



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

VALVERDE REYES ROSANGELA VALENTINA

VÁSCONEZ MOLINA STEVEN RIGOBERTO

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA, Mg.

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

VALVERDE REYES ROSANGELA VALENTINA

VÁSCONEZ MOLINA STEVEN RIGOBERTO

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA, Mg.

La Libertad, Ecuador

2024

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACION



Ing. LUCRECIA MORENO ALCIVAR, PhD
DIRECTORA DE CARRERA



Ing. RICHARD RAMIREZ PALMA, Mg
DOCENTE TUTOR



Ing. RAÚL VILLAO VERA, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. RICHARD RAMIREZ PALMA, Mg.
DOCENTE UIC

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado especialmente a mis abuelitos, mis padres, mi esposa y exclusivamente a mi hijo quien ha sido motor fundamental para culminar esta etapa de mi vida. Gracias por sus oraciones, por eso este logro es de ustedes.

Steven Rigoberto.

Le dedico este título a mis dos hijos. En primer lugar, un agradecimiento al cielo, Rosalinda gracias por darme la motivación para empezar esta carrera que era todo un reto para mí y Rigoberto gracias por darme la fuerza para seguir luchando día a día y terminarla. Y como no, mamá gracias infinitas porque con su gran ejemplo puedo ser lo que hoy soy. Gracias por creer en mí, por su amor y apoyo este logro es de ustedes también.

Rosangela Valentina.

CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO

Ing. Richard Iván Ramírez Palma. Mg.

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Universidad Estatal Península De Santa Elena

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRAULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3”** elaborado por los estudiantes **VASCONEZ MOLINA STEVEN RIGOBERTO** y **VALVERDE REYES ROSANGELA VALENTINA**, egresados de la **CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**, facultad **CIENCIAS DE LA INGENIERIA**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio **COMPILATIO**, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis se encuentra con un 3% de valoración permitida;

Atentamente,

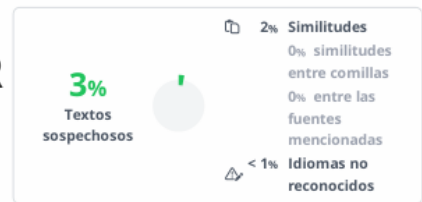
f. 

Ing. Richard Iván Ramírez Palma. Mg.

C.I. 0912246551



APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRAULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3



Nombre del documento: TESIS VALVERDE VASCONEZ COMPILATION.docx
ID del documento: 930a329cb3d04babf6dad7ab1f353a93430049b5
Tamaño del documento original: 51,62 kB
Autor: Rosangela Valverde Reyes

Depositante: Rosangela Valverde Reyes
Fecha de depósito: 21/6/2024
Tipo de carga: url_submission
fecha de fin de análisis: 21/6/2024

Número de palabras: 5825
Número de caracteres: 37.031

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	vipresa.com.ec https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nite_inen_3066.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9929/1/UPSE-TIC-2023-0022.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.dspace.uce.edu.ec http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20519/1/T-UCE-0011-ICF-218.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
2	Análisis Comparativo de tres tipos de agentes espumante para la obtenc... #25b7bf El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
3	1library.co Concreto celular para uso estructural https://1library.co/document/zlepkd6q-concreto-celular-para-uso-estructural.html	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
4	www.dspace.uce.edu.ec https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14877/1/T-UCE-0011-IC342-2018.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros, **STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA** y **ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRAULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERIA**, carrera de **INGENIERIA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

AUTORES



Steven Rigoberto Vásquez Molina

C.I. 2450189044



Rosangela Valentina Valverde Reyes

C.I. 0926918285

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR


Ing. Richard Iván Ramírez Palma. MSc.

TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

Universidad estatal península de santa elena

En mi calidad de tutor del presente trabajo “**APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRAULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3**” previo a la obtención del Título de **INGENIERO CIVIL** elaborado por el Sr. **STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA** y la Sra. **ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES**, egresados de la **CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**, facultad **CIENCIAS DE LA INGENIERIA** de la universidad península de santa elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, lo apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

f. 

Ing. Richard Iván Ramírez Palma. MSc.

C.I. 0912246551

DOCENTE TUTOR

CERTIFICACION GRAMATOLOGÍA

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

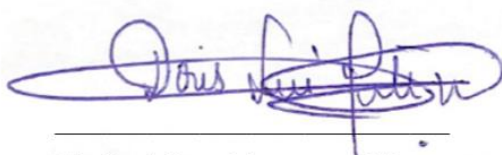
Magister Doris Amelia León Montenegro

La Libertad, 22 de junio del 2024

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de **INGENIERO CIVIL** de **VÁSCONEZ MOLINA STEVEN RIGOBERTO & VALVERDE REYES ROSANGELA VALENTINA**, cuyo tema es: **“APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3”**, me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Doris Leon Montenegro, Mgtr.

Cel: 0993517095

Ci: 091179665-4

e-mail: doriselam2868@hotmail.com

AGRADECIMIENTOS

Al término de un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis es inevitable llenarme de orgullo donde me llevo todo el mérito en el aporte que he hecho. Sin embargo, hubiese sido imposible sin la participación de personas y oportunidades que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con mis palabras, expresándoles mis agradecimientos.

En primer lugar, doy gracias a Dios por brindarme salud, determinación y paciencia en todos los momentos de mi carrera universitaria.

Debo agradecer de manera especial y sincera a mi linda esposa Rosangela Valentina Valverde Reyes por amarme tal como soy, con mis virtudes y mis defectos, y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba. Eres mi compañera de vida y mi refugio, y por ello, te doy las gracias desde el fondo de mi corazón por tu amor incondicional y apoyo constante en esta etapa universitaria.

Agradezco a mi familia por el apoyo que me brindaron en especial a mi madre, por el esfuerzo que hizo para ver a su hijo convertido en un Ingeniero Civil.

Agradezco a todo el cuerpo de docentes de la facultad de ciencias de la ingeniería, que participaron activamente en mi proceso de formación profesional, por sus conocimientos e invaluable experiencia, al Ing. Veliz por brindar ese apoyo durante este largo proceso y en especial al Ing. Richard Ramírez por esa dedicación, paciencia y discernimiento junto a sus colaboradores Lisseth Barzola y Andrea Chonillo.

Steven Rigoberto.

Quiero agradecer de una manera especial a los ingenieros Richard Ramírez y Alejandro Veliz por sus conocimientos brindados a lo largo del desarrollo de este proyecto, así mismo a la ing. Lisseth Barzola por compartir sus conocimientos conmigo y de la manera más amena resolver cada una de mis inquietudes.

Rosangela Valentina.

TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE SUSTENTACION	iii
DEDICATORIA.....	iv
CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO	vi
DECLARACION DE AUTORIA.....	viii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ix
CERTIFICACION GRAMATOLOGIA	x
AGRADECIMIENTOS	xi
TABLA DE CONTENIDO	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE TABLAS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPÍTULO I: INTRODUCCION	1
1.1.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.ANTECEDENTES	5
1.3.HIPOTESIS.....	6
1.3.1.Hipótesis General.....	6
1.3.2.Hipótesis Específica.....	6
1.4.OBJETIVOS	7
1.4.1.Objetivo General.....	7
1.4.2.Objetivos específicos	7
1.5.ALCANCE.....	7
1.6.VARIABLES.....	8
1.6.1.Variables Independientes	8
1.6.2.Variable Dependiente	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1.HORMIGÓN.....	9
2.2.HORMIGÓN LIGERO	9
2.2.1.Clasificación Del Hormigón Ligero.....	10
2.3.HORMIGÓN CELULAR	11
2.4.PROPIEDADES DEL HORMIGÓN CELULAR	11
2.5.VENTAJAS DEL HORMIGÓN CELULAR.....	13
2.6.DESVENTAJAS DEL HORMIGÓN CELULAR.....	14

2.7.MÉTODOS PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN CELULAR	15
2.7.1.Hormigón Celular Con Áridos Livianos.....	15
2.7.2.Hormigón Celular Con Inclusión De Aire	15
2.8.AGENTE ESPUMANTE.....	16
2.8.1.Equipo Para Generar Espuma	17
2.9.DEFINICIÓN DEL CEMENTO	19
2.9.1.Cemento hidráulico	19
2.10.METASILICATO DE SODIO	20
2.10.1.Composición	20
2.10.2.Usos del metasilicato de sodio	20
2.11.BLOQUES DE MAMPOSTERÍA.....	21
2.11.1.Ventajas de los bloques de mampostería.....	21
3.CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	23
3.1.TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.1.1.TIPO DE INVESTIGACION	23
3.1.2.NIVEL DE INVESTIGACION	23
3.2.METODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION	23
3.2.1.METODO DE INVESTIGACION	23
3.2.2.ENFOQUE DE LA INVESTIGACION	24
3.2.3.DISEÑO DE LA INVESTIGACION	24
3.3.METODOLOGIA DEL OE1: IDENTIFICAR LA DOSIFICACIÓN ADECUADA DE METASILICATO DE SODIO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M3 CON ESPUMA PREFORMADA RV-2023	24
3.3.1.Desarrollo técnico	24
3.4.METODOLOGIA DEL OE2: OBTENER EN FORMA ACELERADA LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M3 MEDIANTE EL ENSAYO DE EXPANSIÓN AUTOCLAVE COMO MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE SU ESTABILIDAD.....	33
3.5.METODOLOGIA DEL OE3: ESTIMAR EL COSTO DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR MEDIANTE UN ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE DENSIDAD 800 KG/M3 CON METASILICATO DE SODIO.....	36
4.CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	38
4.1.ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE1: IDENTIFICAR LA DOSIFICACIÓN ADECUADA DE METASILICATO DE SODIO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M3 CON ESPUMA PREFORMADA RV-2023	38

4.1.1.Dosificación al 10% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón	39
4.1.2.Dosificación al 25% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón	39
4.1.3.Dosificación al 50% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón	40
4.1.4.Dosificación al 75% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón	41
4.2.ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE2: OBTENER EN FORMA ACELERADA LA EXPANSIÓN DEL HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M3 MEDIANTE EL ENSAYO DE EXPANSIÓN AUTOCLAVE COMO MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE SU ESTABILIDAD	41
4.3.ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE3: ESTIMAR EL COSTO DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR MEDIANTE UN ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE DENSIDAD 800 KG/M3 CON META SILICATO DE SODIO.....	42
5.CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1.CONCLUSIONES	43
5.2.RECOMENDACIONES.....	43
6.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
7.ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Clasificación del hormigón ligero según su peso volumétrico. (Ayala Fontes, 1969).....	10
Figura 2	Jarra con espuma preformada RV-2023	17
Figura 3	Compresor de aire	18
Figura 4	Bomba neumática.....	18
Figura 5	Materiales para la elaboración del hormigón celular	26
Figura 6	Aplicación de desmoldante al encofrado	26
Figura 7	Toma de material.....	27
Figura 8	Tamizado de arena	27
Figura 9	vaciado de materiales mas espuma preformada.....	28
Figura 10	Mezcla de materiales.....	28
Figura 11	Vaciado en molde.....	29
Figura 12	Desencofrado de bloques	29
Figura 13	Bloques de hormigón celular más espuma preformada RV-2023	30
Figura 14	Metasilicato de sodio en estado solido.....	31
Figura 15	Metasilicato de sodio más agua destilada	32
Figura 16	Mezcla de metasilicato de sodio y agua destilada calentando a fuego lento	32
Figura 17	Máquina de expansión autoclave	34
Figura 18	Introducción de la muestra.....	34
Figura 19	Procedimiento según el manual de la maquina.....	35
Figura 20	Sellado de maquina	35
Figura 21	Retirado de muestra	36
Figura 22	Resistencia a la compresión sin adhesión de metasilicato de sodio.....	38
Figura 23	Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 10%	39
Figura 24	Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 25%	40
Figura 25	Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 50%	40
Figura 26	Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 75%	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de hormigón ligero de acuerdo con los materiales que lo integran y los métodos de fabricación (Ayala Fontes, 1969).....	11
Tabla 2 Bloques de hormigón de acuerdo con su uso	21
Tabla 3 Tabla comparativa entre bloques de mampostería y bloques para losa.....	22
Tabla 4 Resistencia a la compresión sin adhesión de metasilicato de sodio.....	38
Tabla 5 Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 10%	39
Tabla 6 Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 25%	39
Tabla 7 Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 50%	40
Tabla 8 Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 75%	41
Tabla 9 Resistencia a la compresión	42
Tabla 10 Análisis de precio unitario para un bloque de hormigón celular con espuma preformada rv-2023 sin metasilicato de sodio, con metasilicato al 10%, con metasilicato al 25%, con metasilicato al 50% y con metasilicato al 75%.	42

“APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRAULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3”

Autores: Vásquez Molina Steven Rigoberto y Valverde Reyes Rosangela
Valentina

Tutor: Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar el comportamiento de un bloque de hormigón celular de densidad 800kg/m³ con espuma preformada RV-2023 con la aplicación superficial de metasilicato de sodio en varios porcentajes de concentración, así mismo se realizaron varias pruebas de curado mediante vapor de agua a presión (Autoclave) en cilindros sin metasilicato de sodio y con un 75% de concentración de metasilicato de sodio aplicado superficialmente, posterior a estos resultados se hizo un análisis de precio unitario de un m³ de bloques de hormigón celular de densidad 800kg/m³ con espuma preformada RV-2023 sin la aplicación externa de metasilicato de sodio y con metasilicato de sodio aplicado de forma superficial en concentraciones del 10%, 25%, 50% y 75%.

El estudio concluye como mejor escenario la aplicación superficial de metasilicato de sodio en una concentración del 75% a un bloque sólido de hormigón celular con espuma preformada RV-2023, obteniendo los mejores resultados en términos mecánicos logrando una resistencia a la compresión de 2,69 MPa.

Palabras clave: *hormigón celular, metasilicato de sodio, espuma preformada, cemento hidráulico HE, densidad 800kg/m³.*

“SURFACE APPLICATION OF SODIUM METASILICATE TO IMPROVE THE MECHANICAL PROPERTIES IN A CELLULAR CONCRETE BLOCK WITH HE HYDRAULIC CEMENT AND PREFORMED FOAM WITH DENSITY 800KG/M3”

Authors: Steven Rigoberto Vásconez Molina and Rosangela Valentina Valverde Reyes

Tutor: Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the behavior of a cellular concrete block with a density of 800kg/m³ with RV-2023 preformed foam with the surface application of sodium metasilicate in various concentration percentages, and several steam curing tests were also carried out. of pressurized water (Autoclave) in cylinders without sodium metasilicate and with a 75% concentration of sodium metasilicate applied superficially. After these results, a unit price analysis was made of one m³ of cellular concrete blocks with a density of 800kg/ m³ with RV-2023 preformed foam without the external application of sodium metasilicate and with sodium metasilicate applied superficially in concentrations of 10%, 25%, 50% and 75%.

The study concludes that the best scenario is the surface application of sodium metasilicate in a concentration of 75% to a solid block of cellular concrete with RV-2023 preformed foam, obtaining the best results in mechanical terms, achieving a compressive strength of 2.69. MPa.

Key words: *cellular concrete, sodium metasilicate, preformed foam, HE hydraulic cement, density 800kg/m*

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad el área de la construcción está en búsqueda de materiales que sean resistentes, durables, livianos, económicos y que tengan menor consumo de energía en su elaboración. El hormigón se utiliza ampliamente en todo el mundo debido sus conocidas propiedades. El hormigón endurecido tiene su durabilidad ligada a su principal propiedad de resistencia mecánica. (Fernanda, y otros, s.f.)

El hormigón celular es un material nuevo en la industria que busca cumplir con estas características ya antes mencionadas, sin embargo, presenta diversas desventajas que le impiden lograr este objetivo; entre ellas calidad variable, resistencias a la compresión relativamente bajas, lento fraguado, absorción de agua variable, por ello para mejorar sus características de absorción se prevé aplicar metasilicato de sodio de forma superficial para impermeabilizar al bloque de hormigón celular.

El metasilicato de sodio es conocido por sus diferentes aplicaciones, un costo mínimo y un impacto ambiental reducido, dentro de la industria de la ingeniería civil el producto mencionado ayuda a fortalecer ciertas características naturales del hormigón ayudando así a prolongar la vida útil de las obras (deepEX, deepex.net, 2023). Al metasilicato también se lo conoce como cicatrizante químico (Na_2SiO_3), este material reacciona con el hidróxido de calcio dentro del hormigón al aplicarlo superficialmente y produce un gel de hidrato de silicato de calcio que se une al hormigón, rellenando parcialmente los espacios vacíos, las grietas y aumentando la resistencia del material. (Gupta & Kua, 2016) (Zhang, 2017) (Tan, Keung, Choi, Lam, & Leung, 2016) (Sisomphon, Copuroglu, & Koenders, 2012) (Pelletier, Brown, Shukla, & Bose., 2011). . Por otro lado; además de esta propiedad, la familia de silicatos aumenta la resistencia a cualquier agresión de agentes químicos haciéndose así imprescindibles en la elaboración de refractarios especiales y morteros, presentando diversas ventajas que incluyen a la resistencia a las altas temperaturas, a la acides, al agua, al polvo, a las grasas, etc. (Martinez & Rondon Panqueva, 2009)

En la investigación a ejecutar se tiene como prioridad el determinar de qué manera la aplicación superficial del metasilicato de sodio influye en las propiedades físicas y mecánicas de un bloque de hormigón celular, dentro de esta área la mayor cantidad de estudios se ha enfocado en la mejora de las cualidades de activación de un indicador específico, y en la elección del activador alcalino que ayude a mejorar su resistencia y su durabilidad. (Garcia, 2018)

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Con el pasar del tiempo, y con el desarrollo tecnológico de nuestra actualidad, el hormigón ha tenido un desarrollo sumamente importante en cuanto a su resistencia, su durabilidad y su manejabilidad. Estos avances han beneficiado más que nada a nuestra comunidad, garantizando un control más preciso sobre su resistencia, proponiendo con ello soluciones a problemas ya existentes que presenta el hormigón como su resistencia a la compresión axial, disminuyendo la presencia de fisuras. (Martinez A. D., 2020)

El hormigón se ha encontrado expuesto a las diversas variaciones antes, durante y después de su utilización en este tipo de proyectos, siendo así específicamente al hormigón celular se le exige diariamente soportar condiciones climáticas severas, de almacenamiento, de carga, de puesta en funcionamiento, de accesibilidad en las fuentes de materiales, son algunas de muchas. (Martinez A. D., 2020) Sin dejar a un lado que este tipo de problemas generan no solo dificultades para el hormigón, sino que directamente se ve afectada la población en general debido a los sobrecostos de materiales, transporte, almacenamiento, etc. lo que nos podría llevar a un mal manejo de estos y posteriormente a su posible falla.

Por eso es muy importante la búsqueda diaria de materiales ajenos a este que nos brinde un aporte positivo al hormigón de alta resistencia, y con ello garantizar una estructura construida con un hormigón mejorado, en este caso con la creación de un nuevo hormigón celular y la adición de metasilicato de sodio, que pueda soportar

mayores cargas, y por lo tanto se presente un aumento considerable en su calidad, los hormigones presentados hoy en día de alta resistencia permiten la reducción de las dimensiones de elementos estructurales, reduciendo carga muerta y haciendo posible grandes luces resulten técnicamente más viables en nuestro entorno. (Infante Campos, 2021)

Considerando que cuando los silicatos son combinados con ingredientes de cementos, reaccionan químicamente y forman masas con propiedades ligantes más fuertes, existen una gran cantidad de variedad de cementos que se hacen con silicatos, tanto en polvo como en solución. Estos silicatos son ingredientes importantes en las especialidades refractarias auto fragantes y morteros químicamente resistentes. (Caballero Chaves, 2017)

Es de suma importancia tomar como referencia los mecanismos por los cuales se produce la falla a compresión del hormigón, para con ello poder solucionar las condiciones que debe cumplir un hormigón de alta resistencia, de por sí mismo estas nuevas tecnologías en el hormigón celular no están tan extendidas como las áreas especializadas de la industria de la construcción ecuatoriana. No contamos con una cultura de nuevos materiales.

Según los autores (Izquierdo Cárdenas & Ortega Rivera, 2017) la finalidad de la construcción con hormigón celular es reducir las cargas muertas de la edificación, siendo así se pretende el uso de este metasilicato de sodio para aumentar la resistencia del hormigón. Se plantea usar el hormigón celular con espumante para duplicar la resistencia de este, es de conocimiento que, en principio, todos los productos de espuma se pueden utilizar para la producción de hormigón con aire incorporado. En presencia de agua, el proceso de formación de espuma y mezcla con el material reduce la tensión superficial y las burbujas de aire colapsan. El espumante debe mantener la estabilidad de las burbujas sin romperlas durante el espumado, durante el amasado, antes de verter el material en el molde hasta que endurezca.

El principal problema observado es que el hormigón celular presenta resistencias bajas por su naturaleza porosa, Como este estudio radica en la fabricación de bloques de hormigón celular con resistencias optimas que permitan su uso para mampostería según las normas de construcción y tomando en cuenta que los estudios realizados con anterioridad de diseño hormigón celular de densidad de 800 kg/m³ demuestran que este tipo de hormigones alcanzan a los 28 días una resistencia a la compresión máxima 1,7 MPA es que se busca mejorar sus propiedades mecánicas y al denotar que con la adición de metasilicato de sodio se puede lograr este objetivo, se realiza el estudio de la correcta forma de adición.

A lo largo de los años se han realizado algunos estudios para rectificar las cualidades del hormigón y de ellos se han obtenido resultados increíbles como: los hormigones aireados o celulares cuya densidad varían entre los 200 y 1920 kg/m³, son aptos para muros, losas, etc. (Pizarro Retamal, 2020)

Entonces se fabricará cilindros de prueba a los cuales se les aplicará distintos porcentajes de metasilicato de sodio formando varias capas de recubrimiento, las cuales podrían ayudar a aumentar su resistencia y otras propiedades. Una vez hallado el porcentaje idóneo de aplicación procedemos a realizar los bloques de hormigón celular de densidad de 800 kg/m³.

1.2. ANTECEDENTES

Internacionalmente el avance y estudio del hormigón como tal ha avanzado sin duda mucho, más sin embargo aún se sigue estudiando métodos para cambiar sus características entre ellas una de las más importantes; su resistencia.

Cerca del año 25 a.C. en el imperio romano surgieron inicialmente los hormigones livianos cuyo uso principal eran las edificaciones. En aquellos tiempos los hormigones livianos era fabricados a base de cementos puzolánicos mezclados con materiales de densidad baja como lo era la piedra pómez, que eran extraídas de los volcanes ya existentes. Dentro de las obras realizadas con hormigón liviano encontramos; la cúpula del panteón de agrupa (25 a.C.), los arcos del coliseo romano (70 d.C.), que son arcos con luces mayores a 25 metros. (Caicedo Barona & Tipán Quinatoa, 2019)

En Suecia en el año 1914 una mezcla de cemento, agua, cal, aluminio y arena fina dio inicio al primer hormigón celular. Después de la segunda guerra mundial empezó a ser utilizado en toda Europa, abriéndose así paso a diferentes partes del mundo como: Japón, Rusia, Asia y Estados Unidos. (Perez, 2011)

Por otra parte, el metasilicato es mundialmente conocido por sus diferentes usos, pese a que aún no se abre paso en el mundo estructural como tal, se ha utilizado como sellador en estado líquido para densificar al hormigón; debido a sus propiedades químicas el metasilicato va a bloquear la humedad, un sellador tiene como principal función evitar que los poros del material absorban líquidos que perjudiquen su superficie lo que nos beneficiara a largo plazo aumentando así la resistencia del hormigón. (deepEX, 2022)

La trabajabilidad y complejidad del hormigón celular producen una escases de trabajos de investigación a nivel nacional, en el ámbito local, según (Gonzalez

Ramirez & Villon Salinas, 2023) dentro de la provincia de Santa Elena el hormigón celular recién se está abriendo paso a la línea de investigación. (Gómez & Mora, 2021) estudian las dosificaciones de un hormigón celular con espuma RV-2020 mediante el método ACI 523.3R-14, (Alomoto & Mejillones, 2023) analizan el desempeño de distintos tipos de espumantes en los hormigones celulares de densidad 800kg/m³ y entre ellos se encuentra el RV-2020.

Hasta la presente fecha no hay precedentes de investigaciones con aplicación superficial de meta silicato de sodio en un bloque de hormigón celular.

1.3. HIPOTESIS

1.3.1. Hipótesis General.

Demostrar que la implementación externa de metasilicato mejorará las propiedades mecánicas de un bloque de hormigón celular de una densidad D 800 kg/m³, con una resistencia idónea para su uso en mampostería, posteriormente se observará que esta resistencia aumenta favorablemente.

1.3.2. Hipótesis Específica

H.E1.: El meta silicato de sodio aumenta las propiedades físico-mecánicas de un bloque de hormigón celular

H.E2.: El método de curado del hormigón celular influye en las propiedades de este, mediante el curado con autoclave se obtienen mejores y más rápidos resultados.

H.E3.: El precio del hormigón celular con el agente espumante para analizar su posible uso en obras civiles

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Mejorar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón celular de densidad D800 con metasilicato de sodio.

1.4.2. Objetivos específicos

O.E1.: Aumentar la resistencia a la compresión de un bloque de hormigón celular de densidad 800 kg/m³ con espuma preformada RV-2023 aplicando una dosificación de metasilicato de sodio superficialmente.

O.E2.: Obtener en forma acelerada la resistencia a la compresión especificada a los 28 días del hormigón celular de densidad 800 kg/m³ con y sin metasilicato mediante el curado en autoclave.

O.E3.: Estimar el costo de elaboración de los bloques de hormigón celular de densidad 800 kg/m³ con y sin metasilicato mediante un análisis de precio unitario.

1.5. ALCANCE

Al desarrollar la investigación se obtendrá un bloque de hormigón celular de dimensiones adecuadas para utilizar en obra L= 498 mm B= 298 mm e= 98 mm con un mejor comportamiento mecánico y físico de densidad 800 kgf/m³ mediante el uso de un espumante preformada RV 2023 y la aplicación de meta silicato de sodio en

diferentes porcentajes y diferentes tiempos, de esta manera lograr los resultados esperados y obtener el óptimo para trabajar.

También se compararan estos resultados obtenidos para identificar el costo, las ventajas, las desventajas, las medidas correctas y el correcto uso que presentara el bloque de hormigón celular, con el fin de proporcionar distintas opciones de sistemas de construcción y teniendo en cuenta la experimentación de este proyecto se optara por referenciarse de los métodos, técnicas e instrumentos más apropiados para la recolección de datos, la propuesta será expuesta y de los respectivos ensayos se expondrá el análisis y la interpretación, además, respecto a la propuesta se define la idea de realizar un nuevo método para que posteriormente sea aplicado, dejando así los resultados de los espumantes y del uso del metasilicato detallados en el presente proyecto para finalmente realizar las respectivas conclusiones y recomendaciones del proyecto ejecutado.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variables Independientes

- ✓ Concentración de metasilicato de sodio

1.6.2. Variable Dependiente

- ✓ Resistencia a la compresión específica del hormigón celular a los 28 días.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. HORMIGÓN

El reglamento (318S-14, 2014) describe al hormigón como la mezcla de cemento portland u otro cemento hidráulico con agregado fino, grueso y agua, agregando o no aditivos.

2.2. HORMIGÓN LIGERO

Según (Ayala Fontes, 1969) ; el concreto ligero, como un material artificial que está compuesto por mortero, agua y agregados inorgánicos. A diferencia de los concretos convencionales, este material es de peso reducido y por lo general de baja resistencia; sin embargo, ha encontrado amplia aplicación en muchos tipos de estructuras, como casas, apartamentos, escuelas, edificios de oficinas, etc., donde no se requiere un concreto de alta resistencia. Su uso se ha difundido extensamente en la industria de la construcción de numerosos países, en virtud de los beneficios que son factibles con sus aplicaciones.

A medida que se ha intensificado su uso, se ha desarrollado multitudes de investigaciones que hacen posible la explotación de este material en su utilización en concretos estructurales y pre-esforzados.

Para demostrar la importancia de estos hormigones ligeros, cabe mencionar que a medida que se ha desarrollado este material ha sido posible el aumento de cuatro pisos a un edificio ya construido sin la necesidad de modificar su cimentación.

2.2.1. Clasificación Del Hormigón Ligero

El hormigón ligero se clasifica de acuerdo con sus pesos volumétricos y propiedades:

1. 280 a 800 kg/m³; hormigón ligero de baja resistencia y buenas propiedades de aislamiento térmico.
2. 800 a 1400 kg/m³; hormigón ligero de mediana resistencia y normales propiedades de aislamiento térmico.
3. 1400 a 2100 kg/m³; hormigón ligero de resistencia estructural y propiedades limitadas de aislamiento térmico.

Figura 1

Clasificación del hormigón ligero según su peso volumétrico. (Ayala Fontes, 1969)

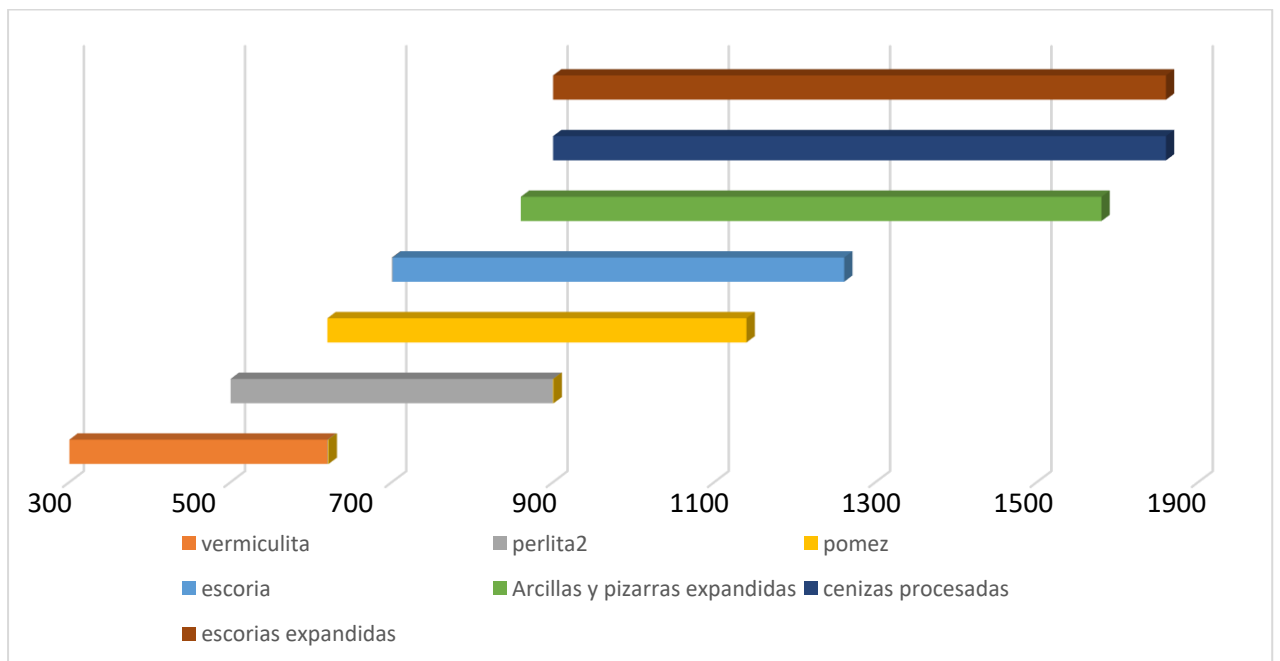


Tabla 1

Clasificación de hormigón ligero de acuerdo con los materiales que lo integran y los métodos de fabricación (Ayala Fontes, 1969)

GRUPO DE HORMIGÓN LIGERO	
Hormigón Sin Finos	
Grava	Arcillas O Pizarras Expandidas
Piedra Triturada	Escoria Espumosa
Clinker	Pómez
Cenizas Sintetizadas	
Hormigón De Agregados Ligeros	
Clinker	Vermícula Exfoliada
Escoria Espumosa	Perlita Expandida
Arcilla Expandida	Pómez
Pizarra Expandida	Agregados Orgánicos
Cenizas Sintetizadas	
Hormigón Celular	
Agentes Químicos	Polvo De Aluminio
	Peróxido De Hidrogeno
Espumosos	Espuma
	Intrusión De Aire

2.3. HORMIGÓN CELULAR

El ACI (523.2R, 1996) describe al hormigón celular como un hormigón ligero compuesto por cemento portland con arena o escoria o también ceniza volante, mezclado con agua para que se forme una pasta conformada por una estructura de células vacías y homogéneas, la misma que se logra alcanzar mediante la incorporación de huecos, producto de la reacción química de la liberación de gas o mediante la incorporación mecánica de otros tipos de gases.

2.4. PROPIEDADES DEL HORMIGÓN CELULAR

Según (Cervantes, 2008) en su proyecto investigativo define al hormigón celular con las siguientes propiedades:

- a) Absorción: varias investigaciones establecen que el agente espumante químico en el hormigón celular produce un bajo nivel de absorción de agua.

- b) Durabilidad: debido a su alto nivel de resistencia a la compresión es permisible usar menos peso/volumen en la construcción, permitiendo que no se vea afectado por el tiempo.

- c) Resistencia al fuego: ensayos previos han demostrado que la exposición a altas temperaturas no provoca explosiones o daños a diferencia de los resultados obtenidos en un hormigón convencional.

- d) Calor: las estructuras de hormigón celular acumulan el calor gracias a la alta vulnerabilidad térmica, lo que ayuda a reducir los costos de calefacción entre un 20% a 30%.

- e) Microclima: en el invierno es resistente a la pérdida de calor, a la humedad, controlando el paso de altas temperaturas en verano, contribuyendo al microclima por medio del control de la absorción de la humedad del aire.

2.5. VENTAJAS DEL HORMIGÓN CELULAR

(PaviConj, 2020) expone las siguientes ventajas:

- a) Por sus diferentes densidades se espera alcanzar una resistencia a la compresión superior, es decir su compresión es mayor cuando sus niveles de densidad son más altos.
- b) Cuando su densidad es baja, el material es muy liviano, pesando un 50% menos que otros elementos, facilitando su transportación y trabajabilidad.
- c) El hormigón celular es un material amigable con el medio ambiente debido al ahorro de su materia prima utilizada en su elaboración.
- d) Debido a su estructura de poros cerrados y mínima capilaridad el hormigón celular es resistente al agua y a agentes químicos.
- e) El hormigón celular presenta entre sus características resistencia al fuego debido a su mínimo grado de conductividad térmica, posee bajos niveles de paso de calor.
- f) El hormigón celular, posee niveles de aislamiento térmico óptimos.
- g) El hormigón celular presenta absorción acústica, lo que nos indica que el ruido va a tener un efecto rebote hacia su punto de origen.

2.6. DESVENTAJAS DEL HORMIGÓN CELULAR

(Rengifo Cuenca & Yupangui Cushicondor, 2013) sustentan las siguientes desventajas del hormigón celular

- a) Es un material delicado al momento de su encofrado y vaciado de mezcla debido a su materia prima.
- b) Es más vulnerable a los ataques químicos debido a su nivel de porosidad.
- c) Su rango de utilidad varia por la presencia de vacíos y esto produce que el hormigón disminuya su resistencia a la compresión.
- d) Al tratar de fabricar elementos de grandes dimensiones el precio para el curado en cámaras herméticas es muy elevado.
- e) Para que el producto final no se vea afectado en sus propiedades físicas y mecánicas se debe establecer un sistema de producción muy regularizado.

2.7. MÉTODOS PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN CELULAR

2.7.1. Hormigón Celular Con Áridos Livianos

Al reemplazar un árido en parte o en su totalidad tenemos como resultado un hormigón celular con peso liviano. Para una mezcla de hormigón celular se requiere agregado de peso ligero, los que pueden ser pizarra calcinada, escoria de altos hornos, arcilla, piedra volcánica, piedra pómez o poliestireno expandido. (Arbitro Contreras, 2016)

2.7.2. Hormigón Celular Con Inclusión De Aire

En conformidad con el proceso de fabricación del hormigón celular, este se clasifica en dos grupos tomando en cuenta la forma de inclusión de aire a la mezcla. (Arbitro Contreras, 2016)

2.7.2.1. Hormigón celular por desprendimiento gaseoso

Según lo expuesto por (Arbitro Contreras, 2016) el agente espumante se obtiene a partir de la reacción química que es producida por el desprendimiento de gas a la mezcla. Para la fabricación de estos agentes espumantes de existen 3 métodos.

(A) 1er método. El compuesto de dos productos químicos que reaccionan uno con el otro para la producción de gas en disposición de agua miscible, que pueden ser:

- ✓ cloruro de cal y agua oxigenada
- ✓ Ácido clorhídrico y bicarbonato de sodio
- ✓ Cloruro de calcio y agua

(B) 2do Método. El compuesto de un producto químico apto para interactuar con el cemento en presencia del agua provocando así el desprendimiento de gas.

- ✓ Sales; carbonatos, bicarbonatos.
- ✓ Polvos metálicos; aluminio, zinc, magnesio, calcio, bario, litio.

(C) 3er Método. El compuesto de un producto susceptible apto para permitir el desprendimiento de gas por fermentación encontrándose bajo el efecto del calor de hidratación del cemento como:

- ✓ Levaduras orgánicas
- ✓ Fermentaciones lácticas

2.7.2.2. Hormigón celular con base de espuma

La inclusión de alveolos en la mezcla del hormigón celular se obtiene al adicionar un agente espumante en la mezcla, que formara burbujas de aire al momento de cumplir con el proceso de mezclado, posteriormente del proceso de fraguado de la mezcla este capturara las burbujas de aire por medio de la estabilidad construyendo células microscópicas que no tienen contacto entre sí.

Es importante tener en cuenta que al momento de mezclado se podrían romper las burbujas y tener resultados poco favorables. (Arbitro Contreras, 2016)

2.8. AGENTE ESPUMANTE

En la fabricación de hormigón celular los agentes espumantes utilizados pueden ser de naturaleza orgánica o de naturaleza inorgánica, generalmente son incluidos en el hormigón celular durante el proceso de mezclado en pequeños porcentajes según el producto. (Arbitro Contreras, 2016)

Los agentes espumantes tienen como propósito incorporar aire a una mezcla de hormigón por medio de la mezcla de un aditivo de agua y aire, una de sus características principales es su baja densidad comparada a un hormigón convencional. (Mancheno Guallichico & Salazar Pozo, 2021).

Figura 2

Jarra con espuma preformada RV-2023



2.8.1. Equipo Para Generar Espuma

La espuma preformada se puede conseguir de distintas formas, pero la usada en este proyecto será mediante un generador de espuma que consiste en conectar un compresor de aire a una bomba neumática de diafragma que contiene el espumante en líquido y al administrarle aire sale en forma de espuma, es imprescindible obtener una dosificación precisa para tener una espuma homogénea y consistente.

- ✓ Bomba neumática (ver la Fig 4.)
- ✓ Compresor (ver la Fig. 3)

Figura 3
Compresor de aire



Figura 4
Bomba neumática



La espuma está compuesta por una masa de burbujas de aire, que se generan a través de diversos agentes espumantes. Para el proceso de producción es imperativo la

precisión milimétrica de cuatro elementos. Cada uno de estos elementos es esencial debido a que

2.9. DEFINICIÓN DEL CEMENTO

2.9.1. Cemento hidráulico

El cemento hidráulico como materia principal en el medio de la construcción formar el hormigón, es imprescindible en el presente proyecto.

El cemento hidráulico es considerado un cemento que tiene como resultado productos hidratados y mecánicamente estables gracias a su interacción química con el agua, tanto en el aire o bajo el agua, por motivo de las reacciones de hidratación de los componentes. (NTE INEN 2380, 2011)

2.9.1.1. Tipos de cementos hidráulicos

Los cementos hidráulicos están clasificados de acuerdo con el desempeño del hormigón. (ASTM C 1157, 2020)

- Tipo GU utilizado en las construcciones en general.
 - Tipo HE utilizado en construcciones con resistencias iniciales altas.
 - Tipo MS utilizado para construcciones con una resistencia a los sulfatos moderado.
 - Tipo HS utilizado para construcciones con resistencia a los sulfatos alta.
 - Tipo MH utilizado para construcciones con un moderado calor de hidratación.
- Tipo LH utilizado para construcciones con un bajo calor de hidratación.

2.10. METASILICATO DE SODIO

El metasilicato de sodio es un invento de la industria química que tuvo un gran impacto debido a sus diversas aplicaciones, reducido impacto medio ambiental y un bajo costo. (deepEX, 2022)

2.10.1. Composición

El metasilicato de sodio es una sustancia de color blanquecina que se la puede adquirir de forma sólida o en su estado líquido diluido en agua. El metasilicato de sodio tiene la siguiente composición: dos átomos de sodio (Na), un átomo de silicio (Si) y tres átomos de oxígeno (O). siendo su fórmula química Na_2SiO_3 . (deepEX, 2022)

2.10.2. Usos del metasilicato de sodio

Según (deepEX, 2022) en el mundo de la construcción el metasilicato de sodio tiene las siguientes aplicaciones:

- ✓ Tratamiento de aguas: funciona como alcalinizante, facilita los procesos de coagulación, es un agente que retiene hierro, magnesio, entre otros, así mismo evita las incrustaciones y agiliza la sedimentación.
- ✓ Producción de cemento y materiales refractarios: funciona como agente ligante en la producción de cementos antiácidos, refractarios y de aislantes térmicos.
- ✓ Consolidación de suelos: es incorporado en los suelos a alta presión junto con otros agentes químicos.
- ✓ Endurecedor de hormigón: es notablemente útil para aislar y sellar; cimentaciones, tejados, bodegas, piscinas, garajes, cisternas, superficies de

hormigón público, depósitos, paredes, tejados, soleras de interiores y exteriores.

2.11. BLOQUES DE MAMPOSTERÍA

Según (INEN 3066, s.f.) los bloques de mampostería (clase A) que se emplean en esta norma se consideran como componentes de los elementos estructurales diseñados de acuerdo con la normativa de muros de carga. adicionalmente puede ser utilizado en mamposterías no estructurales cuando el bloque se encuentre directamente expuesto, total o parcialmente a la intemperie. Para el diseño del sistema en pared portante puede referirse a ACI 530 - ASCE 5.

Se utiliza un bloque no estructural para separar el espacio físico, este no puede soportar una carga que supere su propio peso. Si el bloque va a estar expuesto directamente a los elementos, no debe usarse a menos que esté protegido. La mampostería 100% sólida y las unidades huecas especiales utilizadas con unidades orientadas horizontalmente se prueban en la misma posición durante el uso.

Tabla 2

Bloques de hormigón de acuerdo con su uso

Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamientos en losas

2.11.1. Ventajas de los bloques de mampostería

- ✓ Un buen sistema constructivo donde un mismo elemento (BH) realiza tres funciones simultáneamente.
- ✓ La construcción es más rápida porque es un elemento industrial con siempre las mismas dimensiones.
- ✓ Trabajo más eficiente, sólo se necesitan 12,5 unidades para cubrir un metro cuadrado de pared y lograr al mismo tiempo la estructura de la casa.

- ✓ Sistema muy duradero, resistente a todo tipo de cargas, apto para zonas no sísmicas y altamente sísmicas.
- ✓ Considerando cada metro cuadrado de área terminada, este sistema es más económico que el sistema llamado "tradicional".
- ✓ Las paredes acabadas se recubren con una gruesa capa de yeso, necesaria en otros tipos de albañilería.

Tabla 3

Tabla comparativa entre bloques de mampostería y bloques para losa

	Bloque	Medidas Del Bloque	Peso Kg	Resistencia A La Compresión (28 días) Mpa.	Densidad Kg/M3
Mamp.	Bloque Convencionales	40x20x10	6.70	2	837
Mamp.	Bloque Convencionales Hueco	40x20x10	5.10	1,87	637.5
Losa	Bloque Hormigón Celular	50x30x10	12.11	1,55	807
Losa	Bloque Hormigón Celular Hueco	50x30x10	9.50	1	633

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACION

El presente proyecto de investigación es de tipo experimental, debido a que busca ejecutar con diversos conocimientos experimentar prueba y error para la proporción en porcentaje de meta silicato de sodio para un hormigón celular con espuma preformada de densidad d_{800} kg/m³ y así obtener resultados óptimos con relación a las propiedades físico-mecánicas del hormigón.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACION

El nivel de investigación del proyecto presentado es explicativo y aplicativo. Es explicativo debido al análisis que se realizara mediante un cuadro comparativo de los resultados obtenidos en las primeras pruebas de los ensayos de resistencia a la compresión del hormigón celular con metasilicato de sodio y aplicativo porque a partir de estos resultados podremos determinar el porcentaje óptimo de metasilicato de sodio que se debe aplicar en el hormigón celular para mejorar sus propiedades mecánicas.

3.2. METODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

3.2.1. METODO DE INVESTIGACION

En este proyecto se aplicó el método hipotético deductivo, con ello se va a generar nuevas deducciones a partir de las hipótesis que plantean de mejorar las propiedades del hormigón celular con la aplicación de metasilicato de sodio en el diseño de mezcla original y de esta manera generar conclusiones para que sean posteriormente usadas de guía en la fabricación de estos hormigones.

3.2.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

Para la investigación se aplicó un enfoque cuantitativo, debido a que se desarrollaran pruebas de determinación de material, es decir se probaran diversos porcentajes de metasilicato para posterior determinar el más optimo.

3.2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

En este estudio se aplicó un diseño experimental, para este tipo de diseño se maneja una sola variable que es el porcentaje de metasilicato de sodio que se le aplicara al hormigón celular dosificado de acuerdo con el pensamiento crítico y técnico de los autores con el fin de evaluar las modificaciones del producto.

3.3. METODOLOGIA DEL OE1: IDENTIFICAR LA DOSIFICACIÓN ADECUADA DE METASILICATO DE SODIO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M3 CON ESPUMA PREFORMADA RV-2023

Para el presente proyecto de investigación se utilizaron varios porcentajes de metasilicato de sodio diluidos en agua destilada, para con ello determinar el porcentaje adecuado que ayude al aumento de la resistencia a la compresión de un bloque de hormigón celular de densidad 800 Kg/m³ con espuma preformada RV-2023.

3.3.1. Desarrollo técnico

Paso 1.- El trabajo a realizar tomara como referencia un diseño de mezcla patrón.

Paso 2.- Elaboración de bloque de hormigón celular con espuma preformada RV-2023.

Materiales:

- ✓ Cemento
- ✓ Arena
- ✓ Agua
- ✓ RV-2023

Equipos:

- ✓ Tanque
- ✓ Mezcladora de cemento manual
- ✓ Gramera
- ✓ Compresor
- ✓ Maquina espumadora
- ✓ Jarra de medidas
- ✓ Embudo
- ✓ Moldes de encofrado

Procedimiento:

- ✓ Pesamos la cantidad establecida de cemento, arena, agua.
- ✓ Vertimos la mezcla de RV-2023 en estado líquido en la maquina espumadora para que con ayuda del compresor nos ayude a obtener la espuma preformada de densidad apropiada.
- ✓ Vertimos los materiales en el tanque para mezclarlos apropiadamente.
- ✓ Una vez lista la mezcla en una densidad 800 kg/m^3 se vierte en los encofrados.

Figura 5

Materiales para la elaboración del hormigón celular



Figura 6

Aplicación de desmoldante al encofrado



Figura 7
Toma de material



Figura 8
Tamizado de arena



Figura 9

vaciado de materiales más espuma preformada



Figura 10

Mezcla de materiales



Figura 11

Vaciado en molde



Figura 12

Desenfofrado de bloques



Paso 3.- Una vez desenfofrado el bloque de hormigón celular se lo deja curar 1 hora al ambiente y posterior se lo pesa.

Figura 13

Bloques de hormigón celular más espuma preformada RV-2023



Paso 4.- Limpiamos la superficie del bloque con una brocha.

Paso 5.- Para dosificar el metasilicato al 10%, 25%, 50% y 75% debemos:

Materiales:

- ✓ Metasilicato de sodio
- ✓ Agua destilada

Equipos:

- ✓ Gramera
- ✓ Probeta
- ✓ Tara
- ✓ Cocina
- ✓ Cuchara
- ✓ Guantes

Procedimiento:

- ✓ En la probeta vertimos la cantidad de agua destilada establecida.

- ✓ En la tara colocamos la cantidad de metasilicato de sodio designada a usar según el porcentaje que se desea aplicar.
- ✓ Una vez que tenemos las cantidades de metasilicato de sodio y agua destilada medidas apropiadamente, las mezclamos.
- ✓ En la cocina calentamos a fuego lento la mezcla de metasilicato con agua destilada para lograr una mezcla uniforme.

Paso 6.- Esperamos un tiempo prudencial a que enfríe la mezcla de metasilicato de sodio para posterior aplicarlo superficialmente en el bloque de hormigón celular.

Paso 7.- Se lo deja fraguar al ambiente el tiempo estipulado para su posterior ruptura.

Figura 14

Metasilicato de sodio en estado solido



Figura 15

Metasilicato de sodio más agua destilada



Figura 16

Mezcla de metasilicato de sodio y agua destilada calentando a fuego lento



3.4. METODOLOGIA DEL OE2: OBTENER EN FORMA ACELERADA LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M3 MEDIANTE EL ENSAYO DE EXPANSIÓN AUTOCLAVE COMO MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE SU ESTABILIDAD

En el presente proyecto de investigación se busca acelerar el tiempo de fraguado del hormigón celular de densidad 800 kg/m³ utilizando el ensayo de expansión autoclave para así determinar si es factible y posible acortar el tiempo de fraguado y uso para ensayos posteriores.

Materiales:

- ✓ Cilindro pequeño de hormigón celular
- ✓ Agua destilada

Equipo:

- ✓ Autoclave

Procedimiento:

- ✓ Configurar la máquina de expansión autoclave.
- ✓ Se coloca la cantidad de agua destilada indicada en la norma para el curado.
- ✓ Se coloca el cilindro pequeño dentro de la máquina de expansión autoclave.
- ✓ De acuerdo con las normas de la máquina de expansión autoclave se cierra la maquina y se coloca aceite y un termómetro para posteriormente prenderla.

Figura 17

Máquina de expansión autoclave



Figura 18

Introducción de la muestra



Figura 19

Procedimiento según el manual de la maquina



Figura 20

Sellado de maquina



Figura 21

Retirado de muestra



3.5. METODOLOGIA DEL OE3: ESTIMAR EL COSTO DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR MEDIANTE UN ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE DENSIDAD 800 KG/M3 CON METASILICATO DE SODIO.

Se ha realizado el análisis de precio unitario de cinco rubros en la elaboración de cinco bloques; sin metasilicato de sodio, con el 10% de metasilicato de sodio, con el 25% de metasilicato de sodio, con el 50% de metasilicato de sodio y con el 75% de metasilicato de sodio.

identificando así las materias primas, la cantidad, el costo, la maquinaria, el equipo y el rendimiento de la elaboración de cada uno de estos rubros, para con ello establecer estos costos en los distintos componentes.

Al establecer dichos costos unitarios se determinarán los costos de elaboración de un hormigón celular con espuma preformada más la adhesión de metasilicato de sodio ello se realizará mediante un análisis de precios unitarios por m³, para su posterior

comparación con los costos de distintos hormigones celulares y así decidir su viabilidad en el mercado.

Los precios unitarios por utilizar serán basados en el valor comercial manejado en la provincia de Santa Elena, tomando en cuenta también que la adquisición de metasilicato de sodio no está disponible en el mercado local por tanto se adquirió en Guayaquil.

4. CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los bloques con y sin aplicación de metasilicato de sodio (Na_2SiO_3) en un bloque de hormigón celular de densidad 800Kg/m^3 con espuma preformada, donde se aplicará en porcentajes 10%, 25%, 50% y 75% a un bloque de hormigón celular de densidad 800 kg/m^3 .

Así mismo, se determinará la resistencia a la compresión de un bloque de hormigón celular con espuma preformada mediante el ensayo de curado con vapor de agua (3 horas a $190\text{ }^\circ\text{C}$) a alta presión (2 MPa) (Autoclave) para denotar su viabilidad.

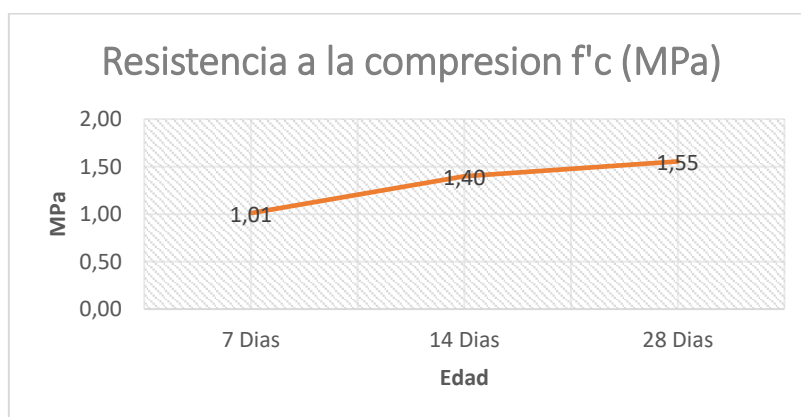
4.1. ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE1: IDENTIFICAR LA DOSIFICACIÓN ADECUADA DE METASILICATO DE SODIO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M^3 CON ESPUMA PREFORMADA RV-2023

Tabla 4

Resistencia a la compresión sin adhesión de metasilicato de sodio

Identificación	Peso Fresco (Kg)	Densidad Fresca	Peso Seco (Kg)	%De Metasilicato	Densidad Seca	Edad	Fecha De Rotura	Resistencia A La Compresión
Patrón	12,12	820,67	12,5	0%	833,33	7	13/9/2023	1,01
Densidad 800 Kg/M3	12,5	821,33	12,3	0%	803,33	14	20/9/2023	1,40
	12,6	828,00	12,5	0%	804,17	28	4/10/2023	1,55

Figura 22 Resistencia a la compresión sin adhesión de metasilicato de sodio



4.1.1. Dosificación al 10% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón

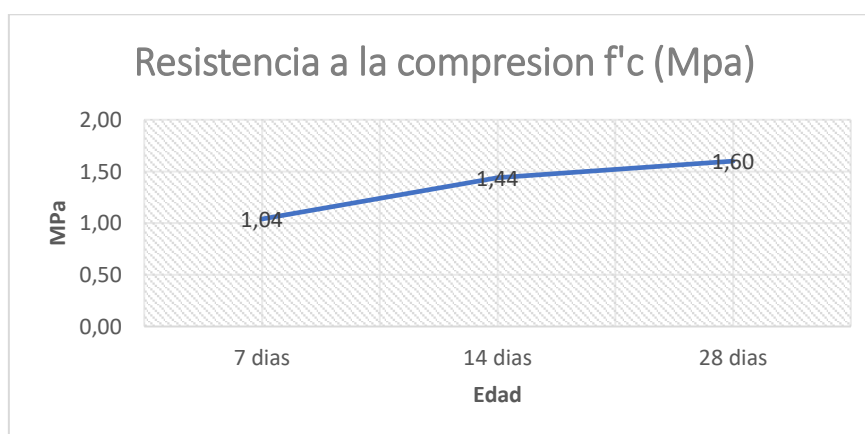
Tabla 5

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 10%

Identificación	Peso Fresco (Kg)	Densidad Fresca	Peso Seco (Kg)	%De Metasilicato	Densidad Seca	Edad	Fecha De Rotura	Resistencia A La Compresión
Patrón	12,48	832,00	12,32	10%	821,33	7	22/5/2024	1,04
Densidad 800 Kg/M3	12,5	833,33	12,3	10%	820,00	14	29/5/2024	1,44
	12,44	829,33	12,32	10%	821,33	28	12/6/2024	1,60

Figura 23

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 10%



4.1.2. Dosificación al 25% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón

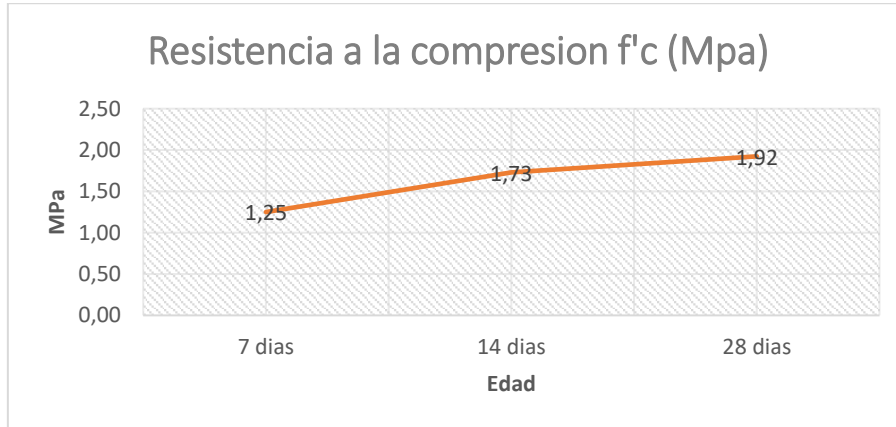
Tabla 6

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 25%

Identificación	Peso Fresco (Kg)	Densidad Fresca	Peso Seco (Kg)	%De Metasilicato	Densidad Seca	Edad	Fecha De Rotura	Resistencia A La Compresión
Patrón	12,1	806,67	12,2	25%	813,33	7	22/5/2024	1,25
Densidad 800 Kg/M3	12,4	826,67	12,32	25%	821,33	14	29/5/2024	1,73
	12,64	842,67	12,28	25%	818,67	28	12/6/2024	1,92

Figura 24

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 25%



4.1.3. Dosificación al 50% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón

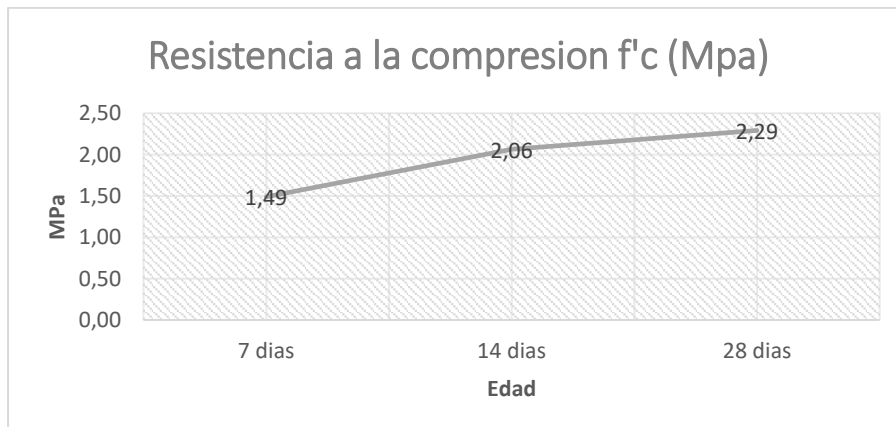
Tabla 7

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 50%

Identificación	Peso Fresco (Kg)	Densidad Fresca	Peso Seco (Kg)	%De Metasilicato	Densidad Seca	Edad	Fecha De Rotura	Resistencia A La Compresión
Patrón	12,32	821,33	12,29	50%	819,33	7	22/5/2024	1,49
Densidad 800 Kg/M3	12,5	833,33	12,33	50%	822,00	14	29/5/2024	2,06
	12,28	818,67	12,1	50%	806,67	28	12/6/2024	2,29

Figura 25

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 50%



4.1.4. Dosificación al 75% de metasilicato de sodio. Mezcla patrón

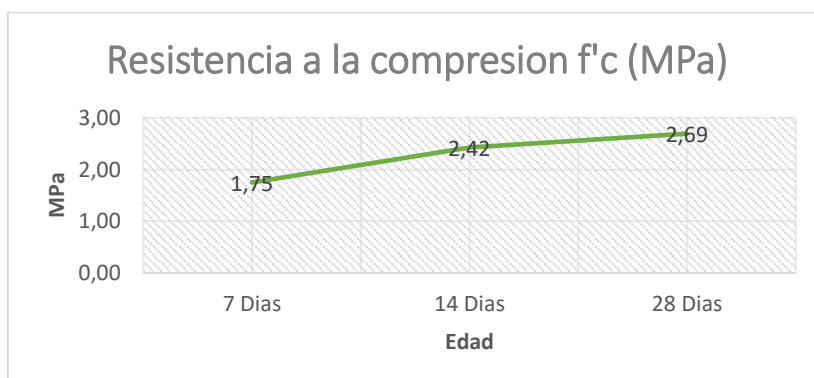
Tabla 8

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 75%

Identificación	Peso Fresco (Kg)	Densidad Fresca	Peso Seco (Kg)	%De Metasilicato	Densidad Seca	Edad	Fecha De Rotura	Resistencia A La Compresión
Patrón	12,31	820,67	12,34	75%	822,67	7	22/5/2024	1,75
Densidad 800 Kg/M3	12,32	821,33	12,28	75%	818,67	14	29/5/2024	2,42
	12,42	828,00	12,3	75%	820,00	28	12/6/2024	2,69

Figura 26

Resistencia a la compresión con la adhesión de metasilicato de sodio al 75%



4.2. ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE2: OBTENER EN FORMA ACELERADA LA EXPANSIÓN DEL HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800 KG/M3 MEDIANTE EL ENSAYO DE EXPANSIÓN AUTOCLAVE COMO MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE SU ESTABILIDAD

En el presente proyecto se determinó que el curado con vapor de agua a presión (Autoclave) logra una resistencia a la compresión máxima a los 28 días del hormigón en tan solo 24 horas, se observa con los resultados obtenidos que en los bloques donde se aplica el metasilicato de sodio en un 75% se aumenta la resistencia a la compresión en un 23%.

Tabla 9

Resistencia a la compresión

Identificación Del Bloque	Fecha De Vaciado	Fecha De Desencofrado	% De Metasilicato	Fecha De Ruptura	Resistencia A La Compresión
Patrón Densidad 800 Kg/M3	31/5/2024	3/6/2024	0%	4/6/2024	0,88 MPa
	3/5/2024	4/6/2024	75%	5/6/2024	1,11 MPa

4.3. ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE3: ESTIMAR EL COSTO DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR MEDIANTE UN ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE DENSIDAD 800 KG/M3 CON META SILICATO DE SODIO.

En el análisis de precio unitario por metro cubico podemos determinar que los valores varían por no más de \$1,41 dólares americanos entre el hormigón celular con espuma preformada rv-2023 y el mismo bloque más la adhesión externa del metasilicato de sodio al 75%, detallando estos valores en la tabla n.10 a continuación.

Tabla 10

Análisis de precio unitario para un bloque de hormigón celular con espuma preformada rv-2023 sin metasilicato de sodio, con metasilicato al 10%, con metasilicato al 25%, con metasilicato al 50% y con metasilicato al 75%.

% DE METASILICATO	PRECIO UNITARIO (m3)
0%	\$85,91
10%	\$86,10
25%	\$86,38
50%	\$86,85
75%	\$87,32

5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ En el presente proyecto de investigación se pudo concluir que el metasilicato de sodio mejora la textura superficial del bloque solido de hormigón celular evitando el desprendimiento de material cementicio y/o arena, también se verifico que la aplicación de metasilicato de sodio entre mayor concentración aumenta la resistencia a la compresión.
- ✓ Se tiene que al aplicar superficialmente el metasilacato de sodio al 10% a un bloque solido de hormigón celular con espuma preformada RV-2023 se logra un aumento de resistencia a la compresión a los 28 días del 3,23%, es decir sin metasilicato de sodio 1,55 MPa y añadiendo metasilicato de sodio llega a 1,60 MPa. Además, en las diferentes mezclas para dosificar el porcentaje de metasilicato de sodio en un bloque de hormigon celular comparando los siguientes porcentajes, al 25% de concentración se logra un aumento de resistencia a la compresión a los 28 días del 23,87%, es decir añadiendo metasilicato de sodio llega a 1,92 MPa, al 50% de concentración se logra un aumento de su resistencia a la compresión a los 28 días del 47,74%, es decir añadiendo esta dosificación de metasilicato de sodio llega a 2,29 MPa y al 75% de concentración de metasilicato de sodio se logra un aumento de su resistencia a la compresión a los 28 días del 73,55% es decir llega a 2,69MPa.
- ✓ En la presente investigación se pudo llegar a la conclusión que con el ensayo de curado al vapor de agua a presión (Autoclave) se llega al 50% de la resistencia a la compresión en un lapso de 6 horas a una temperatura de 190°C.
- ✓ En la presente investigación de determinó el análisis de precio unitario del hormigón celular de densidad 800kg/m³ por m³ elaborado con arena, cemento, agua y espumante RV-2023 tiene un valor de \$85,91, a diferencia del m³ de hormigón celular D800 con espumante RV-2023 más la aplicación superficial de metasilicato de sodio al 75% que tiene un valor de \$87,32.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar diferentes pruebas con más dosificaciones de metasilicato en un bloque solido de hormigón celular con espumante RV-

2023 para así determinar su máxima resistencia a la compresión y su durabilidad.

- ✓ Los autores recomiendan el uso del 75% de metasilicato superficialmente en un bloque solido de hormigón celular con espuma RV-2023 en forma de lechada.
- ✓ Se debe realizar otras pruebas de curado en autoclave de los cilindros de hormigón celular con el 75% de metasilicato de sodio durante un mayor tiempo, considerando otro tipo de configuración de la máquina.
- ✓ Se recomienda realizar diferentes tipos de pruebas ya sea en el diseño de mezcla, densidad y dimensiones, así mismo realizar bloques de hormigón hueco

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 318S-14, A. (2014). *Requisitos de reglamento para concreto estructural*.
- 523.2R, A. (1996).
- Alomoto, M., & Mejillones, K. (2023). Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9219/4/UPSE-TIC-2023-0012.pdf>
- Arbito Contreras, G. V. (2016). *Concreto celular para uso estructural*. Obtenido de Repositorio Institucional UCuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25669>
- ASTM C 1157. (2020). *Standard Performance Specification for Hydraulic Cement [Especificación de rendimiento estándar para cemento hidráulico]*. Obtenido de Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.
- Ayala Fontes, J. (1969). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos ligeros*. Obtenido de <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=2702>
- Caballero Chaves, O. J. (12 de 2017). *Universidad nacional de colombia. Obtenido de estabilizacion quimica con silicato de sodio del marerial de prestamos de la via la Primavera*. Obtenido de <https://repositorio.enal.edu.co/handle/una/63517>
- Caicedo Barona, W. A., & Tipán Quinatoa, F. M. (2019). *Propiedades mecánicas del hormigón estructural ligero y celular, utilizando materiales de diferentes canteras en la cuidad de Quito*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18703/1/T-UCE-0011-ICF-135>.
- Cervantes, A. (2008). *Nuevas tecnologías en concretos. Concreto celular- concreto reforzado con fibra - concreto ligero estructural*. Universidad Autónoma Metropolitana. Obtenido de <https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/>

- deepEX. (2022). Obtenido de <https://deepex.net/silicato-de-sodio/#Para-que-sirve-el-silicato-de-sodio-Cual-es-su-composicion>
- deepEX. (2023). *deepex.net*. Obtenido de <https://deepex.net/silicato-de-sodio/#Como-se-aplica-el-endurecedor-de-silicato-de-sodio>
- Fernanda, P., Rodrigo Perico, S., Roberto, c., Clarissa, R., Luis, S., & Bernardo, T. (s.f.). *determination of volume and distribution of pores of concretes according to different exposure classes through 3d microtomography and mercury intrusion porosimetry, struct.concr., vol. 19, no.5, pp.1419-1427, 2018*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1002/suco.201800075>.
- Garcia, V. (2018). Obtenido de <http://es.scribd.com/document/370628585/ING-S1-S5-2-CAP-7#>
- Gómez, R., & Mora, J. (2021). Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6942/1/UPSE-TIC-2022-0006.pdf>
- Gonzalez Ramirez, J., & Villon Salinas, L. (2023). *diseño de hormigon celular con cemento hibrido alcalino a base de zeolita de la cantera isidro ayoraa y espumante rv-2020 con densidades de 600 y 800 kg/m3*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9929/1/UPSE-TIC-2023-0022>
- Gupta, S., & Kua, H. (2016). *encapsulation technology and techniques in self-healing concrete, J. mater. civ. eng., vol. 25, no. 12, pp. 864-870*. Obtenido de [http://dx.doi.org/101061/\(ASCE\)MT.1943-5533](http://dx.doi.org/101061/(ASCE)MT.1943-5533)
- Gupta, S., & Kua, H. W. (2016). *Encapsulation technology and techniques in self-healing concrete. J. Mater. Civ. Eng., vol. 25, no. 12, pp. 864-870,*. Obtenido de [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533).
- INEN 3066, N. (s.f.). *INEN 3066*. Obtenido de nre_inen_3066.pdf (vipresa.com.ec)
- Infante Campos, J. A. (2021). *Estudio de permeabilidad y propiedades mecanicas del concreto*. Obtenido de https://repositrio.ecv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81771/Infante_CJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Izquierdo Cárdenas, M., & Ortega Rivera, O. (2017). *Desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a tabiquerías no portantes en edificaciones*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/622468>
- Mancheno Guallichico, M. S., & Salazar Pozo, B. H. (2021). *Diseño de hormigón permeable de alta resistencia, con adición de aditivo espumante y perlas de poliestireno expandido, para la aplicación en pavimentos*.
- Martinez, A. D. (03 de 05 de 2020). *Resistencia (f'c) del concreto hidraulico comparando dos materiales cementantes suplementarios: el RHA (cascarilla de arroz) y la maleza activada termicamente*. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7003>
- Martinez, N. A., & Rondon Panqueva, V. (2009). *uso del silicato de sodio como adicion natural del concreto. En N. A. Martinez. Bogota*.

- NTE INEN 2380. (2011). *Cemento hidráulico. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- PaviConj. (20 de Junio de 2020). *Pavimentos de hormigón decorativo. Paviconj.* . Obtenido de <https://www.paviconj-es.es/hormigonprecios/hormigon-celular/>
- Pelletier, M. M., Brown, R., Shukla, A., & Bose. (2011). *Self-healing concrete with a microencapsuled healing agent, cement concr. res., vol. 8, pp. 1015.*
- Perez, Y. M. (2011). *El hormigón celular aireado como conformador de pendiente y prepiso.*
- Pizarro Retamal, C. (2020). *Estudio experimental del comportamiento de refractarios utilizados en la zona de toberas de reactores de fusión en baño de concentrados de cobre.*
- Rengifo Cuenca, M. C., & Yupangui Cushicondor, R. V. (2013). *"Estudio del hormigón celular"*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6841>
- Sisomphon, K., Copuroglu, O., & Koenders, E. (2012). *Self-healing of surface cracks in mortars with expansive additive and crystalline additive. Cement. concr. compor., vol. 34, no. 4 pp. 566-574.*
- Tan, N. P., Keung, L. H., Choi, W., Lam, W. C., & Leung, H. (2016). *Silica-based self-healing microcapsules for self-repair in concrete. J. Appl. Polym. Sci., vol. 133, no. 12.* Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1002/app.43090>.
- Van, K. (2011). *Self-healing efficiency of cementitious materials containing tubular capsules filled with healing agent, Cement. concre., vol. 33, pp. 497-505.* Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.01.004>.
- Veliz, A., Herrera, G., Ramirez, R., & Salvatierra, M. (2023). El hormigón celular: análisis y difusión a nivel industrial en el Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE, volumen 10 n°1*, 52-69. Obtenido de <https://doi.org/10.26423/rctu.v10i1.676>
- Zhang, J. (2017). *Immobilizing bacteria in expanded perlite for the crack self-healing in concrete. Constr. Build. Mater., vol. 148, pp. 610-617.* Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.021>.

7. ANEXOS

Anexo 1

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA					
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3					
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA					
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 7,00 UNIDAD: M3					
DETALLE: EQUIPOS HORMIGÓN CELULAR CON ESPUMA RV-2023					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	DSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,28
Maquina generadora de espuma	1,000	0,50	0,50	1,20	0,60
Mezcladora de cemento manu	1,000	4,28	4,28	0,30	1,28
molde metalico para bloque x1	1,000	0,25	0,25	2,50	0,63
SUBTOTAL M =					2,79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	ORNAL /HDSTO HO	DSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil (estr.ocp. D2)	1,00	4,19	4,19	0,03	0,13
Maestro (estr.ocp. C1)	1,00	4,65	4,65	0,30	1,40
SUBTOTAL N =					1,52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	ANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo HE	sacos	6,600	9,10	60,06	
Arena	m3	0,206	17,00	3,50	
Agua	m3	0,174	0,79	0,14	
agente espumante	kg	0,320	0,79	0,25	
agua destilada	gln	0,198	2,35	0,47	
SUBTOTAL O =					64,42
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	ANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =					0,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N					68,73
INDIRECTOS Y UTI 25,00%					17,18
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					85,91
VALOR OFERT.					\$ 85,91

Anexo 2

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA					
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA					
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3					
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES					
TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	7,00	UNIDAD:	M3		
DETALLE:	HORMIGÓN CELULAR CON ESPUMA RV-2023 MAS 10% METASILICATO DE SODIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	DSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,28
Maquina generadora de espuma	1,000	0,50	0,50	1,20	0,60
Mezcladora de cemento manual	1,000	4,28	4,28	0,30	1,28
molde metalico para bloque x1	1,000	0,25	0,25	2,50	0,63
SUBTOTAL M =					2,79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	ORNAL /HD	DSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil (estr.ocp. D2)	1,00	4,19	4,19	0,03	0,13
Maestro (estr.ocp. C1)	1,00	4,65	4,65	0,30	1,40
SUBTOTAL N =					1,52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo HE	sacos	6,600	9,10	60,06	
Arena	m3	0,206	17,00	3,50	
Agua	m3	0,174	0,79	0,14	
agente espumante	kg	0,320	0,79	0,25	
agua destilada	gln	0,198	2,35	0,47	
Metasilicato de sodio	kg	0,075	2,00	0,15	
SUBTOTAL O =				64,57	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0,0000	
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N					68,88
INDIRECTOS Y UTI 25,00%					17,22
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					86,10
VALOR OFERT.					\$ 86,10

Anexo 3

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA					
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA					
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3					
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES					
TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA					
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	7,00	UNIDAD:	M3		
DETALLE:	HORMIGÓN CELULAR CON ESPUMA RV-2023 MAS 25% METASILICATO DE SODIO				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,28
Maquina generadora de espuma	1,000	0,50	0,50	1,20	0,60
Mezcladora de cemento manual	1,000	4,28	4,28	0,30	1,28
molde metalico para bloque x1	1,000	0,25	0,25	2,50	0,63
SUBTOTAL M =					2,79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	ORNAL / HD	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil (estr.ocp. D2)	1,00	4,19	4,19	0,03	0,13
Maestro (estr.ocp. C1)	1,00	4,65	4,65	0,30	1,40
SUBTOTAL N =					1,52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo HE	sacos	6,600	9,10	60,06	
Arena	m3	0,206	17,00	3,50	
Agua	m3	0,174	0,79	0,14	
agente espumante	kg	0,320	0,79	0,25	
agua destilada	gln	0,198	2,35	0,47	
Metasilicato de sodio	kg	0,188	2,00	0,38	
SUBTOTAL O =				64,79	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0,0000	
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N	69,10				
INDIRECTOS Y UTI 25,00%	17,28				
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO	86,38				
VALOR OFERT. \$	86,38				

Anexo 4

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA					
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA					
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3					
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES					
TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:		7,00	UNIDAD:		M3
DETALLE:		HORMIGÓN CELULAR CON ESPUMA RV-2023 MAS 50% METASILICATO DE SODIO			
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	OSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,28
Maquina generadora de espuma	1,000	0,50	0,50	1,20	0,60
Mezcladora de cemento manual	1,000	4,28	4,28	0,30	1,28
molde metalico para bloque x1	1,000	0,25	0,25	2,50	0,63
SUBTOTAL M =					2,79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /HD	OSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORIAS)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil (estr.ocp. D2)	1,00	4,19	4,19	0,03	0,13
Maestro (estr.ocp. C1)	1,00	4,65	4,65	0,30	1,40
SUBTOTAL N =					1,52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo HE	sacos	6,600	9,10	60,06	
Arena	m3	0,206	17,00	3,50	
Agua	m3	0,174	0,79	0,14	
agente espumante	kg	0,320	0,79	0,25	
agua destilada	gln	0,198	2,35	0,47	
Metasilicato de sodio	kg	0,375	2,00	0,75	
SUBTOTAL O =					65,17
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =					0,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N					69,48
INDIRECTOS Y UTI 25,00%					17,37
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					86,85
VALOR OFERT.					\$ 86,85



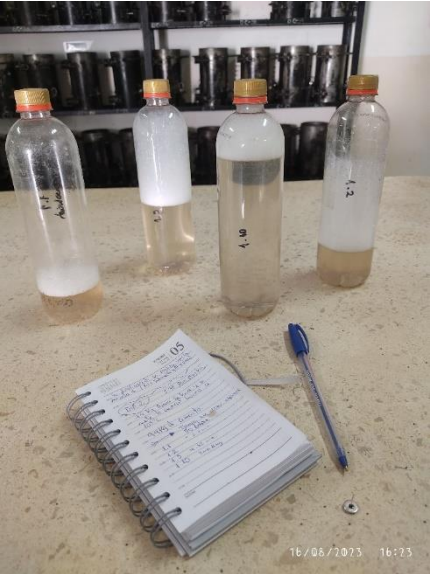
Anexo 5

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA					
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA					
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3					
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES					
TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA					
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:		7,00	UNIDAD:		M3
DETALLE:		HORMIGÓN CELULAR CON ESPUMA RV-2023 MAS 75% METASILICATO DE SODIO			
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	DSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,28
Maquina generadora de espuma	1,000	0,50	0,50	1,20	0,60
Mezcladora de cemento manual	1,000	4,28	4,28	0,30	1,28
molde metalico para bloque x1	1,000	0,25	0,25	2,50	0,63
SUBTOTAL M =					2,79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	ORNAL /HDSTO HOR	DSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil (estr.ocp. D2)	1,00	4,19	4,19	0,03	0,13
Maestro (estr.ocp. C1)	1,00	4,65	4,65	0,30	1,40
SUBTOTAL N =					1,52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo HE	sacos	6,600	9,10	60,06	
Arena	m3	0,206	17,00	3,50	
Agua	m3	0,174	0,79	0,14	
agente espumante	kg	0,320	0,79	0,25	
agua destilada	gln	0,198	2,35	0,47	
Metasilicato de sodio	kg	0,563	2,00	1,13	
SUBTOTAL O =					65,54
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =					0,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N)					69,85
INDIRECTOS Y UTI 25,00%					17,46
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					87,32
VALOR OFERT.					\$ 87,32

Anexo 6

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA
DISOLUCION Y ENSAYOS DEL ESPUMANTE
 






Anexo 7

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3	
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES	
TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA	
DISEÑO DE MEZCLA	
 <p>A person wearing a black t-shirt and blue jeans is using a red and black hand mixer to mix concrete in a white bucket. The scene is outdoors on a concrete surface. A timestamp in the bottom right corner reads "13/08/2023 16:39".</p>	 <p>A person wearing a blue denim jacket and light blue jeans is pouring concrete from a red bucket into a larger container. The scene is outdoors on a concrete surface.</p>
 <p>A person wearing a white t-shirt is mixing concrete in a large blue bucket. The scene is outdoors on a concrete surface.</p>	 <p>A person wearing a blue denim jacket is using a hose to mix concrete in a large blue bucket. The scene is outdoors on a concrete surface.</p>




Anexo 8

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3	
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES	
TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA	
ENSAYO DE AUTOCLAVE	
	
	

Anexo 9

Registro Fotográfico

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES
TUTOR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA
ENSAYO DE AUTOCLAVE
 


Anexo 10

Registro Fotográfico



Anexo 11

Tablas de cálculos

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																															
TEMA: APLICACIÓN SUPERFICIAL DE METASILICATO DE SODIO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR CON CEMENTO HIDRÁULICO HE Y ESPUMA PREFORMADA DE DENSIDAD 800KG/M3																															
TESISTAS: STEVEN RIGOBERTO VASCONEZ MOLINA Y ROSANGELA VALENTINA VALVERDE REYES TUROR: ING RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA																															
TABLAS DE CÁLCULOS PARA UN HORMIGÓN CELULAR DE DENSIDAD 800KG/M3																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MEZCLA</th> <th>CANTIDADES(KG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>174</td> </tr> <tr> <td>ESPUMA</td> <td>32</td> </tr> </tbody> </table>	MEZCLA	CANTIDADES(KG)	CEMENTO	330	ARENA	330	AGUA	174	ESPUMA	32																				
MEZCLA	CANTIDADES(KG)																														
CEMENTO	330																														
ARENA	330																														
AGUA	174																														
ESPUMA	32																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VOLUMEN DE UN CILINDRO PEQUEÑO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RADIO (M)</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>DIAMETRO (M)</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>ALTURA (M)</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>FORMULA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN</td> <td>0,00013</td> </tr> </tbody> </table>	VOLUMEN DE UN CILINDRO PEQUEÑO		RADIO (M)	0,05	DIAMETRO (M)	0,05	ALTURA (M)	0,05	FORMULA		VOLUMEN	0,00013	<table border="1"> <thead> <tr> <th>VOLUMEN DE MEZCLA PARA UN BLOQUE</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIMENSIONES (CM)</td> <td>30*50*10</td> </tr> <tr> <td>LARGO (CM)</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>ANCHO (CM)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>ESPEJOR (CM)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN (CM3)</td> <td>15000</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN (M3)</td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>DESPERDICIO</td> <td>0,005</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN + DESPERDICIO</td> <td>0,02</td> </tr> </tbody> </table>	VOLUMEN DE MEZCLA PARA UN BLOQUE		DIMENSIONES (CM)	30*50*10	LARGO (CM)	50	ANCHO (CM)	30	ESPEJOR (CM)	10	VOLUMEN (CM3)	15000	VOLUMEN (M3)	0,015	DESPERDICIO	0,005	VOLUMEN + DESPERDICIO	0,02
VOLUMEN DE UN CILINDRO PEQUEÑO																															
RADIO (M)	0,05																														
DIAMETRO (M)	0,05																														
ALTURA (M)	0,05																														
FORMULA																															
VOLUMEN	0,00013																														
VOLUMEN DE MEZCLA PARA UN BLOQUE																															
DIMENSIONES (CM)	30*50*10																														
LARGO (CM)	50																														
ANCHO (CM)	30																														
ESPEJOR (CM)	10																														
VOLUMEN (CM3)	15000																														
VOLUMEN (M3)	0,015																														
DESPERDICIO	0,005																														
VOLUMEN + DESPERDICIO	0,02																														
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CANTIDAD DE BLOQUES</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN REQUERIDO</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td>CILINDRO TESTIGO</td> <td>0,18</td> </tr> </tbody> </table>	CANTIDAD DE BLOQUES	8	VOLUMEN REQUERIDO	0,16	CILINDRO TESTIGO	0,18																									
CANTIDAD DE BLOQUES	8																														
VOLUMEN REQUERIDO	0,16																														
CILINDRO TESTIGO	0,18																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MEZCLA PARA BLOQUES</th> <th>CANTIDADES(KG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>59,80</td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>59,80</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>31,53</td> </tr> <tr> <td>ESPUMA</td> <td>5,80</td> </tr> </tbody> </table>	MEZCLA PARA BLOQUES	CANTIDADES(KG)	CEMENTO	59,80	ARENA	59,80	AGUA	31,53	ESPUMA	5,80																					
MEZCLA PARA BLOQUES	CANTIDADES(KG)																														
CEMENTO	59,80																														
ARENA	59,80																														
AGUA	31,53																														
ESPUMA	5,80																														