2%,4% y 6% a los 7 días.....	40
Gráfico 7 Porcentajes entre el 2%,4% y 6% a los 7 días	40
Gráfico 8 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% Densidad a los 21 días .	41
Gráfico 9 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% Masa ganada a los 21 días	41
Gráfico 10 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% porcentaje a los 21 días	42
Gráfico 11 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% Densidad a los 21 días	42
Gráfico 12 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% a los 21 días	43
Gráfico 13 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% masa a los 21 días	44
Gráfico 14 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% densidad a los 21 días	44
Gráfico 15 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% densidad a los 21 días	44
Gráfico 16 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% días.....	45
Gráfico 17 Resistencia a la compresión en mpa	45
Gráfico 18 Resistencia a la compresión en porcentajes.....	46
Gráfico 19 Carga de rotura a los 7 días.....	47
Gráfico 20 Modulo de rotura en KG/CM2 a los 7 días.....	47
Gráfico 21 Carga de rotura a los 14 días.....	48
Gráfico 22 Modulo de rotura en kg/cm2 a los 14 días.....	48
Gráfico 23 Carga de rotura a los 21 días.....	49
Gráfico 24 Modulo de rotura en kg/cm2 a los 21 días.....	49
Gráfico 25 Carga de rotura a los 28 días.....	50
Gráfico 26 Modulo de rotura en kg/cm2 a los 28 días.....	50
Gráfico 27 Modulo de rotura en vigas kg/cm2	51
Gráfico 28 Modulo de rotura en vigas en mpa	51
Gráfico 29 Modulo de rotura en porcentajes	51

INTRODUCCIÓN

Se estima que anualmente se generan 12.75 toneladas de residuos en el Ecuador, ya que a la vez ofrece una buena perspectiva para la utilización de este residuo de producto de alto valor, o como componente para la industria de la construcción. Así que los agricultores obtienen ingresos adicionales y la reducción de la contaminación ambiental, por el motivo de la quema de estos residuos agrícolas.

De acuerdo con cifras estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el 2017, establecen que dicho país produce alrededor de 232 mil toneladas de copra al año. Dichos Estudios realizados indican que este material es inodoro por ende no ocurrirá problemas de insectos o de putrefacción, anti – electrostática, resistente a la humedad, no atacable por roedores o termitas y es 100% biodegradable, también puede ser almacenada durante largos periodos en condiciones de baja humedad. En el Ecuador es un país con un grado de incursión significativo en el sector agropecuario, en la cual se reveló que posee 7.3 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura y se encuentran ubicadas en Manabí, Guayas, Los Ríos, Loja y Esmeraldas.

Los efectos encontrados en investigaciones realizadas, en la actualidad sugieren que los concretos reforzados con fibras naturales, pueden ser una gran alternativa en la construcción de infraestructura y vivienda de costos muy bajos y accesibles para la población, ya que los habitantes necesitan construcciones que sean económicas, resistentes y durables.

El presente proyecto de investigación se enfoca en la elaboración y obtención de un nuevo diseño de hormigón utilizando la adición de piedra pómez, respetando las normas de calidad a las que se rigen en el país, para la cual genere menos contaminación y por lo tanto aporte sustentabilidad al proceso constructivo, sin descuidar las principales propiedades constructivas, las cuales deber ser mejores a las existentes en el mercado. Con ello se pretende conseguir valores que nos indiquen su comportamiento desde el punto de vista constructivo como son, la resistencia a la compresión, tracción y corte.

Además, la falta de materiales sostenibles, en el sector de la construcción, justifica e incentiva aprovechar los materiales de fibra como materia prima, en la construcción de proyectos específicos. En la actualidad, en el Ecuador es muy abundante pero no se explota mucho y a la vez no son muy utilizadas en el sector de la construcción ya que se desconoce todas sus propiedades, y ventajas que se puede obtener en utilizarlas.

CAPÍTULO I

1.1. Tema

Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui).

1.2. Planteamiento del problema.

La tecnología del hormigón convencional está en continuo progreso, por lo tanto se han establecido normativas de fabricación expresadas en el American Concrete Institute (ACI), en el caso de nuestro país Ecuador, existe la Normativa Ecuatoriana de Construcción NEC 11 (2013); en cuanto a la tecnología del hormigón liviano estructural con piedra pómez no existen normativas que establezcan su elaboración, este material presenta una densidad relativamente baja e interesante, sus aplicaciones por el desconocimiento son muy limitadas.

Desde 1987 el instituto americano del concreto 213R define como concretos livianos quienes tienen una densidad menor de 1850 kilogramos por metro cúbico, presentando una resistencia a la compresión cilíndrica de 1,72 Mega Pascales (MPa) como mínimo a las 28 días, (1 MPa equivale a 10,2 kg/cm²), para fabricar este tipo de concreto es necesario emplear materiales de peso ligero tales como: arcilla expandida y pizarra expandida, reglamentados por la Asociación Americana de Ensayos de Materiales (ASTM), entre otras materias primas como la piedra pómez y el poliestireno expandido, no están reglamentados su control para ser usadas en este hormigón especial.

En las principales ciudades del Ecuador, se tiene una alta demanda de vivienda nueva, remodelaciones de edificaciones destinadas como residencia, donde se emplea el hormigón tradicional como material de construcción. Ciudades como Guayaquil que poseen suelos de capacidad portante relativamente baja, aumenta el costo de la construcción o remodelación de casas, y suele suceder que no se realiza un análisis que refuerce la estructura, dando como resultado que se presenten una serie de patologías físicas en la construcción.

Los altos costos del sector de la construcción, la gran demanda de construcciones de viviendas en Ecuador, la fabricación de concreto debido a su rigidez y alto peso desfavorece a las construcciones, convirtiéndolas en vulnerables y susceptibles a los sismos; así como, la escasa información acerca de nuevas tendencias en la elaboración de hormigón más livianos, conllevan a realizar la presente investigación que permitirá elaborar un hormigón liviano

estructural con piedra pómez de mayor resistencia y bajo costo que puede competir sin dificultad con los materiales tradicionales al momento de construir.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo reducir las cargas muertas en una losa de estructura metálica mediante el reemplazo de piedra triturada a piedra pómez y que no influya en su resistencia?

1.4. Sistematización del problema

¿Cuáles son las ventajas en el sector constructivo al utilizar un hormigón alivianado, utilizando piedra pómez?

¿De qué manera se puede reducir la contaminación ambiental al usar como agregados la piedra pómez?

¿Cómo influye económicamente a la sociedad la elaboración de un hormigón alivianado, utilizando piedra pómez?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Analizar la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui) sobre losas colaborantes en estructura metálica.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas químicas del hormigón alivianado.
- Definir las propiedades de los materiales pétreos del hormigón alivianado.
- Calcular la dosificación para las mezclas de hormigón alivianados con piedra pómez al 2%,4%,6%.
- Determinar propiedades mecánicas de las mezclas del hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui) con el 2%,4%,6%.

1.6. Justificación de la investigación

Para nuestro proyecto de investigación se justifica la parte teórica al analizar el diseño de un bloque tradicional su resistencia y peso con el fin de proponer una alternativa de diseño que nos permita bajar el peso del bloque manteniendo su resistencia o mejorarla por medio de la adición de materiales como son la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar

En lo práctico se parte de la elaboración de un bloque tradicional con un diseño de hormigón tradicional para nuestro caso sería de una resistencia de 240 Kg/ cm² ,al obtener la dosificación del hormigón ,se adicionaría diferentes cantidades del material propuesto como son la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar para la elaboración del prototipo de bloque con los materiales adicionados, para luego por medio de ensayos de resistencia contrastar los resultado y los pesos de los bloques.

Nuestra justificación metodológica seria a partir de una técnica exploratoria al mezclar los materiales en el hormigón por medio de la dosificación y medir los resultados por medio de ensayos de compresión en el laboratorio utilizando prensa hidráulica el cual nos daría un enfoque cuantitativo en la parte metodológica.

En la parte ambiental se justifica utilizar la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar como material para la elaboración de bloque al ser considerados como material contaminante de esta forma mitigar el impacto ambiental creados por los mismos.

1.7. Delimitación o alcance de la investigación

Campo: Proyecto de investigación que representa el trabajo de titulación en Educación Superior Tercer Nivel de Grado, en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Área: Ingeniería Civil

Aspecto: Materiales de construcción

Tema: Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui).

Delimitación Espacial: Guayaquil -Guayas.

Delimitación Temporal: 6 meses

1.8. Línea de investigación institucional/facultad

Línea institucional:	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción
Líneas de facultad de Ingeniería, industria y construcción:	Territorio Medio Ambiente y materiales innovadores para la construcción
Sublínea de facultad:	Materiales de construcción

1.9. Hipótesis de la investigación

El hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui) sobre losas colaborantes en estructura metálica, cumple con lo estipulado en la norma para hormigones NTE INEN 1762.

1.10. Definición de las variables

Variable independiente: Norma para hormigones NTE INEN 1762

Variable dependiente: Hormigón alivianado utilizando piedra pómez

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Antecedentes históricos

Se considera los temas correspondiendo al proyecto de titulación, con la finalidad de obtener conocimientos de las experiencias de los diferentes autores, los cuales emplearon de forma el análisis de los materiales a utilizar.

Con respecto a la primera variable, Hormigones, se han estudiado las siguientes investigaciones:

(Castillo & Fierro, 2018) La investigación titulada “HORMIGONES ALIVIANADOS CON NANOSÍLICE” sustentados por los autores: Marlon Arellano Castillo y Juber Fierro Valle, previo a la obtención del título Ingeniero Civil, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en el año 2018, con sede en Ecuador. Los autores establecen como objetivo general elaborar un hormigón alivianados con aditivo nano sílice. Los autores realizaron la evaluación de los ensayos granulométricos conforme a la normativa ASTM C33, que trata sobre las especificaciones normalizadas para agregados del concreto, además de emplear el método Fuller para su respectivo diseño. Los autores elaboraron diversos ensayos con diferentes agregados, obteniendo como resultado principal que los hormigones alivianados con nano sílice supera la resistencia requerida entre 4% al 11%, con una densidad similar a la del diseño patrón y un obteniendo un aire promedio de 1,24. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que realizar dosificaciones de nano sílice mejora considerablemente el diseño de mezcla de los hormigones alivianados.

El aporte de dicha investigación, nos sirve para realizar las evaluaciones de los ensayos granulométricos conforme a la normativa ASTM C33 que trata sobre los agregados para el diseño del concreto.

Continuando con la variable de Hormigones alivianados, se ha estudiado lo siguiente.

(Rubio & Rubio, 2017) El trabajo investigativo titulado “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE HORMIGONES FLUIDOS, ESTABLES Y ALIVIANADOS PARA DIFERENTES PROBLEMAS EN LA INGENIERÍA CIVIL.” sustentados por los autores: Karen Rubio Chang y Julio Rubio Espinoza, para la obtención de título de Ingeniero Civil, en

la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en el año 2018, con sede en Ecuador. El presente trabajo investigativo tiene como objetivo general: Diseñar un hormigón fluido, estable y alivianados para diferentes aplicaciones en la ingeniería civil. Los autores pretenden determinar el comportamiento de los hormigones alivianados con polvos reactivos, resultantes de los materiales obtenidos en la ciudad de Guayaquil y poder realizar dosificaciones que satisfagan las características de los hormigones de alto desempeño. Los resultados obtenidos de los ensayos de control de calidad tanto en el estado fresco como endurecido de las cinco alternativas de mezclas de hormigón propuestas por los autores, dan como resultado que para los hormigones de altas resistencias es necesario integrar diversas fibras de larga y corta longitud de materiales tales como: vidrios, carbón, aceros de altos límites elásticos, entre otros, estos elementos aportan mejoras a las propiedades mecánicas e incrementa la resistencia a la tracción.

El aporte de dicha investigación es el procedimiento para determinar el comportamiento del hormigón alivianados, en la cual es necesario tener los conocimientos de cómo integrar las diversas fibras de larga y corta magnitud ya que estos aportarán mejoras a las propiedades mecánicas e incrementarán la resistencia a la tracción.

Continuando con la variable de Hormigones alivianados, se ha estudiado lo siguiente.

(Chavarry, 2018) La tesis titulada “ELABORACIÓN DE CONCRETO ALIVIANADOS INCORPORANDO PARTÍCULAS RESIDUALES DEL CHANCADO DE PIEDRA DE LA CANTERA TALAMBO, CHEPÉN” presentada a la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en la localidad de Perú; por el autor Chavarri Guido para optar por el título de Ingeniero Civil Ambiental, en el año del 2018. El objetivo principal de la tesis fue de evaluar el concreto simple adicionando el polvo de granito extraído de las partículas resultantes del chancado de piedra de la cantera Talambo para la obtención de concretos de altas resistencias. El autor propone realizar la elaboración concretos alivianados adicionando el polvo de granito resultantes del chancado de piedra, como material sustituyente de los micro sílices que son muy utilizados en la dosificación de los hormigones, obteniendo como resultado principal: que las muestras que contienen en su interior un porcentaje de 10% de adición del mineral alternativo, elevan significativamente la resistencia a la comprensión, por lo tanto, la dosificación ideal debe ser del 10% del peso total del hormigón.

El aporte de dicha investigación nos ayuda a lograr una correcta evaluación del concreto adicionando la fibra, para la cual se logre obtener un concreto alivianados, a la vez dando a conocer los diferentes porcentajes de fibra que se utilizará para el diseño de la mezcla alivianados.

Con respecto a la variable, agregados pétreos, se han estudiado las siguientes investigaciones:

(Castro, 2020) En la presente tesis titulada, “CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE AGREGADOS PÉTREOS EXTRAÍDOS DE LOS RÍOS UPIN Y SALINAS UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE RESTREPO – META PARA LA APLICACIÓN DE BASES Y SUBBASES GRANULARES”, sustentado por el autor Juan Salas Castro, para optar el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Santo Tomas en la capital departamental de Villavicencio, Colombia, en el año 2020. El autor tiene como objetivo principal evaluar las características físicos y mecánicos de los agregados pétreos, procedentes del rio Upin y rio Salinas, establecidos en el artículo 320 -330 para bases y sub-bases granulares. La metodología aplicada es de carácter técnico- experimental debido a que se rige a una normativa vigente, debido a que la aplicación de las especificaciones técnicas que le permiten determinar la calidad del agregado granular a estudiar. Por medio del análisis granulométrico de los materiales pétreos, los resultados obtenidos permiten evidenciar que el agregado pétreo del rio Upin, cuenta con las condiciones adecuadas para ser suministrado como una sub-base, debido a que cumple con los ensayos de desgaste de ángeles y la pérdida en ensayo de solidez de sulfatos y cbr.

El aporte de dicha investigación nos aporta para realizar los respectivos estudios sobre los materiales pétreos de la Mina La Viña, considerando las características físicas y mecánicos de los agregados cumpliendo con las normativas establecidas.

Con respecto a la variable, agregados pétreos, se ha estudiado lo siguiente:

(Moreno, 2021) En la tesis titulada “CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN ISO 14001:2015 CASO DE ESTUDIO SECTOR EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS DE CANTERA”, sustentado por la Ingeniera Yazmin Moreno, para optar por el título profesional de Magister en Gerencia del Sistema Integrado de Gestión en Seguridad, en el municipio de Paz de Rio- Boyacá. El objetivo principal fue realizar la auditoría interna de la norma NTC ISO 14001:2015 realizada a la empresa Recitunja, empresa que se dedica a la

recolección, clasificación, transformación y comercialización de materiales aprovechables para su reciclaje. El método empleado fue descriptivo, en el cual se realizó el diagnóstico del estado actual de la empresa y si esta cumplía con las normativas ambientales vigente. Los análisis realizados a la empresa dieron como resultado que la situación actual en la que se encuentra la empresa amerita un plan de mejorar, que permitan establecer alternativas que mejoren el desempeño ambiental de la empresa.

El aporte de dicha investigación nos aporta que para la recolección de los materiales pétreos de la Mina La Viña, para el diseño de hormigón alivianados se deberá tener en cuenta la extracción de los materiales pétreos en la cual se clasificará los materiales para brindar grandes beneficios.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Para la construcción teórica de la variable hormigones alivianados, se trabajará con el artículo científico, información que construye a la variable de hormigones alivianados, por el autor Félix Jové Sandoval, publicado en el año 2018.

En el Ecuador, el hormigón alivianado es un material poco estudiado y su producción es casi nula, por lo consiguiente el desarrollo y crecimiento de las ciudades del Ecuador surge la necesidad de construir edificios de gran altura optimizando así el espacio disponible, pero esto no sería posible sin el crecimiento de los Hormigones alivianados.

2.2.1. Composición del hormigón

(Jové Sandoval, 2018) La composición del hormigón está conformada por cuatro elementos de gran importancia, en el cual cada elemento cumple una función en específico de los cuales se los detalla a continuación:

- Está conformado por un conglomerante, conocido como cemento; el cemento es un producto resultante de la mezcla de arcillas calcinadas y calizas.
- Los áridos provenientes de diferentes tipos de granulometrías, comprendidas entre agregados finos, agregados gruesos y por último los medios. Los áridos deben pasar por un proceso de lavado, permitiendo de tal forma, la pureza del árido, es decir, debe estar libre de materias de origen orgánicas.

- El agua de amasado, debe ser un agua limpia, que no posea residuos contaminantes u sustancias dañinas, no debe poseer algas o lodo; además de que dicha agua debe estar libres de sustancias minerales y residuos de aceite. El agua de mezclado, estará compuesta por el agua agregada al elaborar un pastón más la proveniente de la humedad superficial de los agregados siendo, sus principales funciones:
 - Reaccionar con el cemento, produciendo su hidratación.
 - Actuar como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla fresca.
 - Asegurar el espacio necesario en la pasta, para el desarrollo de los productos de hidratación.
 - Los aditivos, permiten modificar las propiedades del hormigón, con la finalidad que gane o mejore las propiedades físicas y mecánicas del hormigón.

2.2.2. Aditivos

(Jové Sandoval, 2018) Manifiesta que los aditivos son “Componentes de naturaleza orgánica o inorgánica cuyo objeto es modificar las propiedades físicas del hormigón para mejorarlo o para poder usarlo en condiciones adversas” (p.4)

Los aditivos son considerados el cuarto componente tipo químico que se adiciona a la mezcla, ya sea a modo concretera o a modo mixer; el cual se adiciona en cantidades cuantificadas según lo requiera el diseño de mezcla; este elemento modifica las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco, con la finalidad de obtener la trabajabilidad del mismo. Los aditivos para hormigón pueden venir en forma líquida o en polvo, siendo una sustancia necesaria para la mejora de las propiedades del hormigón sin alterar su dosificación.

2.2.3. Propiedades que pueden modificarse con los aditivos

La adición de los aditivos a la mezcla puede otorgar mejoras en las propiedades que se mencionan a continuación:

- Consistencia.
- Docilidad

- Trabajabilidad
- Tiempo de fraguado, lo adelantan o retrasan según las condiciones climáticas o cuando debe ser transportado a grandes distancias.

2.2.4. Beneficios del uso de los aditivos

Los beneficios del uso de los aditivos para el hormigón en estado fresco son:

1. Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
2. Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad
3. Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla.
4. Crear una ligera expansión
5. Modificar la velocidad
6. Volumen de exudación
7. Reducir la segregación
8. Facilitar el bombeo
9. Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

Los beneficios del uso de los aditivos para el hormigón en estado endurecido son:

1. Disminuir el calor de hidratación.
2. Desarrollo inicial de resistencia.
3. Incrementar las resistencias mecánicas del concreto.
4. Incrementar la durabilidad del concreto.
5. Disminuir el flujo capilar del agua.
6. Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
7. Mejorar la adherencia concreto-acero de refuerzo.
8. Mejorar la resistencia al impacto y la abrasión.

Para aquello, la clasificación de los aditivos según la Norma ASTM C494 se distribuye en:

Tabla 1 Clasificación de los aditivos según normativa ASTM C494

TIPOS	DESCRIPCION
A	REDUCTORES DE AGUA
B	RETARDADORES DE FRAGUA
C	ACELERANTES DE FRAGUADO
D	REDUCTORES DE AGUA Y RETARDADORES DE FRAGUA.
E	REDUCTORES DE AGUA Y ACELERANTES DE FRAGUA.
F	SUPER REDUCTORES DE AGUA
G	SUPER REDUCTORES DE AGUA Y RETARDADO

Elaborado por: Mite (2022)

2.2.5. Beneficios del uso de los aditivos

(Jové Sandoval, 2018) Al emplear el aditivo, supone que hay sido correctamente escogidas. En general las recomendaciones de su empleo están dadas por la información de cada fabricante.

Para aquello debemos tener en consideración lo siguiente.

- Productos en polvo, en la cual se debe conservar en un sitio seco
- Productos líquidos, agitarlos antes de su utilización ya que pueden formarse sedimentos.
- En invierno, conocer su punto de congelación.
- No utilizar si se ha excedido el plazo límite de utilización

A la vez se debe considerar los errores más frecuentes

- Errores de dosificación
- Exceso global
- Límite de distribución y homogeneidad del aditivo en la masa de mortero o concreto

- Incompatibilidad con ciertos conglomerantes
- Utilización simultánea de varias marcas y tipos de aditivos que pueden no ser compatibles.

2.2.6. Dosificación del hormigón

(Jové Sandoval, 2018) “La dosificación del hormigón se define las proporciones en que hay que mezclar los componentes para lograr obtener hormigones que reúnan las características y propiedades exigidas en el proyecto” (p. 6) La dosificación del hormigón, consiste en establecer la cantidad de cemento, agua y agregados pétreos necesarios para elaboración del hormigón; dicha mezclas presenta debe presentar determinadas características ya sea de durabilidad, característica de compacidad, consistencia y sobre todo resistencia.

- Resistencia del hormigón
- Durabilidad del hormigón
- Relación agua/cemento
- Características y composición de los áridos

2.2.7. Dosificación del hormigón

- Los aglomerantes, cumplen la función de cohesión de todos los áridos, además de aportar la resistencia cuando endurece el hormigón, está conformado entre un porcentaje del 10 al 15 por ciento
- Los áridos tales como la arena y la grava, cumple la función de durabilidad y mejora la estabilidad del concreto teniendo un rango entre el 60 al 80% que debe estar conformado, para lograr así un hormigón de excelente calidad.
- El agua aporta plasticidad, hidratación y curado del hormigón, en el cual está conformado entre un rango del 15 al 20% del hormigón.
- Los aditivos mejoran las capacidades mecánicas del hormigón, es decir, refuerzan las cualidades de los hormigones y se conforman entre un 10 al 15%

2.2.8. Hormigón en estado fresco

(Jové Sandoval, 2018), manifiesta que el hormigón en estado fresco “es la Fase en la que se vierte dentro del encofrado y se realiza la compactación, los acabados superficiales y el curado” (p. 8). Jové Sandoval, en el año 2018, define de forma clara que, el hormigón fresco, pues trata de forma directa de un hormigón hidratado, en pocas palabras, es el hormigón seco al cual se le ha adicionado agua. El hormigón por sí, se considera a la mezcla de los áridos, arena, grava y el cemento portland, además de poder adicionársele aditivos que permiten controlar el fraguado y las propiedades mecánicas del mismo.

(Jové Sandoval, 2018), “La consistencia se determinará por el método de Cono de Abrams. Para obtener una mejor trabajabilidad se añade agua o se modifica la granulometría. También se puede añadir plastificantes, aunque son productos caros” (p.8)

El hormigón fresco, pasa por la fase, en el cual se vierte dicha mezcla dentro del encofrado, con la finalidad de realizar la compactación y el curado. La consistencia del hormigón en estado fresco, es la oposición que presenta la masa en estado fresco al proceso de la deformación. Por ello, es necesario que la consistencia este en estado blando; Es necesario que la consistencia del hormigón este en estado blando, permitiendo así una fácil colocación y por ende una óptima compactación; la consistencia se puede cuantificar con el cono de abrams, para tener una mejor trabajabilidad del hormigón es necesario adicionar agua o modificar en sí, la granulometría.

2.2.9. Propiedades del hormigón en estado fresco

Por lo que se refiere a las propiedades del hormigón en estado fresco, La consistencia, la trabajabilidad, la homogeneidad y el comportamiento a temperaturas extremas se caracterizan por ser propiedades pertenecientes al hormigón fresco.

- **Consistencia**

(Jové Sandoval, 2018), el autor determina que la consistencia es “es el o menor facilidad del hormigón fresco para deformarse, depende de: -La cantidad de agua de amasado -El tamaño máximo de los áridos -La proporción de los tamaños del árido. -La forma de los áridos” (p. 9)

La consistencia se entiende como la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón en estado fresco para llegar a la deformación, es decir, es la oposición que muestra el hormigón en estado fresco para experimentar deformaciones, en el cual influye la cantidad de agua de amasado que se deba utilizar, el tamaño máximo de los agregados pétreos, la proporción del tamaño y la forma de los agregados pétreos.

Tal como lo demuestra la ilustración 1, las consistencias que se pueden obtener mediante el cono de abrams se clasifican en:

- Consistencia seca, es cuando presenta descenso de 0 a 2 cm.
- Consistencia plástica comprendido entre el rango de 3 a 5 cm.
- Consistencia blanda entre 6 a 9cm.
- Consistencia fluida se presenta en rangos mayores a 10 cm y menos a 15 cm.
- Consistencia líquida mayores a 16 cm.

CONSISTENCIA EN CONO		NORMATIVA EUROPEA	
Consistencia	Asentamiento en cm.	Clase	Asentamiento en mm.
Seca	0 a 2	S1	10 a 40
Plástica	3 a 5	S2	50 a 90
Blanda	6 a 9	S3	100 a 150
Fluida	10 a 15	S4	≥ 160
Líquida	≥ 16		

Consistencia del Hormigón	Aspecto	Asentamiento [cm]	Método de Compactación
A-1 Seca	Suelto y sin cohesión	1,0 a 4,5	Vibración potente, apisonado enérgico en capas delgadas
A-2 Plástica	Levemente cohesivo	5,0 a 9,5	Vibración normal, varillado y apisonado.
A-3 Blando	Levemente fluido	10,0 a 15,0	Vibración leve, varillado.
A-4 Superfluidificado	Fluido	15,5 a 22,0	Muy leve y cuidadosa vibración, varillado

Figura 1 Clasificación del hormigón de acuerdo a los valores de asentamiento
Fuente: Ingenieriyas (2021)

- **Cono de Abrams**

(Jové Sandoval, 2018) El ensayo de cono de abrams, consiste en rellenar el molde de un cono de 30 cm de altura, con la finalidad de desmoldar lo vertido, y la disminución de la altura que se da del mezclado, permite cuantificar su consistencia. Tal como las consistencias que se pueden obtener mediante el cono de abrams se clasifican en:

- Consistencia seca, es cuando presenta descenso de 0 a 2 cm.
- Consistencia plástica comprendido entre el rango de 3 a 5 cm.
- Consistencia blanda entre 6 a 9cm.
- Consistencia fluida se presenta en rangos mayores a 10 cm y menos a 15 cm.
- Consistencia líquida mayores a 16 cm

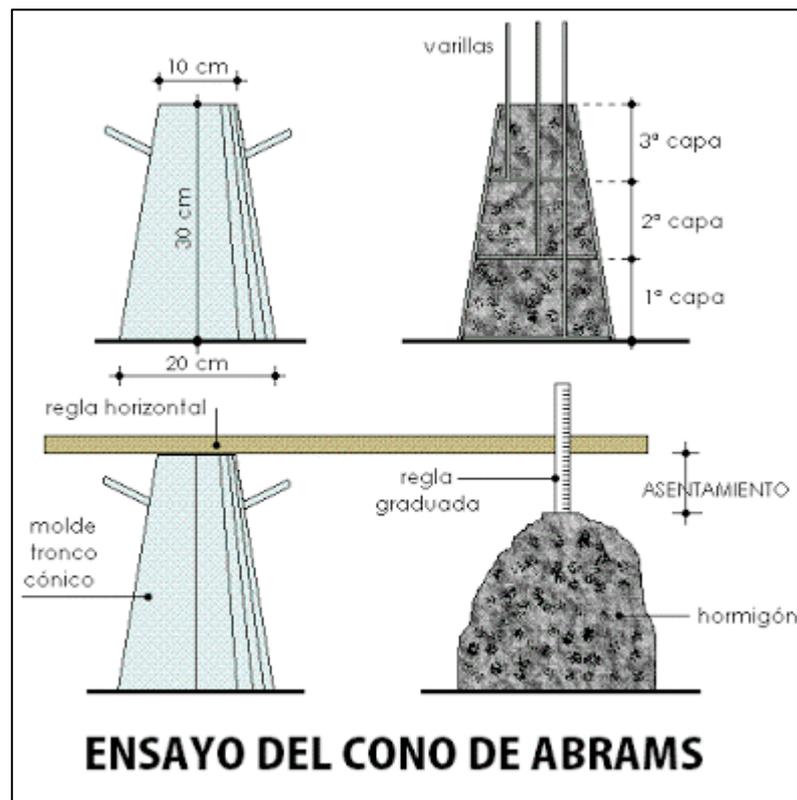


Figura 2 Ensayo del Cono de Abrams
Fuente: Ingenieraiymas (2021)

- **Trabajabilidad**

(Jové Sandoval, 2018), el autor considera que la trabajabilidad del concreto en estado fresco “es la aptitud que presenta el hormigón para su puesta en obra” (p.10). La trabajabilidad es el comportamiento que presenta el hormigón in situ, en el cual depende de la cantidad de agua de amasado, en síntesis, a mayor agua, mantiene mayor docilidad; del mismo modo, sucede con la granulometría, a mayor cantidad de arena, mayor docilidad; a su vez, puede presentar mayor docilidad con la forma de los áridos redondeados. La docilidad también puede darse con la cantidad de cemento.

- **Homogeneidad**

(Jové Sandoval, 2018) Representa ser la cualidad, del cual los diferentes componentes que conforman el hormigón aparecen homogeneizados en toda la mezcla, esta cualidad se la consigue al obtener un buen amasado, un óptimo transporte y por último y no menos importante, un adecuado colocado in situ, es decir, en obra. Sin embargo, dicha homogeneidad se puede perder al uso excesivo del contenido de agua, la segregación de los áridos por un mal amasado, sacudidas al momento de transportarlas por medio de caída libre.

2.2.10. Comportamiento a temperaturas externas

No deben hormigonarse al presentar temperaturas menores a los cinco grados Celsius, debidos a que este agente externo como las temperaturas heladas, no permiten que el hormigón adquiera la resistencia necesaria al momento del fraguado. Como precaución se debe calentar agua del amasado, prolongar el periodo de curado y retrasar el tiempo del desencofrado.

No debe hormigonarse a temperaturas mayores a los treinta y cinco grados Celsius, debido a que el exceso de temperatura, conocidas como temperaturas calurosas se produce la excesiva evaporación del agua de amasado, el cual provocaría perdidas de resistencias, provocaría además la retracción y podría formarse presencia de fisuras. Como solución, se debe regar de forma continua por un lapso de 10 días, además de tomar las precauciones tales como: tapar con plástico, aplicar en su superficie productos tipo especial.

2.2.11. Hormigón en estado endurecido

(Jové Sandoval, 2018) Una vez que el hormigón ha transcurrido los 28 días exactos, mantiene una máxima resistencia a la compresión, esta propiedad mecánica es de gran importancia para el sector constructivo, por ende, es el que se exige al momento de definir la calidad del mismo. Otro de las propiedades pertenecientes al hormigón endurecido es la resistencia a la tracción, representa ser una décima parte de la resistencia a la compresión.

2.2.12. Propiedades del hormigón en estado endurecido

- **Deformabilidad.**

(Jové Sandoval, 2018) La deformación se puede cuantificar por medio de las curvas de tensión deformación, a mayor tiempo de deformación por comprensión, puede depender de la edad del hormigón, la duración de la carga, el módulo de deformación puede expresarse en forma numérica el valor de la tensión que se necesite para producir un achicamiento unitario.

- **Permeabilidad.**

(Jové Sandoval, 2018) , el autor manifiesta que la permeabilidad se la conoce por “la presencia de poros de pequeñas dimensiones, se producen por la pérdida de agua utilizada para el amasado.” (p.13).

La permeabilidad es la capacidad que poseen los hormigones para ser atravesados por sustancias líquidas o gaseosas. Que un hormigón sea impermeable permite que este sea resistente a los ataques químicos. La permeabilidad depende de forma significativa de la relación existente entre el agua/cemento, un hormigón que presente baja permeabilidad requiere de una relación de agua-cemento para posteriormente pasar por el proceso del curado. Dicha propiedad perteneciente al hormigón, puede permitir la difusión de agentes de origen agresivos, tales como: el dióxido de carbono, el oxígeno y el agua, por medio del hormigón.

- **Compacidad.**

(Jové Sandoval, 2018), deduce que la compacidad debe ser “alta, alcanzando valores de hasta el 96% en condiciones buenas de dosificación y compactación.” (p.14) La propiedad de la compacidad se encuentra vinculada a la densidad, cuando se realiza una compacidad óptima, se está proporcionando una mayor resistencia mecánica, dicha resistencia se la puede emplear a esfuerzos de impactos, esfuerzos de desgaste y /o vibraciones; la resistencia física, se ve presente en el efecto de las heladas. Al obtener un hormigón con menor u mínima porosidad, se mitigan las vías de penetración de los agentes externos.

- **Adherencia.**

(Jové Sandoval, 2018) La adherencia es una propiedad necesaria y se emplea en la combinación del acero, hormigones y materiales que pueden ser de origen metálico o cerámicos, todo esto puede ser posible gracias a la superficie de contacto, la textura, la forma en la que el hormigón es puesta en obra y la calidad del mismo.

2.2.13. Ventajas y desventajas del hormigón

Ventajas del uso del hormigón.

(Jové Sandoval, 2018) Las múltiples ventajas que presenta el hormigón, son las siguientes: con este material tan noble y maleable se puede fabricar cualquier tipo de forma; además de presentar gran resistencia a la compresión, y una mínima debilidad a la tracción; puede presentar versatilidad para adaptación a cualquier tipo de encofrado en el cual, es necesaria la utilización del hormigón en estado fresco.

Es un material de gran competencia económica y comercial, no necesita de altas temperaturas para fraguar. Sus componentes pueden adquirirse de forma económica y/o encontrarse en la naturaleza, además de presentar un sinfín de acabados que permiten dar versatilidad al momento de utilizarlo.

Desventajas del uso del hormigón.

(Jové Sandoval, 2018) Presenta poca resistencia a la tracción, la utilización del hormigón se considera una técnica lenta debido a que requiere tiempos de fraguados significativamente amplios; requiere de experticia y precisa de bastantes obreros, sin embargo, hay que realizar el constante control sobre ellos. Las grietas pueden presentarse por los fenómenos de dilatación y contracción al momento de humedecerse y secarse. A pesar de buscar alternativas eco amigable, el hormigón es un material contaminante.

2.2.14. Fabricación del hormigón y puesta en obra

Recepción y dosificación.

(Jové Sandoval, 2018) El hormigón se somete a estrictos controles de calidad, para posteriormente ser almacenados en silos especiales diseñados para proteger al hormigón de los agentes contaminantes y los agentes externos medioambientales. La dosificación se puede calcular de forma sistematizada gracias al uso de softwares programados para dicha finalidad, el cálculo del diseño del hormigón garantiza la homogeneidad de los componentes utilizados.

Amasado.

(Jové Sandoval, 2018) El amasado se comprende entre la mezcla y el amasado del hormigón, las formas de realizar el amasado consisten en dos formas:

- A mano o en hormigonera: La hormigonera es una máquina que posee un tambor giratorio, que sirve para mezclar de forma homogénea los componentes del hormigón, es una gran alternativa para evitar el amasado manual. La utilización de la hormigonera de realizar para mínimas cantidades de masa, sin embargo, no es recomendable realizarlo a mano, debido a que está en desuso y a su vez presenta poca precisión al momento de amasar.
- Fabricación en amasadora: Se define como la mezcla de diversos componentes o conglomerantes de origen inorgánico, agregados pétreos, agua, aditivos y o plastificantes; se obtiene una mezcla pastosa, la cual al verterse al camión hormigonero se puede transportar sin dificultad hacia la obra.
- Dosificación en planta y mezcla en camión hormigonera: los agregados, el cemento portland y demás componentes son vertidos en la cuba del camión hormigonero, en el cual se mezclan todos los componentes hasta llegar a la obra. El camión mixer optimiza tiempos debido a que puede transportarse el hormigón de forma segura hacia la obra, mientras a su vez, se amasa dentro del mixer.

Entrega y puesta en obra.

(Jové Sandoval, 2018) Es necesaria la realización de probetas de hormigón para controlar la calidad del hormigón, esta es posible realizarse en los laboratorios realizando la prueba de roturas de las probetas, las cuales deben ser controladas a los 7, 14, 21 y 28 días desde su elaboración.

El hormigón en estado fresco puede verterse del camión hacia la hormigonera por medio de canaletas, o por medio de grúas con cubetas, puede realizarse por medio de bombo con bomba, si el acceso a la obra es complejo.

Curado del hormigón.

(Jové Sandoval, 2018) “El curado del hormigón se logra manteniendo las condiciones ambientales adecuadas para mantener el grado de humedad necesario durante el proceso de endurecimiento del hormigón.” (p.25) El curado del hormigón es un procedimiento mediante el cual el operario proporciona las condiciones ambientales necesarias de humedad y temperatura durante el proceso del fraguado y el endurecimiento del hormigón, con el objetivo de que este desarrolle las propiedades de resistencia, estabilidad y sobre todo durabilidad.

Es necesario propiciar las correctas condiciones de humedad y temperatura para esto se recomienda seguir las siguientes instrucciones: Para el proceso del curado por medio de la hidratación, se recomienda regar las superficies del hormigón en el periodo comprendido desde los 7 a los 28 días de elaboración. Otra de las formas de hidratar el hormigón, es taparlo con láminas de plásticos o aislantes térmicos que permitan darle una correcta hidratación al hormigón. En condiciones calurosas se podría recubrir constantemente las superficies con telas húmedas para contrarrestar la evaporación del agua.

El cemento.

El cemento no fue descubierto hasta el año 1823, su uso comercial se produjo hasta el año 1910, previo al año ya mencionado, existió el horno rotatorio el cual permitía calcinar y desarrollar métodos que faciliten el transporte del hormigón en estado fresco. El cemento es un conglomerante resultante de la unión del Clinker y el yeso, en el cual el yeso actúa como un controlador del fraguado, el cemento no es de origen natural, con la ventaja que a este se le puede adicionar aditivos y cualquier adición a la mezcla. Los aditivos: estas sustancias permiten que el cemento modifique alguna cualidad en específica, ya sea para acelerar el fraguado, retardar el mismo, impermeabilizar. Así mismo, las adiciones permiten mejorar de forma oportuna cualquier de sus características.

Propiedades del cemento.

- Buena resistencia al ataque químico.
- Resistencia a temperaturas elevadas
- Resistencia inicial elevada que disminuye con el pasar del tiempo.
- Uso apropiado para bajas temperaturas por ser muy exotérmico.

Tipos de Cemento en Ecuador.

Los tipos de Cementos Hidráulicos por desempeño en el Ecuador se rige a la norma NTE INEN 2380.

- GU- Uso general.
- HE-Alta resistencia inicial.
- HS-Alta resistencia a los sulfatos.
- MS-Moderada resistencia a los sulfatos.
- MH-Moderado calor de hidratación.

- LH-Bajo calor de hidratación.

Cemento Chimborazo tipo HE.

Cemento Chimborazo representa hacer un cemento hidráulico tipo HE, es decir un cemento tipo portland especial que cumple de forma estricta con la normativa INEN 2380, el cual permite cuidar y preservar el medio ambiente, además la composición química de este cemento reduce a gran magnitud la emisión de gases de efecto invernadero. El cemento Chimborazo se basa a las normas ISO 9001 “Estándar Internacional Para El Sistema De Gestión De Calidad”

“El cemento Chimborazo, es producto del Clinker, adiciones minerales, sulfato de calcio, estos componentes son dosificados en la molienda obteniendo un producto alivianados, fineza y calidad”.

El cemento Chimborazo, posee diversas propiedades gracias a su formulación especial, tales como:

- Alta resistencia inicial.
- Resistencia a los sulfatos.
- Resistencia a los cloruros.
- Baja calor de hidratación.
- Mayor plasticidad.
- Mejor trabajabilidad en el concreto.
- Aumento de impermeabilidad.

Características del cemento Chimborazo.

(UNION CEMENTERA NACIONAL, 2022) Estable que el Cemento Chimborazo “Aporta al concreto endurecido una capacidad para resistir la acción al medio ambiente, permitiendo alargar su vida útil”.

El cemento Chimborazo se caracteriza por tener las siguientes propiedades:

1. Durabilidad.
2. Mayor resistencia a la compresión.

3. Resistencia al ataque a los sulfatos.
4. Mayor Impermeabilidad.

Variable Agregados Pétreos.

Para la variable agregados pétreos, se trabajarán con los siguientes autores para el constructo:

Caracterización físico-mecánica de los agregados pétreos (materiales de arrastre y canteras) del municipio de Dosquebradas, de los autores Hinojosa Millán, Pinilla Ticora, Sanchez Echeverria, Urrea Hernandez, Ramirez Herrera, Caro Jiménez publicado en Noviembre de 2018 con el Investigador principal Geólogo Alejandro Álzate Buitrago realizado en la Universidad Libre Seccional Pereira Facultad de Ingeniería con el Programa de Ingeniería Civil Pereira en el cual establecen un amplio compendio de conceptos agregados pétreos.

En su libro Caracterización de mezclas de concreto asfáltico, publicado en el 2020, por los autores Bastidas Martínez Juan Gabriel, Juan y Rondón Quintana Hugo Alexander, realizado en la Ciudad de Colombia –Bogotá de la Universidad Piloto de Colombia, dichos autores describen de forma clara y concisa los conceptos básicos y fundamentales sobre los agregados pétreos, profundizando en la descripción, procedimientos y metodología que permiten caracterizar los agregados pétreos.

Materiales Pétreos.

(Bastidas & Rondon, 2020), definen a los materiales pétreos como “un conglomerado de partículas inertes de gravas, arenas finas o fillers (naturales o artificiales); utilizados ya sea para la fabricación de mezclas asfálticas, concretos hidráulicos” (p. 98). Los materiales pétreos comúnmente utilizados son las rocas, estos agregados varían desde partículas grandes hasta diminutas partículas, se encuentran en la naturaleza; son elementos resistentes a las condiciones medioambientales.

Los materiales pétreos pueden ser materiales duros y frágiles, gracias a estas cualidades son muy resistentes al desgaste, sin embargo, pueden llegar a sufrir fracturas que no llegan a la deformación si es que el esfuerzo no es lo suficientemente alto. Los materiales pétreos resisten la oxidación y la corrosión; tienen poca resistencia a la tracción y estos elementos son accesibles económicamente. No son elementos tóxicos a diferencia de los metales.

Clasificación del tamaño.

(Hinojosa, y otros, 2018) Teniendo en cuenta al Manual de prácticas de laboratorio de concreto Polanco, publicado en el año 2014, los autores establecen que los agregados pétreos se clasifican de forma general en dos grupos comprendidos entre finos y gruesos. Los agregados finos se catalogan a las arenas de procedencia natural o a las partículas resultantes de maquinarias trituradoras que presentan diversas fragmentaciones de hasta 10mm; los agregados gruesos se establecen a las partículas que son retenidas en los tamices #16 y sus dimensiones pueden llegar a comprender hasta 152mm.

(Bastidas & Rondon, 2020) Establecen que “La geometría de las partículas es evaluada por medio de los ensayos de la determinación del índice de aplanamiento y alargamiento según la especificación INV-E 230” (p.112). Este ensayo es de gran importancia debido a que la influencia de los agregados en las propiedades del concreto, tiene efectos de gran importancia en la calidad final del concreto, además de permitir la trabajabilidad y en la consistencia al estado plástico; en cambio en el concreto endurecido se analiza el peso unitario, la resistencia y las propiedades elásticas y térmicas muy propias del concreto endurecido.

Clasificación del según la procedencia.

En resumen, englobado, los agregados pétreos según su procedencia se clasifican en dos grupos: en agregados pétreos naturales y agregados pétreos artificiales, como lo afirma, el autor en su trabajo investigativo, el cual se detalla a continuación:

- Los agregados naturales, son provenientes de la explotación industrial de las canteras, en el cual por medio de maquinarias especializadas se realiza la trituración o molienda de diversos fragmentos ígneos, posteriormente aquellos fragmentos pasaran por un proceso de lavado y clasificación para el último paso trasladar, diversas partículas a los depósitos; además, también se tienen los agregados pétreos procedentes de los yacimientos de ríos, los materiales de ríos poseen una textura lisa y son de forma redondeada a diferencia de los agregados naturales provenientes de canteras, aquellos poseen una forma de superficie rugosa y de forma angular.
- Los agregados artificiales, son producto de los procesos industriales de los cuales tenemos a las arcillas expandidas, limaduras de hierro, escoria de metales.

Clasificación del según su origen.

Los agregados provenientes de procesos de industrialización o molienda poseen características peculiares tales como: que aquellos agregados que han sido procesados, poseen formas cúbicas o poliédricas, diversos fragmentos de roca presentan afloramientos rocosos, en los cuales se puede deducir que han sido mineralizados, presentando esquirlas de forma alargada, laminares aplanadas o con forma de cascos. Sin embargo, los agregados que provienen de los depósitos aluviales poseen forma redondeada y aplanadas.

Propiedades físico mecánicas de los agregados pétreos.

(Bastidas & Rondon, 2020), “Las principales características que deben cumplir los agregados están relacionadas según: el tamaño y la distribución granulométrica, la resistencia mecánica, la durabilidad, la limpieza, la forma de partículas, las relaciones de peso y volumen” (p.99)

Propiedades físicas.

Los agregados pétreos poseen diversas propiedades físicas las cuales se establecen de la siguiente manera:

- **Granulometría:** La granulometría comprende la distribución de una masa de agregado seleccionado, en el cual se permite estudiar la clasificación según el tamaño de las partículas. Dicho análisis consiste en analizar la distribución cuantitativa de determinada muestra de agregado, en el cual dicho agregado pasara por una serie de tamices preseleccionados, respetando la normativa I.N.V. E 123-07.
- **Curvas granulométricas:** Es una representación gráfica que muestra la tendencia homogénea o heterogénea que poseen el diámetro de las partículas, dicha interpretación grafica permite obtener el tamaño máximo nominal, el módulo de finura, además de analizar el porcentaje de finos.
- **Redondez:** cuando la partícula posee aristas definidas se catalogan como filo angular; mientras que, las partículas que poseen aristas desgastadas ya sea por el rozamiento u erosión del agua, tienden a reconocerse como partículas de aristas redondeadas.

- Esfericidad: Según la esfericidad de las partículas, se comprende a la función relacionante entre el área superficial y el volumen, clasificándose entre cubicas, laminares, alargadas y por último tetraédricas.
- Textura: Dicha propiedad es posible gracias a la derivación de la roca madre, es decir, a la adherencia propia del agregado y a la fluidez vista en las mezclas de concreto, generalmente existen solo dos grupos de texturas: los grupos lisos, proveniente de los ríos; y el grupo áspero, proveniente de los materiales triturados o de molienda.

Propiedades mecánicas:

- Dureza: La dureza que ofrece el agregado a la acción del desgaste diario, esta propiedad se puede determinar mediante el ensayo de resistencia al desgaste utilizando la máquina de los ángeles, normado en la I.N.V.E -218-07, en aquel ensayo se obtiene la calidad que posee el agregado pétreo para determina la resistencia de los agregados sometidos a la abrasión.
- Resistencia: Es el comportamiento mecánico que posee el agregado en el concreto al soportar la resistencia ante la trituración.
- Sanidad de los agregados: Es la capacidad que poseen los agregados para resistir los cambios volumétricos de expansión y contracción, es decir, la resistencia a la degradación de los agentes presentes en la atmosfera, hidrosfera y biosfera.

Agregados para la elaboración del concreto: Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1 Normativa Nacional

De la Constitución de la República del Ecuador, en los siguientes artículos nos menciona del derecho que tienen todas las personas. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

Art 30 y Art 31: Nos menciona que todas las personas tienen derecho a un habitar seguro y saludable y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica, para la cual tienen los derechos al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social entre lo urbano y lo rural.

Art 264.7: Nos menciona que los implementos de educación, salud, los espacios públicos deportivos y el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica que se debe contar.

Art 350 y 385: Indica que en la educación superior será una formación académica superior con visión científica, tecnológica, en la cual puede impulsar la producción nacional que sea eficiente y productiva.

Reglamento general a la ley orgánica de Educación Superior.

El estado logra garantizar sin discriminación alguna el uso de los derechos establecidos en la constitución y en los instrumentos internacionales. (Reglamento General A La Ley Organica de Educación Superior , 2019)

Art 26: Establece que en la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal.

Art 28: Menciona que en la educación responderá al interés público y no estará al servicio de intereses individuales y corporativos.

Art 344: Menciona sobre el Régimen del Buen Vivir, determina que el sistema nacional de educación, así como acciones en los niveles de educación inicial, básica y bachillerato y está basado al articulado con el Sistema de Educación Superior.

Plan Nacional De Desarrollo 2017 – 2021 – Toda una Vida.

En la cual nos menciona que incentiva a la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada.

También incentiva a la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, e impulsar el cambio mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades.

Normas del proceso para realizar los diversos ensayos sobre el tema de proyecto de investigación.

ASTM (Asociación Americana de Ensayos de Materiales)

- ASTM C136: Método de ensayo normalizado para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos.
- ASTM C39: Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- ASTM C31: Práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra.
- ASTM C1231: Práctica normativa para el uso de capas no adheridas en la determinación de la resistencia a la compresión de concreto endurecido.
- ASTM 494: Clasificación de aditivos.
- ASTM C143-00: Ensayo normalizado para determinar el descenso de cono del hormigón elaborado con cemento hidráulico.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)

- INEN 2380: Cemento Hidráulico. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos.
- INEN 696: Determinación de granulometrías de los áridos gruesos y finos que se utilizarán en el hormigón.
- INEN 872: Áridos para hormigón
- INEN 1108: Agua Potable
- INEN 2554 :Hormigón de cemento hidráulico-Determinación de la resistencia a la flexión del hormigón (Utilizando una viga simple con carga en los tercios)

CAPÍTULO III

3.1 MARCO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo de investigación

Según (Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista, 2014) El presente proyecto de investigación, corresponde al enfoque cuantitativo, ya que indica que “de las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables, en la cual se traza un plan para probarlas, se miden las variables en un determinado contexto y se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis” (Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista, 2014)

Una vez establecida la formulación del problema, planteado los objetivos, determinada la hipótesis y obtenidas las variables se sigue la respectiva línea de investigación para tener como conclusión, que el enfoque de esta investigación es cuantitativo con la finalidad de poder analizar los resultados a través de información numérica específica para cuantificar, reportar y medir las características y las necesidades de las variables.

De tal manera, este proyecto de investigación va a recoger datos en cuanto a las características físicas, peso de humedad, masa, volumen y a la vez las propiedades de los materiales pétreos en el cual se logrará experimentar en el nuevo diseño de hormigón, se realizará el cálculo respectivo para la dosificación, estudios de la resistencia a la compresión en cilindros y resistencia a la flexión en vigas de acuerdo a las dimensiones de la ASTM 1609.

3.2 Metodología de la investigación

Investigación experimental

Para el presente estudio con alcance experimental se fundamenta en determinar la dosificación más óptima para obtener hormigones alivianados con la utilización del Cemento Chimborazo al 2%, 4% y al 6% y los materiales pétreos; tomando en consideración, que aquel hormigón al momento de realizar los ensayos de compresión y los ensayos a flexión en vigas, estos a los 21 días incrementa su resistencia a la compresión y flexión.

Las normativas y requisitos técnicos empleados en este trabajo investigativo, se basa en el ámbito experimental, debido a que los ensayos de materiales de hormigón se rigen en las directrices y guías que proporcionan las normas técnicas NTE-INEN, ASTM y reglamentos

ACI, con la finalidad de dar el cumplimiento a lo estipulado en las normas ya mencionadas. Luego de ejecutarse los ensayos programados en laboratorio, se procede a valorar los resultados de cada diseño de hormigón al 2, 4 y 6%.

Investigación Descriptiva.

La investigación descriptiva indaga, determina y selecciona las características fundamentales del objeto en estudio para futuros resultados. Esta investigación es descriptiva debido a que se investiga y describe todas las características y propiedades que concierne a la elaboración de bloques y el uso de los materiales alternativos, además se detalla los eventos y resultados que se producen en el proceso de investigación.

3.3 Técnicas

Las técnicas de investigación, son aquellas técnicas que requieren procesos e instrumentos que se utilizan al iniciar el estudio de un fenómeno determinado. Estos métodos permiten examinar, recopilar y exponer la información de esta forma se logra el principal objetivo de toda investigación que es adquirir nuevos conocimientos. (Gabriela González , 2020)

Para la elección de la técnica de investigación más adecuada depende del problema que se desea resolver y de los objetivos que se plantean, motivo por el cual esta elección resulta ser punto fundamental en todos los procesos investigativos. En este proyecto de investigación, después de realizar el proceso de diseño de hormigón alivianados y los materiales pétreos, se utiliza técnicas las cuales deben cumplir los parámetros y especificaciones técnicas que indican en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1762.

Una vez obtenido el diseño se procede realizar el muestreo de concreto en estado fresco, para luego realizar su rotura en la maquina universal, en la cual es una maquina semejante a una prensa en la cual permite someter materiales a ensayos de tracción, compresión y flexión en la que permite conocer sus propiedades. Las pruebas de roturas a la edad establecida a los 7, 14, 21, y 28 días con sus diferentes porcentajes.

3.4 Instrumentos

- Ensayos de laboratorios
- Ensayo de roturas
- Ensayos de desgaste de los agregados
- Ensayo de asentamiento – cono de Abrams

3.5 Población

Según (Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista, 2014) Menciona que “La población se ha definido cuál será la unidad de muestreo y de análisis, que se procede a delimitar la población que será estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así que una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

Para el presente proyecto de investigación del análisis de hormigón alivianados y los materiales pétreos es de tipo infinito debido a que no existe un número límite para la elaboración de cilindros de hormigón en la cual será sometido a ensayos de resistencia a la compresión y la elaboración de ensayos de vigas que luego será sometido al ensayo a la flexión ya que dependerá del factor económico del investigador.

El total de población del concreto elaborado con los porcentajes del 2%,4%,6% y los materiales pétreos.

3.6 Muestra

Según (Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista, 2014) menciona que la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolecta datos y que deberá de definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población.

El total de muestras del concreto elaborado con los porcentajes del 2%,4%,6% y los materiales pétreos.

Tabla 2. Población

PORCENTAJE DE PIEDRA PÓMEZ	CILINDROS DE HORMIGON	VIGAS DE HORMIGON	TESTIGOS
2%	5	5	1
4%	5	5	1
6%	5	5	1
	15	15	3
TOTAL		33	

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 3 Muestra

PORCENTAJES	PROBETAS			VIGAS		
	2%	4%	6%	2%	4%	6%
Días						
7 DIAS	1	1	1	1	1	1
14 DIAS	1	1	1	1	1	1
21 DIAS	1	1	1	1	1	1
28 DIAS	1	1	1	1	1	1
SUMA DE PROBETAS	12			SUMA DE	12	
	PROBETAS			VIGAS		
MUESTRA EN TOTAL : 24						

Elaborado por: Mite (2022)

3.8 Presentación y análisis de resultados

La presentación y análisis de resultados del presente proyecto de investigación consiste contestar a los objetivos o hipótesis planteada a partir de las mediciones efectuadas y los datos provenientes.

Los análisis a realizar serán estipulados para este tipo de diseño de acuerdo a las Normativas INEN-ASTM-ACI, de la misma manera se obtendrán y evaluará la diferencia entre los diseños, determinando como se lo puede utilizar en la construcción.

3.8.1. Ensayo de clasificación del agregado fino para hormigón

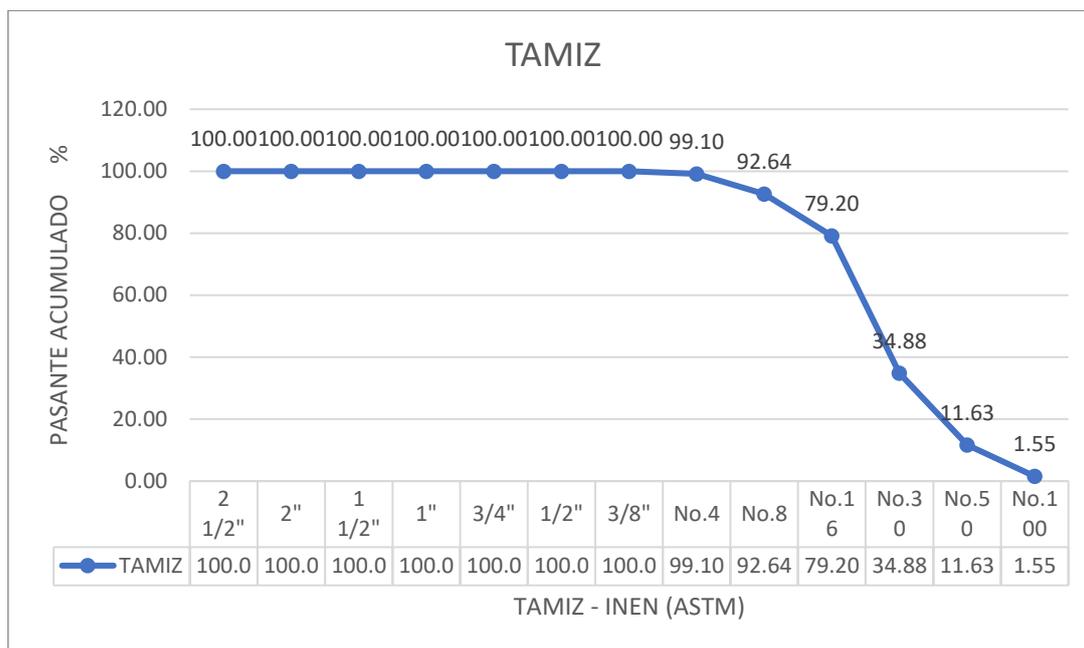


Gráfico 1 Análisis granulométrico
Elaborado por: Mite (2022)

3.8.2. Ensayo de clasificación del agregado fino para hormigón

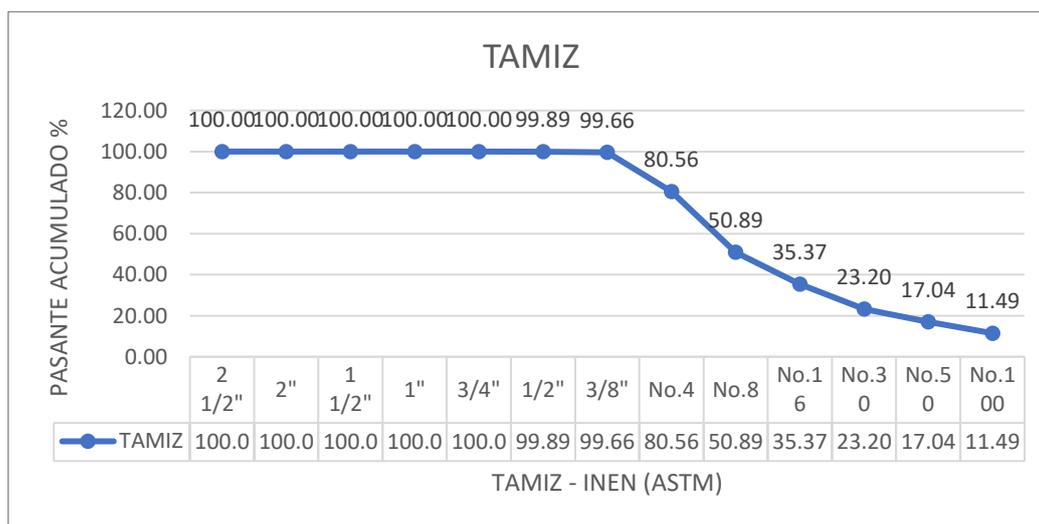


Gráfico 2 Análisis granulométrico del agregado fino
Elaborado por: Mite (2022)

3.8.3. Proporciónamiento de los agregados finos y agregados gruesos son los siguientes

Curva granulométrica de agregados combinados

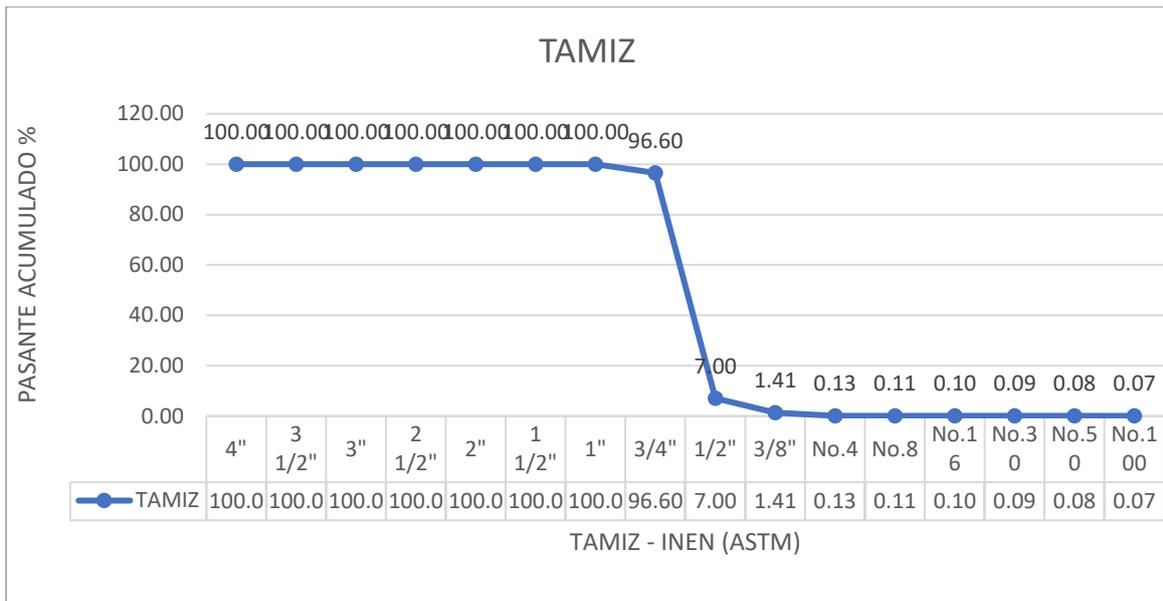


Gráfico 3 Análisis granulométrico de los agregados pétreos

Elaborado por: Mite (2022)

3.8.4. Calcular la dosificación para las mezclas de hormigón alivianados con el 2%,4%,6%.

Tabla 4 Tipos de cemento

TIPO DE CEMENTO	DENSIDAD	UNIDAD
Cemento holcim tipo GU	2920	Kg/cm ³
Cemento holcim tipo HE	2950	Kg/cm ³
Cemento Chimborazo tipo GU	3000	Kg/cm ³
Cemento Chimborazo tipo HE	3050	Kg/cm ³
Cemento Guapan Tipo IP	2950	Kg/cm ³
Cemento Selva alegre tipo IP	2920	Kg/cm ³
Cemento Armaduro tipo IP	2930	Kg/cm ³
Cemento Campeon tipo HS	2950	Kg/cm ³
Cemento Atenas Tipo GU	2900	Kg/cm ³
Cemento Magno tipo HE	3100	Kg/cm ³
Cemento Manabi tipo IP	2950	Kg/cm ³

Elaborado por: Mite (2022)

A la vez considerando el agua que se usó para el diseño de hormigón para la resistencia de F_c 210 kg/cm². El agua no debe tener ningún tipo de aceite, sodio, potasio, sulfato de magnesio u otras sustancias que pueda alterar la mezcla en las cuales sea afectada la resistencia,

trabajabilidad y fluidez del hormigón. Para aquello se realizó los respectivos estudios y cumple con lo requerido según la normativa MTOP, Sección 804 Agua para hormigones y morteros.

Tabla 5 Requerimientos Técnicos

REQUERIMIENTOS TECNICOS			
Revenimiento-Sin aire incluido (cm)	10 a 17,5	Contenido de aire (%)	2
Resistencia especifica fc (kg/cm2)	210	Contenido de agua (Its)	216 (Para grava triturada)
Resistencia Requerida fr (kg/cm2)	294	Cantidad de cemento (Kg)	407,2
Coefficiente volumetrico de la piedra	0,619	Rel.agua/cemento (A/C)	0,530 (Sin aire incluido)
		Densidad cemento (kg/m3)	3050 Portland Tipo HE

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 6 Calculo de los requerimientos Técnicos

CALCULOS							
VOLUMEN ABSOLUTO EN 1M3 DE HORMIGÓN				PESO EN KG. PARA 1M3 DE HORMIGON			
AGUA	=	216/1000	=	0,216 M3	AGUA	=	216,0 KG
CEMENTO	=	407,2/3050	=	0,133 M3	CEMENTO	=	407,2 KG
AIRE	=	2/100	=	0,02 M3	PIEDRA	=	1644 x 0,619= 1.017,6 KG
PIEDRA	=	(1644 x 0,619)/2778	=	0,366 M3	ARENA	=	2698 x 0,262 = 706,9 kg
VOLUMEN TOTAL	=		=	0,738 M3	MASA TOTAL	=	2.346,8 KG
ARENA	=	1-0,738	=	0,262 M3			
PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO (USANDO AGREGADO S.S.S)				PESO EN KG. PARA UN SACO DE CEMENTO			
AGUA	=	216 KG/M3		AGUA	=	216/8,144	26,5 KG
CEMENTO	=	407,2 KG/M3		CEMENTO	=	407,2/8,144	50,0 KG
PIEDRA	=	1016,748 x (0,006+1)	=	1.022,8 KG/M3	PIEDRA	=	106,748/8,144 124,8 KG
ARENA	=	706,9 x (0,0215+1)	=	722,1 KG/M3	ARENA	=	706,9/8,144 86,8 KG
MASA TOTAL	=	2.368,1 KG/M3					
VOLUMEN RELATIVO PARA UN SACO DE CEMENTO				DETERMINACIÓN DE CAJONETAS			
				0,40 x 0,40 x 0,20 m (vol=0,032 m3)			
PIEDRA	=	124,8/1468	=	0,0850 M3	PIEDRA	=	0,085/0,032 2,66
ARENA	=	86,8/1592	=	0,0545 M3	ARENA	=	0,0545/0,032 1,7

Elaborado por: Mite (2022)

3.8.5. Diseño de hormigón alivianados al 2% por saco de 50kg.

Tabla 7 Diseño de hormigón alivianados al 2% por saco de 50 kg Revenimiento 17 cm

Dosificación para 1 saco de cemento	cantidad	unidad
Fc	210.0	Kg/cm2
Fcr	294.0	Kg/cm2
Aditivo	405.57	Cc SIKA TOP 77
Aditivo	265.25	Cc PLASTOCRETE 161 HE
Cemento	50	Kg Cemento Chimborazo Tipo HE
Agua	25	Lt
Piedra	3.00	Cajonetas 40x40x20 cm
Arena	2.50	Cajonetas 40x40x19 cm

Elaborado por: Mite (2022)

3.8.6. Diseño de hormigón alivianados al 2% por metro cúbico.

Tabla 8 Dosificación para la preparación del hormigón con aditivos sika, Revenimiento 20 a 23 cm

Dosificación para 1 m3	cantidad	unidad
Fc	210.0	Kg/cm2
Fcr	294.0	Kg/cm2
Aditivo	2917	Cc SIKA TOP 77
Aditivo	2068	Cc PLASTOCRETE 161 HE
Cemento	350	Kg Cemento Chimborazo Tipo HE
Agua	175	Lt
Piedra	986.00	Kg
Arena	847.00	kg

Elaborado por: Mite (2022)

3.8.7. Diseño de hormigón alivianados al 4% por saco de 50kg.

Tabla 9 Dosificación para 1 saco de cemento, Revenimiento 10 cm

Dosificación para 1 saco de cemento	cantidad	unidad
Fc	210.0	Kg/cm2
Fcr	294.0	Kg/cm2
Aditivo	405.27	Cc SIKA TOP 77
Aditivo	265.25	Cc PLASTOCRETE 161 HE
Cemento	50	Kg Cemento Chimborazo Tipo HE
Agua	25	Lt
Piedra	3.00	Cajonetas 40x40x20 cm
Arena	2.50	Cajonetas 40x40x19 cm

Elaborado por: Mite (2022)

3.8.8. Diseño de hormigón alivianados al 4% por m3.

Tabla 10 Dosificación para 1m3 al 4%, Revenimiento 20 a 23 cm

Dosificación para 1 m3	cantidad	unidad
Fc	210.0	Kg/cm2
Fcr	294.0	Kg/cm2
Aditivo	2917	Cc SIKA TOP 77
Aditivo	2068	Cc PLASTOCRETE 161 HE
Cemento	350	Kg Cemento Chimborazo Tipo HE
Agua	175	Lt
Piedra	986.00	Kg
Arena	847.00	kg

Elaborado por: Mite (2022)

3.8.9. Diseño de hormigón alivianados al 6% por saco de 50kg.

Tabla 11 Dosificación para 1 saco de cemento al 6%, Revenimiento 7 cm

Dosificación para 1 saco de cemento	cantidad	unidad
Fc	210.0	Kg/cm2
Fcr	294.0	Kg/cm2
Aditivo	405.27	Cc SIKA TOP 77
Aditivo	265.25	Cc PLASTOCRETE 161 HE
Cemento	50	Kg Cemento Chimborazo Tipo HE
Agua	25	Lt
Piedra	3.00	Cajonetas 40x40x20 cm

Arena 2.50 Cajonetas 40x40x19 cm

Elaborado por: Mite (2022)

3.8.10. Diseño de hormigón alivianados al 6% por metro cúbico.

Tabla 12 Dosificación para 1 m³ al 6%, Revenimiento 20 a 23cm

Dosificación para 1 m ³	cantidad	unidad
Fc	210.0	Kg/cm ²
Fcr	294.0	Kg/cm ²
Aditivo	2917	Cc SIKA TOP 77
Aditivo	2068	Cc PLASTOCRETE 161 HE
Cemento	350	Kg Cemento Chimborazo Tipo HE
Agua	175	Lt
Piedra	986.00	Kg
Arena	847.00	kg

Elaborado por: Mite (2022)

3.9.11. Finalizando con el cuarto objetivo específico que menciona: Determinar las propiedades mecánicas de las mezclas del hormigón alivianados con el 2%,4%,6%.

Diseño de hormigón alivianados al 2% y los materiales pétreos

Resistencia a la compresión de cilindros de hormigón, a los 7 días según la norma ASTM C39/C 39M.

Tabla 13 Resistencia a la compresión de cilindros a los 7 días de curado según la Normativa ASTM C39/ C39 M

N cilindros	Porcentaje de fibra	Fecha de toma	Fecha de rotura	N. Días	F'c (kg/cm ²)
1	2%	14-11-22	21-11-22	7	210
2	4%	14-11-22	21-11-22	7	210
3	6%	14-11-22	21-11-22	7	210

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 14 Resistencia a la compresión de cilindros

DIAMETRO	ÁREA	MASA	DENSIDAD	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESION			TIPO DE ROTURA
					KG/CM2	MPA	%	
mm	MM2	G	KG/M3	KG				
100	7854	3887	2359	15290	194,7	19,1	93%	5
100	7854	3899	2367	27000	343,8	33,7	164%	5
100	7854	3721	2259	29690	378	37,1	180%	5

Elaborado por: Mite (2022)

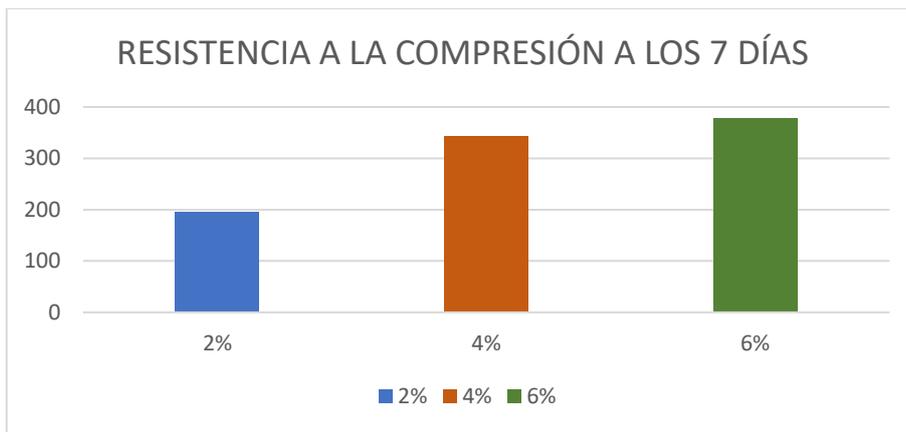


Gráfico 4 Resistencia a la compresión de cilindros a los 7 días del 2%, 4% y 6%

Elaborado por: Mite (2022)

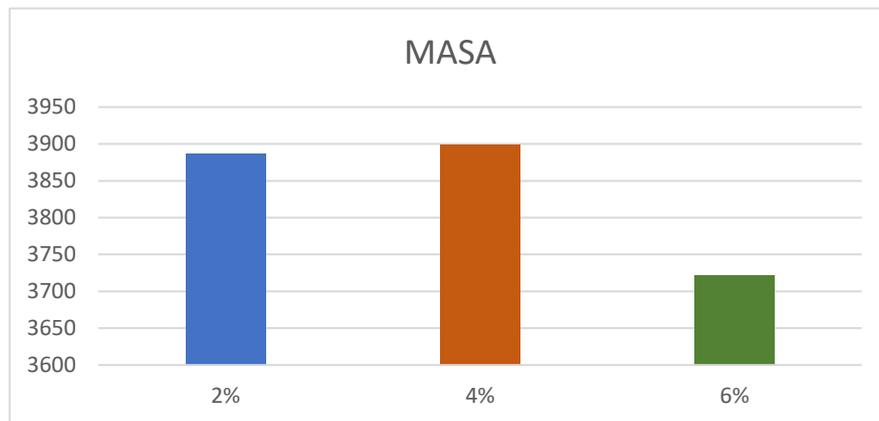


Gráfico 5 Masa de los cilindros al 2%, 4% y 6% a los 7 días

Elaborado por: Mite (2022)

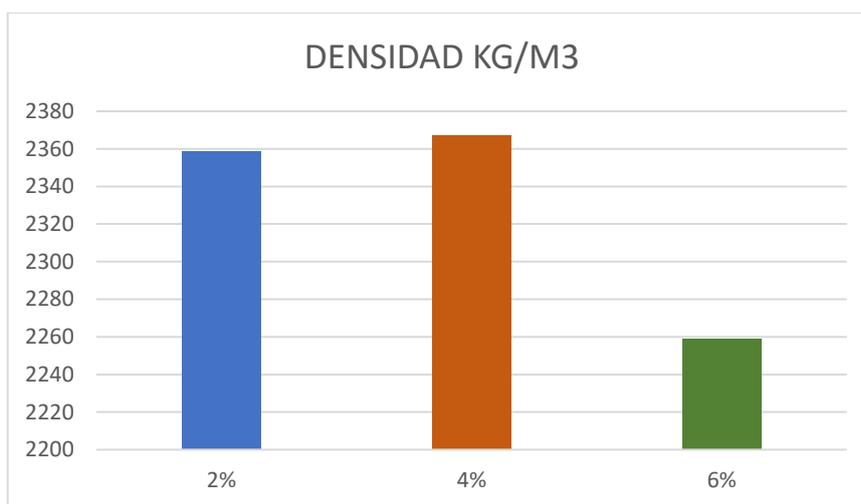


Gráfico 6 Densidad de los cilindros de hormigón al 2%,4% y 6% a los 7 días
Elaborado por: Mite (2022)

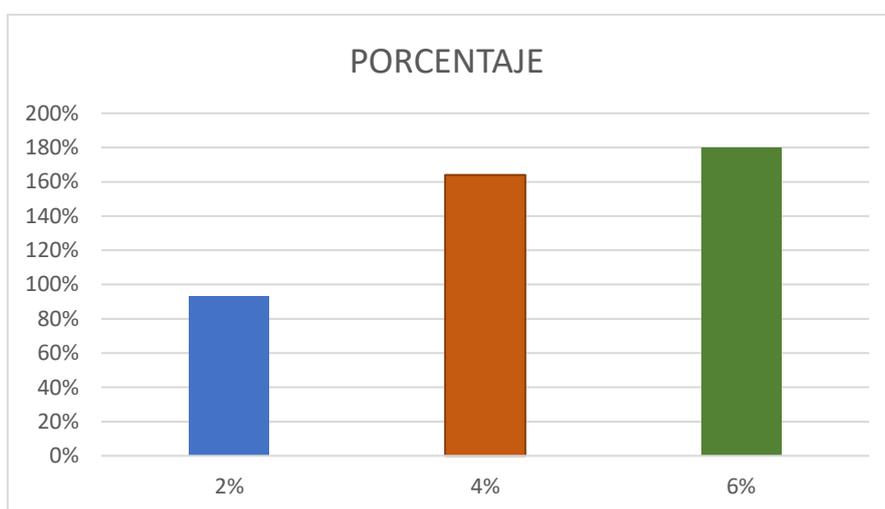


Gráfico 7 Porcentajes entre el 2%,4% y 6% a los 7 días
Elaborado por: Mite (2022)

3.9.12 Resistencia a la compresión de cilindros de hormigón, a los 21 días según la norma ASTM C39/C 39M.

Tabla 15 Resistencia a la compresión de los cilindros de 2%,4% y 6% a los 21 días según norma ASTM C39/ C 39 M

N cilindros	Porcentaje de fibra	Fecha de toma	Fecha de rotura	N. Días	F'c (kg/cm ²)
1	2%	14-11-22	5-12-22	21	210
2	4%	14-11-22	5-12-22	21	210
3	6%	14-11-22	5-12-22	21	210

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 16 Resistencia a la compresión de los cilindros de 2%,4% y 6% a los 21 días según norma ASTM C39/ C 39 M- área, masa y densidad

DIAMETRO	ÁREA	MASA	DENSIDAD	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESION			TIPO DE ROTURA
					mm	MM2	G	
100	7854	3935	2389	18570	236,4	23,2	113%	2
100	7854	3845	2334	31540	401,6	39,4	191%	2
100	7854	3870	2349	28980	369	36,2	176%	5

Elaborado por: Mite (2022)

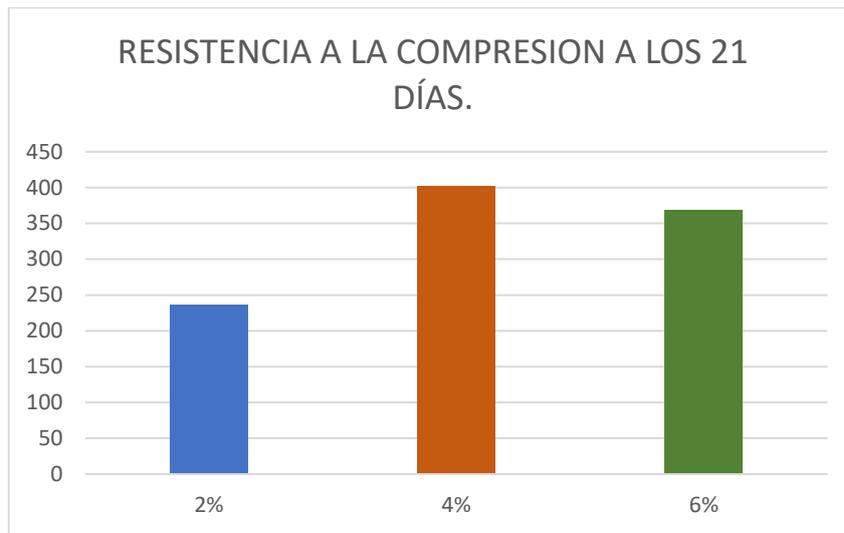


Gráfico 8 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% Densidad a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

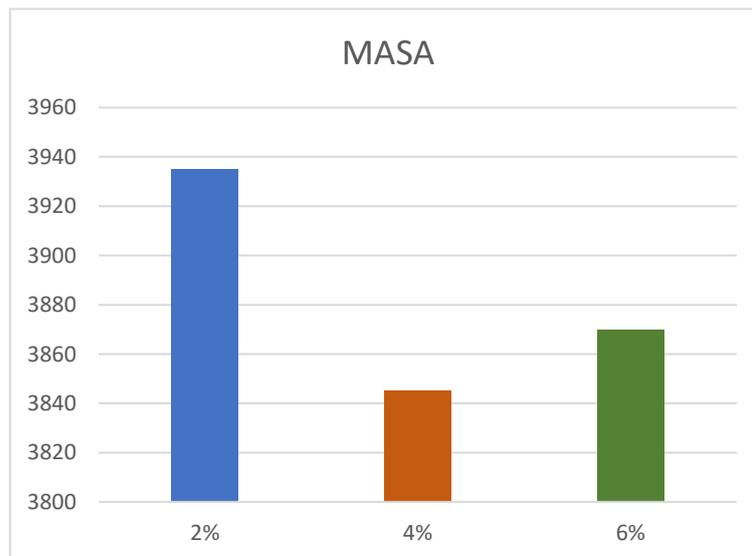


Gráfico 9 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% Masa ganada a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

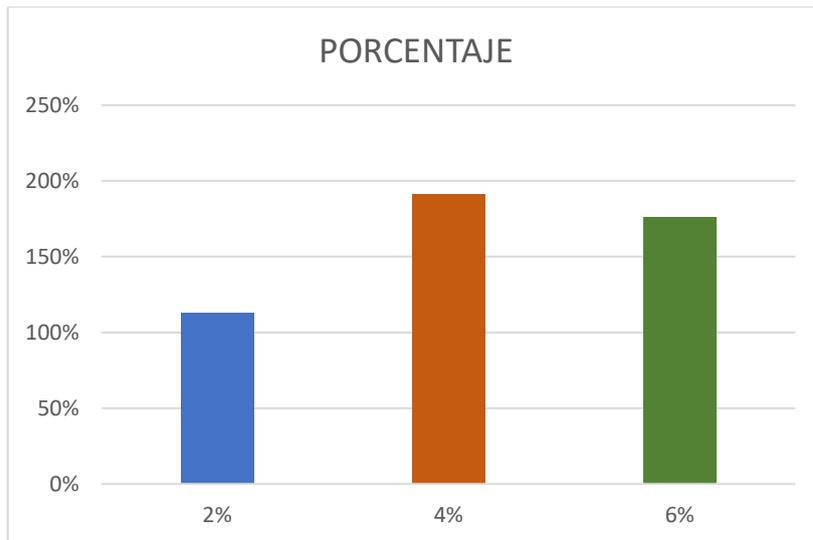


Gráfico 10 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% porcentaje a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

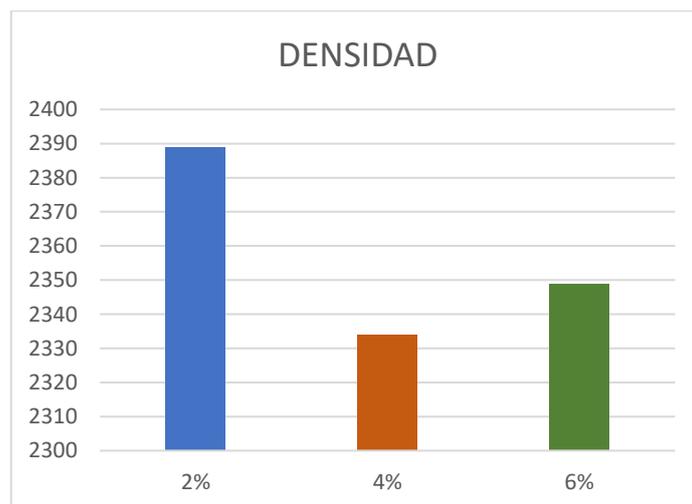


Gráfico 11 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% Densidad a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

3.9.13. Resistencia a la compresión de cilindros de hormigón, a los 28 días según la norma ASTM C39/C 39M.

Tabla 17 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% a los 28 días según la norma ASTM c39/c 39 m

N cilindros	Porcentaje de fibra	Fecha de toma	Fecha de rotura	N. Días	F'c (kg/cm2)
1	2%	14-11-22	12-12-22	28	210
2	4%	14-11-22	12-12-22	28	210
3	6%	14-11-22	12-12-22	28	210

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 18 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% área, masa, densidad a los 21 días

DIAMETRO mm	ÁREA MM2	MASA G	DENSIDAD KG/M3	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESION			TIPO DE ROTURA
					KG/CM2	MPA	%	
100	7854	3769	2288	20290	258,3	25,3	123%	2
100	7854	3819	2318	32630	415,5	40,7	198%	2
100	7854	3838	2330	30380	386,8	37,9	184%	5

Elaborado por: Mite (2022)

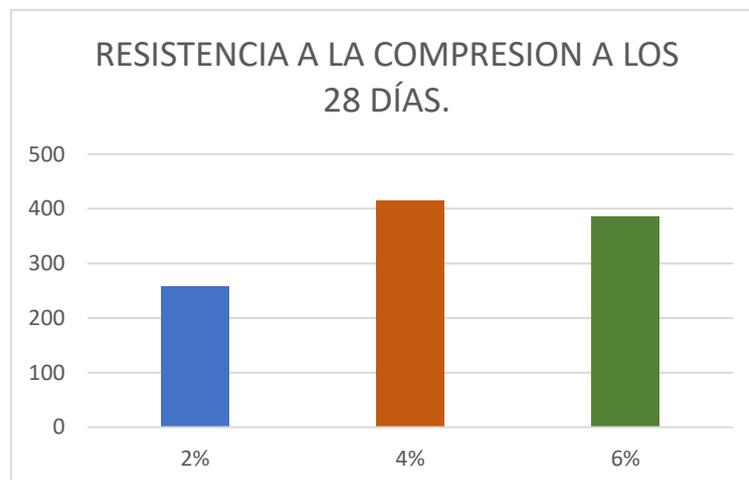


Gráfico 12 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

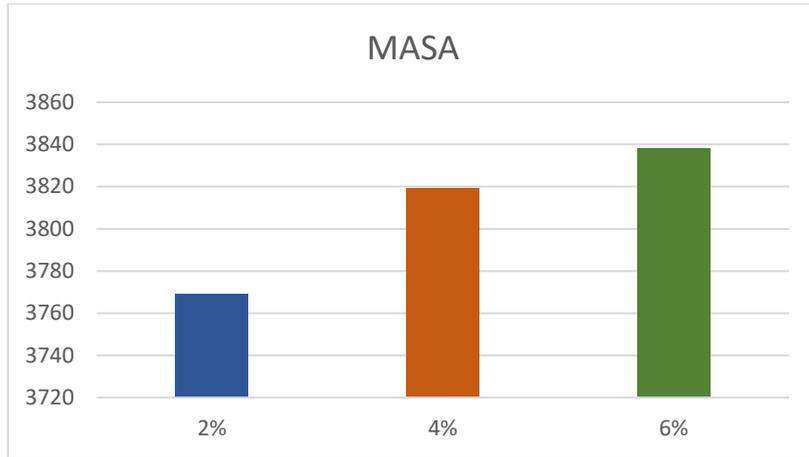


Gráfico 13 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% masa a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

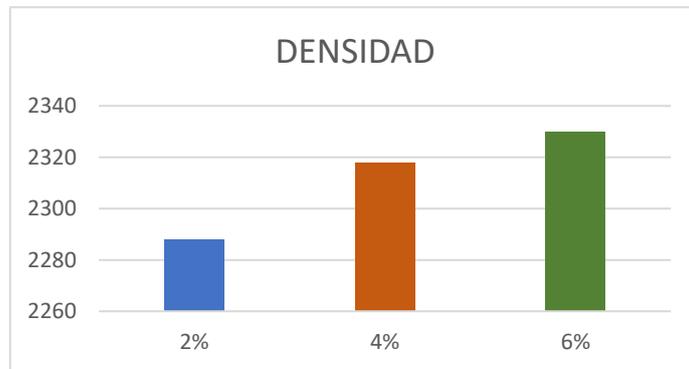


Gráfico 14 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% densidad a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

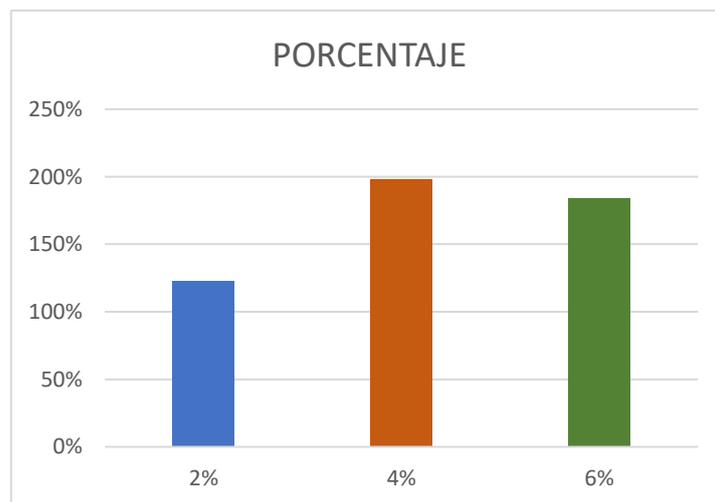


Gráfico 15 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% densidad a los 21 días
Elaborado por: Mite (2022)

El diseño de hormigón al 2,4,6 %, su resistencia a la compresión favorable es la del diseño con el 4% como muestra siguiente:

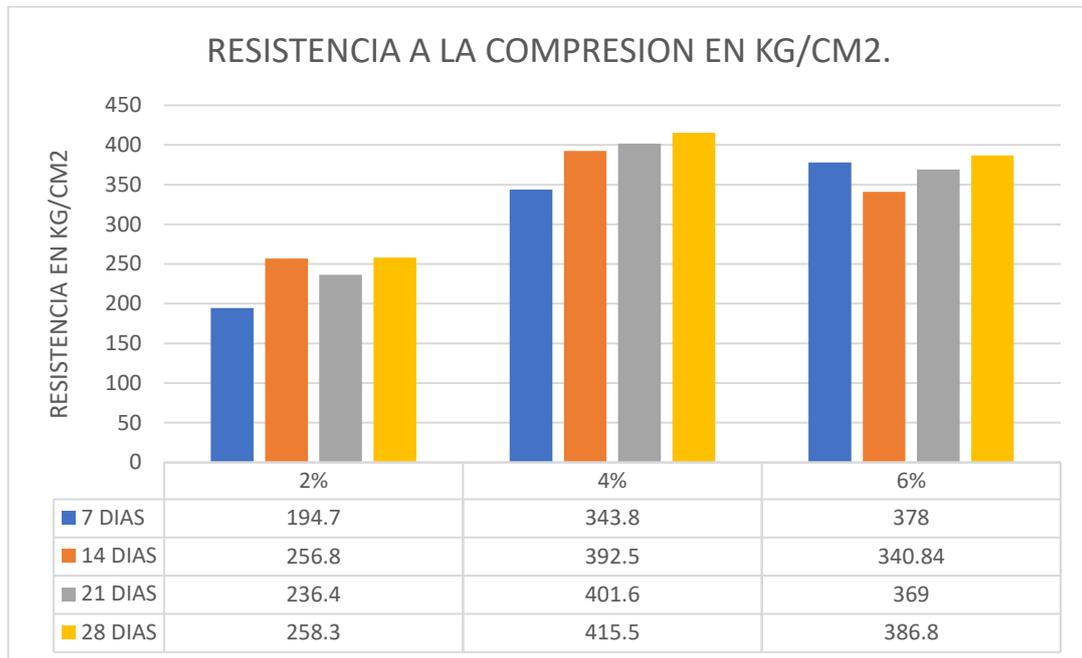


Gráfico 16 Resistencia a la compresión de cilindros de 2%,4% y 6% días
Elaborado por: Mite (2022)

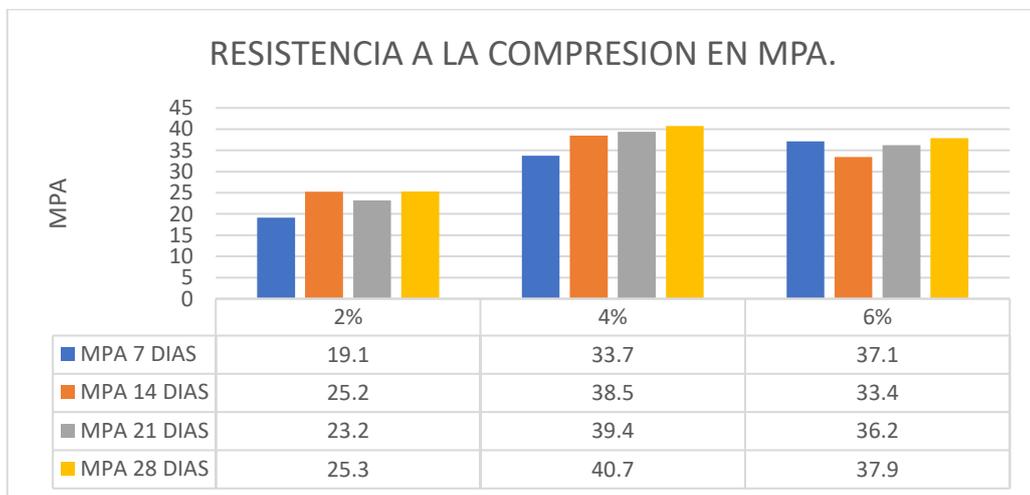


Gráfico 17 Resistencia a la compresión en mpa
Elaborado por: Mite (2022)

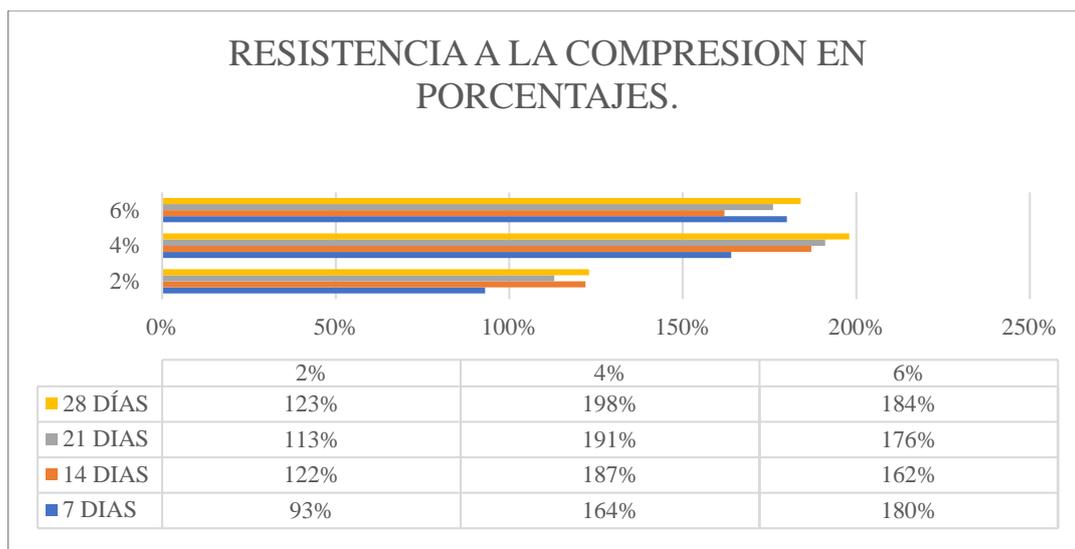


Gráfico 18 Resistencia a la compresión en porcentajes
Elaborado por: Mite (2022)

3.9.14. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón, a los 7 días según la norma ASTM C78.

Tabla 19 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 7 días según norma ASTM c78

N cilindros	Porcentaje de fibra	Fecha de toma	Fecha de rotura	N. Días	Mr. Diseño MPA	Dimensiones enviga (mm) ancho / profundidad / largo		
1	2%	14-11-22	21-11-22	7	4.50	150	150	450
2	4%	14-11-22	21-11-22	7	4.50	150	150	450
3	6%	14-11-22	21-11-22	7	4.50	150	150	450

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 20 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 7 días, módulo de rotura

CARGA DE ROTURA	MODULO DE ROTURA			UBICACIÓN DE FRACTURA
	N	KG/CM2	MPA	
			%	
21600	29,40	2,88	64%	TERCIO MEDIO
33800	46,00	4,51	100%	TERCIO MEDIO
31500	42,80	4,20	93%	TERCIO MEDIO

Elaborado por: Mite (2022)

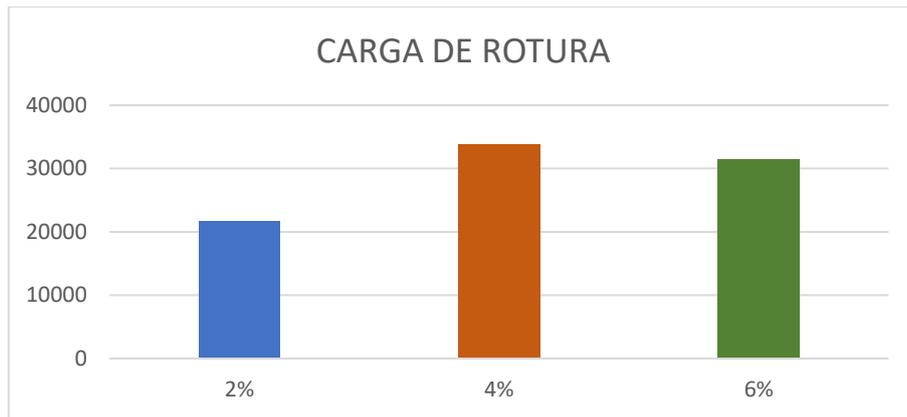


Gráfico 19 Carga de rotura a los 7 días
Elaborado por: Mite (2022)

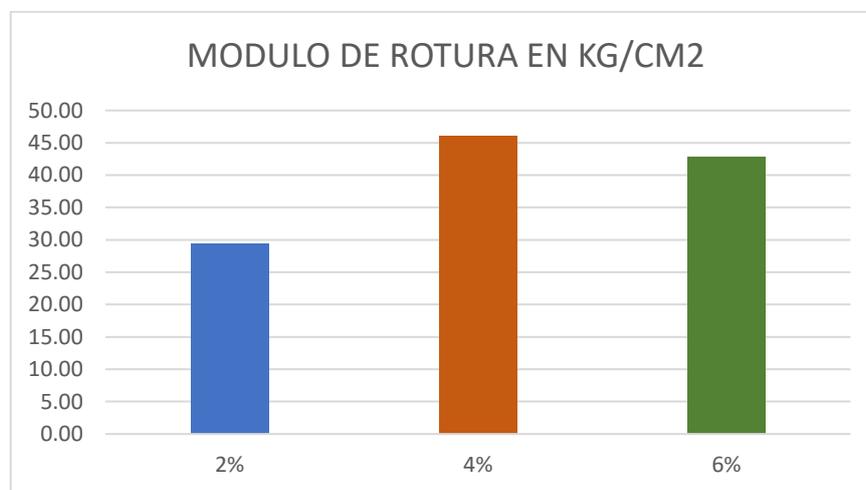


Gráfico 20 Modulo de rotura en KG/CM2 a los 7 días
Elaborado por: Mite (2022)

3.9.15. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 14 días según la norma ASTM C78.

Tabla 21 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 14 días , según norma ASTM C78

N cilindros	Porcentaje de fibra	Fecha de toma	Fecha de rotura	N. Días	Mr. Diseño MPA	Dimensiones enviga (mm) ancho / profundidad / largo
1	2%	14-11-22	28-11-22	14	4.50	150 150 450
2	4%	14-11-22	28-11-22	14	4.50	150 150 450
3	6%	14-11-22	28-11-22	14	4.50	150 150 450

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 22 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 14 días, según módulo de rotura

CARGA DE ROTURA N	MODULO DE ROTURA			UBICACIÓN DE FRACTURA
	KG/CM2	MPA	%	
26200	35,60	3,49	78%	TERCIO MEDIO
30900	42,00	4,12	92%	TERCIO MEDIO
30400	41,30	4,05	90%	TERCIO MEDIO

Elaborado por: Mite (2022)

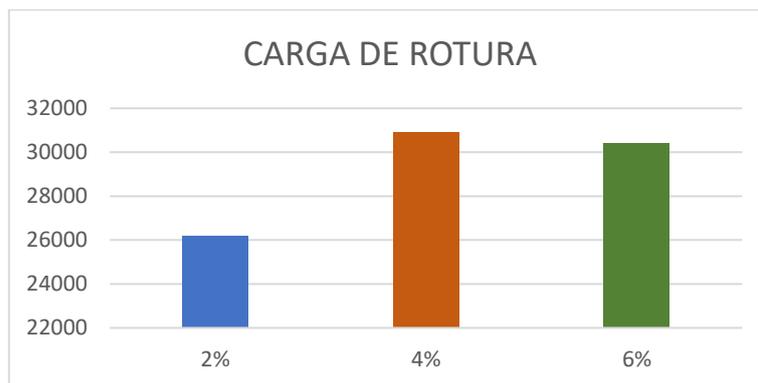


Gráfico 21 Carga de rotura a los 14 días

Elaborado por: Mite (2022)

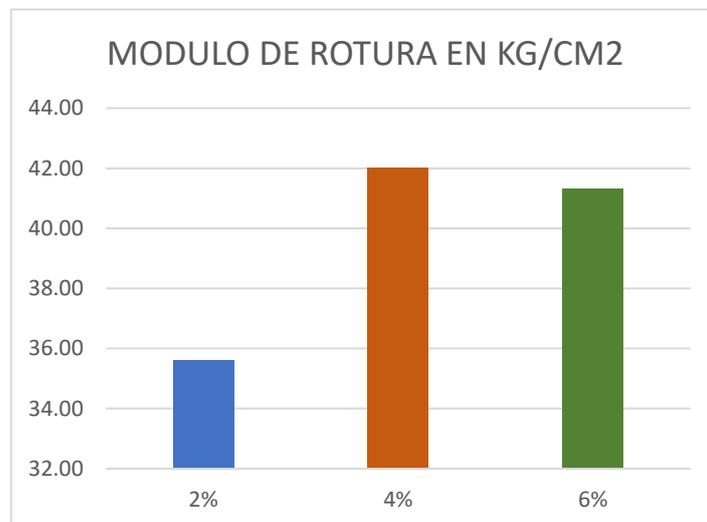


Gráfico 22 Modulo de rotura en kg/cm2 a los 14 días

Elaborado por: Mite (2022)

3.9.16. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón. A los 21 días según la norma ASTM C78.

Tabla 23 Resistencia a la flexión de vigas de hormigón a los 21 días, según norma ASTM C78

N cilindros	Porcentaje de fibra	N. Días	Mr. Diseño MPA	Dimensiones enviga (mm) ancho / profundidad / largo		
1	2%	21	4.50	150	150	450
2	4%	21	4.50	150	150	450
3	6%	21	4.50	150	150	450

Elaborado por: Mite (2022)

Tabla 24 Modulo de rotura a los 21 días

CARGA DE ROTURA N	MODULO DE ROTURA			UBICACIÓN DE FRACTURA
	KG/CM2	MPA	%	
21700	36,00	3,53	82%	TERCIO MEDIO
31500	45,60	4,74	100%	TERCIO MEDIO
23500	42,00	4,11	85%	TERCIO MEDIO

Elaborado por: Mite (2022)

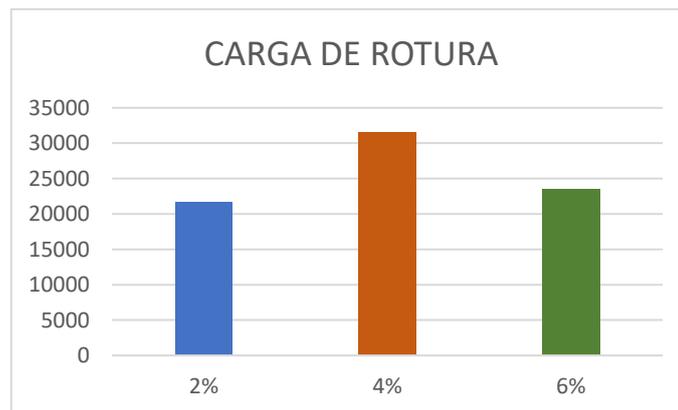


Gráfico 23 Carga de rotura a los 21 días

Elaborado por: Mite (2022)

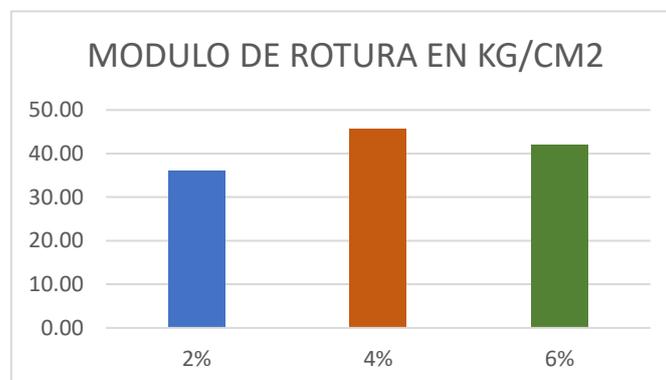


Gráfico 24 Modulo de rotura en kg/cm² a los 21 días

Elaborado por: Mite (2022)

3.9.17. Resistencia a la flexión de vigas de hormigón. A los 28 días según la norma ASTM C78.

Tabla 25 Modulo de rotura de vigas de hormigón a los 28 días

CARGA DE ROTURA N	MODULO DE ROTURA			UBICACIÓN DE FRACTURA
	KG/CM2	MPA	%	
23500	41,20	4,04	85%	TERCIO MEDIO
32700	55,60	5,45	120%	TERCIO MEDIO
35300	42,05	4,12	107%	TERCIO MEDIO

Elaborado por: Mite (2022)

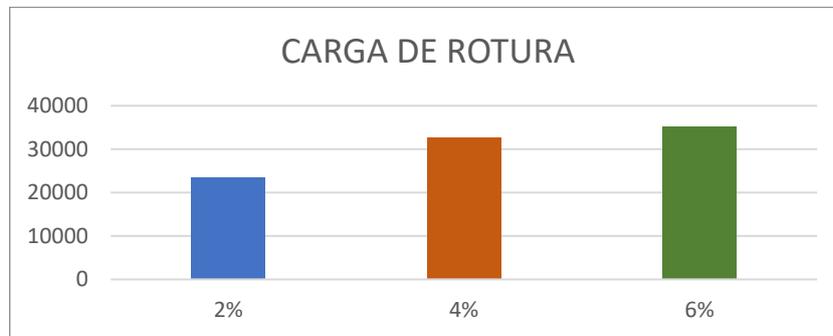


Gráfico 25 Carga de rotura a los 28 días

Elaborado por: Mite (2022)

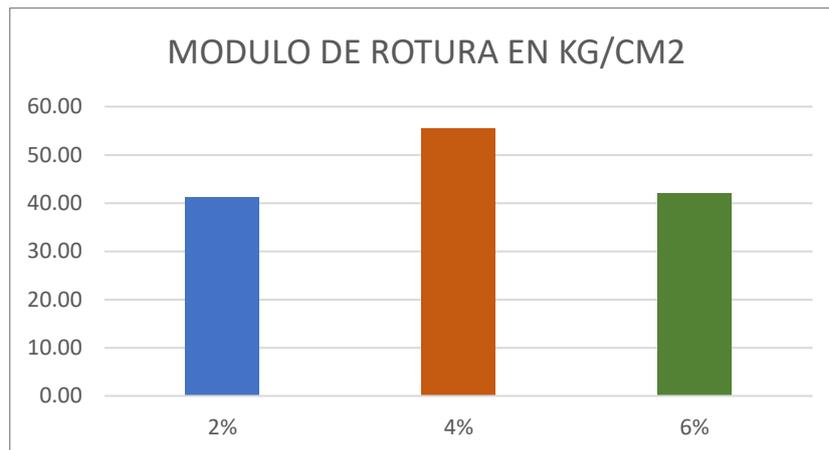


Gráfico 26 Modulo de rotura en kg/cm2 a los 28 días

Elaborado por: Mite (2022)

El diseño de hormigón al 2, 4,6 %, su resistencia a la flexión de vigas de hormigón, la más favorable es la del diseño con el 4% como muestra siguiente:

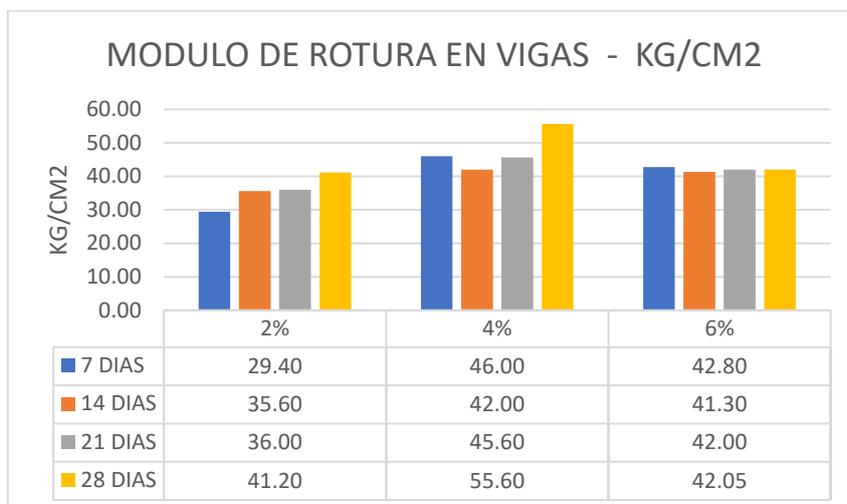


Gráfico 27 Modulo de rotura en vigas kg/cm2
Elaborado por: Mite (2022)

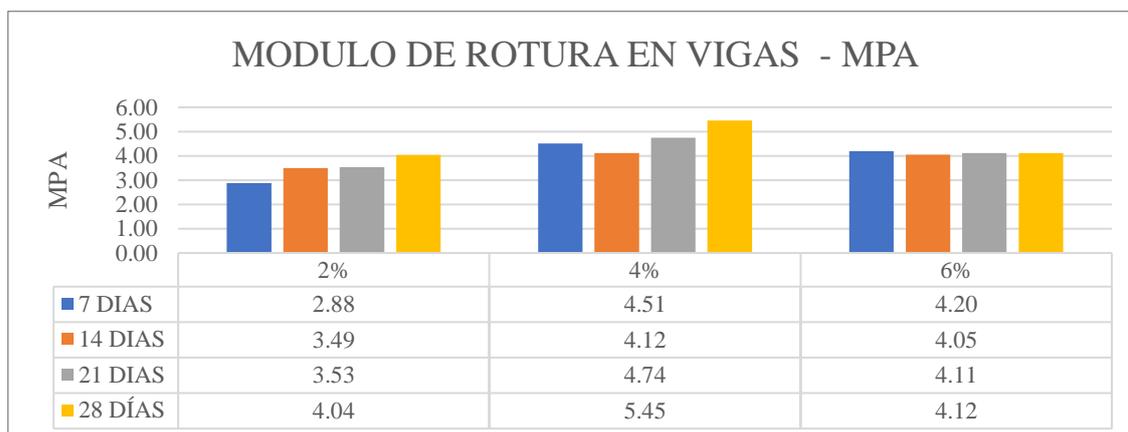


Gráfico 28 Modulo de rotura en vigas en mpa
Elaborado por: Mite (2022)

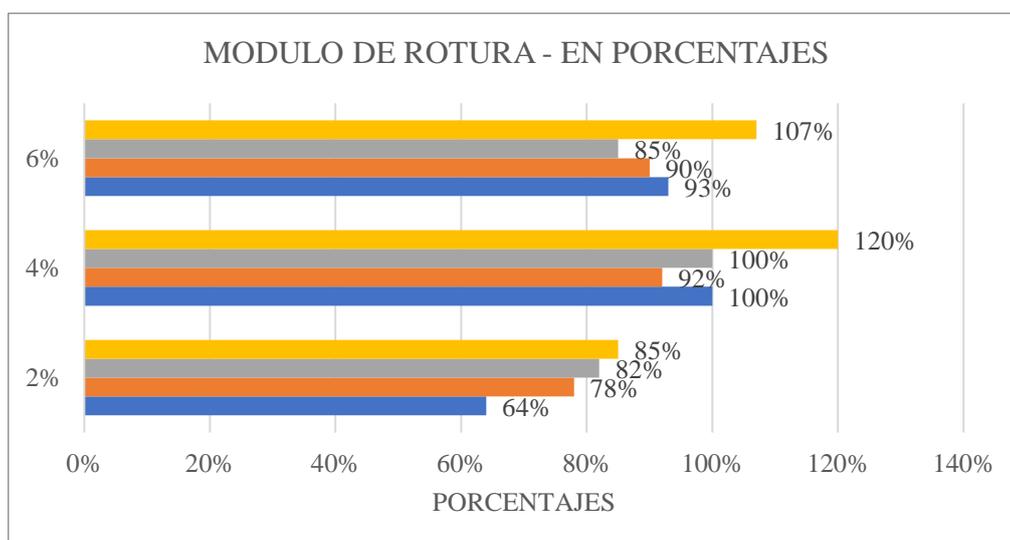


Gráfico 29 Modulo de rotura en porcentajes
Elaborado por: Mite (2022)

CONCLUSIONES

Para el presente proyecto de investigación Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui) sobre losas colaborantes en estructura metálica, se logra comprobar que:

- Para la ejecución del primer objetivo específico en el cual se tuvo que determinar las características físicas, químicas se puede concluir que los resultados obtenidos de los estudios, la densidad aparente y la porosidad cumplió con los parámetros para el diseño de la mezcla, en la cual se deberá tomar en cuenta su respectivo curado con cal que son 10 gramos de cal por cada litro de agua. Además, se debe tener en consideración que esto ayudará a su resistencia en el concreto.
- Para el segundo objetivo específico de definir las propiedades de los materiales pétreos los ensayos de clasificación de los agregados finos y grueso del hormigón cumple con las especificaciones ASTM C 136. A la vez sus porcentajes de materiales logra cumplir con lo establecido.
- Para el tercer objetivo específico de calcular la dosificación para las mezclas de hormigón alivianados con el 2%,4%,6%. Logró cumplir con todo lo establecido, que el uso del cemento alivianados inicial favoreció al análisis por su densidad que es 3050 kg/m³. A la vez se realizó los respectivos análisis de concreto con los diferentes porcentajes que al 2% se utilizó 62.50 gramos de piedra pómez para 1 saco de cemento , 458.50 gramos para un metro cúbico, al 4% se utilizó 125 gramos de piedra pómez para 1 saco de cemento, 875 gramos de piedra pómez para un metro cúbico y al 6% se utilizó 187.50 gramos de piedra pómez para 1 saco de cemento ,1312.50 gramos de piedra pómez para un metro cubico ,con una dosificación de 210 kg/cm².
- Para el cuarto objetivo específico que es de determinar las propiedades mecánicas de las mezclas del hormigón alivianados con el 2%,4%6%. Con una dosificación de diseño 210 kg/cm² se realizó los ensayos de compresión para cilindros de hormigón y a la vez ensayos de flexión para vigas considerando que a los 7 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó una resistencia de 197,8 kg/cm², al 4% alcanzó una resistencia de 343,8 kg/cm² y al 6% alcanzó una resistencia de 378 kg/cm², a los 14 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó una resistencia de 256,8 kg/cm², al 4% alcanzó una resistencia de 392,5

kg/cm² y al 6% alcanzó una resistencia de 340,84 kg/cm², a los 21 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó una resistencia de 236.4 kg/cm², al 4% alcanzó una resistencia de 401.6 kg/cm² y al 6% alcanzó una resistencia de 369 kg/cm², a los 28 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó una resistencia de 258.3 kg/cm², al 4% alcanzó una resistencia de 415.5 kg/cm² y al 6% alcanzó una resistencia de 386.8 kg/cm².

- Así mismo en los ensayos de flexión para vigas de hormigón a los 7 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó su módulo de rotura de 29.40 kg/cm², al 4% alcanzó su módulo de rotura de 46.00 kg/cm² y al 6% alcanzó su módulo de rotura de 42.80 kg/cm², a los 14 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó su módulo de rotura de 35.60 kg/cm², al 4% alcanzó su módulo de rotura de 42.00 kg/cm² y al 6% alcanzó su módulo de rotura de 41.30 kg/cm², a los 21 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó su módulo de rotura de 36.00 kg/cm², al 4% alcanzó su módulo de rotura de 45.60 kg/cm² y al 6% alcanzó su módulo de rotura de 42.00 kg/cm², a los 28 días el hormigón con piedra pómez al 2 % alcanzó su módulo de rotura de 41.20 kg/cm², al 4% alcanzó su módulo de rotura de 55.60 kg/cm² y al 6% alcanzó su módulo de rotura de 42.05 kg/cm².
- Se concluye que al 4% de adición de piedra pómez al hormigón alivianados obtuvo mayor ventaja, en la cual se puede establecer que al 4% es un hormigón útil para los sistemas constructivos en el Ecuador. A la vez el ensayo realizado se demuestra que la adición al 4% ha sobrepasado con el 198% del 100% de la resistencia diseñada puesto que a los 28 días su resistencia fue de 415.5 kg/cm², concluyendo que este tipo de hormigón se puede utilizar para un hormigón estructural.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda un adecuado curado con cal en la cual permita eliminar todas las impurezas y para lograr una adecuada adherencia en el hormigón, así mismo realizar estudios de los agregados finos y gruesos para una adecuada dosificación cumpliendo con las normas y procedimientos indicados.
- Para la dosificación para las mezclas de hormigón alivianados con piedra pómez al 2%,4%,6% se recomienda realizar los respectivos análisis en gramos que será utilizado en el hormigón
- Para las propiedades mecánicas de las mezclas del hormigón alivianados con piedra pómez al 2%,4%,6% se recomienda que para la elaboración de los ensayos se deberá tomar en cuenta los procedimientos adecuados para la obtención correcta de los resultados. A la vez el curado de los cilindros y vigas deberá estar en un lugar adecuado y para lograr una mayor resistencia del concreto se recomienda utilizar cal.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de González, Gabriela. (14 de mayo de 2020). Técnicas de investigación. Lifeder. Recuperado de .
- Andrade, M., & Medina, K. (2021). *Diseño de hormigón no tradicional* . Obtenido de Diseño de hormigón no tradicional : <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4544/1/T-ULVR-3698.pdf>
- Andrade, O., & Dayana, A. (2021). *MORTERO DE FRAGUADO RÁPIDO, CON FIBRA DE COCO Y CERÁMICA RECICLADA PARA ENLUCIDOS INTERIORES DE EDIFICACIONES*. Obtenido de MORTERO DE FRAGUADO RÁPIDO, CON FIBRA DE COCO Y CERÁMICA RECICLADA PARA ENLUCIDOS INTERIORES DE EDIFICACIONES: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4528/1/T-ULVR-3684.pdf>
- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE HORMIGÓN PRE MEZCLADO DEL ECUADOR. (2007). *INSTITUTO ECUATORIANO DEL CEMENTO Y EL CONCRETO*. Obtenido de <https://www.udocz.com/apuntes/28555/el-manual-de-pepe-hormigon-1>
- Aulestia, A. (2020). *Análisis de factibilidad del uso de fibra de coco en la fabricación de ladrillos de cemento para construcciones de vivienda en el Ecuador*. Obtenido de Análisis de factibilidad del uso de fibra de coco en la fabricación de ladrillos de cemento para construcciones de vivienda en el Ecuador: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3907/1/Andr%c3%a9s%20Israel%20Aulestia%20Altamirano.pdf>
- Bastidas, J., & Rondon, H. (2020). *Caracterización de mezclas de concreto asfáltico*. Obtenido de Caracterización de mezclas de concreto asfáltico: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/8146>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Metodología de la investigación: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Castillo, M., & Fierro, J. (2018). *HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA CON NANOSÍLICE*. Obtenido de HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA CON NANOSÍLICE: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/46906/1/D-CD70336.pdf>
- Castro, J. E. (2020). *CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE AGREGADOS PÉTREOS EXTRAÍDOS DE LOS RÍOS UPIN Y SALINAS UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE RESTREPO – META PARA LA APLICACIÓN DE BASES Y SUBBASES GRANULARES*. Obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30518/2020juansalas.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Chavarry, G. (2018). *ELABORACIÓN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INCORPORANDO PARTÍCULAS RESIDUALES DEL CHANCADO DE PIEDRA DE LA CANTERA TALAMBO, CHEPÉN*. Obtenido de ELABORACIÓN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INCORPORANDO PARTÍCULAS RESIDUALES DEL CHANCADO DE PIEDRA DE LA CANTERA TALAMBO, CHEPÉN: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1340/1/TL_ChavarryBoyGuido.pdf.pdf

Chavez, J. (2019). *“PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE*. Obtenido de “PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23572/Chavez%20Atalaya%20Janeth%20Yolanda.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Constitución de la Republica del Ecuador. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Ever Alejandro Palacios Acosta, Gabriel Antonio Troya Zamora y Ivo Humberto Estupiñan Arias. (2019). *ANÁLISIS DE CORROSIÓN EN UN MATERIAL COMPUESTO DE RESINA POLIÉSTER Y FIBRA DE COCO*. Obtenido de ANÁLISIS DE CORROSIÓN EN UN MATERIAL COMPUESTO DE RESINA POLIÉSTER Y FIBRA DE COCO: http://investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/19/13

Gabriela González . (14 de Mayo de 2020). *Tecnicas de investigación*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/tecnicas-de-investigacion/>.

Garcia, J., & Morales, K. (2019). *OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA AMARGA (Manihot Esculenta) Y ENDOCARPIO DE COCO PULVERIZADO* . Obtenido de OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA AMARGA (Manihot Esculenta) Y ENDOCARPIO DE COCO PULVERIZADO : <https://repositorio.unicordoba.edu.co/xmlui/bitstream/handle/ucordoba/2921/garciaalvarezjonathan-moralesescobarkaren.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gomá, F. (1979). *El cemento portland y otros aglomerantes*. España: Editores Tecnicos y asociados. Obtenido de El cemento portland y otros aglomerantes: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XDTMok4Ggd0C&oi=fnd&pg=PP12&dq=cemento+que+es&ots=qL5VwQzg6T&sig=k7hva7sdS5MHEmHEQTQH9GzEgzM#v=onepage&q=cemento%20que%20es&f=false>

- Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos; Baptista, Maria. (2012). *Metodologia de la investigacion*. Obtenido de Metodologia de la investigacion: <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>
- Hinojosa, C., Pinilla, Y., Sanchez, S., Urrea, S., Ramirez, V., & Yulieth, C. (2018). *CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS (MATERIALES DE ARRASTRE Y CANTERAS) DEL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS*. Obtenido de CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS (MATERIALES DE ARRASTRE Y CANTERAS) DEL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17042/CARACTERIZACI%C3%92N%20FISICO-MEC%C3%80NICA%20DE%20LOS%20AGREGADOS.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ingenieriyamas. (2021). *Ensayo del Cono de Abrams – Consistencia del hormigon*. Obtenido de Ensayo del Cono de Abrams – Consistencia del hormigon: <https://ingenieriyamas.com/2016/09/ensayo-del-cono-de-abrams-consistencia.html>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Áridos para Hormigón*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/872-1.pdf>
- Jouve-Loor, A., Andrade, O., & Areche, J. (2021). *Mortero con incorporación de fibra de coco y cerámica para acabados interiores de edificaciones*. Obtenido de Mortero con incorporación de fibra de coco y cerámica para acabados interiores de edificaciones: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2564/5346>
- Jové Sandoval. (2018). *GFA / CONSTRUCCIÓN III (46833): MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS*. Obtenido de GFA / CONSTRUCCIÓN III (46833): MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS: [https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32423/C3T03_El%20Hormig%C3%B3n_Jove,F\(2018\).pdf?sequence=1](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32423/C3T03_El%20Hormig%C3%B3n_Jove,F(2018).pdf?sequence=1)
- LARA, G. (2017). *DETERMINACIÓN DE LOS PORCENTAJES ÓPTIMOS DE FIBRA DE COCO EN HORMIGONES HIDRAULICOS*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE LOS PORCENTAJES OPTIMOS DE FIBRA DE COCO EN HORMIGONES HIDRÁULICOS
- Moreno, Y. (2021). *Criterios de Implementación ISO 14001:2015 Caso de Estudio Sector Extracción de Materiales Pétreos de*. Obtenido de Criterios de Implementación ISO 14001:2015 Caso de Estudio Sector Extracción de Materiales Pétreos de: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/40799/gyriosm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ortega, J. (2015). *Diseño De Estructuras De Concreto Armado-tomo I* . Obtenido de Diseño De Estructuras De Concreto Armado-tomo I : <https://idoc.pub/documents/diseo-de-estructuras-de-concreto-armado-tomo-i-ing-juan-ortega-jlk9e33xp745>
- Reglamento General A La Ley Organica de Educación Superior* . (06 de Junio de 2019). Obtenido de https://www.ikiam.edu.ec/documentos/normativa_externa/REGLAMENTO%20GENERAL%20A%20LA%20LEY%20ORGANICA%20DE%20EDUCACION%20SUPERIOR.pdf
- Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Rubio, K., & Rubio, J. (2017). “*ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE HORMIGONES FLUIDOS, ESTABLES Y DE ALTA RESISTENCIA PARA DIFERENTES PROBLEMAS EN LA*. Obtenido de “*ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE HORMIGONES FLUIDOS, ESTABLES Y DE ALTA RESISTENCIA PARA DIFERENTES PROBLEMAS EN LA*: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/99749/D-CD70221.pdf>
- UNION CEMENTERA NACIONAL. (2022). Obtenido de <https://www.ucem.com.ec/categoria-producto/cemento-chimborazo/>
- Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. (2019). Obtenido de https://www.ulvr.edu.ec/static/uploads/pdf/file_1556661631.pdf
- Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. (07 de Febrero de 2023). *Unidad de Titulación 2023*. Obtenido de Unidad de Titulación 2023: <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>
- Urrelo, L., & Troya, D. (2020). *Filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz, una revisión en el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos*. Obtenido de Filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz, una revisión en el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos.: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3235/Liz_Trabajo_Bac_hillerato_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Vidaud, E. (2013). *De la historia del cemento*. Obtenido de De la historia del cemento: <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/noviembre2013/ingenieria.pdf>
- Villa, K., Echeverria, C., & Blessent, D. (2019). *Wood walls insulated with coconut fiber*•. Obtenido de Wood walls insulated with coconut fiber•: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/496/49662789042/49662789042.pdf>