



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS PARA PARQUES
AUTOMOTORES DE LA CANTERA SAN LUIS DE LA CIUDAD DE
PASAJE

VELEZ CELI ARTURO EFREN
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS PARA PARQUES
AUTOMOTORES DE LA CANTERA SAN LUIS DE LA CIUDAD
DE PASAJE

VELEZ CELI ARTURO EFREN
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO TITULACIÓN
PROYECTO TÉCNICO

DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS PARA PARQUES AUTOMOTORES DE LA
CANTERA SAN LUIS DE LA CIUDAD DE PASAJE

VELEZ CELI ARTURO EFREN
INGENIERO CIVIL

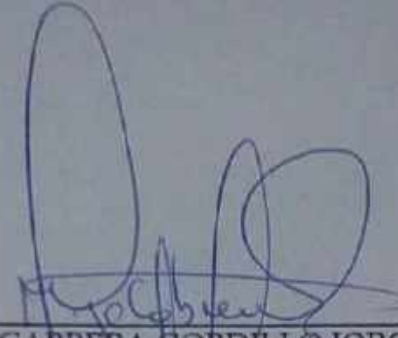
CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 11 DE SEPTIEMBRE DE 2018


MACHALA
2018

Nota de aceptación:


Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS PARA PARQUES AUTOMOTORES DE LA CANTERA SAN LUIS DE LA CIUDAD DE PASAJE, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



CABRERA GORDILLO JORGE PAUL
0705092874
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CARRION ROMERO LEYDEN OSWALDO
0703989962
ESPECIALISTA 2



ROMERO VALDIVIEZO ELSI AMERICA
0702237280
ESPECIALISTA 3

Machala, 11 de septiembre de 2018

Urkund Analysis Result

Analysed Document: DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS ARTURO VELEZ.docx
(D41000113)
Submitted: 8/27/2018 8:21:00 PM
Submitted By: jcabrera@utmachala.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

1424531813_2015-02-09 Tesis (1).docx (D13317455)
<https://prezi.com/a4r1g8rp8s8h/concreto-poroso/>
<https://vdocuments.site/documents/permeabilidad-de-los-suelospdf.html>

Instances where selected sources appear:

4

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, VELEZ CELI ARTURO EFREN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS PARA PARQUES AUTOMOTORES DE LA CANTERA SAN LUIS DE LA CIUDAD DE PASAJE, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de septiembre de 2018



VELEZ CELI ARTURO EFREN
0704940238

DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre me dieron su apoyo, a mi Dios creador quien siempre me ha bendecido, a mis compañeros de clases a quienes siempre me han dado una mano en todo el aprendizaje de la carrera.

AGRADECIMIENTO

A la Unidad Académica de Ingeniería Civil, por su aporte mediante docentes calificados, para la preparación de futuros profesionales.

DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS PARA PARQUES AUTOMOTORES.

AUTOR: Arturo Efrén Vélez Celi

TUTOR: Ing. Jorge Paul Cabrera Gordillo

RESUMEN

El desarrollo Urbanístico crece en la actualidad en todas direcciones, ocupando grandes espacios y transformando estas áreas en asfalto y concreto, impidiendo que la mayor cantidad de aguas lluvias filtren de manera natural al subsuelo y se almacenen en los mantos acuíferos, las cuales podrían ser sustraídas en futuras generaciones donde el líquido vital se estima que sería escaso.

En el presente proyecto técnico se evaluó mediante ensayos de laboratorio realizados en la facultad de ingeniería civil de la ciudad de Machala, determinándose primordialmente las propiedades físicas y mecánicas que caracterizan a los materiales pétreos, el mismo que fue obtenido del campamento PEDREGAL ubicado en la parroquia Victoria, Cantón Santa Rosa, provincia de el Oro, el cual a su vez es recolectado de la Cantera Vega Rivera, ubicada en el río San Luis, una vez conocida sus propiedades, y mediante varios ensayos de relaciones A/C, se determinó las dosificaciones más idóneas para el diseño del Hormigón Poroso, con su correspondiente resistencia a la compresión, flexión, contenido de vacíos y permeabilidad.

Los resultados obtenidos mediante ensayos de laboratorio, y el respectivo curado de los especímenes, presentaron diferentes resistencias de acuerdo a la relación agua/cemento, que tuvo cada dosificación, la cual se pudo comprobar, que las dosificaciones que estaban entre un rango de 0.40 y 0.45 fueron las que presentaron mayor resistencia al ensayo de compresión axial llegando a alcanzar el agregado 3/4 una resistencia de 16 Mpa y la de 3/8 una resistencia a la compresión de 17 Mpa, también se pudo demostrar mediante ensayos de laboratorio su resistencia a flexión la cual llegó a alcanzar 3 Mpa, luego se comprobó mediante ensayo su fluidez a la permeabilidad demostrándose que estaba dentro del rango muy permeable característica que define a las gravas, con una velocidad de filtración de 0.426 cm /seg. y por último se realizó el ensayo de contenido de vacíos, característica bien definida en el diseño de hormigones porosos llegando a alcanzar un 17 % de vacíos, el cual fluctúa entre 15% y 25%, estando dentro del rango como lo definen en algunos artículos científicos.

Un dato muy importante es la incorporación de aditivo en este tipo de concreto, en las dosificaciones de relación A/C de 0.40, con agregado 3/4 se pudo comprobar que sin su aplicación (aditivo), alcanzó una resistencia a la compresión axial de 16 Mpa, y una vez incorporado el aditivo, llegaba fácilmente a una resistencia de 20 Mpa, ósea un 25% más de resistencia, por lo que cabe recalcar que la dosificación con relación A/C de 0.40, con agregado 3/8, la cual alcanzó una resistencia de 17 Mpa a los 28 días de curado sin la utilización de aditivos, podría alcanzar una resistencia a la compresión de hasta 21 Mpa, con la ayuda del aditivo antes mencionado.

Además, el costo analizado para el diseño de un metro cúbico de hormigón poroso con agregado 3/8 fue de alrededor de 147,82 ctvos. de dólar, estando en un 10% por debajo del costo del hormigón tradicional, el cual es muy beneficioso a la hora de implantarse en obras civiles donde se requiera un diseño amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: Concreto Poroso, Cemento, Permeabilidad, contenido de vacíos.

DISEÑO DE HORMIGONES POROSOS PARA PARQUES AUTOMOTORES.

AUTOR: Arturo Efrén Vélez Celi

TUTOR: Ing. Jorge Paul Cabrera Gordillo

ABSTRACT

Urban development is currently growing in all directions, occupying large spaces and transforming these areas into asphalt and concrete, preventing the greatest amount of rainwater from filtering naturally into the subsoil and stored in the aquifer, which could be subtracted in future generations where the vital fluid is estimated to be scarce.

In the present technical project was evaluated by laboratory tests carried out in the faculty of civil engineering of the city of Machala, primarily determining the physical and mechanical properties that characterize the stone materials, the same that was obtained from the PEDREGAL camp located in the parish Victoria, Canton Santa Rosa, province of El Oro, which in turn is collected from the Vega Rivera Quarry, located in the San Luis River, once its properties are known, and through several tests of A / C relationships, the more suitable dosages for the design of Porous Concrete, with its corresponding resistance to compression, bending, void content and permeability.

The results obtained by laboratory tests, and the respective curing of the specimens, presented different resistances according to the water / cement ratio, which had each dosage, which could be verified, that the dosages that were between a range of 0.40 and 0.45 were the ones that showed the highest resistance to the axial compression test reaching the 3/4 aggregate with a strength of 16 Mpa and the 3/8 a compression strength of 17 Mpa, it could also be demonstrated by laboratory tests its resistance flexion which reached 3 Mpa, then tested its fluidity permeability test demonstrating that it was within the very permeable characteristic that defines the gravel, with a filtration rate of 0.426 cm / sec. and finally, the vacuum content test was carried out, a well-defined characteristic in the design of porous concretes reaching 17% of voids, which fluctuates between 15% and 25%, being within the range as defined in some scientific articles .

A very important fact is the incorporation of additive in this type of concrete, in the dosages of A / C ratio of 0.40, with added 3/4 it was found that without its application (additive), reached an axial compression strength of 16 MPa, and once incorporated the additive, easily reached a resistance of 20 MPa, or 25% more resistance, so it should be noted that the dosage with A / C ratio of 0.40, with added 3/8, the which reached a resistance of 17 Mpa after 28 days of curing without the use of additives, could reach a compressive strength of up to 21 Mpa, with the help of the aforementioned additive.

In addition, the cost analyzed for the design of a cubic meter of porous concrete with aggregate 3/8 was around 147.82 ctvos. of dollar, being 10% below the cost of traditional concrete, which is very beneficial when it is implemented in civil works where a friendly design with the environment is required.

Keywords: Porous Concrete, Cement, Permeability, void content.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I	11
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	11
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	
OBJETO DE INTERVENCIÓN.	11
1.1.1 Contextualización.	11
1.1.2 Problema Objeto De Intervención	12
1.1.2.1 Materiales	12
1.1.2.2 Cemento	12
1.1.2.3 Agregado	12
1.1.2.4 Hormigón	13
1.1.2.5 Agua	13
1.1.2.6 Aditivos	13
1.1.2.7 Porosidad	13
1.1.2.8 Permeabilidad	13
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO TÉCNICO	14
1.2.1. Objetivo General	14
1.2.2. Objetivo Especifico	14
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO TÉCNICO ...	14
CAPÍTULO II	15
2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	
ADOPTADA	15
2.1 ESTUDIO DE INGENIERIA PARA LA EDIFICACIÓN DE	
ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE SOLUCIÓN Y SUS ESCENARIOS .	15
2.1.1 Propiedades físico- mecánicas de los agregados.	15
2.1.2 Peso volumétrico del agregado.	15
2.1.3 Revenimiento.	15
2.1.4 Resistencia a la abrasión.	15
2.1.5 Módulo de finura.	16
2.1.6 Densidad relativa.	16

2.1.7	Análisis granulométrico.	16
2.1.8	Densidad del cemento.	16
2.1.9	Relación agua cemento.	16
2.1.10	Contenido de vacíos.	16
2.1.11	Resistencia a flexión.	17
2.1.12	Valores obtenidos de ensayos realizados al cemento y agregado.	17
2.1.12.1	Determinación de la densidad real del cemento.	17
2.1.12.2	Preparación de pasta de cemento de consistencia plástica.	19
2.1.12.3	Determinación de la granulometría de áridos para hormigón.	20
2.1.12.4	Determinación del valor de la abrasión del árido grueso de partículas menores a 37.5 mm mediante el uso de la maquina de los ángeles.	22
2.1.12.5	Determinación de la densidad y absorción de agua del árido grueso	24
2.1.12.6	Determinación de la permeabilidad con carga hidráulica.	26
2.1.12.7	Determinación de contenido de vacíos en el diseño de hormigón poroso.	1
2.2.	PREFACTIBILIDAD	2
2.2.1	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL HORMIGÓN POROSO.	2
2.2.1.1	VENTAJAS.	2
2.2.1.1.1	Ventajas de carácter ambiental en la aplicación de hormigón poroso.	2
2.2.1.1.2	Ventajas de carácter económico en la aplicación de hormigón poroso.	3
2.2.1.1.3	Ventajas de carácter social en la aplicación de hormigón poroso.	3
2.2.1.2	DESVENTAJAS.	4
2.2.1.2.1	Desventajas de carácter ambiental en la aplicación de hormigón poroso.	4
2.2.1.2.2	Desventajas de carácter económico en la aplicación de hormigón poroso	4
2.2.1.2.3	Desventajas de carácter social en la aplicación de hormigón poroso	4
2.3.	FACTIBILIDAD	5
2.4	IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN VIABLE PARA SU DISEÑO.	6
2.4.1	PAVIMENTOS PERMEABLES	6
2.4.2	PAVIMENTO POROSO	6
2.4.4	AGREGADO GRUESO	6

CAPÍTULO III	7
3. DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	7
3.1 CONCEPCIÓN DE PROTOTIPO	7
3.1.1. DESARROLLO PRACTICO DE LA PROPUESTA.	7
3.1.1.1 Fabricación de probetas cilíndricas para ensayos de hormigón	7
3.1.1.2 Elaboración de muestra para probetas cilíndricas.	7
3.1.1.3 Preparación de probetas cilíndricas	7
3.1.1.4 Curado de probetas cilíndricas.	7
3.1.1.5 Ensayo de compresión de especímenes.	8
3.2 MEMORIA TÉCNICA	8
3.2.1 Cantidad de material para Dosificaciones con Agregado 3/4.	8
3.3. PRESUPUESTO	14
3.4. PROGRAMACIÓN DE OBRAS.	15
4. CONCLUSIONES.	16
5. RECOMENDACIONES.	17
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	18
ANEXOS.	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación A/C 0.40 con agregado $\frac{3}{4}$	8
Tabla 2. Relación A/C 0.45 con agregado $\frac{3}{4}$	8
Tabla 3. Ensayo de Dosificaciones.	9
Tabla 4. Ensayos a Compresión, Relación Agua/Cemento 0.40	11
Tabla 5. Ensayos a Compresión, Relación Agua/Cemento 0.45	11
Tabla 6. Ensayos a Compresión, Relación A/C 0.40 con Cemento Base Vial	11
Tabla 7 Ensayos a Compresión Relación A/C 0.40 Incorporado Aditivo.	12
Tabla 8. Dosificación A/C 0.40 con agregado $\frac{3}{8}$	12
Tabla 9. Dosificación A/C 0.45 con agregado $\frac{3}{8}$.	12
Tabla 10. Dosificación A/C 0.50 con agregado $\frac{3}{8}$.	13
Tabla 11. Dosificación A/C 0.40, 0.45, 0.50 con agregado $\frac{3}{8}$.	13
Tabla 12. Cantidad de material para un metro cubico	14

INTRODUCCIÓN

En la última década el incremento de la población aumentando y consigo las áreas de construcción, urbanizaciones, pavimentación, y otros factores como la deforestación que acompañan este proceso lo cual es normal observar la cantidad de volúmenes de agua lluvia que atrapadas por el aumento desmedido de las áreas impermeables como es el asfalto, concreto, ceras, estacionamientos, viviendas etc. Las cuales se pierden al ser drenada por la red de alcantarillado y otra parte expuesta en la superficie del pavimento. Todo esto producto del desarrollo Urbanístico que avanza a pasos agigantados hoy en nuestra sociedad.

Todo esto nos lleva hacer conciencia y buscar alternativas amigables con el medio ambiente. En países de primer mundo como Estados Unidos, Japón, Suiza entre otros se ha venido adoptando conceptos trascendentales como el Hormigón Poroso que ha tenido una aplicación eficiente al momento de ahorrar el recurso hídrico permitiendo con este nuevo concepto la filtración del agua lluvia a los mantos acuíferos, generando su almacenamiento de la misma para futuras generaciones donde existiría escasez del líquido vital.

El diseño de hormigón poroso o permeable brindaría un mejor agarre de los neumáticos con respecto a la calzada tradicional en precipitaciones pluviales, también prestaría una filtración rápida de aguas lluvia evitando la acumulación de pozas de agua sobre la calzada lo cual es normal en nuestro medio.

Con determinados ensayos realizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la ciudad de Machala, se pretende expresar numéricamente una magnitud o cuantificación de permeabilidad y porosidad del hormigón poroso y su comportamiento a la compresión determinando su desempeño a un parque automotor.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INTERVENCIÓN.

1.1.1 Contextualización.

Hoy en día la población a nivel mundial va creciendo y expandiéndose a niveles exorbitantes dando lugar al calentamiento global por la tala de árboles y la creación de urbanizaciones de infraestructura moderna, convirtiendo a su paso todo lo que le rodea en concreto armado y asfalto para la circulación vehicular y peatonal, siendo el ser humano incapaz de asumir una responsabilidad con el medio ambiente el cual es el único afectado y el que trae tantas consecuencias a nivel mundial por el simple hecho de restringir su curso natural.

En la actualidad ya existen métodos alternativos para la sustentabilidad del desarrollo urbanístico como es el ya mencionado hormigón poroso que nos brinda características amigables con el medio ambiente, su estructura permeable permite drenar el agua lluvia beneficiando los acuíferos con el ahorro hídrico e hidratando el sub suelo, a su vez este sistema minimiza notablemente la red de alcantarillado permitiendo mayor eficiencia y evitando la acumulación de agua en la superficie de la calzada, como asfalto, parque automotores, ceras etc. Reduciendo el calentamiento producido por el efecto isla de calor procedentes por el pavimento tradicional que es de coloración oscura.

El ingeniero civil con el afán de colaborar a la conservación del medio ambiente y de recursos naturales no renovables y el aprovechamiento racional de energía. [1] Debe desarrollar alternativas amigables con el medio ambiente y el sustento de energía renovable aplicados a la construcción como es el desarrollo de hormigones porosos el cual es un compuesto especialmente diseñado con una estructura de vacíos interconectados que permite el paso del agua intencionalmente a través de su superficie aplicado a pavimentos, canchas deportivas, parqueaderos. prestando rentabilidad y alternativas al desarrollo urbanístico.

1.1.2 Problema Objeto de Intervención

Es el diseño mediante ensayos, la realización de un hormigón poroso que cumpla con la resistencia suficiente a la compresión para su adecuada utilización en un parque automotor.

1.1.2.1 Materiales

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron material de agregado grueso (3/4) y (3/8) del río San Luis de la Cantera Vega Rivera del Cantón Santa Rosa.

Los materiales utilizados en ingeniería siempre se encuentran en la búsqueda de satisfacer el diseño y costos, produciendo el menor daño al medio ambiente en su producción. [2]

El diseño será el resultado del uso de materiales, con el empleo de las técnicas apropiadas y de conformidad con un proyecto. [3]

1.1.2.2 Cemento

El cemento tradicional como es el portland es el material de excelencia en la actualidad, puesto que no hay conglomerante que tenga esta acogida en la actualidad. [4]

El cemento es uno de los elementos más utilizados para la construcción y producción de hormigón, por sus propiedades mecánicas. [5]

El cemento es uno de los componentes de materia prima en el diseño de ingeniería en todo el planeta, aunque su producción es considerada uno de los procesos más contaminante a nivel mundial. [6]

1.1.2.3 Agregado

Los agregados más comunes y utilizados a nivel mundial se encuentran en depósitos naturales como son los ríos, y son económicos. [7]

La importancia y características del agregado en las propiedades del concreto tiene una creciente muy alta, cuya propiedad determinan la docilidad y dilatación térmica del concreto, entre otros. [8]

1.1.2.4 Hormigón

La elaboración de concreto está constituida principalmente de agregados, estos pueden ser (arena y áridos), agua y cemento, en determinados casos se adhiere aditivos para mejorar sus propiedades. [9]

Es el material resultante de unificar áridos con cemento que se obtiene al agregar agua a un conglomerante. [8]

1.1.2.5 Agua

Generalmente el recurso hídrico se adquiere de las aguas superficiales, y es un elemento de total importancia para la vida y el desarrollo económico en la sociedad. [10]

La utilización de agua para el diseño, elaboración y curado del hormigón poroso fué potable, libre de impurezas orgánicas. [11]

1.1.2.6 Aditivos

El aditivo es un compuesto a base de éteres poli carboxílicos, específicamente utilizados para hormigones que desempeñen en climas cálidos. [12]

Son utilizados para perfeccionar los componentes del hormigón fresco en un mayor asentamiento, con reducción del agua. [13]

1.1.2.7 Porosidad

Es la comunicación que tienen los poros al medio exterior lo cual permite la absorción de fluidos al interior del concreto y el medio ambiente. [14]

1.1.2.8 Permeabilidad

La permeabilidad se define como la cantidad de agua o elementos líquidos que filtran por los poros de un hormigón poroso en un determinado tiempo. [5]

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO TÉCNICO

1.2.1. Objetivo General

Determinar el diseño óptimo de un hormigón poroso con material pétreo de la Cantera Vega Rivera, para su aplicación a un parque automotor.

1.2.2. Objetivo Especifico

- Mediante ensayos determinar el procedimiento adecuado para desarrollar un hormigón poroso con agregados del rio San Luis.
- Brindar recomendaciones de las mezclas más idóneas para su aplicación a un parque automotor.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO TÉCNICO

En la actualidad el hormigón es el material de construcción que más se utiliza en el área arquitectónica, y civiles, la cual presenta algunas cualidades como su costo, materia prima y muy fundamental sus características físicas y mecánicas que lo hacen indispensable a la hora de construir. [15]

“El crecimiento en el área constructiva, como pilar del desarrollo económico y social de nuestro país, se ha enfocado en técnicas convencionales y modernas empleando materiales altamente resistentes y sustentables hoy en día. [16]

La instauración de requisitos de extender la durabilidad del hormigón ante los efectos del medio ambiente al que quedarían expuestas es una tarea del ingeniero civil. [17]

La tecnología del hormigón poroso busca ajustarse a los requisitos medioambientales por medio de su composición cementicia y un agregado como soporte para su resistencia. [5]

La realización de este proyecto técnico nos permitirá demostrar mediante ensayos de cilindros el diseño óptimo de un hormigón poroso que represente una funcionalidad adecuada al uso y a las características medioambientales que presenta un parque automotor.

CAPÍTULO II

2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN ADOPTADA

2.1 ESTUDIO DE INGENIERIA PARA LA EDIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE SOLUCIÓN Y SUS ESCENARIOS

El diseño del hormigón poroso también conocido como permeable debe presentar características mecánicas y físicas que satisfagan las pruebas mínimas a compresión y su desempeño al estar expuestas al medio ambiente.

Para obtener el diseño de un hormigón poroso, deberemos tener presentes algunas características de los materiales el tipo de cemento portland, agregado, aditivos, agua para poder llevar un desarrollo adecuado a la normativa que regula los ensayos del hormigón.

2.1.1 Propiedades Físico- Mecánicas de los Agregados.

En los agregados es determinante obtener su peso volumétrico, su resistencia a la abrasión, su densidad relativa, todas estas características determinan la resistencia que obtendrá el hormigón en su vida útil.

2.1.2 Peso volumétrico del agregado.

Se usa en la estimación de cantidades de materiales y en cálculos de proporcionamiento de mezclas. Está constituido por los siguientes factores, entre ellos su gravedad específica, humedad, forma de la partícula, textura superficial del agregado.

2.1.3 Revenimiento.

Es el (asentamiento), es utilizado para obtener la consistencia del hormigón. Para una determinada proporción de cemento y agregado, cabe recordar sin la utilización de aditivo, a mayor revenimiento, más húmeda será la mezcla.

2.1.4 Resistencia a la Abrasión.

Es la resistencia de tolerar impactos y fricción, esto dependerá de la constitución que está compuesto el agregado.

2.1.5 Módulo de Finura.

El módulo de finura de los agregados gruesos y finos se logra mediante la norma (ASTM C136), es la sumatoria de los porcentajes acumulados en una serie de mallas y dividiéndose la suma total para 100.

2.1.6 Densidad Relativa.

La densidad relativa de un agregado es la relación que tiene su peso con el volumen obtenido en una probeta sumergida en agua. La mayor parte de agregados tienen una densidad relativa entre 2.4 a 2.9.

2.1.7 Análisis Granulométrico.

Es la especificación de los tamaños de los agregados en porcentaje, que constituyen un material de acuerdo a la tabla normativa para su determinada clasificación, también se hace hincapié al tamaño máximo y mínimo del agregado.

2.1.8 Densidad del Cemento.

Es la relación que tiene la masa y el volumen absoluto, su valor esta entre 3,15 y 2.90 esto dependerá si el cemento es Portland normal o cemento adicionados, su densidad es menor por las proporciones de Clinker que varían.

2.1.9 Relación Agua Cemento.

Es la relación expresada de manera decimal, la cual expresa el volumen de agua con relación al cemento, la cual determinara fundamentalmente la resistencia y durabilidad del hormigón.

2.1.10 Contenido de Vacíos.

El contenido de vacíos está directamente relacionado con la granulometría del agregado, pasta cementante, relación A/C, y la energía con la cual se compacto.

2.1.11 Resistencia a Flexión

Es una de las características técnicas más significativas que presenta del hormigón poroso, los factores que determinan su resistencia a flexión están dados por, el grado de compactación, porosidad, relación agua cemento.

2.1.12 Valores Obtenidos de Ensayos Realizados al Cemento y Agregado.

Se realizaron los siguientes ensayos para determinar sus propiedades, y poder realizar la dosificación correcta del concreto poroso.

En la presente secuencia aparecen los ensayos de los materiales utilizados para el diseño de dosificaciones. [18]

2.1.12.1 Determinación de la Densidad Real del Cemento

Objetivo

Determinar la densidad del cemento hidráulico, mediante el frasco volumétrico de chatelier, para diseño y control de muestras de hormigón.

Alcance:

Es útil para el diseño y control de muestras de hormigones.

Equipo:

- es útil para diseño y control de muestras de hormigón
- equipo y material utilizado:
- frasco normalizado de le chatelier
- termómetro (divisiones 0.1°C)
- recipiente
- embudos
- espátula balanza (capacidad 200 g y sensibilidad 0.001 g)
- liquido de desplazamiento (gasolina)
- tamiz N° 18 (1mm)
- muestra de cemento

- Se extrae del saco de cemento una muestra simple de aproximadamente 200 g. luego se pasa este material (cemento) por el tamiz N°18, para descartar grumos o pequeñas partículas endurecidas bajo la norma INEN 153.
- Una vez verificado que el frasco de chatelier este seco y limpio de impurezas, se llena el frasco con líquido deslizando, gasolina sin permitir que el cuello del recipiente se moje con el líquido y de visualizar que no pase del cuello inferior (entre 0 y 1 cm³).
- Se efectúa la primera lectura del volumen (V_I) y el peso del frasco con el líquido de desplazamiento (M_I).
- Introducimos la muestra de cemento (64 gr) en el frasco de chatelier, con la ayuda de un embudo y una espátula (teniendo cuidado con el cemento no se adhiera a las paredes interiores del frasco por encima del nivel del líquido), hasta que el nivel del líquido este en el cuello superior entre 18cm³ y 24 cm³.
- Tapamos el frasco y lo giramos en posición inclinada o en círculos horizontales, colocado en posición vertical, no ascienda burbujas de aire a la superficie del líquido, liberando de esta manera el aire de la muestra de cemento.
- Determinamos la lectura de volumen final (V_F) y la masa del frasco con el líquido y cemento (M_F).

Calculo:

$$f_r = \frac{M_F - M_I}{V_F - V_I}$$

f_r: densidad real del cemento (g/cm³)

M_I: peso del líquido de desplazamiento registrado en la primera lectura (g).

M_F: peso del líquido y cemento registrado en la segunda lectura, en (g).

V_I: volumen y liquido registrado en la primera lectura (cm³).

V_F: volumen del líquido y cemento registrado en la segunda lectura (cm³).

Resultados de ensayos (**Véase en anexos**)

2.1.12.2 Preparación de Pasta de Cemento de Consistencia Plástica.

Objetivo:

Obtener pastas de cemento de consistencia plástica.

Alcance:

Para realizar ensayos de cemento, previa su utilización en hormigones.

Equipo:

- mezcladora mecánica.
- paleta mezcladora, que al girar deje un espacio de 0.8 mm y 2.5 mm entre la paleta y el recipiente.
- recipiente de mezcla, de un volumen nominal de 5 cm³.
- espátula.
- aparato Vicat.
- espátula.

PROCEDIMIENTO MECÁNICO

-Disponer la paleta mezcladora y el recipiente en posición de trabajo, cuidando de que se encuentren secos y limpio.

-Verter una cantidad agua estimada de la misma manera que en el procedimiento manual, en el recipiente.

-Agregar los 250 gr de cemento y esperar 30 seg.

-Mezclar mecánicamente durante 30 seg a una velocidad lenta 140 vueltas por min.

-Determinar la paleta y limpiar rápidamente las paredes del recipiente con una espátula.

-Mezclar mecánicamente a una velocidad rápida de 285 vueltas por minuto durante 1 min.

Resultados de ensayos (**Véase en anexo**)

2.1.12.3 Determinación de la Granulometría de Áridos para Hormigón.

Objetivo

Determinar la distribución de tamaño y el módulo de finura para el agregado grueso y fin, y el tamaño nominal máximo para el agregado grueso.

Alcance

para áridos naturales y para los obtenidos por trituración de la grava o piedra natural que se utiliza para preparar hormigones.

Equipo

- balanza sensibilidad (1 gr)
- tamices (norma inen 154)
- horno ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- tamizadora mecánica
- recipientes
- brocha

Procedimiento

- secar la muestra hasta masa constante, cuartear la muestra de ensayo y determinar su masa inicial (masa mínima de los áridos fino y grueso respectivamente).
- ordenar los tamices en orden creciente de tamaños, de abertura desde el plato recolector hasta el mayor.
- colocar la muestra de ensayo en el tamiz mayor superior y cubrir con la tapa luego agitar en el conjunto por medio de un aparato mecánico, de 5 a 10 minutos.
- determinar la masa del material retenido en cada tamiz y en el fondo, luego notamos en el cuadro de valores.

Cálculos:

$$P = \frac{B}{A} 100$$

P: porcentaje del árido retenido en un determinado tamiz.

A: masa de la muestra.

B: masa de la cantidad de material retenida en un determinado tamiz o recogida en el depósito receptor

- determinar el porcentaje retenido acumulado de material en cada uno de los tamices (en número entero).
- determinar el módulo de finura del material:

$$MF = \frac{\% \text{ retenidos acumulados de los tamices}}{100}$$

Resultados de ensayos (**Véase en anexos**).

2.1.12.4 Determinación del Valor de la Abrasión del Árido Grueso de Partículas menores a 37.5 mm mediante el uso de la Máquina de los Ángeles.

Objetivo

Determinar el desgaste de los áridos gruesos mediante el ensayo de abrasión, utilizando la máquina de los ángeles.

Alcance

Para áridos gruesos empleados en hormigón, tales como gravas o piedra triturada.

Equipo:

- equipo
- máquina de los ángeles
- tamices (37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 6.7mm, 4.75 mm, 2.36 mm y 1.7 mm)
- balanza, que sea exacta dentro del 0.1% de la carga de ensayo.
- carga abrasiva.

Procedimiento:

- Obtener una muestra representativa del material, lavar y luego secarla en el horno a temperatura uniforme de 105°C hasta masa constante.
- Separar el árido grueso por tamizado en los varios tamaños requeridos para gradar la muestra de ensayo según una de las gradaciones específicas en la tabla 2.9, del CAP.11(2.6 abrasión de los Ángeles).
- Utilizar la gradación correspondiente al intervalo de tamaños del árido que es entregado para el trabajo.
- Determinar y registrar la masa de la muestra de ensayo, con aproximación a 1 g.
- Colocar la muestra de ensayo y la carga abrasiva en la máquina de los Ángeles.
- Hacer rotar el cilindro a una velocidad de 30 a 33 rpm, hasta completar un total de 500 revoluciones.

- Retirar el material de la máquina y hacer una separación preliminar de la muestra utilizando el tamiz 2,36 mm (N° 8), pesar el retenido en este tamiz.
- La fracción del árido que pasa por el tamiz N°8 tamizarla luego por el tamiz 1,7 mm (N°12).

Lavar el material que no pasa por el tamiz N°12 y luego secarlo en el horno a temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante, la misma que debe determinarse y registrarse con aproximación de 1 g.

Cálculos:

$$\%D = \frac{C}{A} 100$$

$$C = A - B$$

Donde:

A: masa inicial de la muestra (g)

B: masa obtenida en el tamiz N°12 después de 500 revoluciones (g)

C: masa de la muestra pasante del tamiz N°12 (g)

%D: porcentaje de desgaste (%)

Resultados de ensayos (**Véase en anexo**)

2.1.12.5 Determinación de la Densidad y Absorción de Agua del Árido Grueso

Objetivo

Determinar en el árido grueso la densidad de volumen en estado seco, la densidad de volúmenes en estado saturado superficialmente seca, y la absorción de agua.

Alcance

Para áridos gruesos tales como gravas, piedras naturales obtenidas de la trituración artificial de rocas, que se utilizan para preparar hormigones.

Equipo

- balanza (capacidad 20 kg)
- canasta de alambre, capacidad :4000 a 7000 cm³ para árido de TNM =37.5 mm
8000 a 16000 cm³ para árido de TNM > 37.5 MM
- recipiente con agua
- recipiente metálicos
- horno (105°c +- 5° C)
- franela

Procedimiento:

- Lavar la muestra de ensayo hasta asegurarse que han sido eliminado el polvo u otros recubrimientos superficiales de las partículas.
- Sumergir la muestra en agua a temperatura ambiente por un periodo de 24 ± 4 horas.
- Sacar la muestra del agua y eliminar la capa visible de agua, evitando la evaporación del agua contenida en los poros de las partículas del árido.
- Determinar la masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco.
- Sumergir la canasta en el recipiente con agua y obtener su masa sumergida en agua.
- Determinar la masa del material sumergido, asegurándose que no exista aire atrapado para lo cual previamente se agita la canasta.

- Recoger las gravas en un recipiente, previamente pesado, e introducirlo al horno a temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante un periodo de 18 a 24 horas, enfriar la muestra, hasta masa constante, determinar y registrar su masa.

Cálculos:

$$f_s = \frac{A}{B-C}$$

$$f_{sss} = \frac{B}{B-C}$$

$$P_o = \frac{A-A}{A} 100$$

f_s : densidad de volumen del árido grueso en estado seco.

A: masa en aire de la muestra secada en el horno.

B: masa en aire de la muestra de árido en estado saturado superficialmente seco.

C: masa en agua de la muestra de árido en estado saturado.

f_{sss} : densidad de volumen del árido grueso en estado saturado superficialmente seco.

P_o: porcentaje de absorción de agua árido grueso.

Resultados de ensayos (**Véase en anexos**).

2.1.12.6 Determinación de la Permeabilidad con Carga Hidráulica.

Objetivo:

Determinar la permeabilidad de un suelo, empleando el permeámetro de carga hidráulica.

Alcance:

La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un líquido que lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Equipo:

- permeámetro de Lucita con piedras porosas, tapa superior e inferior
- resorte metálico y conexiones plásticas
- bureta graduada
- reloj o cronometro
- termómetro
- calibrador
- piseta
- agua

Procedimiento:

- Medimos el diámetro del tubo de Lucita para así determinar el área de la capa filtrante.
- Colocamos la piedra porosa y a continuación se colocó el tubo de Lucita.
- Llenamos de arena el tubo de Lucita hasta que esté al ras y colocamos encima la otra piedra porosa.
- Colocamos el resorte y la tapa para seguido de eso colocar los tornillos y ajustarlos.
- Medimos la longitud de la capa filtrante tomando en cuenta solo lo que es arena.
- Medimos la bureta para así determinar el área de la misma.
- Tomamos la temperatura del agua colocada en el recipiente.

- Colocamos agua en la bureta has que esté llena, pero tapando la manguera por donde sale el agua; ponemos el cronometro en cero y cada 5 segundo se toma la lectura que nos da en la bureta.
- Esta práctica se cogió los datos de 8 tiempos cada uno de 5 segundos cada uno.
- Posteriormente se procede a realizar los cálculos una vez obtenido los datos.

Cálculos:

El coeficiente de permeabilidad se lo calcula por medio de la siguiente formula:

$$k_{20} = k_T \frac{\mu_T}{\mu_{20}}$$

$$h_c = \frac{0,30}{d}$$

$$k_T = \frac{L \cdot a}{A \cdot t} \ln \frac{h_1 - h_c}{h_2 - h_c}$$

Siendo h_1 la carga hidráulica al principio de la prueba y h_2 al final de la misma. Se considera que la carga h actúa todo el tiempo t requerido para que la carga hidráulica pase de h_1 a h_2 .

h_c = Altura de ascensión capilar, en cm

a = Área del tubo de carga, en cm^2

d = Diámetro del tubo de carga, en cm

A = Área de la capa filtrante, en cm^2

L = Longitud de la capa filtrante, en cm

t = Tiempo, en s

véase en (**anexos**)

2.1.12.7 Determinación de Contenido de Vacíos en el diseño de Hormigón Poroso.

Objetivo:

Determinar el porcentaje de vacíos que presenta el diseño de hormigón poroso en su estructura interna.

Alcance:

Para áridos gruesos empleados para el diseño de hormigón Poroso.

Equipo:

- piseta
- muestra de concreto poroso
- probeta
- agua

Procedimiento:

- Obtener una muestra representativa, en este caso se utilizó la muestra con que se realizó el ensayo de permeabilidad.
- Vaciar el agua colocada en la probeta, sobre la muestra de hormigón poroso.
- Determinar la cantidad de agua absorbida por la porosidad que presente el concreto poroso.
- Luego calcular la diferencia entre el volumen de la muestra de concreto poroso y el agua absorbida.

Cálculos:

$$V_r = V_b - V_a$$

Donde:

V_r = Volumen real de briqueta

V_b = Volumen Briqueta.

V_a = Volumen de Agua absorbido por briqueta

% = Porcentaje de vacíos

Véase en (**anexos**).

2.2. PREFACTIBILIDAD

El interés del presente proyecto técnico demanda la atención de aspectos legales relacionado al entorno del estudio de Ingeniería Civil, aplicado a esto se efectuará un corto análisis de alternativas al proyecto.

El agregado que se realizó los ensayos preliminares de sus propiedades físicas y mecánicas concernientes al diseño de hormigones poroso fue extraído de la Cantera Vega Rivera Ubicada en el Cantón Santa Rosa.

Ubicación del rio San Luis, Cantera Santa Rosa.



2.2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL HORMIGÓN POROSO.

El diseño del hormigón poroso en el ámbito Técnico, Social, Ambiental y Económico presenta algunas ventajas y desventajas las cuales se presentará más detalladamente a continuación.

2.2.1.1 Ventajas.

En el trascurso de este proyecto se ha venido citando técnicas alternativas que presenta el diseño de hormigón poroso, ante eventos de escorrentías, el cual permite una excelente filtración y drenaje de aguas lluvias.

2.2.1.1.1 Ventajas de carácter Ambiental en la aplicación de Hormigón Poroso.

Dentro de las ventajas medioambientales de la aplicación del concreto poroso se pueden enumerar las siguientes:

- Control de temperatura por efecto de “isla de calor” no permite la acumulación de calor, por su estructura permeable.
- Llenado de los acuíferos subterráneos, permitiendo el almacenamiento natural y sustentable.
- Purificación natural de escorrentías superficiales, su porosidad permite actuar como un filtro natural, evitando el paso de impurezas al subsuelo y a mantos acuíferos.
- Admite el paso de agua lluvias a raíces y vegetación permitiendo el desarrollo vegetal.

2.2.1.1.2 Ventajas de carácter Económico en la aplicación de Hormigón Poroso.

Dentro de las ventajas más relevantes de carácter Económico se puede mencionar las siguientes:

- Menor costo de realización, puesto que carece de finos y requiere una compactación eficiente, para alcanzar resistencias altas.
- El mantenimiento necesario para su buen funcionamiento es bajo comparado con el diseño de hormigón tradicional.
- Puesta en Obra rápida y cómoda para grandes superficies, esta característica permite un avance rápido en su puesta en obra.

2.2.1.1.3 Ventajas de carácter Social en la aplicación de Hormigón Poroso.

Dentro de las ventajas más relevantes de carácter Sociales se pueden mencionar las siguientes:

- Mejora estética, la cual es visible en el terminado de obra, presentando porosidad sobre su estructura, tanto externa como interna.
- Aumento de seguridad, las rudas de los neumáticos se adhieren mejor sobre la superficie de concreto poroso, que en el de concreto tradicional.
- Aumento de comodidad, se disminuye notablemente el ruido de los neumáticos al estar en contacto con la superficie porosa que presenta este concreto.

2.2.1.2 DESVENTAJAS.

Así como presenta ventajas la aplicación de hormigón poroso, también se presentan desventajas en los siguientes aspectos, tanto sociales, ambientales y económicos.

2.2.1.2.1 Desventajas de carácter Ambiental en la aplicación de Hormigón Poroso.

Dentro de las desventajas más relevantes de carácter Ambiental, se pueden mencionar las siguientes:

- Al presentar una estructura porosa, puede filtrarse contaminantes, como puede ser el caso de aceites, combustibles, etc. por lo cual debe evitarse su aplicación en áreas que puedan presentarse este tipo de contaminantes.
- En caso especiales donde la filtración del suelo es muy reducida, por lo cual se presentaría charcos por eventos de escorrentías.

2.2.1.2.2 Desventajas de carácter Económico en la aplicación de Hormigón Poroso

Dentro de las desventajas más relevantes de carácter Económico, se pueden mencionar las siguientes:

- Elevado costo del mantenimiento de permeabilidad, en casos de filtración de sustancias o sedimentos.
- La aplicación de hormigón poroso requiere de mantenimiento, lo cual podría producirse pérdida de su permeabilidad que lo distingue del hormigón tradicional

2.2.1.2.3 Desventajas de carácter Social en la aplicación de Hormigón Poroso

Dentro de las desventajas más relevantes de carácter Social, se pueden mencionar las siguientes:

- La estética que presenta el diseño de hormigón poroso es limitada, por lo cual se puede observar un acabado continuo.
- El acabado del diseño del hormigón poroso debe de ser óptimo, para que no presente incomodidad al pisar o circular vehículos.

2.3. FACTIBILIDAD

El estudio de factibilidad es una condición básica que sirve para orientar el desarrollo de toma de decisiones, programas, y proyectos.

La alternativa de solución seleccionada para el desarrollo del diseño de hormigón poroso, viene dada por los ensayos de las propiedades mecánicas de los agregados pétreos, los cuales presentaron características aceptables dentro de las normas que caracterizan a estos materiales.

Entre los aspectos más relevante que presenta el diseño de hormigón poroso a la hora de su diseño, se encuentran las siguientes:

- Costo
- Trabajabilidad

Su costo está por debajo de hormigón tradicional, puesto que solo contiene agregado grueso, pasta de cemento y agua, también se puede incorporar aditivos, estos permiten alcanzar una resistencia adicional a la presentada sin su uso.

Su trabajabilidad es otro factor que beneficia positivamente la realización de este diseño, puesto que su elaboración y colocación es muy rápida pudiendo cubrir áreas considerables en un menor tiempo.

En si podemos definir que este tipo de hormigón poroso, presenta características muy amigables con el medio ambiente y la economía, factores claves para el progreso constante y la implementación a nivel nacional de este modelo de diseño.

2.4 Identificación de la alternativa de solución viable para su diseño.

2.4.1 Pavimentos Permeables

Están constituidos por una estructura de material impermeable, usualmente prefabricados, donde su esquema geométrico permite la infiltración del agua lluvia al subsuelo, ya sea por una red de orificios en los bloques o separaciones entre juntas. [19]
Dosificaciones.

2.4.2 Pavimento Poroso

Estos pavimentos en cambio presentan una estructura de concreto o asfalto, constituidos con granulometría sin finos, presentando por sí mismo permeabilidad, escurriendo el agua lluvia a través de vacíos que comprenden un 15% y 25%. [19]

2.4.3 Hormigón Poroso

Los hormigones porosos se permiten ser parte de un conjunto de medidas para la sustentabilidad ecológica en lo que compete la construcción de infraestructura moderna y particularmente con mira al ahorro hídrico. [20]

2.4.4 Agregado grueso

Se define como la unión inorgánica de diferentes minerales originados de manera natural por un conjunto de fases geológicas. [21]

El hormigón poroso se compone de agregado grueso y en muy pocos casos de agregado fino para este proyecto técnico no consideraremos el agregado fino.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

3.1 CONCEPCIÓN DE PROTOTIPO

La metodología experimental se conformó primeramente por la granulometría del material para luego proceder a la fabricación del hormigón poroso. [22] aquí se detallará la dosificación agua/cemento de las probetas y el curado a diferentes edades y su respectiva resistencia a la compresión.

3.1.1. Desarrollo Practico de la Propuesta.

3.1.1.1 Fabricación de probetas cilíndricas para ensayos de hormigón

Para la fabricación de las probetas la cual viene estandarizada por la norma ASTM C31 donde se especifica que tendrán una longitud de 30 cm y un diámetro de 15 cm, también se pueden utilizar cilindros de otra dimensión, siempre que cumplan la relación $L/D=2$, para una debida elaboración y curado de cilindros de concreto.

3.1.1.2 Elaboración de muestra para probetas cilíndricas.

Fue necesario el debido ensayo del cemento portland, para determinar su cumplimiento con las normativas que regulan su densidad y consistencia, el cual si cumplió.

El material utilizado para la elaboración de probetas de ensayos, comprende a agregado 3/4. y 3/8. para el cual se determinaron sus propiedades físicas y mecánicas, para un buen comportamiento a los ensayos de compresión.

3.1.1.3 Preparación de Probetas Cilíndricas

La probeta cilíndrica, debe presentar un aspecto limpio exteriormente y una adecuada limpieza en su interior, para el cual se recomienda colocar una película muy delgada de aceite, así se evitará la adherencia entre concreto y acero, evitando que se destruya el espécimen al momento de retirarlo.

3.1.1.4 Curado de Probetas Cilíndricas.

Cumplida las 24 horas y con la finalidad de definir la resistencia potencial del concreto presentada en las probetas, es elemental que cumplan el curado estipulado en normativas.

El curado se puede presentar a temperatura ambiente, y el más usado en laboratorios es por inmersión la cual permite que no se pierda su humedad, hasta alcanzar los 28 días de curado y poder realizar el respectivo ensayo a compresión.

3.1.1.5 Ensayo de Compresión de especímenes.

No se deben secar los cilindros al momento de ensayarlos, esto permite una temperatura ambiente. Al momento de su colocación se debe ver que esté debidamente centrado en la máquina de ensayo de compresión, esto permitirá que la carga sea distribuida correctamente sobre la superficie del espécimen.

3.2 MEMORIA TÉCNICA

3.2.1 Cantidad de Material para Dosificaciones con agregado 3/4.

Aquí se presenta la cantidad de agregado, agua y cemento para la elaboración de las diferentes dosificaciones.

Tabla 1. Relación A/C 0.40 con agregado 3/4

DOSIFICACION A/C 0.40 PARA AGREGADO 3/4						
Pesos para 1m ³			Cilindro .15*.30	0.00808	m3	
cemento	512.50	kg	4.1		kg	
agua	205.00	kg	1.7		kg	1.7 L
piedra	1210.96	kg	9.8		kg	
arena	0.00	kg	0.0		kg	

Fuente Propia

Tabla 2. Relación A/C 0.45 con agregado 3/4

DOSIFICACION A/C 0.45 PARA AGREGADO 3/4						
Pesos para 1m ³			Cilindro .15*.30	0.00808	m3	
cemento	455.56	kg	3.7		kg	
agua	205.00	kg	1.7		kg	1.7 L
piedra	1250.36	kg	10.1		kg	
arena	0.00	kg	0.0		kg	

Fuente Propia

3.2.1.1 Resultado de las primeras Dosificaciones y su Resistencia.

Este ensayo determina las propiedades mecánicas que evaluarán al hormigón poroso utilizando cemento portland. [23]

El control más importante en la elaboración de hormigones es la resistencia a la compresión, para lo cual se ensayan especímenes estandarizados. [24]

Se elaboraron un número determinado de cilindros con diámetros estandarizados de 150 mm y 300 mm de altura. Cumpliendo las 24 horas fueron desmoldados y puestos a curado. [25]

Cada una de las dosificaciones de concreto poroso se preparó con la ayuda de una concretara de tambor giratorio. [26]

Se elaboraron para cada ensayo de 3/4 una relación A/C de 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50 de las cuales la 0.40 y 0.45 indicaron una porosidad y resistencia aceptable. Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Ensayo de Dosificaciones.

ENSAYOS PARA DETERMINAR SU RESISTENCIA A LOS 3 DIAS							
A/C	PESO (gr)	Ø CILI	ALTURA	AREA	KN	CONV	Kg/cm2
0.30	12786	15	30	176.71	200	0.58	115.49
0.35	13415	15	30	176.71	335	0.58	193.44
0.40	12554	15	31	176.71	170	0.58	98.16
0.45	11996	15	31	176.71	150	0.58	86.61
0.50	12126	15	30	176.71	40	0.58	23.10

Fuente Propia

En este cuadro representativo, se puede observar los resultados de las 5 dosificaciones, en la cual la relación A/C de 0.30 y 0.35 fueron las que presentaron mayor resistencia, aunque no presentaron porosidad, por lo cual se descartó.

Luego están las dosificaciones que tuvieron una relación A/C de 0.40 y 0.45 las cuales presentaron una resistencia aceptable y si presentaban porosidad, con las cuales se realizó las dosificaciones y curados correspondientes para los 7, 14 y 28 días, Aparece la dosificación que tuvo una relación A/C de 0.40 la cual presenta porosidad, pero se la descarto por presentar muy baja resistencia a la compresión.

3.2.1.2 Resultados de Resistencia a la Compresión.

FIGURA 1. Ensayo de Compresión.



El tamaño máximo de agregado menores a los habituales y de adiciones cementicias indica el alto desempeño de estos hormigones. [27]

También cabe recalcar los factores que afectan la resistencia del concreto poroso entre ellos está, la relación A/C, características del cemento, propiedades mecánicas de los agregados, temperatura ambiente, adecuada compactación y la edad del hormigón. [28]

Aquí se presentan los resultados obtenidos, mediante el número de días y curado realizado a los especímenes, con su peso específico que lo caracteriza, y diferencias de pesos, con la siguiente relación A/C 0.40

Tabla 4. Ensayos a Compresión, Relación Agua/Cemento 0.40

CEMENTO TRADICIONAL PORTLAND AGREGADO 3/4 DOSIFICACION A/C 0.40										
P ESPEC	DIAS	PESO	PESO SAT	Ø CILI	ALTURA	AREA	KN	COV	KG/CM2	PROMEDIO
2.46	7	11581	11674	15	30	176.7	180	0.58	104.4	105.85
	7	11831	11924	15	30	176.7	185	0.58	107.3	
	14	12596	12784	15	30	176.7	235	0.58	136.3	134.85
	14	12178	12316	15	30	176.7	230	0.58	133.4	
	28	12416	12509	15	30	176.7	280	0.58	162.4	160.95
	28	12178	12316	15	30	176.7	275	0.58	159.5	

Fuente Propia

Se puede observar la resistencia que presento la dosificación A/C de 0.40, la cual alcanzo una resistencia máxima a los 28 días de curado de 161 kg/cm²

También se presentan los resultados de la dosificación 0.45 en el siguiente cuadro siendo, inferior a la de 0.40 como se pudo determinar en los primeros ensayos.

Tabla 5. Ensayos a Compresión, Relación Agua/Cemento 0.45

AGREGADO 3/4 DOSIFICACION A/C 0.45										
P ESPEC	DIAS	PESO	PESO S	Ø CILIN	ALTURA	AREA	KN	COV	KG/CM2	Mpa
2.43	7	10972	11096	15	30	176.71	180	0.58	92.4	9.1
	14	11291	11432	15	30	176.71	235	0.58	124.3	12.2
	28	11227	11432	15	30	176.71	280	0.58	150.4	14.7

Fuente Propia

A continuación, se presentan las dosificaciones A/C de 0.40 con cemento hidráulico de base vial tipo MH, para determinar si hay variantes en los ensayos a compresión, determinándose los siguientes valores.

Tabla 6. Ensayos a Compresión, Relación A/C 0.40 con Cemento Base Vial

CEMENTO BASE VIAL TIPO MH, AGREGADO 3/4 DOSIFICACION A/C 0.40										
P ESPEC	DIAS	PESO	PESO S	Ø CILI	ALTURA	AREA	KN	COV	KG/CM2	PROMEDIO
2.42	7	12267	12410	15	30	176.7	140	0.58	81.2	79.75
	7	12522	12670	15	30	176.7	135	0.58	78.3	
	14	12594	12738	15	30	176.7	160	0.58	92.8	91.35
	14	12246	12405	15	30	176.7	155	0.58	89.9	
	28	12572	12707	15	30	176.7	225	0.58	130.5	129.05
	28	12271	12394	15	30	176.7	220	0.58	127.6	

Fuente Propia

Se puede apreciar que no hay mucha diferencia, al cambiar el tipo de cemento, alcanzando una resistencia máxima a la compresión de 129. KG/cm² o 12.7 Mpa, un poco menos de la presentada anteriormente con el cemento portland tradicional.

En la siguiente tabla se presenta dosificaciones A/C 0.40 con aditivo tipo acelerante para determinar su resistencia directamente a los 28 días, se presenta su resistencia en la siguiente tabla.

Tabla 7 Ensayos a Compresión Relación A/C 0.40 Incorporado Aditivo.

CEMENTO TRADICIONAL PORTLAND AGREGADO 3/4 DOSIFICACION A/C 0.40											
P. ESPE	ADITIVO	A/C	PESO	P.SATU	Ø CILI	ALTURA	AREA	KN	CONV	KG/CM2	Mpa
2.42	ACELERAN	0.40	12482	12615	15	30	176.7	350	0.58	203	20
	ACELERAN	0.40	12602	12696	15	30	176.7	355	0.58	206	20
	ACELERAN	0.40	13024	13103	15	30	176.7	350	0.58	203	20

Fuente Propia

Se puede apreciar un notable cambio, llegando a presentar un 25% más de resistencia con relación a los ensayos donde no se utilizó aditivos, lo cual cabe indicar la importancia de estos acelerantes en la resistencia de hormigones.

3.2.2 Cantidad de Material para Dosificaciones con agregado 3/8.

Aquí se presenta la cantidad de agregado, agua y cemento para la elaboración de las diferentes dosificaciones.

Tabla 8. Dosificación A/C 0.40 con agregado 3/8.

DOSIFICACION A/C 0.40 PARA AGREGADO 3/8						
Pesos para 1m ³			Cilindro .15*.30	0.00808	m3	
cemento	570.00	kg	4.6		kg	
agua	228.00	kg	1.8		kg	1.8 L
pedra	1508.91	kg	12.2		kg	
arena	0.00	kg	0.0		kg	

Fuente Propia

Tabla 9. Dosificación A/C 0.45 con agregado 3/8.

DOSIFICACION A/C 0.45 PARA AGREGADO 3/8						
Pesos para 1m ³			Cilindro .15*.30	0.00808	m3	
cemento	506.67	kg	4.1		kg	
agua	228.00	kg	1.8		kg	1.8 L
pedra	1567.69	kg	12.7		kg	
arena	0.00	kg	0.0		kg	

Fuente Propia

Tabla 10. Dosificación A/C 0.50 con agregado 3/8.

DOSIFICACION A/C 0.50 PARA AGREGADO 3/8					
Pesos para 1m ³			Cilindro .15*.30	0.00808	m3
cemento	456.00	kg	3.7	kg	
agua	228.00	kg	1.8	kg	1.8 L
pedra	1614.71	kg	13.1	kg	
arena	0.00	kg	0.0	kg	

Fuente Propia

A continuación, se presenta la tabla de agregado 3/8 con su respectiva resistencia, por falta de material para su elaboración se probó su resistencia a los 28 días de curado, dando una de las resistencias más altas, la relación A/C 0.40, dio una resistencia de 17 Mpa, cabe recalcar que esta dosificación podría fácilmente alcanzar los 21 Mpa, si se hubiese utilizado aditivo.

Tabla 11. Dosificación A/C 0.40, 0.45, 0.50 con agregado 3/8.

CEMENTO TRADICIONAL PORTLAND AGREGADO 3/8 DOSIFICACION A/C 0.40, 0.45, 0.50											
P ESP	A/C	PESO	P.SAT	DIFE	Ø CILI	ALTURA	AREA	KN	CONV	KG/CM2	Mpa
2.24	0.40	11271	11376	105	15	30.0	176.7	300	0.58	173.2	17.0
2.42	0.45	11379	11490	111	15	30.0	176.7	270	0.58	155.8	15.2
2.21	0.50	11099	11227	128	15	30.0	176.7	240	0.58	138.5	13.6

Fuente Propia

3.3. Presupuesto

El siguiente presupuesto está realizado para el diseño de un metro cubico de concreto poroso donde se indica su cantidad y valor.

Tabla 12. Cantidad de material para un metro cubico.

N°	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total(\$)	%
1	Cemento	U.	11.4	8.1	92.34	62.5
2	Agregado 3/8	m3	0.573	25	14.33	9.69
3	Agua	m3	1	1.15	1.15	0.78
4	Concretera	U.	1	40	40	27.1
TOTAL					147.82	100

Fuente Propia

3.4. PROGRAMACIÓN DE OBRAS.

Una buena programación de obra permite la elaboración y control indispensable para la ejecución de proyectos dentro de un rango aceptable de tiempo y costo. [29]

Aquí se presenta el desarrollo y elaboración de las probetas con sus respectivos días y fechas para su desarrollo.

	Modo de	Nombre de tareas	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		DISEÑO DE HORMIGON POROSODE	41 días	mié 18/07/18	lun 27/08/18	
2		Obtener material petreo del campamento el Pedregal	1 día	mié 23/05/18	mié 23/05/18	
3		Ensayos de las Propiedades Fisicas y Mecanicas de los agregados	10 días	mié 30/05/18	vie 08/06/18	2CC+7 días
4		Elaboracion de las Porbetas Cilindricas de Hormigón	1 día	mié 13/06/18	mié 13/06/18	3CC+14 días
5		Desmolde y Curado de los specimenes de Hormigón	1 día	mié 13/06/18	mié 13/06/18	4CC
6		Ensayo de Compresion de Probetas cilindricas de hormigón a los 7 días	7 días	mié 20/06/18	mar 26/06/18	5CC+7 días
7		Ensayo de Compresion de Probetas cilindricas de hormigón a los 14 días	7 días	mié 27/06/18	mar 03/07/18	6CC+7 días
8		Ensayo de compresion de Probetas cilindricas de hormigón a los 28 días	14 días	mié 11/07/18	mar 24/07/18	7CC+14 días

Figura 2. Programación de Obras del Diseño de un Concreto Poroso

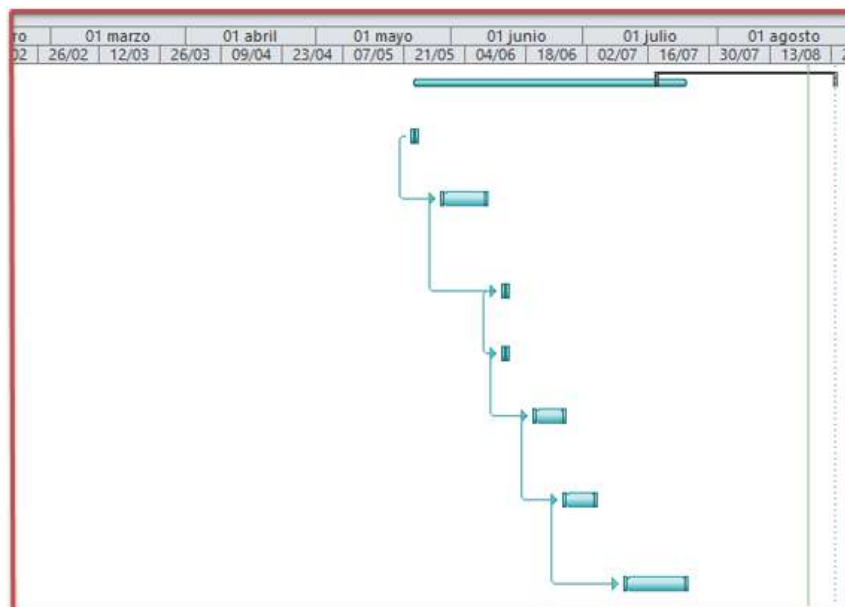


Figura 3. Diagrama de Barras

4. CONCLUSIONES.

- Para el desarrollo de este proyecto técnico se analizó las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, una vez realizado estos ensayos se pudo determinar las diferentes relaciones A/C, para determinar la dosificación adecuadas, obteniéndose para el agregado 3/4 una relación a/c de 0.40 y 0.45 y para el agregado 3/8 una relación a/c de 0.40, 0.45, siendo las más idóneas para la presentación se este proyecto la relación A/C de 0.40, tanto para el agregado 3/4 y 3/8. presentaron resistencias altas y una muy buena permeabilidad
- Realizado el ensayo mediante el permeámetro de carga hidráulica, se pudo constatar que la relación agua cemento de los dos tipos de agregado correspondía a una permeabilidad muy alta, característica de los agregados gruesos, e indispensable para el diseño del Hormigón Poroso.
- A nivel económico se evaluaron el diseño de hormigón poroso con el diseño de hormigón tradicional determinándose una diferencia de costo o ahorro del 17% con relación al hormigón tradicional.
- También se pudo verificar que el diseño de Hormigón Poroso con agregado de 3/4, lo supera en peso en un 2% al diseño de hormigón tradicional que contiene (arena, grava $\frac{3}{4}$ y cemento), y el diseño de hormigón poroso con agregado 3/8 lo supera en peso con un 10.5% al diseño de hormigón tradicional que contiene (agregado 3/8, arena, cemento).

5. RECOMENDACIONES.

- Para obtener una resistencia adecuada al diseño de Hormigones Porosos se debe tener muy presente la compactación, la cual se realiza con una varilla punta de bala para lo cual se deberá llenar el cilindro $1/3$ y se compactará 25 veces y así sucesivamente se realiza el llenado total del cilindro.
- Para el ensayo de permeabilidad se recomienda tener el equipo acorde al ensayo como fue el equipo de permeámetro de carga hidráulica, obteniéndose valores muy exactos a la realidad del agregado $3/4$. y $3/8$ utilizados para el diseño del hormigón poroso.
- Una sugerencia muy importante, las dosificaciones se las debería realizar a mano, puesto, que en la concretara se queda adherida un determinado porcentaje de pasta de cemento alterando su porosidad y elevando su resistencia y en otros casos lo contrario. La dosificación realizada con el agregado $3/8$ se la realizo a mano y se obtuvieron los valores más altos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1] S. Zito. Irassar. E “ESTUDIO SOBRE PASTAS Y MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND CON REEMPLAZO POR LOZA SANITARIA” *Avances en Cien e Ing.* Vol.7, no 2, pp.57-66, abril-jun.2016.

[2] W. Aperador, J. Bautista “Evaluación de las propiedades mecánicas de materiales compuestos elaborados a partir de cenizas volantes y polímeros reciclados” *Rev. Ingeniería Universidad de Medellín*, vol. 14, no. 27, pp. 79-91, jul-dic. 2015.

[3] L. González. T. Castaño” RECOMENDACIONES PARA MEZCLAS DE HORMIGON HIDRAULICO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN SANTIAGO DE CUBA” *Cien en su PC*, no. 3, pp. 55-71, jul-sep.2015.

[4] M Torres. F Carrasco “la activación alcalina de diferentes aluminosilicatos como una alternativa al cemento portland: cementos activados alcalinamente o geopolímeros” *Rev. Ing. de Construcción*, Vol. 32, no. 2, pp.5-12.2017.

[5] L. M. Vélez” Permeabilidad y Porosidad en Concreto” *Tecno Lógicas*, no 25, pp 169-187. dic 2010.

[6] N. R. Camargo, C. H. Higuera “CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON SÍLICE OBTENIDA DE LA CASCARILLA DEL ARROZ” *Cien. Ing. Neogranadina*. Vol. 27-1, pp.91-109, 2017.

[7] R. Solís, E Arjona” Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c” *Rev. de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, vol. 2, no. 1, pp.21-29, ene-abril. 2012.

[8] L. Martínez. M. Torres” limite de conformidad de finos pasados por el tamiz 20. Influencia reologica-mecanica en matriz del hormigón” *Rev. de Arquitectura e Ingeniería*. Vol. 7, no. 3, pp. 1-79. dic. 2013.

[9] G. Díaz F. Salas” RECOMENDACIONES PARA MEZCLAS DE HORMIGON HIDRAULICO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN SANTIAGO DE CUBA” *Ciencia en su PC*, no. 3, pp. 55-71, jul-sept. 2015.

[8] L. Martínez. M. Torres” Limites de conformidad de finos pasados por el tamiz 200. Influencia reologico-mecanica en la matriz del hormigón” *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol.7, no.3, pp. 1-79. dic.2013.

[10] F. Cirelli. A “El agua un recurso esencial” *Química Viva*, vol.11, no.3, pp. 147-170, dic 2012.

- [11] A. Vázquez, L. León” Propuesta de diseño de morteros para el mantenimiento, conservación y recuperación de edificaciones basados en su resistencia a flexión y compresión” *Rev. de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 8, no. 1, pp. 1-12, abril. 2014.
- [12] C. J. Mendoza. C.D.P “Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plásticos y endurecido” *Concreto y Cemento Investigación y Desarrollo*. Vol. 2, pp.35-47, ene-jun 2011.
- [13] A. Fernández. J Morales. “Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo supe plastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días” *Revista INGENIERÍA UC*, vol.23, no.2, pp.192-203, ago.2016.
- [14] L. A. Quintero, J. Herrera “RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA POROSIDAD DEL CONCRETO EVALUADA A PARTIR DE PARÁMETROS ULTRASÓNICOS” *Grupo de Investigación en Desarrollo y Tecnología de nuevos Materiales* pp.69-76, jun.2011.
- [15] D. C. Gámez. García. H. Gómez.” Estudio de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural” *Ingeniería y Desarrollo*, vol.35, no.2, pp 283-304.
- [16] J. Toirac. Corral “EL SUELO-CEMENTO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION” *Ciencia y Sociedad*, vol.33, no.4, pp.520-571, oct-dic.2008.
- [17] J. Toirac. Corral. “LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL HORMIGON, CONDICION NECESARIA PERO NO SUFICIENTE PARA EL LOGRO DE LA DURABILIDAD DE LAS OBRAS” *Ciencia y Sociedad*, vol.34, no.4, pp.463-504, oct-dic. 2009.
- [18] N. James. F. Salas. “COMPORTAMIENTO MECANICO EN ZONA DE ALTA SISMICIDAD DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRA” *Cien en su PC*, no. 1, pp. 29-41, ene-marzo. 2017.
- [19] J. Castro, C. Videla, “Estudio de dosificación en laboratorio para pavimentos porosos de hormigón” *Revista Ingeniería de Construcción*, Vol. 24, no. 3, pp. 271-284, dic. 2009.
- [20] E. Cárdenas, A. Rodríguez.” Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua” *CIENCIA ergo-sum*, vol. 24-2, pp.173-180. jul-oct. 2017.
- [21] W.P. Orozco Centeno “Clasificación de rocas ígneas, sedimentarias y meta morfás en secciones delgadas a través programación estructurada” *Boletín de Cien de la Tierra*, no.36, pp.5-9, dic.2014.

- [22] H. D. Cañola. C. Echeverría “bloques de concreto con aditivos bituminosos para sobre cimiento” *Ingeniería Y Desarrollo*. Vol. 35, no. 2, pp. 491-512, jul-dic,2017.
- [23] N. Marcondes, F. Medeiros” Nanotubos de carbono en concreto de cemento Portland. Influencia de la dispersión en las propiedades mecánicas y en la absorción de agua” *Rev. ALCONPAT*, vol. 5, no. 2, pp. 97-114, agosto. 2015.
- [24] A. Fernández J. Morales “Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP, para edades mayores a 28 días.” *Rev. INGENIERIA UC*, Vol.23, no. 2, pp. 197-203, agosto. 2016.
- [25] C. J. Cárdenas Pulido “Efecto del ion cloruro sobre las propiedades mecánicas a compresión del concreto reforzado con fibra de acero “*Ingeniería y Desarrollo*, vol.33, no. 2, pp. 149-171. jul-dic, 2015.
- [26] C. Gaedicke, A. Marines” Efecto del uso de materiales reciclados y métodos de compactación en las propiedades mecánicas e índice de reflectancia solar del hormigón permeable.” *Rev. Ing. de la construcción*. vol.30, no. 3, pp. 159-167, 2015.
- [27] D. E. Hou Huan “HORMIGONES LIVIANOS DE ALTO DESEMPEÑO” *Rev. tecnológica ESPOL*, vol. xx, No xx.
- [28] C. León. T. Fuentes” Propuesta de mortero para ser utilizado en la reparación y rehabilitación de estructuras.” *Rev. de Arquitectura e ingeniería*, vol. 6, no. 1, pp. 1-9, 2012.
- [29] D. Gómez. A. Orobio” Efectos de la incertidumbre en la programación de proyectos de construcción de carreteras” *Rev. Dyna*, vol 82, no 193, pp. 155-164, 2015.

ANEXOS.

Anexo 1.

Tabla 1. Ensayo de Densidad del Cemento.

DENSIDAD DEL CEMENTO	
Masa W(kg)	0,06
Volumen inicial Vi (m ³)	0,000
Volumen final (m ³)	0,0000205
V = Vf - Vi	0,0000205
Densidad = W/V (kg/ m ³)	2926,829

Fuente propia

Anexo 2.

Tabla 2. de consistencia del Cemento.

Consistencia del Cemento				
DESCRIPCION	CEMENTO (g)	AGUA (g)	C(%)	PENETRACION (mm)
1	500	150	30%	11

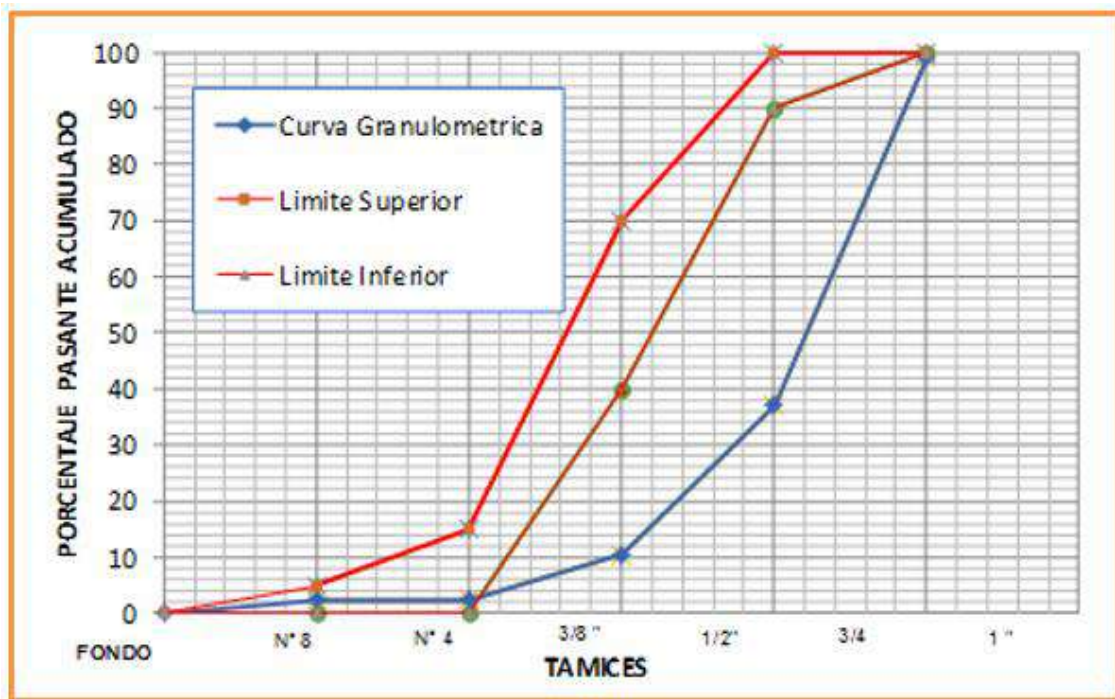
Fuente propia.

Anexo 3.

Tabla 3. Resultado de granulometría 3/4.

Masa de la Muestra: 5000 g							
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	Limites Específicos	
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%	Max	Min
2 1/2		0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2	50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 1/2	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4	19	50.00	50.00	1.01	98.99	90.00	100.00
1/2	12.5	3063.00	3113.00	63.00	37.00		
3/8	9.5	1314.00	4427.00	89.60	10.40	70.00	40.00
N°4	4.75	399.00	4826.00	97.67	2.33	15.00	0.00
N°8	2.36	0	4826.00	97.67	2.33	5.00	0.00
Bandeja		115	4941.00	100.00	0.00	-	-
Módulo de Finura		=	3.49				
TMN		=	3/4				

Fuente propia.

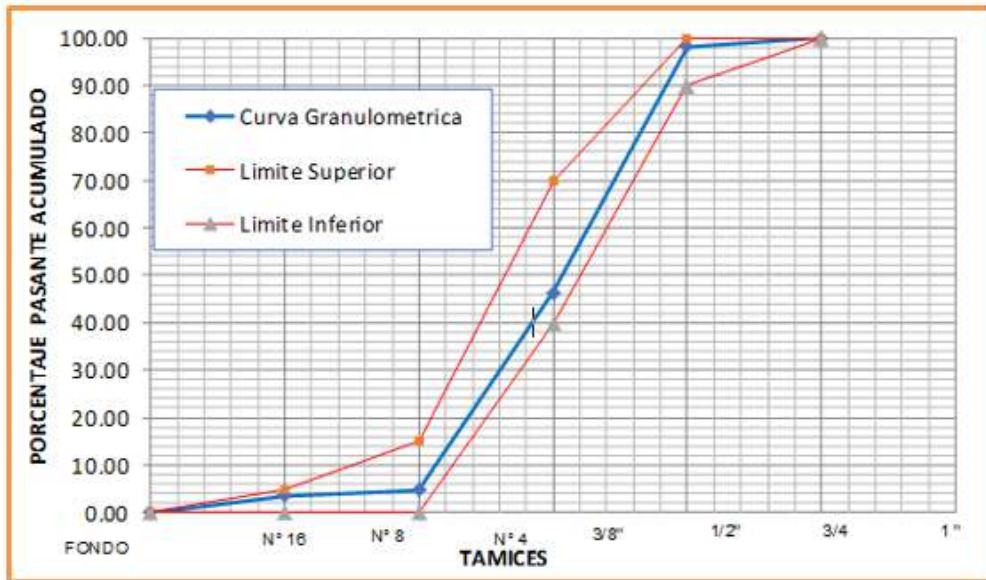


Anexo 4.

Tabla 4. Resultado de granulometría 3/8.

Masa de la Muestra: 5000 g							
TAMIZ		RETENIDO		RETENIDO	PASA	LIMITES ESPECIFICOS	
Pulg.	mm	PARCIAL	ACUMULADO	%	%	MAX	MIN
2 1/2		0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2	50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/4	19	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2	12.5	5.00	5.00	0.10	99.90	100.00	90.00
3/8	9.5	83.00	88.00	1.76	98.24	70.00	40.00
N°4	4.75	2592.00	2680.00	53.60	46.40	15.00	0.00
N°8	2.36	2079	4759.00	95.18	4.82	5.00	0.00
N°16	1.18	64	4823.00	96.46	3.54	0	0
Bandeja		177	5000.00	100.00	0.00	-	-
Módulo de Finura		=	2.471				
TMN		=	3/8				

Fuente propia.



Anexo 5.

Tabla Ensayos de desgaste del agregado 3/4. 5.

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad
Masa inicial	g	5000.00
Masa Retenida en el Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	3923.00
Masa pasante del Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	1077.00
Desgaste	%	21.54%

Fuente propia.

Anexo 6.

Tabla 6. Ensayo de desgaste del agregado 3/8.

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad
Masa inicial	g	5000.00
Masa Retenida en el Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	3110.00
Masa pasante del Tamiz N° 12 después de 500 Rev.	g	1890.00
Desgaste	%	37.80%

Fuente propia.

Anexo 7.

Tabla 7. Resultado densidades del agregado 3/4.

Descripción	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	1089	g
peso (Muestra + Canastilla) Sumergida	1579	g
Peso Canastilla Sumergida	1028	g
Peso Muestra seca	1080	g
Peso Muestra Sumergida	549	g
Gravedad Especifica Bulk	2.00	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2.02	g/cm ³
Gravedad Especifica Aparente	2.03	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	0.8%	%

Fuente propia

Anexo 8.

Tabla 8. Resultado densidades del agregado 3/8.

Descripción	Valor	Unidad
Peso Muestra Superficialmente Seco	863	g
peso (Muestra + Canastilla) Sumergida	1573	g
Peso Canastilla Sumergida	1028	g
Peso Muestra seca	853	g
Peso Muestra Sumergida	545	g
Densidad Relativa	2.68	g/cm ³
Gravedad Especifica Saturada con Superficie seca	2.71	g/cm ³
Gravedad Especifica Aparente	2.77	g/cm ³
Porcentaje de Absorción	1.2%	%

Fuente propia

Anexo 9.

Tabla 9. Ensayos Referente a Permeabilidad

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS								
PERMEABILIDAD CON CARGA VARIABLE					PROFUNDIDAD:	m.		
					DESCRIPCION	GRAVA GRUESA		
FECHA:	13 JULIO DEL 2018			COORDENADAS :				
DATOS INICIALES:								
CILINDRO N°	1							
DIAMETRO DE LA MUESTRA:	7.2			cm.				
LONGITUD DE LA MUESTRA, L	10			cm.				
AREA DE LA MUESTRA, A:	40.72			cm.				
DENSIDAD DE SOLIDOS, Gs:								
MEDIDA #	FECHA	HORA	TIEMPO t (seg)	CARGA INICIAL h1	CARGA FINAL h2	TEMPERATURA °C	KT cm/seg.	K20 cm/seg
1			3.5	120.00	90.00	24	1.43E-01	1.19E-01
2			4.8	90.00	60.00	24	1.47E-01	1.22E-01
3			4.15	60.00	30.00	24	2.91E-01	2.42E-01
4			4.15	30.00	1.00	24	1.47E+00	1.22E+00
suma							2.05E+00	1.70E+00
promedio de KT=							5.11E-01	4.26E-01
TUBO DE CARGA N°							1	uni
DIAMETRO DE TUBO DE CARGA(d)							3	cm
AREA DE TUBO DE CARGA a:=							7.07	cm ²
ALT. DE ASCEN. CAPILAR, hc=							0.10	cm
FORMULAS:								
hc = 0,30cm ² /d								
K20= KT(μT/μ20):							4.26E-01	cm/seg
PERMEABILIDAD PROMEDIO K20								cm/seg
μT/μ20 =							0.832	
OBSERVACIONES: MUY PERMEABLE								

Fuente propia

Anexo 10.

Tabla10. Característica y Permeabilidad del Tipo de Suelo

PERMEABILIDAD RELATIVA	VALOR DE K (cm/s).	SUELO TIPO
Muy permeables	Mayor de 10 ⁻¹	Grava gruesa
Permeabilidad media	10 ⁻¹ a 10 ⁻³	Arena, arena fina
Baja permeabilidad	10 ⁻¹ a 10 ⁻⁵	Arena limosa, o sucia
Muy baja permeabilidad	10 ⁻⁵ a 10 ⁻⁷	Limo
Impermeable	Menor de 10 ⁻⁷	Arcilla.

Anexo 11.

Tabla 11. Ensayo de Contenido de Vacíos

DATOS DE DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	AGREGADO	3/4	3/4	3/8	3/8	3/8
	Relacion A/C	0.4	0.45	0.4	0.45	0.5
Volumen Briqueta (Vb)		407.15	407.15	407.15	407.15	407.15
Volumen de Agua absorbido por Briqueta (Va)		80	85	65	72	75
DATOS DE BRIQUETA						
Diametro superior de la briqueta		7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
Diametro inferior de la briqueta		7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
Altura de briqueta.		10	10	10	10	10
RESULTADOS						
Volumen de Real de Briqueta $V_r=(V_b-V_a)$		327.15	322.15	342.15	335.15	332.15
% Vacios		19.65	20.88	15.96	17.68	18.42

Fuente propia.

Anexo 12.

Memoria fotográfica del ensayo de Propiedades Mecánicas de los agregados



Anexo 13.

Memoria Fotográfica del Ensayo a Compresión



Anexo 14.

Memoria Fotográfica del Ensayo de Permeabilidad



Anexo 15.

Memoria Fotográfica del Ensayo de Contenido de Vacíos



Anexo 16.

Memoria Fotográfica del Diseño de Hormigón Poroso 3/4



Anexo 17.

Memoria Fotográfica del Diseño de Hormigón Poroso 3/8



Anexo 18.

Memoria Fotográfica del Diseño de Hormigón Poroso 3/8 y 3/4



Anexo 19.

Tipos de Curado del Concreto Poroso

