

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y
ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS POLIPROPILENO EN
UNA VÍA COLECTORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

SANTOS HERNAN OBLITAS VILLANUEVA

ASESOR

JUAN IGNACIO LUNA MERA

<https://orcid.org/0000-0003-0245-3137>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA
PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA
CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO
CHEMA 3 Y FIBRAS POLIPROPILENO EN UNA VÍA
COLECTORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO 2019**

PRESENTADA POR:

SANTOS HERNAN OBLITAS VILLAVUEVA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Segundo Guillermo Carranza Cieza

PRESIDENTE

Héctor Augusto Gamarra Uceda

SECRETARIO

Juan Ignacio Luna Mera

VOCAL

Dedicatoria

A Dios por hacer posible que logre culminar esta etapa de mi vida y ayudarme a superar todos los obstáculos para poder lograrlo.

A mis padres por darme todo su apoyo, y haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, con buenos valores, sentimientos y hábitos. A mis tíos por el apoyo emocional, desde que inicie esta hermosa carrera. A mi hermana mayor quien me instruido disciplinadamente, en el aspecto de la puntualidad, responsabilidad y orden. A mis abuelos que me brindaron un espacio en su casa para mayor comodidad y convivir en un ambiente familiar. A mi asesor el Ing. Juan Luna, por toda la colaboración, y consejos a lo largo de todo el desarrollo de mi tesis.

Y en cierta medida a todas aquellas personas que me brindaron apoyo, de una u otra manera a lo largo de la carrera.

Agradecimientos

Agradecerle a Dios por toda la fortaleza que me dio para poder concluir esta importante etapa de mi vida y agradecer por todos sus cuidados a lo largo de mi vida.

Agradezco a mis padres por el apoyo emocional y económico que me brindaron a lo largo de mi vida y por permitirme llegar hasta donde estoy. A mis abuelos, por su cortesía, atención y convivencia durante los años que demandó esta carrera. A mis familiares, por brindarme los asesoramientos y el impulso para seguir adelante con la carrera profesional. A mi asesor Juan

Luna, por su ayuda y paciencia al brindarme las asesorías. A mi novia, por su ayuda, paciencia y motivación constante a lo largo de este proceso y a su familia Toro Chicoma, quienes me ofrecieron amablemente su apoyo y con esto un espacio en su vivienda, para desarrollar gran parte de mi tesis. A los laboratoristas Henry y Marco de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la USAT, que me echaron la mano y orientaron, para realizar los ensayos de mi tesis. A Jorge Jacinto, que me ofreció su apoyo y sus conocimientos sobre concreto permeable. Y a todos mis amigos, que de una u otra manera, fueron partícipes a lo largo del desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
2.2 BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS.....	6
2.2.1 PAVIMENTOS.....	6
2.2.2 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	10
2.2.3 EFECTO DEL FEN EN EL DRENAJE PLUVIAL	11
2.2.4. PAVIMENTOS PERMEABLE	12
2.2.5 MATERIALES.....	15
2.2.6 PROPIEDADES	17
2.2.7 VARIABLES QUE AFECTAN AL COCRETO PERMEABLE.....	22
2.2.8 DISEÑO DE MEZCLA	25
2.2.9 CONFORMACIÓN DEL PAVIMENTO PERMEABLE.....	28
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	32
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO.....	32
3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN	34
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES Y HIPOTESIS.....	35
3.5.1. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	35
3.5.2. VARIABLES OPERACIONALIZACIÓN.....	35
3.5.3. OBJETIVO GENERAL.....	35
3.5.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.6.1 ENSAYOS A LOS AGREGADOS	36
3.6.2 ENSAYO PARA MEDIR EL CONTENIDO DE AIRE	50

3.6.2 ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO	51
3.6.3 ENSAYO DE ASENTAMIENTO.....	51
3.6.4 CURADO DE LOS ESPECÍMENES TESTIGOS CILINDRICOS Y PRISMÁTICOS (NTP 339. 183)	52
3.6.5. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS	52
3.6.7. ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN.....	53
3.6.8 ENSAYO DE PERMEABILIDAD	53
3.7. PROCEDIMIENTOS	53
3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	57
3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA	59
3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	60
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	61
4.1. CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO FRESCO	61
4.1.1. ASENTAMIENTO DE LA MEZCLA (NTP 339.035)	61
4.1.2. TEMPERATURA DE LA MEZCLA (NTP 339.184).....	63
4.1.3. DENSIDAD Y CONTENIDO DE VACÍOS (NTP 339.230).....	64
4.2. CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO ENDURECIDO	66
4.2.1. ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034).....	66
4.2.2. ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (NTP 339.078)	75
4.2.3. ENSAYO DE PERMEABILIDAD (ACI 522-R)	76
4.2.4. RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y ABRASIÓN (NTP 339.239)	78
4.3. DISEÑO DE MEZCLA DEFINITIVO	80
4.4. DISEÑO DEL PAVIMENTO PERMABLE	87
4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA	101
V. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	106
4.6.1 RESUMEN EJECUTIVO	107
4.6.2 OBJETIVO	108
4.6.3 MARCO LEGAL.....	108

4.6.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO	113
4.6.5 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	121
4.6.6 LÍNEA BASE AMBIENTAL.....	122
4.6.7 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES	130
4.6.8 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	131
4.6.9 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	135
4.6.10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	135
4.6.11 PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL.....	148
4.6.12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	150
4.6.13 BIBLIOGRAFÍA	151
4.6.14 ANEXOS	151
VI. DISCUSIÓN.....	153
6.1. PRUEBAS PRELIMINARES	153
6.2. VERSUS ENTRE RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS.....	153
6.2.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VS RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	153
6.2.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VS PERMEABILIDAD	155
6.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VS CONTENIDO DE VACÍOS	158
6.2.4. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VS CONTENIDO DE VACÍOS.....	160
6.2.5. COMPARACIÓN DE INVESTIGACIONES.....	162
6.2.6. RENTABILIDAD DEL PROYECTO	163
VII. CONCLUSIONES.....	164
VIII. RECOMENDACIONES	166
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
X. ANEXOS	172

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Av. Chiclayo	2
Ilustración 2: Índice de servicio	7
Ilustración 3 Modulo de Ruptura Recomendado.....	10
Ilustración 4: Intensidades Niño 97-98	11
Ilustración 5: Propiedades del concreto permeable	12
Ilustración 6 Curado en campo de un concreto permeable	13
Ilustración 7: Requisitos para la gradación de agregados finos.....	16
Ilustración 8: Requisitos de gradación para los agregados gruesos.....	16
Ilustración 9 Permeámetro de carga variable	21
Ilustración 10: Influencia el aumento del agregado fino con respecto a la resistencia a flexión	23
Ilustración 11: Relación entre el contenido de vacíos y la relación w/c para dos casos de compactación.....	24
Ilustración 12 Relación de b/bo para distintos % arena	26
Ilustración 13 Relación entre porcentaje de vacíos y porcentaje de pasta	26
Ilustración 14 Cálculo de la capa de rodadura	30
Ilustración 15 Tabla de datos de granulometría agregado grueso	38
Ilustración 16 Curva granulométrica del agregado grueso.....	38
Ilustración 17 Límites granulométricos del agregado fino.....	39
Ilustración 18 Tabla de resultados de la granulometría del agregado fino.....	40
Ilustración 19 Curva granulométrica del agregado fino.....	40
Ilustración 20 Análisis granulométrico del agregado grueso	41
Ilustración 21 Análisis granulométrico del agregado fino	41
Ilustración 22 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	44
Ilustración 23 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	45
Ilustración 24 Peso específico y absorción del agregado fino y grueso.....	48
Ilustración 25 Resistencia al desgaste del agregado grueso	50

Ilustración 26:Procedimiento del ensayo de asentamiento	51
Ilustración 27.Tipo de fallas por compresión	52
Ilustración 28 Ensayos del concreto permeable en estado fresco	54
Ilustración 29 Compactación con el martillo de Marshall y el Proctor Estándar.....	55
Ilustración 30 Curado de las probetas para ensayo de desgaste por abrasión e impacto	56
Ilustración 31 Aplicación de silicona para ensayo de permeabilidad	57
Ilustración 32 Curva de resistencia a la compresión vs tiempo del grupo A (noviembre)	70
Ilustración 33 Curva de resistencia a la compresión vs tiempo del grupo B (enero).....	72
Ilustración 34 Curva de resistencia a la compresión vs tiempo del grupo C (agosto)	74
Ilustración 35 Densidad y contenido de vacíos del Diseño definitivo	81
Ilustración 36 Temperatura del Diseño Definitivo.....	82
Ilustración 37 Ensayo de Asentamiento del ensayo del Diseño Definitivo	82
Ilustración 38 Resultados de resistencia a compresión a los 7,14,21 días del Diseño Definitivo	83
Ilustración 39 Resultados de resistencia a compresión a los 28 días del Diseño Definitivo....	83
Ilustración 40 Curva de Resistencia a la compresión del Diseño Definitivo MPC-4	84
Ilustración 41 Ensayo de Resistencia a la flexión del diseño definitivo V-4.....	84
Ilustración 42 Esquema del permeámetro de carga variable usado	86
Ilustración 43 Ensayo de permeabilidad del diseño definitivo	87
Ilustración 44 Ejes Equivalentes para diferentes clases de vía	88
Ilustración 45 Esquema del detalle del diseño del pavimento permeable y pavimento convencional.....	99
Ilustración 46 Sección transversal del pavimento permeable	99
Ilustración 47 Corte longitudinal de la sección transversal del pavimento permeable	99
Ilustración 48 Esquema de pavimento permeable recomendado	100
Ilustración 49 Esquema de un pavimento convencional	101
Ilustración 50 Ubicación del proyecto	114
Ilustración 51 Máquina de los Ángeles	117

Ilustración 52 Mezclado y llenado de moldes para el concreto permeable.....	118
Ilustración 53 Ensayos de concreto permeable en estado fresco	119
Ilustración 54 Ensayos de concreto permeable en estado endurecido	119
Ilustración 55 Área de influencia directa	121
Ilustración 56 Área de influencia indirecta	122
Ilustración 57 Relieve topográfico provincia de Chiclayo.....	123
Ilustración 58 Ríos de Lambayeque y sus características	124
Ilustración 59. Vertientes del Pacífico.....	124
Ilustración 60 Temperatura en la Ciudad de Chiclayo.....	125
Ilustración 61 Características del viento en la Ciudad de Chiclayo.....	125
Ilustración 62 Zona sísmica de la Victoria.....	126
Ilustración 63 Zona del proyecto.....	127
Ilustración 64 Plantas en zona del proyecto	127
Ilustración 65. Fauna en el lugar del proyecto	128
Ilustración 66 Actividades económicas de la región Lambayeque	129
Ilustración 67 Matriz de Leopold de la elaboración de un concreto permeable	134
Ilustración 68 Caja insonorizante.....	137
Ilustración 69 Material fono absorbente.....	137
Ilustración 70 Manta de fibra de vidrio	138
Ilustración 71 Residuos del vaciado del concreto permeable	138
Ilustración 72 Residuos de los testigos ensayados	139
Ilustración 73 Casco de Seguridad	143
Ilustración 74 Zapatos punta de acero.....	144
Ilustración 75 Guantes de Seguridad.....	144
Ilustración 76 Equipos de protección auditiva	145
Ilustración 77 Equipos de protección visual	146
Ilustración 78 Equipo de protección respiratoria	146

Ilustración 79 Problemas ergonómicos	147
Ilustración 80 Equipos para la mejora de problemas ergonómicos.....	147
Ilustración 81 Jerarquía de la Mitigación	149
Ilustración 82 Ensayos realizados en Laboratorio.....	151
Ilustración 83 Materiales que se utilizaron para el diseño de un concreto permeable	152
Ilustración 84 Curado del concreto permeable.....	152
Ilustración 85 Resistencia a la compresión vs resistencia a la flexión.....	154
Ilustración 86 Resistencia a la compresión vs permeabilidad Grupo A (noviembre)	156
Ilustración 87 Resistencia a la compresión vs permeabilidad Grupo B (enero)	157
Ilustración 88 Resistencia a la compresión vs permeabilidad Grupo C (agosto).....	158
Ilustración 89 Resistencia a la compresión vs contenido de vacíos reales de los diferentes diseños preliminares	159
Ilustración 90 Resistencia a la flexión vs contenido de vacíos de los diferentes diseños de mezcla preliminares.....	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Compactación para probetas cilíndricas y prismáticas	15
Tabla 2 Descripción de los códigos de los diferentes diseños preliminares	33
Tabla 3 Total de ensayos realizados.....	33
Tabla 4 Ensayos efectivos	34
Tabla 5 Huso 8 y 67	37
Tabla 6 Matriz de Consistencia.....	59
Tabla 7 Asentamiento de Diseños de Prueba	61
Tabla 8 Asentamiento de los diseños preliminares grupo A.....	62
Tabla 9 Asentamiento de los diseños preliminares grupo B	62
Tabla 10 Asentamiento de los diseños preliminares grupo C	62
Tabla 11 Temperatura de los diseños de pruebas.....	63
Tabla 12 Temperatura de los diseños preliminares grupo A.....	63
Tabla 13 Temperatura de los diseños preliminares grupo B	64
Tabla 14 Temperatura de los diseños preliminares grupo C.....	64
Tabla 15 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños de prueba	65
Tabla 16 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños preliminares del grupo A.....	65
Tabla 17 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños preliminares del grupo B.....	65
Tabla 18 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños preliminares del grupo C.....	66
Tabla 19 Resistencia a la Compresión de los diseños de prueba	67
Tabla 20 Resistencia a la Compresión a los 7 días de los diseños preliminares Grupo A.....	68
Tabla 21 Resistencia a la Compresión a los 14 días de los diseños preliminares Grupo A.....	68
Tabla 22 Resistencia a la Compresión a los 21 días de los diseños preliminares Grupo A.....	69
Tabla 23 Resistencia a la Compresión a los 28 días de los diseños preliminares Grupo A.....	69
Tabla 24 Resistencia a la Compresión a los 7 días de los diseños preliminares Grupo B.....	70

Tabla 25 Resistencia a la Compresión a los 14 días de los diseños preliminares Grupo B	71
Tabla 26 Resistencia a la Compresión a los 21 días de los diseños preliminares Grupo B	71
Tabla 27 Resistencia a la Compresión a los 28 días de los diseños preliminares Grupo B	72
Tabla 28 Resistencia a la Compresión a los 7 días de los diseños preliminares Grupo C	73
Tabla 29 Resistencia a la Compresión a los 14 días de los diseños preliminares Grupo C	73
Tabla 30 Resistencia a la Compresión a los 21 días de los diseños preliminares Grupo B	73
Tabla 31 Resistencia a la Compresión a los 28 días de los diseños preliminares Grupo C	74
Tabla 32 Resistencia a la Flexión del diseño de prueba.....	75
Tabla 33 Resistencia a la Flexión a los 7 y 28 días de los diseños preliminar grupo A	75
Tabla 34 Resistencia a la Flexión a los 7 y 28 días de los diseños preliminar grupo B.....	76
Tabla 35 Resistencia a la Flexión a los 28 días de los diseños preliminar grupo C.....	76
Tabla 36 Permeabilidad de los diseños de prueba.....	77
Tabla 37 Permeabilidad de los diseños preliminares del grupo A	77
Tabla 38 Permeabilidad de los diseños preliminares del Grupo B	78
Tabla 39 Permeabilidad de los diseños preliminares del Grupo C	78
Tabla 40 Resistencia a la degradación por impacto y abrasión de los diseños preliminares del Grupo A.....	79
Tabla 41 Resistencia a la degradación por impacto y abrasión de los diseños preliminares del Grupo B	79
Tabla 42 Resumen de resultados de los ensayos de los diferentes diseños de mezcla	80
Tabla 43 Resumen de resultados del Diseño Definitivo	80
Tabla 44 Resumen de datos para pavimento con losa de concreto permeable.....	92
Tabla 45 Resultados de ensayos de los agregados	116
Tabla 46 Impactos asociados a sus respectivos procesos.....	120
Tabla 47. Fuente: PNUD. Informe sobre desarrollo humano- Perú 2002.....	129
Tabla 48 Límites máximos permisibles del aire.....	141
Tabla 49 Valores límites permisibles según OMS	145
Tabla 50 Relación en (%) entre la resistencia a la flexión y resistencia compresión	153

Tabla 51 Resumen de resultados a compresión vs permeabilidad Grupo A(noviembre)	155
Tabla 52 Resumen de resultados a compresión vs permeabilidad Grupo B(enero).....	156
Tabla 53 Resumen de resultados a compresión vs permeabilidad Grupo C(agosto).....	157
Tabla 54 Resumen de % de vacíos reales y resistencia a la compresión	158
Tabla 55 Resumen de resultados de contenido de vacíos reales y resistencia a la flexión	160
Tabla 56 Comparación de investigaciones	162

Resumen

En el presente proyecto se pretende dar una solución al problema que es causado por las intensas lluvias, dadas estas por el Fenómeno del Niño Costero. Para ello se realizarán una serie de ensayos en laboratorio, lo cual ayudara a determinar cuál es el diseño, más óptimo en cuanto a su resistencia y capacidad de permeabilidad. Por consiguiente, el desempeño hidráulico y estructural de un concreto permeable es cuantificado a través de propiedades de permeabilidad y resistencia, respectivamente, según lo indica el ACI 522R-10. [1] Por ello se evaluaron diferentes diseños de mezclas de prueba y preliminares. De cada mezcla se elaboraron un mínimo de seis probetas de 6" x 12" para el ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39 y ACI 522R-10), tres testigos de 4"x 8" para el ensayo de permeabilidad, y dos vigas para el ensayo de resistencia a flexión (ASTM C 78). Los diseños constaran de diferentes porcentajes de vacíos y de agregado fino. Finalmente, en esta investigación se realizaron once diseños de concreto permeable, de las cuales el diseño MPC-4, cumple con los requisitos para este tipo de vía, teniendo una resistencia a la compresión que asegura los 280kg/cm², un módulo de rotura que asegura los 34kg/cm² y un concreto capaz de llegar a filtrar hasta 312 Litros/min/m², siendo estas características para un desempeño sin inconvenientes en una vía con tránsito moderado.

PALABRAS CLAVE: Concreto permeable, tránsito moderado, permeabilidad, diseños de mezcla.

Abstract

The present project aims to provide a solution to the problem that is caused by heavy rains, caused by the Coastal Child Phenomenon. For this, a series of laboratory tests will be carried out, which will help to determine which is the most optimal design in terms of its resistance and permeability capacity. Consequently, the hydraulic and structural performance of a pervious concrete is quantified through permeability and strength properties, respectively, as indicated by ACI 522R-10. [1] Therefore, different trial and preliminary mix designs were evaluated. From each mixture, a minimum of six 6 "x 12" specimens were made for the compressive strength test (ASTM C39 and ACI 522R-10), three 4 "x 8" controls for the permeability test, and two beams for flexural strength test (ASTM C 78). The designs will consist of different percentages of voids and fine aggregate. Finally, in this research, pervious concrete designs were once carried out, of which the MPC-4 design meets the requirements for this type of road, having a compressive strength that ensures 280kg / cm², a modulus of rupture that ensures 34kg / cm² and a concrete capable of filtering up to 312 Liters / min / m², these characteristics being for a smooth performance on a road with moderate traffic.

KEYWORDS: Pervious concrete, moderate traffic, permeability, mix designs.

I. INTRODUCCIÓN

Estudios a nivel mundial sostienen que el cambio climático es debido a las grandes ciudades, estos cambios producen incremento y descensos de temperatura, provocando un aumento en la intensidad de lluvias y en otras partes grandes sequías. Por lo que se hace una necesidad el diseñar nuevas herramientas para tratar disminuir el impacto que estas generen en las ciudades.

El Perú no se ha visto ajeno a estos cambios climáticos, y ha tenido grandes pérdidas materiales y mortales, al no contar con infraestructura que pueda permitir combatir estos efectos naturales como el fenómeno de El Niño, que remontan desde años atrás; siendo el año 1997 y 1998 los años más afectados por un Mega Niño, que produjo una elevada intensidad de lluvias nunca antes vistas, generando daños en carreteras, dañando puentes, dañando y provocando el colapso de muchas viviendas en toda la parte norte del país, así mismo colapsaron buzones provocando plagas, y generando muchos encharcamientos en varios puntos de las ciudades.

Por ello esta tesis tiene como objetivo el diseñar de un concreto permeable que capaz de drenar escorrentías superficiales con gran facilidad en vías colectoras de la ciudad de Chiclayo, a la vez disminuir las temperaturas en los pavimentos, así mismo generar menos ruido provocado por los neumáticos con el pavimento, evitar gastos constantes en mantenimientos del pavimento debido a encharcamiento y hundimientos problemas muy usuales en los pavimentos flexibles; y su mayor ventaja es que el agua drenada será aprovechada por las áreas verdes cercanas.

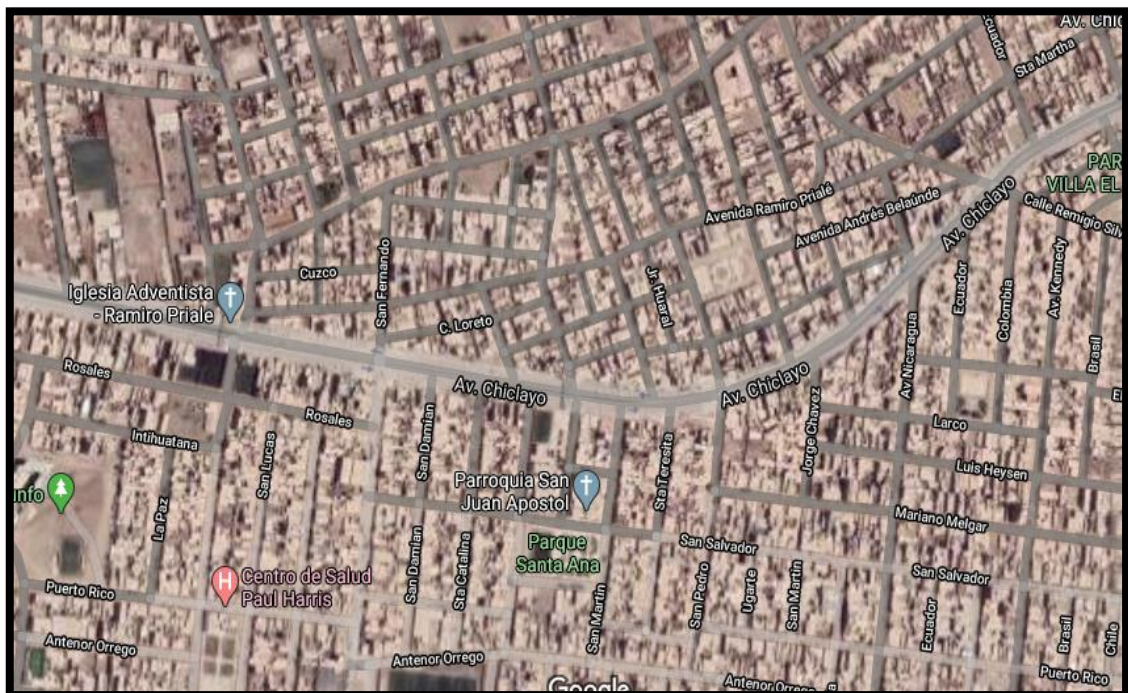
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El diseño de un concreto permeable con cierto porcentaje de vacíos y de agregados finos, con adición del aditivo chema 3 y fibras de polipropileno ayudara a drenar escorrentías superficiales, en vías colectoras en la ciudad de Chiclayo?

ALCANCE

En el presente informe se pretende desarrollar un concreto permeable para uso de pavimentos rígidos en calles perpendiculares a la Av. Chiclayo la cual se encuentra ubicada en el Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, para ellos se elaborarán diferentes diseños de mezcla de pruebas con la finalidad de obtener un concreto que sea permeable, pero a la vez cumplan con los requisitos mínimos de resistencia a la flexión, que exige la norma CE. 0.10 Pavimentos Urbanos para vías colectoras. Su uso se limita a este tipo de calles urbanas, debido que para vías con más tránsito ya se necesitaría refuerzo en la losa de concreto, y para un concreto permeable no es ideal su aplicación.

Ilustración 1 Av. Chiclayo



Fuente: Google Maps

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Los autores Catalina Meneses y Cesar Bravo, graduados en la universidad de Medellín, presentan su proyecto ***“Resistencia mecánica y condiciones de obra del concreto poroso en el pavimento, según el tipo de granulometría”*** el cual contiene los resultados de estudio de la resistencia mecánica del concreto poroso, utilizando materiales propios de la ciudad de Antioquia.

Para su diseño utilizo una mezcla con ausencia casi total del agregado fino, confirmando que estos reducen la permeabilidad del concreto. El agregado fino utilizado debió tener un tamaño uniforme de 5 mm y el agregado grueso de 5 a 25mm con lo cual se lograría obtener un porcentaje de vacíos en el orden de 13 a 25%. [2]

En el 2018, alumnos Ulloa-Mayorga, Viviana Andrea et al. de la Universidad Nacional de Colombia en su artículo ***Performance of pervious concrete containing combined recycled aggregates***, en su proyecto ellos diseñaron un concreto permeable con materiales de reciclados de demoliciones y construcción llegando a la conclusión que al aumentar el uso de agregados reciclados llega a disminuir su resistencia a compresión esto debido que los agregados reciclados presentaban resistencias bajas (resistencia a la degradación) contra el agregado natural. [3]

Hernández en el 2017 en su tesis ***“Concreto permeable con adición de tiras de plástico y su aplicación en pavimentos rígidos de tráfico liviano”***.

Llega a la conclusión al utilizar tiras de polipropileno con dimensiones de 4mm x 20mm, al 0.1% de la mezcla total; su resistencia a la compresión se incrementa en un 12%, la resistencia a tracción indirecta aumenta en un 79% y la resistencia a flexión aumenta en un 11%, mientras que la tasa de infiltración disminuye en un 31%. [4]

Thakre Nalini, et al en el 2014, presentaron su artículo ***“Comparative Study on Strength and Permeability of Pervious Concrete by Using Nylon and Polypropylene Fiber”***

En su presente artículo llegaron a la conclusión que un 0.2% de fibra obtiene máxima resistencia a la compresión y la permeabilidad disminuye, mientras que si superamos ese porcentaje la resistencia disminuye y la permeabilidad aumenta. [5]

En el año 2008 se desarrolló un trabajo de grado por parte del estudiante Young Min en la universidad de Texas que buscaba analizar de cara a la fuerza la durabilidad y mantenimiento de concreto permeable, con el fin de revelar la capacidad de su utilización en áreas urbanas. Este proyecto tenía por objetivo proporcionar las herramientas necesarias para evaluar y mejorar la durabilidad resistencia del concreto permeable para de esta forma se pueda emplear con mayor confianza en los pavimentos. [6]

Las conclusiones de este estudio, se pudo obtener que, al reducir la permeabilidad del concreto, este aumenta su fuerza, pero a la vez aumenta su obstrucción y por ende puede reducir la permeabilidad del concreto con una proporción de huecos de menos del 33%.

Los autores Esquerre García Michell Mauricio y Silva Silva Hector Williams en su tesis para optar título profesional de ingeniero civil, la cual se titula “***Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú***”. Teniendo por conclusión que su diseño óptimo llegó a tener resultados de resistencia a la compresión a los 28 días de 295 kg/cm², una resistencia a flexión a los 28 días de 42 kg/cm² cumpliendo así con los requisitos mínimos establecidos en la norma de pavimentos urbanos CE.0.10. [7]

En el 2018 El autor Bautista Pereda Alessandro Jesús presento su tesis para optar título profesional de ingeniero civil “***Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según la norma ACI 522r-10***”.

En su tesis concluye que con su diseño 5 cumple con los requisitos mínimos que indica la norma de pavimentos urbanos CE. 0.10, llegando a tener resultados de resistencia a la compresión a los 28 días de 177.98 kg/cm², una resistencia a flexión a los 28 días de 45.07 kg/cm², y un coeficiente de permeabilidad de 0.20cm/s. Este diseño de mezclas contiene 10% de vacíos y 10 % de fino. [8]

Los autores Gallo Sánchez Freddy Edinson y Murga Tirado Christian Edinson, presentaron su tesis para optar título de ingeniero civil “***Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto permeable $f'c = 210$ kg/cm², usando el aditivo sikament-290n con agregados de la cantera del rio chonta de la ciudad de Cajamarca, 2017***”.

En la presenta tesis llegaron a un resultado de que la resistencia a compresión promedio máxima fue de 107kg/cm² a los 28 días utilizando el aditivo sikament 290N y logrando un

coeficiente de permeabilidad de 22mm/s; con ello llegan a la conclusión que con un 5% de agregado fino en la mezcla no posee una buena cohesión entre los materiales y por ende no alcanza con la resistencia deseada, además se ensayó otra probeta que contenía un 12% de agregados finos la cual fue ensayada a los 3 días logrando una resistencia a compresión de 81.92kg/cm² es decir un 39% de la resistencia deseada, estando esta entre los intervalos de resistencia para los 3 días de 35% a 40%. [9]

En la tesis ***“Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f’c 175 kg/cm² en la ciudad de puno”*** desarrollada por los alumnos Bach. Cesar Eddy Flores Quispe y Ivan Alexander Pacompia Calcina, en el 2015.

Ellos llegaron a la conclusión que con tiras de polipropileno de 3mm *30mm mejoran parcialmente su resistencia a compresión a los 28 días con el diseño óptimo lograron aumentar un 16.7 y 4.2% adicionando un 0.05% y 0.10% respectivamente mientras que al incorporar un 0.15% disminuye su resistencia. Finalmente concluye el óptimo porcentaje de tiras es el 0.05% del peso de los materiales. [10]

En el 2017 en Perú los alumnos Agneth Xiomy Guizado Barrios y Elvis Ricardo Piero Curi Grados estudiantes de la PUCP realizaron su proyecto ***“Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú”*** en donde concluyen que según sus resultados se puede obtener una dosificación de concreto poroso, con una alta resistencia, manteniendo una adecuada permeabilidad. La mezcla más eficiente fue la M--H8-ang-19.5%-ar.

Dicho diseño de concreto alcanzó una permeabilidad de 0.7cm/seg, con una proporción de cemento de 428kg/m³ y un porcentaje de vacíos de 19.5%, sus resistencias a flexo tracción y a compresión a 28 días fueron de 3.6 Mpa y 22.2 MPa, respectivamente; relación agua/cemento de 0.27, y uso de aditivo reductor de agua de alto rango al 2% del peso del cemento [1]

La estudiante Alexandra Silva, en su proyecto ***“Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas De Atienza en Piura”***, el cual impide infiltración del agua y aporta resistencia biaxial, concerniente a la carga de vehículos y el peso mismo, con ayuda de ese geotextil permitirá drenar en el agua sin finos por las tuberías. Esta concreto permeable lo obtuvo con una dosificación 1:2:3 (Cemento: Agregado fino: Agregado grueso). Logrando resistencias a los 28 días de f’c= 3982.90 lb/in² (280 kg/cm²), un módulo de rotura de 666.40 lb/in² (46.85 kg/cm²). [11]

A nivel local el estudiante Tarifeño Fonseca Branco Yeltsin, en su tesis "*Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018*", tesis para optar título de ingeniero civil en la Universidad Señor de Sipán.

Concluye que su diseño de mezcla óptimo a usar le da como resultados una resistencia a la compresión de $f'c=193.33$ kg/cm² promedio a los 28 días, la resistencia a la flexión $MR= 67.76$ kg/cm². una absorción de 10.88 mm/s. y una tasa de infiltración promedio de 0.61 cm/s. [12]

Los alumnos Gonzáles Vásquez Juan y Túllume Paiva Deavid. 2015.*Diseño de mezclas de concreto poroso para pavimentos de tránsito liviano*. tesis para optar título: Universidad Señor de Sipán.

En esta tesis los estudiantes concluyen que la mezcla óptima es de agregado grueso de 1/2" y relación a/c de 0.25, se recomienda realizar diseño de mezclas para diámetro de agregados menores de 1/2 y relación a/c de 0.25 a 0.30. [13]

2.2 BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS

2.2.1 PAVIMENTOS

Según la norma CE. 0.10 Pavimentos Urbanos, el pavimento viene a ser una estructura compuesta por capas, apoyándose en toda superficie (terreno), el cual es preparado para soportar cargas de diseño, rango de serviciabilidad dentro de un periodo de diseño. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.

Existen pavimentos flexibles, rígidos, semirrígidos y otros (empedrados adoquines, estampados, etc.)

2.2.1.1 PAVIMENTOS RIGIDOS (DE CONCRETO HIDRÁULICO)

Son pavimentos formados por una sub rasante, sub base y una losa de concreto hidráulico la distribución de los esfuerzos transmitidos al pavimento se producen de manera muy extensa por el elevado coeficiente de elasticidad y su alta rigidez.

Dentro del pavimento rígido existen tres categorías: [14]

- Pavimento de concreto simple con juntas
- Pavimento de concreto de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo

2.2.1.1.1. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO

2.2.1.1.1.1 Sub rasante.

Se le conoce como sub rasante a la capa de soporte natural, el cual es compactado y preparado para cimentar el resto de las capas estructurales del pavimento, tiene por función principal de esta capa estructural es brindar un apoyo parejo, sin alteraciones bruscas para el valor de su soporte. [15]

2.2.1.1.1.2 Sub base

La sub base, es la capa estructural del pavimento rígido que se encuentra entre la losa de concreto y de sub rasante. Generalmente se un material granular compactado, o un suelo estabilizado para mejorar la capacidad portante. [15]

2.2.1.1.1.3 Losa de concreto

Es la carpeta de rodadura de un pavimento rígido, la cual recibe la carga vehicular, construida de concreto hidráulico, por su rigidez y módulo de elasticidad, esto permite que las cargas no se trasmitan a las cargas inferiores.

A) Variables del diseño

a. **Serviciabilidad.**

Esto se define como la habilidad que tiene el pavimento de servir a un tipo de tráfico, sean camiones, autos, buses que circulan en esa vía, esta se mide en escalas de 0 a 5, donde 0 es pavimento intransitable y 5 pavimento excelente. Es necesario considerar buenos métodos de construcción para darle una mejor calidad, con buenas técnicas de construcción el pavimento de concreto puede llegar a tener una serviciabilidad de 4.7 o 4.8. [16]

Ilustración 2: Índice de servicio

Índice de servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Fuente: [16]

b. Tránsito.

El variable es una de las significativas del diseño de pavimento, Es importante el tener información precisa del estudio de tráfico para elaborar el diseño correspondiente.

La Metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relaciona al número de repeticiones de carga el cual soportara el pavimento, Este método utiliza la formulación de número de repeticiones de carga de Ejes Equivalentes. [16]

c. Clasificación de las calles Urbanas.

Según el CE. 0.10 Pavimentos Urbanos clasifica las calles urbanas de la siguiente manera.

- **Residencial Ligera.** “En la metodología original, Estas calles no son largas y se encuentran en áreas residenciales. Ellas pueden ser calles sin retorno o con retorno. Sirven para tráficos de aproximadamente 20 ó 30 lotes o casas. Los volúmenes de tráfico son bajos, menores de 200 vehículos por día (vpd), con tráfico diario promedio de camiones (ADTT por sus siglas en inglés) de 2 a 4 (en dos direcciones, excluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas). Las cargas máximas para estas calles son ejes simples de 80 kN y ejes tándem de 160 kN. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Locales.” [17]
- **Residenciales.** “Estas calles soportan tráficos similares a las residenciales ligeras, más algún camión pesado ocasional. Estas calles soportan tráficos que sirven hasta 300 casas, así como para recolectar todo el tráfico residencial ligero dentro del área y distribuirlo en el sistema principal de calles. Los volúmenes de tráfico van de 200 a 1000 vpd, con aproximadamente 10 a 50 ADTT. Las cargas máximas para estas calles son de 98 kN para ejes simples y 160 kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Locales.” [17]
- **Colectoras.** “Estas calles recolectan el tráfico de diferentes Vías Locales y pueden tener varios kilómetros de largo. Pueden servir como rutas de buses y para el

movimiento de camiones Los volúmenes de tráfico varían de 1000 a 8000 vpd, con aproximadamente 50 a 500 ADTT. Las cargas máximas para estas calles son 116 kN para ejes simples y 196 kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Colectoras.” [17]

- **Comerciales.** “Las calles comerciales proporcionan acceso a tiendas y al mismo tiempo sirven al tráfico en la zona comercial. Las calles comerciales están frecuentemente congestionadas y las velocidades son bajas debido a los elevados volúmenes de tráfico, pero con un bajo porcentaje de ADTT. Los volúmenes de tráfico promedio varían de 11 000 a 17 000 vpd, con aproximadamente 400 a 700 ADTT, con cargas máximas similares a las de las calles colectoras. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Expresas.” [17]
- **Industriales.** “Las calles industriales proporcionan acceso a áreas o parques industriales. Los volúmenes totales de vpd pueden ser bajos, pero el porcentaje de ADTT es alto. Los valores típicos de vpd están alrededor de 2000 a 4000, con un promedio de 300 a 800 ADTT. Los volúmenes de camiones no son muy diferentes que los de la clase comercial, sin embargo, las máximas cargas por eje son más pesadas, de 133 kN para ejes simples, y 231 kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Colectoras.” [17]
- **Arteriales.** “Las arteriales llevar tráfico hacia y desde vías expresas y sirven para los movimientos principales dentro y a través de áreas metropolitanas no atendidas por las vías expresas. Las rutas de buses y camiones son usualmente por arteriales. Para propósitos de diseño, se dividen en arteriales mayores y menores, dependiendo del tipo y capacidad del tráfico. Las arteriales menores soportan alrededor de 4000 a 15 000 vpd, con 300 a 600 ADTT. Las arteriales mayores soportan alrededor de 4000 a 30 000 vpd, con 700 a 1500 ADTT y usualmente están sometidas a cargas de camiones más pesados. Las cargas máximas para las arteriales menores son de 116 kN para ejes simples y 196 kN para ejes tándem. Las arteriales mayores soportan cargas máximas de 133 kN para ejes simples y

231 kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Arteriales.” [17]

B) Resistencia a la Ruptura

Los pavimentos de concreto principalmente trabajan a flexión, por ello es importante determinar la resistencia flexión del concreto poroso a utilizar también conocido como Modulo de Ruptura (MR), que se determina a los 28 días los valores se recomendados se encuentran entre 41 Kg/cm² (583 psi) hasta los 50 Kg/cm² (711 psi) a los 28 días dependiendo del uso que vayan a tener. [18].

Ilustración 3 Modulo de Ruptura Recomendado

Tipo de Pavimento	Modulo de Ruptura (MR) Recomendado	
	Kg/cm ²	psi
Autopista	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
Zonas Industriales	45.0	640.1
Urbanas Principales	45.0	640.1
Urbanas Secundarias	42.0	597.4

Fuente: [18]

La Norma C.E 0.10 de Pavimentos Urbanos, menciona que el mínimo MR es de 34 kg/cm².

2.2.2 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Ciudades de la parte Norte del país son vulnerables a un FEN, debido a falta de un sistema de drenaje pluvial apropiados para evacuar grandes volúmenes de aguas. Por otro lado, se cuenta con una napa freática alta, y viviendas no adecuadas ubicadas a orillas de ríos o en zonas de elevado riesgo de inundación.

En la ciudad de Chiclayo se ha planteado un drenaje pluvial completo por un costo total de 589 millones y una duración al menos de 2 años [19]

La falta de un sistema de drenaje pluvial, ocasiona diversos problemas, entre ellos tenemos la colmatación en drenes, impidiendo que se evacuen las aguas de las escorrentías superficiales. También generan colapsos en los sistemas alcantarillados sanitario, puesto que lluvias como las

que se dan en las épocas del Fenómeno del Niño, producen grandes volúmenes de agua, las cuales ingresan a los buzones, y provocando colapsos, debido a que esos sistemas alcantarillados no estaban diseñados para ese volumen de agua, además estos grandes volúmenes de agua arrastran consigo sedimentos que causan obstrucciones en las tuberías. Inundación de las zonas bajas, ocasionando daños a la infraestructura existente. Se producen brotes de enfermedades contagiosas y algunas mortales (malaria dengue, cólera), asociado a que se bloquean los sistemas de drenajes de aguas residuales debidos a las inundaciones. Deterioro de las vías de comunicación. [1]

2.2.3 EFECTO DEL FEN EN EL DRENAJE PLUVIAL

Según Senamhi El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), este es un evento natural, que consiste en la variabilidad climática que se entre la interrelación del océano y la atmosfera, en la región tropical del Océano Pacífico. Estos cambios comprenden incrementos de temperatura en la superficial del agua de mar, y cambios e presión atmosférica en el Pacifico que van desde Australia hasta Tahití. [1]

Efectos que causaron fueron grandes precipitaciones en el Niño 97-98 llegando a tener intensidades de lluvias de:

Ilustración 4: Intensidades Niño 97-98

Lugar	Fecha	Intensidad
Cajamarca	23 marzo 1997	80 mm/h
Piura	25 enero 1997	103 mm/h
Sullana	24 marzo 1998	119 mm/h

Fuente: [1]

En el FEN del 2017 las precipitaciones de lluvias llegaron Morropón (Piura) para el día 22 de febrero la precipitación más alta del registro histórico de febrero (150 mm/24hrs) y día 03 en la estación Partidor (Tambo Grande, Piura) con 258,5 mm/24hrs y el día 04 en la estación Jayanca (Lambayeque) reportó el segundo valor más alto de toda su serie histórica con 113 mm/24hrs. [20]; mientras que en el último Niño registrado en el 2019, las precipitaciones en la

Ciudad de Chiclayo no llegaron a superar los 10mm por m², ni la mitad de lo que se dio en Niño del 2017. [19]

2.2.4. PAVIMENTOS PERMEABLE

2.2.4.1. DEFINICIÓN.

El concreto permeable es un tipo de concreto especial que se puede usar en pavimentación, en pavimentos de poco tránsito como veredas, parqueos, parques, zonas residenciales; así como en avenidas y calles principales, este concreto es capaz de filtrar volúmenes de las escorrentías superficiales, ayudando a evitar almacenamiento de agua en los pavimentos y recargando niveles de agua subterránea, además a reducir el impacto ambiental ayudando el desarrollo de árboles.

De acuerdo con el ACI-522R, el concreto permeable viene a ser un material de estructura abierta con revenimiento cero, el cual se compone de cemento, agua, aditivo, agregado grueso y poco o casi nada de agregado fino. La combinación de estos ingredientes da como resultado un material endurecido con poros interconectados, que dicho tamaño varían entre 2 a 8 mm, el cual permite que el agua filtre a través de este material. También nos mencionan que sus resistencias a compresión varían entre 2.8 a 28 Mpa con un porcentaje de vacíos de entre 18 a 35 por ciento. Mientras que su velocidad de drenaje dependerá del tamaño del agregado y la densidad de la mezcla, por lo general varía en el rango de 81 a 730 L/min/m². [21]

Ilustración 5: Propiedades del concreto permeable

Propiedad	Rango
Asentamiento, mm	20
Peso unitario, kg/m ³	1600-2000
Tiempo de Fraguado, hora	1
Porosidad, % (en volumen)	15-25
Permeabilidad, cm/seg	0.20-0.54
Resistencia a compresión, Mpa	3.5-28
Resistencia a flexión, Mpa	1-3.8

Fuente: [22]

2.2.4.2. APLICACIONES DEL CONCRETO PERMEABLE.

La agencia de protección (EPA) ha optado la política que recomienda el uso de pavimentos permeables como parte de las “Mejoras prácticas de gestión” (BMP) como medio para mitigar el problema de escorrentía superficiales. [23]

Debido a su porosidad y capacidad filtrante, una de sus aplicaciones más importantes sería en pavimentos, para ayudar a el control de las aguas pluviales, además este reduce el brillo en las superficies de los pavimentos, reduce el ruido [21]

El concreto permeable también es utilizado en edificios especialmente en Europa en diferentes modos cast- in-place portantes paredes en casas de una y de varias plantas y, en algunos casos, en los edificios de gran altura, paneles prefabricados, y bloques de vapor – curado. [21]

Al emplear pavimentos de concreto este genera un menor uso de energía durante su proceso constructivo a comparación del pavimento asfáltico consume 5.5 veces más combustible a que se necesita calentar el asfalto, [24]

El concreto permeable tiene la capacidad disminuir el ruido que es provocado por los vehículos en el pavimento, esto debido a que se reduce la interacción entre el neumático y el pavimento. [6]

Este concreto permeable tiene por aplicación en zonas de estacionamiento, veredas, calles de tránsito liviano, losas deportivas.

2.2.4.3. CURADO.

Para el curado en campo de los pavimentos permeables se debe retener la humedad, esto con el fin de obtener la durabilidad, resistencia y un buen desempeño a lo largo del tiempo. El concreto permeable debido a la gran cantidad de poros que tiene y su bajo contenido de agua este llega a perder la humedad muy rápidamente debido a la evaporación. La ACI 522.1-13 especifica un curado usando mantas de polietileno de 0.15mm de espesor por 7 días en zonas planas con el fin de que retenga la humedad en el concreto. Éste curado debe comenzar dentro de los 20 minutos siguientes a la colocación del concreto. [25]

Ilustración 6 Curado en campo de un concreto permeable



Fuente: [25]

2.2.4.4 MANTENIMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE.

El concreto permeable requiere un mantenimiento riguroso, esto con el fin de evitar colmatación y además conservar sus características para el cual fue diseñado. Para ello se debe incluir la limpieza de la superficie, para eliminar todo tipo de desechos, hojas u otro elemento que impidan la permeabilidad del agua a través de la superficie de la losa de concreto. Se puede establecer medidas bajo ASTM C1701, luego de la instalación establecer requerimiento de limpieza y mantenimiento [25]. Además, el ACI 522-06 que se debe realizar un lavado a presión, pero debe ser una presión medida para evitar dañar el concreto y también aspirar para extraer los residuos de los huecos del pavimento.

2.2.4.5. COMPACTACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE

Para realizar la compactación en campo de un concreto permeable se debe usar un rodillo compactador manual con un peso de (600 a 700) Lb (270 a 320) kg y con una longitud de 3.7m. y debe proporcionar mínimo de 10psi (0.07 Mpa). [26]

El diseño de un concreto permeable en laboratorio se deberá compactar con un Martillo Proctor estándar y para las vigas con un Martillo Marshall, con una energía obtenida de la norma de densidad y contenido de vacíos NTP 339.230, en ella menciona que un recipiente de volumen $7 \pm 0.6 L$.

La norma menciona que con el martillo Proctor estándar se deben usar 2 capas y 20 golpes por cada capa. Entonces nuestro recipiente es de volumen 6.944 L.

$$Y = \frac{nxNxPxH}{V}$$

Donde:

Y: La energía aplicada en la muestra(kg/cm²)

N: Número de golpes aplicados por capa

n: Número de golpes por capas

P: Peso del pisón (2.5kg)

H: Altura de caída del pisón (30cm)

Aplicando la formula obtenemos una energía de 0.432kg/cm².

2.2.4.6. COMPACTACIÓN PARA ENSAYO A COMPRESION, FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD.

Para ello obtendremos el volumen de cada molde:

El molde para ensayo a compresión tiene una altura de 30 cm y un diámetro de 15.2cm, obteniendo un volumen de 5.445L, el molde para ensayo a flexión las siguientes dimensiones de 15*15*55cm, obteniendo un volumen de 12.375. y las probetas para permeabilidad tienen dimensiones de 10.2cm de diámetro y 20 cm de altura, se obtienen un volumen de 1.57 L.

Para la compactación de las vigas se usará el martillo Marshall, que tiene una caída de 45 cm y peso de 4.5 kg.

En resumen:

Tabla 1 Compactación para probetas cilíndricas y prismáticas

ENSAYO	DIMENSIONES DE PROBETAS	TIPO DE MARTILLO	NÚMERO DE CAPAS	NÚMERO DE GOLPES POR CAPA
COMPRESIÓN	6" x 12"	PRÓCTOR	3	11
FLEXIÓN	6" x 6" x 22"	MARSHALL	2	14
PERMEABILIDAD	4" x 8"	PRÓCTOR	3	3

Fuente [0]

2.2.5 MATERIALES

2.2.5.1 CEMENTO

Se usará el cemento MS, es el más común utilizado para el tipo de suelo en Chiclayo y el más empleado para fines estructurales, cumpliendo con las especificaciones físicas de la norma ASTM C150.

2.2.5.2 AGREGADO FINO

Es el agregado que queda pasa por el tamiz $\frac{3}{4}$ " (9.5mm) y casi pasa por completo el tamiz N°4 y es retenido de modo predominante en el tamiz N°200 (75 μ m), el agregado fino se le denomina "Arena". [27]

Ilustración 7: Requisitos para la gradación de agregados

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
No. 4	95-100
No. 8	80-100
No. 16	50-85
No. 30	25-60
No. 50	10-30
No. 100	2-10

Fuente: [27]

2.2.5.3 AGREGADO GRUESO

Es el agregado que de manera predominante queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm), comúnmente se llama “Grava” que resulta de la desintegración y abrasión natural de la roca, también se denomina piedra chancada”, que procede de la trituración de la roca por medio de maquinarias. Para la presente tesis se trabajó con el Huso 8 que va de 3/8” a N°8.

Ilustración 8: Requisitos de gradación para los agregados gruesos

Tamaño nominal	Cantidades mas finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), % en peso												
	4" 100 mm	3 1/2" 90 mm	3" 75 mm	2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	1" 25.0 mm	3/4" 19.0 mm	1/2" 12.5 mm	3/8" 9.5 mm	No. 4 4.75 mm	No. 8 2.36 mm	No. 16 1.18 mm
3 1/2" a 1 1/2"	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5					
2 1/2" a 1 1/2"	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5					
2" a No. 4	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5		
1 1/2" a No. 4	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5		
1" a 3/4"	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5		
1" a No. 4	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	
3/4" a No. 4	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	
2" a 1"	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5				
1 1/2" a 3/4"	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5			
1 a 1/2"	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5			
3/4" a 3/8"	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5		
1 1/2" a No. 4	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	
3/4" a No. 8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

Fuente: [27]

2.2.5.4 ADITIVOS

El ACI 522R-10 menciona aditivos, reductores de agua, retardantes, acelerantes, modificadores de viscosidad, estabilizadores de hidratación.

- Los aditivos retardantes se utilizan para estabilizar y controlar la hidratación del cemento. cuando se trata de mezclas rígidas, como el hormigón permeable Son especialmente útiles en aplicaciones de clima cálido.

- Los aceleradores se pueden usar cuando los hormigones permeables se colocan en climas fríos.
 - Los estudios informan el uso de estabilizadores de hidratación del cemento como ayuda para extender el tiempo de trabajo de la mezcla
 - Los aditivos modificadores de la viscosidad (VMA) para mejorar la trabajabilidad
- ✚ Para esta tesis de investigación se utilizó el aditivo acelerante chema 3, con el fin de ganar resistencias a los pocos días, para que el tráfico entre en circulación lo más pronto posible.

Según la hoja técnica de chema 3 y de fibras ultrafinas chema.

- CHEMA 3: Acelerante de fragua sin cloruros para concreto y mortero. Produce ganancias tempranas de la resistencia a la compresión, logra una reducción aproximada del 20% de tiempo de fragua. Se usa para evitar vaciados en cualquier clima donde se requiere obtener una fuerza a la compresión del concreto en menor tiempo. Su rendimiento va de 0.5 a 1 L/m³ y su dosis desde el 1.2% a 4% del peso del cemento.

- FIBRA ULTRAFINA: Refuerzo tridimensional secundario y reductor de micro fisuras en concretos o morteros. Forma una red de refuerzo tridimensional que detiene la formación de grietas microscópicas. Usado en canales de irrigación, reservorios, losas deportivas, pisos industriales en zonas de alto tránsito, pisos en almacenes.

2.2.6 PROPIEDADES

Las propiedades del concreto permeable dependerán de los vacíos que tenga, mejor dicho, su porosidad, así como del cemento, el tamaño del agregado grueso, y el porcentaje de finos que este tenga. Para la medición la permeabilidad del concreto se pueden usar el método propuesto por ACI-522R y para otros ensayos se pueden usar las normas ASTM Y NTP.

2.2.6.1 ESTADO FRESCO

2.2.6.1.1 CONTENIDO DE VACÍOS Y DENSIDAD EN UN CONCRETO PERMEABLE (NTP 339.230)

La NTP 339.230 nos brinda ensayos y fórmulas para determinar el contenido de vacío y densidad. Para ello se necesita calcular la masa medida del concreto consolidado, el volumen del recipiente y la masa total de los materiales incluidos en la mezcla. Para el compactado de la

mezcla se puede usar dos métodos. El procedimiento A que es por el método del Martillo del Proctor Estándar y el procedimiento B que es el Martillo Marshall Estándar [28]

Para ello se utilizará un recipiente cilíndrico de $7.0L \pm 0.6L$ con un diámetro igual a 0.75 a 1.25 veces su altura. Para calcular la densidad se debe obtener el peso de la muestra más el recipiente M_c ; el peso del recipiente M_r ; y el volumen del recipiente V_r .

$$D = \frac{M_c - M_r}{V_r}$$

La densidad teórica se obtendrá de la masa total del cemento, agua, y los agregados en su condición de SSS (Saturada Superficialmente Seca) M_s ; y dividirlo entre el volumen absoluto V_s , el cual es igual al cociente de la masa de ese ingrediente dividido por el producto de su densidad relativa y multiplicada por la densidad del agua.

$$T = \frac{M_s}{V_s}$$

Mientras que para el contenido de vacíos se calculará con la siguiente formula:

$$\%Vacíos = \frac{T - D}{T} \times 100$$

2.2.6.1.2 TRABAJABILIDAD

Esta propiedad es la que nos determina el esfuerzo o facilidad de una mezcla al ser transportada, trabajada o acabada.

2.2.6.1.3. TEMPERATURA DE LA MEZCLA NTP 339.184 (ASTM C1064)

Según la norma NTE E.060 de concreto armado; establece en el acápite 5.11.2 que la temperatura del concreto al ser colocado no debe exceder los $32^\circ C$, para evitar el fraguado instantánea o juntas frías. [1]

La norma NTP 339.184 nos menciona que para determinar la temperatura de una mezcla de concreto en estado fresco se debe medir y registrar a una profundidad de 3" y esperar un tiempo de 2 minutos o hasta que se estabilice la lectura.

2.2.6.2. EN ESTADO ENDURECIDO

2.2.6.2.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 (ASTM C39)

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, En un concreto permeable este se ve afectada por el diseño de la mezcla y el método de compactación que se utilice [21]

El ACI 552R-10, menciona algunos ensayos que utilizaron para determinar principales causas que afectan a la resistencia de un concreto permeable, obtuvieron como resultados que esto es debido al grado de compactación, al contenido de aire y de vacíos y a la relación de agua que el diseño tenga. [21]

Si se requiere obtener un concreto con mayor resistencia a la compresión este debería llevar más cemento, esto ayuda a un mejor revestimiento del agregado,

No existe un ensayo de resistencia a la compresión para un concreto permeable, por ello se utilizará el método convencional indicado en la NTP 339.034.

2.2.6.2.2 RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE POR IMPACTO Y ABRASIÓN (NTP 339.239)

La abrasión es una falla común en un pavimento de concreto permeable es el desprendimiento de las mezclas de concreto.

Para realizar este ensayo primero, se llenaron la mitad de 3 testigos de 4x8” con concreto permeable. Se uso el martillo Marshall para consolidar el primer espécimen hasta una altura especificada de 100 mm ± 2 mm. Al término del moldeo, colocar tapas o bolsas herméticas en el extremo abierto de los moldes de cilindro para prevenir pérdida de humedad durante el curado por 7 días.

Este ensayo consiste en molde especímenes cilíndricos de la mezcla del concreto, luego someter los especímenes curados a una combinación que incluyan el impacto, abrasión o desgaste y molerlos en un tambor rotatorio. La resistencia potencial a la degradación por impacto y por abrasión se expresa como la pérdida de la masa porcentual después de 500 revoluciones de un tambor de acero. La resistencia potencial más alta a la degradación por impacto y por abrasión está asociada con pérdidas de masa más bajas.

Los 3 moldes cilíndricos serán de 100mm de diámetro y 100 mm de altura. [29]

2.2.6.2.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078(ASTM C78)

También conocida con como Modulo de Ruptura, el cual mide la resistencia a tracción del concreto generado por flexión.

Este ensayo consiste en apoyar las vigas de 2.5cm, dejando una luz mínima de 45 cm. A este esfuerzo máximo alcanzado se le denomina módulo de rotura (MR), se calcula de la siguiente manera siempre y cuando la falla ocurra dentro del tercio medio de la luz libre. [30]

$$MR = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde: MR=módulo de rotura concreto en kg/cm²

P=Carga máxima aplicada en kg

L=luz libre entre apoyos en cm

b=Ancho de viga en cm

d= Altura de viga en cm

En cambio, si la falla en la viga se diera fuera del tercio central, pero no se encuentra separada por más de 5% de la luz libre, se calculará de la siguiente manera:

$$MR = \frac{3Pa}{bd^2}$$

Donde:

a=distancia entre la línea de rotura y el apoyo más próximo medida a lo largo del eje longitudinal de la cara inferior de la viga en cm.

Crouch et al. (2006) investigó que se la relación entre la resistencia a la compresión f'_c y la resistencia a la tracción por flexión f_r , en concreto premezclado, puede darse por la relación planteada por Ahmad y Shah (1985) para concreto premezclado representada en la Ec. [1]

$$f_r = 0.083x f'_c{}^{2/3} \text{ (unidades SI)}$$

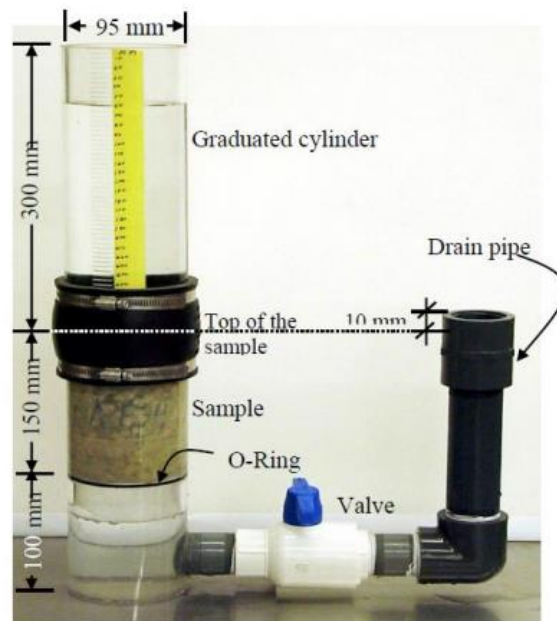
2.2.6.2.4. INFILTRACIÓN (ACI 522R-10)

La infiltración sin duda la propiedad más importante del concreto poroso, debido a que esto permite que el agua pase a través de la matriz. El grado de infiltración depende directamente del tamaño de poros y su porosidad, según (Meininger, 1988) se debe tener una porosidad de 15% para tener una percolación significativa. [1]

Mientras el grado de infiltración incrementa a medida que el contenido de vacíos aumenta, este genera que la resistencia tanto a compresión como a flexión decrezca, entonces es cuando se logra un objetivo de un concreto permeable con infiltración aceptable para una mínima resistencia. [1]

Para determinar la infiltración, se usó un permeámetro de carga variable de Narayanan Neithalath, recomendado por el ACI 522-10.

Ilustración 9 Permeámetro de carga variable



Fuente: [21]

2.2.6.2.5. CONTENIDO DE VACÍOS Y DENSIDAD (ASTM C1754)

La densidad y el contenido de vacíos en estado endurecido se determina mediante ensayos estandarizados y utilizando formulas dadas en el en la NTP 339.238

En resumen, primero se deberán medir las dimensiones del espécimen de concreto permeable para determinar su volumen, luego este deberá secado a masa constante y posteriormente ser sumergido en agua durante 30 ± 5 min para determinar el volumen de sólidos en el espécimen, el contenido de vacíos se determinará de la diferencia entre el volumen del espécimen y el volumen de agua desplazada cuando se sumerge.

Este ensayo es aplicable para agregados de tamaño máximo nominal de 25 mm o menores y puede tener dos métodos diferentes de secado:

Secado A: Este método menciona que el secado debe ser a temperatura baja de 38 ± 3 °C por un tiempo de una semana o más. Para ello se deberá ingresar el espécimen al horno por 24 ± 1 h. Retirar y determinar la masa y otra vez regresar este procedimiento se realizará hasta que la diferencia de las masas consecutivas no sea mayor a 0.5%. Registrar esta masa.

Secado B: Este método indica que el secado debe ser a alta temperatura de 110 ± 5 °C. Este espécimen será ingresado por un periodo de 24 ± 1 h, luego será retirado del horno y se dejará enfriando por un periodo de 1 a 3h, pesar la masa y volver a ingresar al horno por un periodo de 2 horas, repetir este procedimiento hasta que las masas consecutivas no sea mayor a 0.5.

Calculo para determinar la Densidad.

$$D = \frac{KxA}{d^2 \times L}$$

A = masa seca del espécimen, g

d = diámetro promedio del espécimen, mm

L = longitud promedio del espécimen, mm y

K = 1 273 240 en unidades del SI.

Calculo para determinar el contenido de vacíos

$$\text{Contenido de vacíos} = \left(1 - \left(\frac{Kx(A - B)}{\rho_w \times d^2 \times L}\right)\right) * 100$$

B = masa sumergida del espécimen, g.

ρ_w = densidad del agua a temperatura del baño de agua, kg/m³

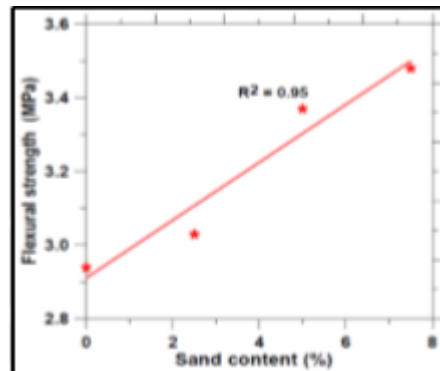
2.2.7 VARIABLES QUE AFECTAN AL COCRETO PERMEABLE.

2.2.7.1 AGREGADO FINO

La influencia de reducir el porcentaje de finos hace que el concreto sea más permeable, pero reduce su resistencia a la flexión.

Según Neithalath, 2004, nos menciona que al aumentar un 5% de agregado fino, este produce un incremento en la resistencia a tracción por flexión en el concreto. [1]

Ilustración 10: Influencia el aumento del agregado fino con respecto a la resistencia a flexión



Fuente: [23]

2.2.7.2 CONTENIDO DE VACÍOS

La relación entre el contenido de vacíos y su resistencia a compresión, para diferentes tipos de agregados gruesos y energía de compactación. Se tiene que tener muy en cuenta que, si a relación de vacíos aumenta, la resistencia a compresión decrece.

El contenido de vacíos en los agregados se puede determinar a partir de la relación: [27]

$$\%Vacíos = \left(1 - \frac{M}{S * 6.23}\right) * 100$$

S = gravedad específica de la masa (secada en horno)

M= peso unitario del agregado, pcf o kg/cm³

El valor M dependerá del esfuerzo de computación aplicado para consolidar el agregado, se calcula de la siguiente manera:

$$M = \frac{W}{V}$$

M= peso unitario del agregado, pcf o kg/m³,

W= peso del agregado, kg.

V = volumen del molde, m³.

2.2.7.3 RELACIÓN AGREGADO/CEMENTO

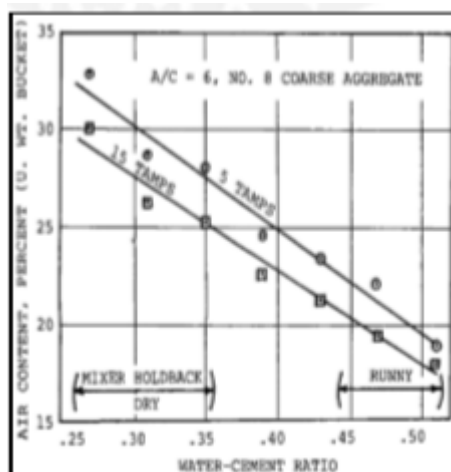
El mantener una relación baja de agregado/cemento, esto implica que hay un mayor porcentaje de brindar resistencia, sin embargo, al tener más contenido de cemento, trae consigo que la permeabilidad disminuya debido a que ha menos cantidad de vacíos. [30]

2.2.7.4 RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Una relación agua/cemento óptimo, permitirá que la mezcla tenga buena trabajabilidad, por otro lado, una alta relación a/c significa alta porosidad, como también puede que los agregados fluyan obstruyendo los vacíos entre ellos.

El procedimiento convencional para determinar la relación a/c no se aplica para este tipo de mezclas, debido al gran contenido de vacíos, manipulación y compactación, de un concreto permeable, por lo general se mantienen bajo los 0.40 a/c. [1]

Ilustración 11: Relación entre el contenido de vacíos y la relación w/c para dos casos de compactación



Fuente: [1]

2.2.7.5 CALOR DE HIDRATACIÓN DEL CEMENTO

La hidratación en el cemento es necesaria para lograr una mejor unión entre los materiales y estos obtengan mayor resistencia. [30]

2.2.7.6 EL TIPO DE AGREGADO Y EL TAMAÑO

A menudo la resistencia del agregado a utilizar en la mezcla no es considerada cuando se habla de la resistencia del concreto convencional. Sin embargo al momento de ensayar los testigos de resistencia a compresión, estos arrojan que las fallas se dan en la interfase de agregado pasta. Por ello se determina que, a una mejor conexión entre las partículas y sus componentes individuales, obtienen resistencias mayores. [30]

Según investigaciones los agregados de forma redondeada y de mayor tamaño dan como resultado, mayor resistencia y mayor permeabilidad.

El ACI 522R-10 Nos recomienda que para que el concreto tenga una porosidad mínima, la relación del tamaño del diámetro del agregado más grande y el más pequeño no debe superar la ratio de 2.5. De no ser así el agregado más pequeño terminara llenando los espacios vacíos dejados por los agregados de gran tamaño disminuyendo la porosidad y permeabilidad. [1]

2.2.8 DISEÑO DE MEZCLA

Para realizar el diseño de mezcla, primero se deben obtener las características de los materiales tales como

- Su peso específico suelto y compactado de los agregados
- Su peso específico del cemento
- El peso específico de los agregados
- A humedad y absorción de los agregados

2.2.8.1 PASO 1: OBTENCIÓN DEL AGREGO GRUESO

Para ello se trabajará con la siguiente tabla que solo aplica para el Huso 8 y Huso 67, en esa tabla relaciona los valores de b/b_o y el % de arena del agregado global. Siendo el b/b_o el volumen seco del agregado grueso compactado por volumen unitario del concreto; b : volumen seco del agregado grueso por volumen unitario del concreto y b_o : el volumen solido del agregado grueso por volumen unitario del agregado grueso.

Ilustración 12 Relación de b/bo para distintos % arena

% Arena	b/bo			
	5-Golpes		C31	
	Nro. 8	Nro. 67	Nro. 8	Nro. 67
0	0.92	0.92	0.99	0.99
10	0.84	0.85	0.93	0.93
20	0.78	0.78	0.85	0.86

Fuente: (Meininger, 1988)

Fuente: [1]

El siguiente es determinar el peso del agregado grueso (A.G.) para ello se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Peso de A. G (Kg)} = \text{Peso unitario del A. G} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * \frac{b}{b_o} * 1\text{m}^3$$

Después de tener el peso obtenemos el volumen que ocupa el agregado grueso

$$\text{Volumen del A. G} = \frac{\text{Peso del A. G. (Kg)}}{\text{Peso Especifico del A. G.} * 1000 \text{ Kg/m}^3}$$

2.2.8.2 PASO 2 OBTENCIÓN DEL VOLUMEN PASTA

Para obtener el volumen de la pasta utilizaremos una tabla que relaciona el porcentaje de vacíos con el volumen de pasta para 1 m3. Es recomendable no estar en los limites puesto que los materiales son estadounidenses.

Ilustración 13 Relación entre porcentaje de vacíos y porcentaje de pasta

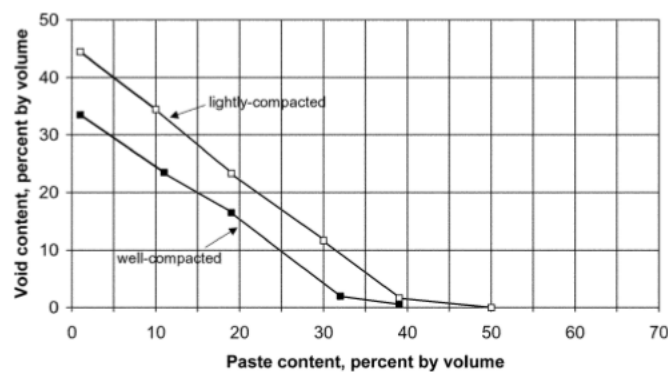


Fig. A6.3—Relationship between paste and void content for No. 8 aggregate size designations.

Fuente: [31]

2.2.8.3 PASO 3: OBTENCIÓN DEL CEMENTO Y AGUA

Con el volumen de pasta obtenido se y la relación de a/c se puede despejar en función de agua y cemento, cada uno con sus respectivos pesos específicos. De la siguiente manera:

$$\text{Vol de Pasta(m3)} = \text{Vol del cemento} + \text{Vol del agua}$$

$$\text{Vol de Pasta(m3)} = \frac{\text{Peso del Cemento}}{\text{Peso Especifico del Cemento} * 1000\text{kg/m3}} + \frac{\text{Peso del Agua}}{1000\text{kg/m3}}$$

Despejando el cemento obtendremos la siguiente ecuación

$$\text{Peso del Cemento(Kg)} = \frac{\text{Volumen de Pasta(m3)}}{1/\text{Peso Especifico del Cemento} + \frac{w}{c}} * 1000\text{kg/m3}$$

Una vez obtenido el peso del cemento, procedemos a obtener el peso del agua de la siguiente manera.

$$\text{Peso de Agua} = \text{Peso del Cemento(Kg/m3)} * w/c$$

2.2.8.4 PASO 4: OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Para determinar el contenido de agregado fino necesitaremos $\frac{a}{A}$ que es la relación del agregado fino entre el agregado global y el volumen del A.G.

$$\text{Volumen de A. F. (m}^3\text{)} = \text{Vol. del A. G. (kg)} * \frac{a}{A} / (1 - \frac{a}{A})$$

$$\text{Peso del A. F. (kg)} = \text{Vol. A. F. (m3)} * \text{Peso Unitario del A. F. } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m3}}\right)$$

2.2.8.5 PASO 5: ADICIÓN DEL ADITIVO

Se le añadirá el aditivo si en caso el diseño contemple algún aditivo.

Para la presente tesis se usó el aditivo Chema 3 que es un acelerante de fraguado, con una dosificación de 1.5% 4% del peso del cemento. Así mismo se usaron fibras de polipropileno con dosificación de 300g/m3.

2.2.8.6 PASO 6: VERIFICACION DEL VOLUMEN.

Para verificar el volumen se deben sumar todos los volúmenes incluyendo el % de vacíos del diseño. Si el volumen no suma 1m³. Se deberá corregir ya sea pasta o agregados, esto es debido a que los agregados con los que se realizó la gráfica no son propios de la zona donde se está realizando la tesis. Se deben modificar las proporciones hasta que el volumen sea de 1 m³.

Para la obtención del % de vacíos del diseño se deben restar 1m³ con la suma de todos los volúmenes de los materiales.

$$\% \text{Vacíos del Diseño} = 1 - (\text{Vol de A.G.} + \text{Vol. cemento} + \text{Vol. agua} + \text{Vol. A.F} + \text{Vol. Aditivo})$$

2.2.8.7 PASO 7: AJUSTE DE AGUA DEBIDO A LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Este ajuste de agua se realiza puesto que los agregados presentan porosidad y pueden captar agua en su interior por factores ambientales al momento de realizar la mezcla pueden influir, puesto que en el diseño se asume que los agregados se encuentran en un estado saturado. Para ello se trabajará con las siguientes fórmulas que nos ayudaran a corregir el peso del agua previo a corregir el peso húmedo de los agregados.

Donde: W_o : es el peso del agregado saturado y W_a : es el peso del agregado húmedo.

$$\text{Peso humedo A.G} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Peso A.G} \left(\frac{kg}{m^3} \right) * \left(1 + \frac{W_o}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo A.F.} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Peso A.F.} \left(\frac{kg}{m^3} \right) * \left(1 + \frac{W_o}{100} \right)$$

$$\text{Peso corregido agua} = \text{Peso A.F.} \left(\frac{W_a - W_o}{100} \right) + \text{Peso grava} \left(\frac{W_a - W_o}{100} \right) + \text{Peso agua}$$

2.2.9 CONFORMACIÓN DEL PAVIMENTO PERMABLE

Los pavimentos drenantes se diseñan para satisfacer dos funciones principales; la primera función principal del pavimento es brindar una superficie resistente sometidas a cargas vehiculares moderadas, y segundo propósito principal es que el pavimento debe ser una solución efectiva para la evacuación rápida de aguas pluviales. [7]

Los pavimentos drenantes se diseñan específicamente para promover la infiltración de las aguas pluviales mediante las diferentes capas, lo cual permite tener un impacto positivo en el medio ambiente mediante el manejo de aguas de lluvias, ya sea para una futura reutilización. [7]

Los pavimentos de concreto permeables pueden diseñarse utilizando un procedimiento de pavimento estándar (AASHTO, ACI 325.9R o ACI 330R). [32]

2.2.9.1 Sub rasante.

Según la página web “Pervious Pavement” nos menciona.

El diseño de una base de pavimento permeable normalmente debería proporcionar una capa de subbase permeable de 6 a 12 pulgadas (150-300 mm). A menos que se tomen precauciones como se describe en “Arcillas y suelos altamente expansivos” (ver más abajo), la subbase permeable puede ser un agregado de tamaño máximo de 1 pulgada (25 mm) o un suelo subterráneo natural predominantemente arenoso con arena moderada cantidades de limo, arcilla y tierra mal graduada. Cualquier tipo de material ofrece buenos valores de soporte según lo definido en términos del módulo Westergaard de reacción de subrasante (k). Se sugiere que k no exceda 200 lb / in.³ (54 MPa / m), y valores de 150-175 lb / in.³ (40-48 MPa / m) son generalmente adecuados para propósitos de diseño. [32]

2.2.9.2 Sub base.

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento drenante, que se encuentra entre la sub rasante y la capa de rodadura, consiste de una o más capas compactadas de material granular o estabilizado. Las sub bases del pavimento drenante generalmente son compactadas a una densidad menor en comparación al pavimento tradicional, el nivel de compactación es típicamente de un 90% de la máxima densidad seca. La compactación en algunos suelos arcillosos al 90% puede causar una reducción de la permeabilidad, mientras que la compactación de suelos arenosos a un 100% no tiene ningún efecto. [7]

Adicionalmente, la subbase debe comportarse como un material drenante, siendo esta característica necesaria para el flujo continuo del agua pluvial, para lo cual el porcentaje de porosidad se encuentra entre 20% a 40% de vacíos, utilizándose una grava limpia. En caso de no contar con material gravoso para conformar la sub base, se recomienda impermeabilizar la sub-base con un geosintético. [7]

2.2.9.3 Capa de rodadura

Para la capa de rodadura la cual recibe directamente la carga del tráfico y con ella los efectos desintegradores de abrasión y desgaste. Esta resistencia a flexión del concreto permeable debe ser mayor a 34 kg/cm² como indica la norma CE. 0.10 Pavimentos Urbanos, y con un espesor de losa mínimo de 150mm.

Actualmente no existe una metodología para el determinar el espesor de un pavimento permeable, por ello se determinará mediante el método de AASHTO (1993), conforme indica el Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos.

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto; este a medida del tiempo transcurre, y con las repeticiones de carga de tránsito este nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño, además mediante un proceso iterativo, se puede ir asumiendo espesores para la losa de rodadura hasta que la ecuación de AASTHO 1993 llegue al equilibrio. Este espesor final optado debe ser capaz de soportar las cargas que se produzcan en él, sin producir un nivel de servicio inferior al estimado.

Ilustración 14 Cálculo de la capa de rodadura

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_D + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Fuente: [33]

Donde:

W8.2 = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño

ZR = desviación normal estándar

SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

Δ PSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Pt = índice de serviciabilidad o servicio final

Mr = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

Cd = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

El cálculo del espesor de la losa de rodadura, se puede desarrollar mediante la fórmula del Manual de AASHTO 93, también con ayuda del uso de nomogramas o el uso de programas de cómputo especializado.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

• **Drenaje pluvial:** Es aquel sistema de tuberías e instalaciones complementarias que permiten la rápida evacuación de aguas pluviales, y evitar molestias, daños materiales debido a la acumulación del agua superficial provocado por las lluvias. [34]

• **Escorrentía superficial:** es aquella parte de la lluvia que no es absorbida por el suelo mediante infiltración. [34]

• **Variables del diseño:** Son las variables que ayudarán a determinar el mejor diseño para el pavimento. [16]

• **Permeabilidad:** Es la capacidad de un material para permitir que un fluido atraviese su estructura sin alterarla. [35]

• **Precipitación:** Procesos mediante cuales el agua cae de la atmosfera a la superficie de la tierra en forma de lluvia, llovizna. [34]

• **Intensidad:** Es la altura de agua acumulada por unidad de tiempo usualmente medida en mm/ hr. [34]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto de investigación, es de tipo experimental/cuasiexperimental porque se analizará los diferentes tipos de mezclas para así determinar cuál es el mejor diseño a optar para implementarse en un diseño de pavimento rígido.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de esta investigación es investigativo cuantitativo de tipo experimental puesto que relaciona causa efecto, en este caso como afecta a los resultados el manipular una variable, ya sea la relación agua cemento, el porcentaje de agregado fino en la muestra o el contenido de pasta.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

En el presente proyecto se realizará diferentes diseños de mezclas con el fin de determinar cuál es la mezcla más óptima de acuerdo a su resistencia y permeabilidad, por ello se empleará como mínimo 6 testigos de concreto de dimensiones de 6" x 12" por cada diseño de mezcla los cuales se someterán al ensayo de compresión, a los 7,14,21,28, días con el fin de determinar su curva de resistencia. Así mismo por cada diseño de mezcla se elaborará tres testigos de concreto de 4"x8" para determinar la permeabilidad y además se elabora dos vigas para por diseño para someterlas al ensayo resistencia a la tracción por flexión.

Finalmente se hará un cuadro comparativo de resistencia a compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad, teniendo como resultado 108 testigos de concreto para ensayo a la resistencia a la compresión, 32 testigos para ensayo a la resistencia a la flexión y 33 testigos de 4x8" para ser ensayados a permeabilidad.

Tabla 2 Descripción de los códigos de los diferentes diseños preliminares

Diseño	Descripción
N° de código	
MPA-1	con 13.7% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40
MPA-2	con 13.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40, con fibras ultrafina chema
MPA-3	con 6.1% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37 y con 2.5% de aditivo chema 3
MPA-4	con 5.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37, con fibras ultrafina chema y 2.5% de aditivo chema 3
MPB-1	con 11% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3
MPB-2	con 12.9% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 2.5% de aditivo chema 3
MPB-3	con 13.2% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3
MPC-1	con 13.3% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36
MPC-2	con 13.1% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema
MPC-3	con 12.4% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema y 3% de aditivo chema 3
MPC-4	con 10.4% de vacíos, 30% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.36 y 3.5% de aditivo chema 3

Fuente: [0]

Tabla 3 Total de ensayos realizados

GRUPO	CÓDIGO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	PERMEABILIDAD
A	MPA-1	12	4	3
	MPA-2	12	4	3
	MPA-3	12	4	3
	MPA-4	12	4	3
B	MPB-1	12	4	3
	MPB-2	12	4	3
	MPB-3	12	4	3
C	MPC-1	6		3
	MPC-2	6		3
	MPC-3	6		3
	MPC-4	6	4	3
TOTAL, DE ENSAYOS REALIZADOS		108	32	33

Fuente: [0]

Del total de ensayos realizados, solo 4 diseños preliminares son efectivos para los requisitos necesarios según el C.E. 010 Pavimentos urbanos referentes a el MR mínimo, sin embargo, solo 3 diseños superan los 280kg/cm² y con los parámetros que indica el ACI 522R-10 respecto al coeficiente de permeabilidad, excluyendo al diseño MPC-4, que el promedio de su coeficiente de permeabilidad, es menor al indicado por el ACI 522R-10.

Tabla 4 Ensayos efectivos

GRUPO	CÓDIGO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	PERMEABILIDAD
A	MPA-1			
	MPA-2			
	MPA-3	X	X	X
	MPA-4	X	X	X
B	MPB-1			
	MPB-2			
	MPB-3			
C	MPC-1			
	MPC-2			
	MPC-3			
	MPC-4	X	X	X

Fuente: [0]

NOTA

*No se realizaron los ensayos a flexión en los tres primeros diseños del grupo C, debido a que no alcanzaban el $f'c=280\text{kg/cm}^2$, requerido.

3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Para el agregado, es de la cantera la Victoria, que está ubicada en el distrito de Pátapo en la Provincia de Chiclayo, se usó agregado de esta cantera por que cumplía con los parámetros establecidos en la NTP 400.012
- Para el tamaño de agregado se trabajó con confitillo, esta selección se hizo porque su granulometría cumplía con el Huso 8 que el ACI 522R recomienda.
- Se utilizó cemento Tipo Ms puesto que este cumple con lo establecido en la NTP 334.082, además que el cemento ANTI SALITRE Ms fijan los álcalis del cemento antes de que éstos puedan reaccionar con los agregados reactivos, evitando la fisuración y deterioro del concreto
- Se usó el aditivo Chema 3, puesto a que es un acelerante de fraguado que cumple con la norma ASTM C-494 tipo C.

- Las fibras de polipropileno se usaron por que Cumple con los requisitos de la norma ASTM C1116, y se decidió usar estas fibras para ayudar a que aumente el las características físicas del concreto permeable.
- Se determino como la relación a/c más óptima entre los rangos 0.36 de 0.4a/c.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES Y HIPOTESIS

3.5.1. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS

El diseño de un concreto permeable para pavimento rígido con 5% de agregado fino con adición del aditivo chema 3 y fibras de polipropileno permitiría drenar la escorrentía de vías colectoras en la ciudad de Chiclayo

3.5.2. VARIBALES OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN	RANGO DE VIABILIDAD
PERMEABILIDAD DEL CONCRETO	Resistencia a la Flexión	MR	kg/cm2	---
	Resistencia a la compresión	f'c	kg/cm2	----
		Relación agua/cemento	L/bolsa	0.35 a 0.40
		Fibras de polipropileno	g/m3	300g/m3
		Aditivo	%	1.2 a 4%
	Permeabilidad	Porcentaje de Fino	%	0 a 20%
		Tamaño máximo	pulg	3/8"
		Permeabilidad		-----

3.5.3. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un concreto permeable para pavimentos rígidos en una vía colectora de la ciudad de Chiclayo, con agregados de la cantera la victoria y adición del aditivo chema 3 y fibras polipropileno.

3.5.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar diferentes diseños de mezclas de prueba de acuerdo a requisitos mínimos CE. 0.10 Pavimentos Urbanos en vías colectoras.

2. Verificar las propiedades físicas - mecánicas de las diferentes mezclas del concreto permeable, con ayuda de ensayos en laboratorio.
3. Determinar la permeabilidad en mm/hr de los diferentes diseños de mezclas.
4. Comparar costos de pavimento de concreto permeable con un pavimento convencional.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Por investigación: La recolección de los datos confiables en fuentes bibliográficas existentes, las cuales permitirán el desarrollo correcto del siguiente de investigación.

Además de manera experimental se manipularán los distintos indicadores y describir los resultados obtenidos de los diferentes diseños de manera experimental.

3.6.1 ENSAYOS A LOS AGREGADOS

3.6.1.1 Granulometría del agregado grueso y fino

Este ensayo sirve para determinar los distintos tamaños de agregado que contiene la muestra a analizar. Para ello es importante pasar por los diferentes tamices ya normados, ya que de ellos dependerán algunas propiedades del concreto.

En lo referido a concreto permeables valores de b/bo, se tiene valores de corrección para el agregado grueso para husos N°8 Y N°67, muy importante para el diseño.

Especificaciones técnicas para el agregado grueso

Para el agregado grueso el requerimiento granulométrico indica que deben estar graduado en los siguientes límites según la norma N.T.P. 400.012.

Tabla 5 Huso 8 y 67

Tamiz	Huso 8	Huso 67
	Porcentaje que pasa	Porcentaje que pasa
2"	-----	-----
1 ½"	-----	-----
1"	-----	100
¾"	-----	90 a 100
½"	100	-----
3/8"	85 a 100	20 a 55
N°4	10 a 30	0 a 10
N°8	0 a 10	0 a 5
N°16	0 a 5	-----
Fondo	-----	-----

Para determinar la granulometría se utilizará los siguientes **equipos y aparatos**.

- Taras
- Balanza electrónica
- Juegos de tamices que la conforman las siguientes mallas: 2", 1 ½", 1, ¾", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y fondo.
- Un horno

Procedimiento

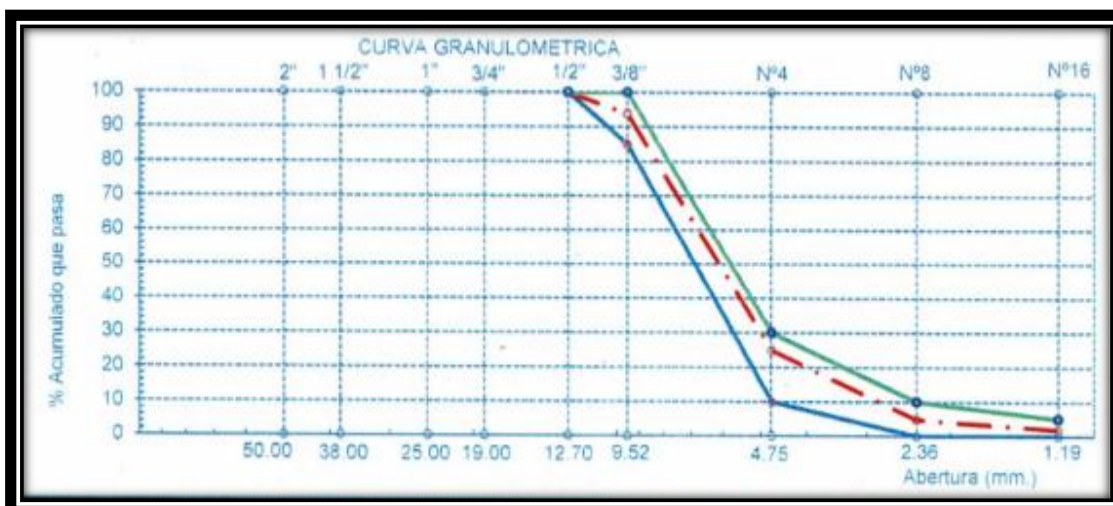
- Se toma una muestra de 3000.00g pesada en una balanza electrónica.
- Se procede a realizar el tamizado de manera manual, pasando el 100% del material por la malla 1/2" obteniendo así su Tamaño Máximo (TM).
- Luego se tamiza por la malla N°3/8, en donde se retiene material y este viene hacer su Tamaño Máximo Nominal. (TMN).
- Luego sucesivamente se realizó el tamizado a través de las mallas N°8, N°16, y el fondo.
- Se anota todos los datos y se plasmaron en las siguientes imágenes.

Ilustración 15 Tabla de datos de granulometría agregado grueso

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones ASTM C-136	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	182.2	6.1	6.1	93.9	85.0	100.0
Nº 04	4.75	2065.2	68.8	74.9	25.1	10.0	30.0
Nº 08	2.36	603.2	20.1	95.0	5.0	0.0	10.0
Nº 16	1.19	89.2	3.0	98.0	2.0	0.0	-
Fondo		60.2	2.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1/2"	25.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	19.00			

Fuente: [0]

Ilustración 16 Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: [0]

Especificaciones técnicas para el agregado fino

Para el agregado grueso el requerimiento granulométrico indica que deben estar graduado en los siguientes límites.

Ilustración 17 Límites granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
N°4	95-100
N°8	80-100
N°16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	10-30
N°100	2-10

Para determinar la granulometría se utilizará los siguientes **equipos y aparatos**.

- Taras
- Balanza electrónica
- Juegos de tamices que la conforman las siguientes mallas: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo.
- Un horno

Procedimiento

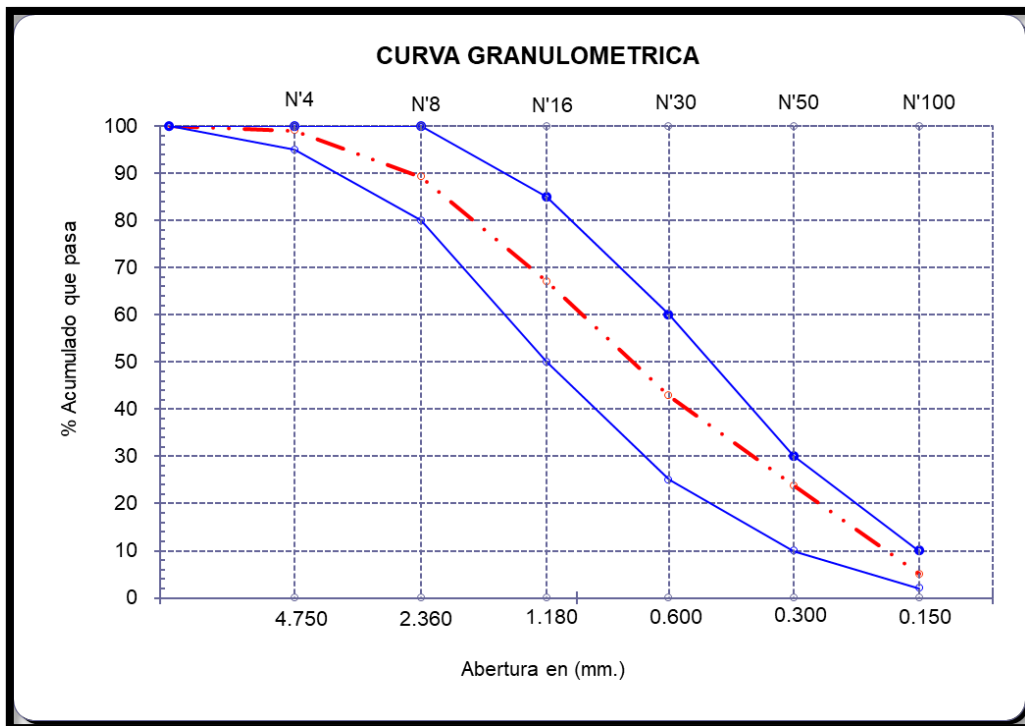
- Se toma una muestra de 500.00g pesada en una balanza electrónica.
- Se procede a realizar el tamizado de manera manual, pasando el 100% del material por la malla 3/8", obteniendo así el módulo de fineza.
- Luego se tamiza por la malla N°4, en donde se retiene material.
- Luego sucesivamente se realizó el tamizado a través de las mallas N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y el fondo.
- Se anota todos los datos y se plasmaron en las siguientes imágenes.

Ilustración 18 Tabla de resultados de la granulometría del agregado fino

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	26.7	5.3	5.3	94.7	95	100
Nº 08	2.360	63.8	12.7	18.1	81.9	80	100
Nº 16	1.180	103.7	20.7	38.8	61.2	50	85
Nº 30	0.600	124.4	24.9	63.7	36.3	25	60
Nº 50	0.300	99.6	19.9	83.6	16.4	10	30
Nº 100	0.150	49.2	9.8	93.5	6.5	2	10
Nº 200	0.075	19.7	3.9	97.4	2.6	2	10
Fondo		13.0	2.6	96.1	3.9		
Módulo de Fineza				3.030			
Abertura de malla de referencia				Nº 04			

Fuente: [0]

Ilustración 19 Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: [0]

Ilustración 20 Análisis granulométrico del agregado grueso



Fuente: [0]

Ilustración 21 Análisis granulométrico del agregado fino



Fuente: [0]

3.6.1.2 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso

Para este ensayo se necesita llenar con el material seco un recipiente de un volumen unitario. El peso unitario del agregado va depender del tamaño, forma, y granulometría para su mejor distribución así mismo de su grado de compactación, sea suelto o compactado.

Peso unitario suelto del agregado

Para determinar el peso unitario suelto se necesitará **equipos y herramientas** tales como:

- Balanza electrónica
- El recipiente de volumen de 0.0053m³ aproximadamente.
- Un cucharon de kilo
- Una brocha para limpiar el polvo restante
- Una regla de metal

Procedimiento

Antes de comenzar hacer el ensayo el material debe estar seco a temperatura ambiente.

- Primero pesamos el recipiente a llenar
- Llenamos el recipiente con el cucharon hasta rebosar, este se verterá con una altura no mayor a 2" desde el borde superior del recipiente.
- Con la regla se eliminará el material restante.
- Luego con la brocha se limpiará los materiales fuera del recipiente.
- Una vez limpio todo se lleva a la balanza y se toma su peso.
- Este procedimiento se hará 3 o 4 veces.

Resultados

PESO UNITARIO SECO SUELTO AGREGADO FINO					1619.18 kg/m ³
	1	2	3	4	
Peso de Molde	9.999 kg	9.99 kg	9.90 kg	9.90 kg	
Peso (Molde + Muestra)	18.68 kg	18.63 kg	18.48 kg	18.48 kg	
Peso de Muestra	8.68 kg	8.63 kg	8.58 kg	8.58 kg	8.58 kg

PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO				1421.88 kg/m ³
	1	2	3	
Peso de Molde	9.899 kg	9.899 kg	9.899 kg	
Peso (Molde + Muestra)	17.437 kg	17.433 kg	17.437 kg	
Peso de Muestra	7.538 kg	7.534 kg	7.538 kg	7.538 kg

Peso unitario compactado del agregado

Para determinar el peso unitario suelto compactado se necesitará **equipos y herramientas** tales como:

- Balanza electrónica
- El recipiente de volumen de 0.0053m³ aproximadamente.
- Un cucharón de kilo
- Una brocha para limpiar el polvo restante
- Una regla de metal
- Un martillo de goma
- Barra compactadora de acero liso, de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo con un extremo redondeado

Procedimiento

Antes de comenzar hacer el ensayo el material debe estar seco a temperatura ambiente.

- Primero pesamos el recipiente a llenar
- Llenamos 1/3 del recipiente con el cucharón hasta rebosar, este se verterá con una altura no mayor a 2" desde el borde superior del recipiente.
- Luego con la barra lisa se apisonará 25 veces en forma espiral, y con el martillo de goma se dará 15 golpes.
- Este procedimiento se repetirá en los otros dos tercios del recipiente
- Una vez lleno con la regla se eliminará el material restante.
- Luego con la brocha se limpiará los materiales fuera del recipiente.
- Una vez limpio todo se lleva a la balanza y se toma su peso.
- Este procedimiento se hará 3 o 4 veces

Resultados

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO AGREGADO FINO					1895.90 kg/m ³
	1	2	3	4	
Peso de Molde	9.999 kg	9.99 kg	9.90 kg	9.90 kg	
Peso (Molde + Muestra)	20.07 kg	20.02 kg	19.95 kg	19.93 kg	
Peso de Muestra	10.07 kg	10.03 kg	10.05 kg	10.03 kg	10.05 kg

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO				1579.19 kg/m ³
	1	2	3	
Peso de Molde	9.899 kg	9.899 kg	9.899 kg	
Peso (Molde + Muestra)	18.271 kg	18.269 kg	18.274 kg	
Peso de Muestra	8.372 kg	8.370 kg	8.375 kg	8.372 kg

Comentario

Para determinar los pesos unitarios, se tuvo que realizar varias repeticiones hasta que los valores sean cercanos, se promedian y luego se toma el peso más cercano al promedio o en algunos casos el promedio.

Ilustración 22 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso



Fuente: [0]

Ilustración 23 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino



Fuente: [0]

3.6.1.3 Peso específico y de absorción de agregado fino y grueso del agregado.

La relación entre la densidad de un material y el agua se le conoce como peso específico, para valores elevados indican que los materiales tienen un buen comportamiento, mientras que para materiales de bajo peso específico indican que materiales débiles y absorbentes.

Comentario

Para el presente trabajo se determinó el peso específico y absorción del agregado grueso y fino de la misma manera, puesto que el agregado grueso es confitillo.

Para determinar el peso específico y contenido de absorción de los agregados se necesitará **equipos y herramientas** tales como:

- Balanza electrónica, con sensibilidad de 0.05g. y con capacidad no mayor de 2 kg.

- Pipetas
- Frascos volumétricos (fiolas) con una capacidad de 500cm³.
- Recipientes para almacenar el material
- Horno con temperaturas de 110°C ± 5°C.

Procedimiento

- Se debe tomar 500 gramos de muestra del agregado.
- Se debe pesar la fiola y luego fiola con agua lleno hasta los dónde nos marca los 500cm³ y anotar los datos.
- Cogemos la fiola y comenzamos a girar en una superficie plana con la mano, para poder eliminar las burbujas.
- Se deja reposar aproximadamente una hora y luego se rellena hasta llegar nuevamente hasta la marca de los 500cm³.
- Luego con los datos de los pesos, se determina el peso de agua introducida en la fiola.
- Luego ese material se vierte a una tara y se deja reposar, para que se sedimente.
- Una vez sedimentado se le extrae el agua con cuidado evitando extraer finos.
- Ya totalmente retirado el agua de la superficie se ingresa al horno a una temperatura de 110°C ± 10°C por 24 horas.
- Pasadas las 24 horas se retira la muestra y se anotan para a través de cálculos obtener el peso específico y el contenido de absorción.

✓ **Peso específico (g/cm³)**

El peso específico se determinará con la siguiente formula:

$$pe = \frac{A}{B - C} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

✓ **Peso específico de la masa saturada superficialmente seca**

El P.e.s.s.s. se determinará con la siguiente formula:

$$p. e. s. s. s. = \frac{B}{B - C} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

✓ **Peso específico aparente**

El P.e.a. se determinará con la siguiente formula:

$$p.e.a = \frac{A}{A - C} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

✓ **Porcentaje de Absorción**

El porcentaje de absorción se determinará con la siguiente formula:

$$Ab. = \frac{B - A}{A} \times 100 (\%)$$

○ **Resultados del agregado fino**

MUESTRA DEL AGREGADO FINO			
A. Peso de Muestra Seca			495.34
B. Peso de la Muestra Superficialmente Seca			500
C. Peso o volumen del agua añadida en la fiola			308.21
A. PESO ESPECIFICO	g/cm^3	$\frac{A}{B - C}$	2.5827
B. PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S	g/cm^3	$\frac{B}{B - C}$	2.6070
C. PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm^3	$\frac{A}{A - C}$	2.6470
D. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	$\frac{B - A}{A} \times 100$	0.94%

○ **Resultados del agregado grueso (confitillo)**

MUESTRA DEL AGREGADO CONFITILLO			
A. Peso de Muestra Seca			492.47
B. Peso de la Muestra Superficialmente Seca			500.06
C. Peso o volumen del agua añadida en la fiola			310.16
A. PESO ESPECIFICO	g/cm^3	$\frac{A}{B - C}$	2.5933
B. PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S	g/cm^3	$\frac{B}{B - C}$	2.6333
C. PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm^3	$\frac{A}{A - C}$	2.7013
D. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN		$\frac{B - A}{A} \times 100$	1.54%

Ilustración 24 Peso específico y absorción del agregado fino y grueso



Fuente: [0]

3.6.1.4. RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 12.4 mm (1/2") MTC E 207 / ASTM C-131/ NTP 400.019

Para ello primero se realiza una granulometría global del agregado a ensayar, en este caso se realizará por el método “C”, esto debido a la gradación de muestras de ensayo que nos brinda el manual del MTC.

Para realizar este ensayo primero se debe Colocar la muestra y la carga en la máquina de Los Ángeles y este deberá dar 500 revoluciones a una velocidad entre los 30 y 33rpm. Una vez terminada de dar las 500 revoluciones, se retira el material y se pasa por el tamiz normalizado de 1,70 mm (Nº 12). Tamizar la porción más fina que 1,70 mm conforme al Modo Operativo MTC E 204. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a 110 ± 5 °C, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 g.

Mallas		Requerido	Peso	%	Método
Pasa	Retiene	C	retenido(g)	retenido	C
1 1/2"	1"		---	---	---
1"	3/4"		---	---	---
3/4"	1/2"		0.0	0.0	0.0
1/2"	3/8"	2500 ± 10	---	---	---
3/8"	1/4"	2500 ± 10	3451.0	34.6	2500.0
1/4"	Nº 4		6520.0	65.4	2500.0
Nº 4	Nº 8		---	---	---
Nº de Esferas		8			
Peso de las Esferas		392 - 445			
Total		5000 ± 10	9971.0	100.0	5000

Luego se obtiene la muestra y se pesa 5000 gramos superficialmente seco los cuales ingresarán a la Maquina de los Ángeles

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0 gr
- Peso final después de las 500 revoluciones	3816.0 gr

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	23.7 %
------------------------------	--------

Obteniendo así un % de desgaste por abrasión de 23.7%, el cual según norma no debe ser mayor al 50%.

Ilustración 25 Resistencia al desgaste del agregado grueso



Fuente: [0]

3.6.2 ENSAYO PARA MEDIR EL CONTENIDO DE AIRE

Este ensayo se obtendrá conforme nos indique el ensayo NTP 339.230. Para este ensayo se necesitará un recipiente de 7 ± 0.6 L. Primero se calculará la densidad Real del concreto permeable. posterior a eso se calculará la densidad teórica, que se obtiene de dividir el peso de los materiales de la mezcla en estado SSS entre el volumen que ocupa los materiales de la mezcla.

Mientras que para el contenido de vacíos se calculará con la siguiente formula:

$$\%Vacíos = \frac{T - D}{T} \times 100$$

Donde:

T: Densidad Teórica

D: Densidad Real

3.6.2 ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO

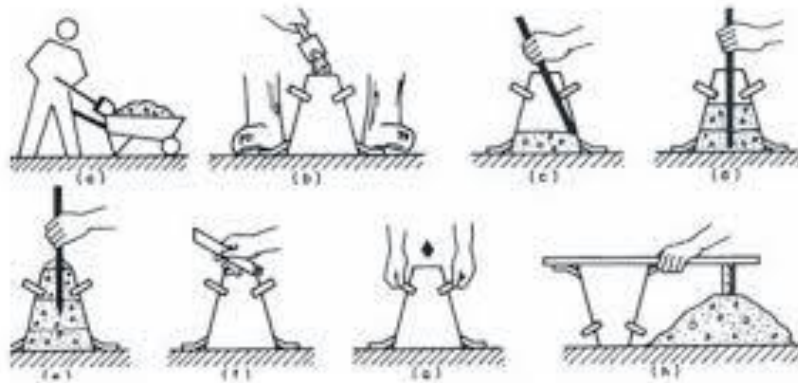
Para este ensayo se determinará con la ayuda de un termómetro, se aplicará este, al momento de que termine de mezclar, se introducirá hasta una profundidad de 3” por unos 2 minutos o hasta que el valor se estabilice como indica la Norma NTP 339.184. [36]

3.6.3 ENSAYO DE ASENTAMIENTO

Este ensayo se realizará conforme nos indica la NTP 399.035, el cual tiene por finalidad medir la consistencia del concreto, referido al grado de fluidez de la mezcla, el cual indica si está seco o fluido.

El ensayo de asentamiento se realiza a través de lo que se conoce como Cono de Abrams, para realizar el ensayo se debe humedecer la superficie del cono y ubicar en una zona horizontal plana y rígida que no sea absorbente, luego se procede a agregar la muestra hasta su tercera parte y se apisona con una varilla lisa de 16 mm de diámetro y 600mm de largo unas 25 veces, y el mismo procedimiento en sus 2 capas estantes. Finalmente se procede a retirar el cono lentamente y se mide el asentamiento. [37]

Ilustración 26: Procedimiento del ensayo de asentamiento



Fuente: [38]

3.6.4 CURADO DE LOS ESPECÍMENES TESTIGOS CILINDRICOS Y PRISMÁTICOS (NTP 339. 183)

Después de desmoldar pasado las 24 horas del vaciado, se trasladan a una poza a una temperatura constante de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, la cual contiene cal apagada o Hidróxido de cálcico usando 3g/Lt.

3.6.5. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

Este ensayo se determinará como se menciona en la Norma NTP 339.034

Se elaborarán 16 testigos por cada mezcla de dimensiones de 15cm por 30cm de altura, para ello se mezclarán todos los agregados en el trompo, mientras se aceita los moldes de los testigos, luego se procederá a vaciar la mezcla en 3 capas iguales, en cada capa se apisonará con el martillo Proctor 11 veces por capa y se golpeará con el martillo de goma 15 veces por capa; se dejarán en el molde por un día y luego se someterán a su respectivo curados totalmente sumergidos en agua.

Por cada diseño de mezcla los cuales se someterán a compresión a los 3, 7, 14, 28 en el laboratorio de la USAT, y los datos obtenidos se llevarán a un Excel para determinar su curva de compresión. [39]

El $f'c$ se determinará con la siguiente formula:

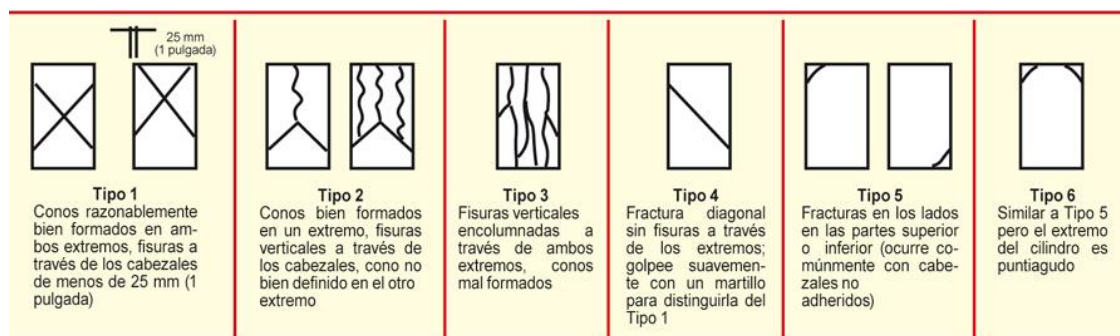
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P: La carga máxima aplicada sobre el testigo

A: El área de la sección transversal del testigo en cm^2 .

Ilustración 27. Tipo de fallas por compresión



Fuente: [40]

3.6.7. ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

Este ensayo se realizará conforme a la Norma NTP 339.078. y NTP 339.079

Para este ensayo se elaborará una viga de 6x6 pulgadas y con una luz mínima de 45 cm, esta resistencia se expresará como el Módulo de Ruptura (MR), este valor oscila entre los 10 y 20 % de la resistencia a compresión. El Módulo de Ruptura se obtiene por dos ensayos por el ASTM C78 cargada en los puntos tercios y por el ensayo ASTM C293 cargada en el punto medio. [41] y [42]

Para elaborar las vigas de concreto de 6x6 pulgadas y 55 cm de largo se construirá unas cajas con melamina , en ellas se vaciará la mezcla en dos capas y con el martillo Marshall se golpeará 14 veces por capa y se darán 30 golpes por capa con el martillo de goma, posteriormente se dejará en el molde por 24 horas, finalmente se retirará del molde y se pondrá a curar hasta el día del ensayo.

3.6.8 ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Para este ensayo se realizaron 3 especímenes de concreto permeable de 10 *20cm por cada diseño y se realizó el ensayo de permeabilidad en un Permeámetro de Carga variable, recomendado por el ACI.

Para ello los testigos de concreto permeable se llenarán en 3 capas y se golpeará con el martillo Proctor 3 veces por capa, posteriormente se dejará en el molde por 24 horas, finalmente se retirará del molde y se pondrá a curar hasta el día del ensayo que será a los 28 días.

3.7. PROCEDIMIENTOS

Para llegar a los resultados que requiere este proyecto se necesitó seguir el siguiente procedimiento:

Preliminar

- Primero se obtuvo los materiales y se realizaron sus respectivos ensayos
- Una vez obtenidos los resultados de los ensayos a los materiales, se procede a realizar el diseño de mezcla, conforme como nos indica el ACI 522R.

Diseño de mezcla del concreto permeable

- El diseño de mezcla se realizará conforme indica el ACI 522R, el cual ya se encuentra explicado en el subtítulo 2.2.8. Diseño de Mezcla.

- El primero diseño de mezcla de prueba se realiza determinar si va cumpliendo con los parámetros de un concreto permeable. Entre ellos tenemos los ensayos al concreto en estado fresco y al concreto endurecido.
- Para ello con el diseño de mezcla se obtendrán los pesos y volúmenes de los materiales a utilizar, para el caso de este proyecto se trabajó con un trompo pequeño de 2 pies³ la mejor opción fue pesar los materiales, puesto que se tenía una balanza electrónica.
- Lo primero es humedecer y limpiar residuos dentro el trompo, luego se agrega el agregado grueso y posteriormente el fino, si el diseño de mezcla lo indica , dejamos que se mezclen por el promedio de un minuto mientras agregamos un poco de agua, luego se el cemento y se va echando agua poco a poco para lograr tengo una homogeneidad en la masa ya para terminar con el poco de agua sobrante mezclamos con el aditivo y le echamos a la mezcla. Todo esto en el transcurso de aproximadamente 5 minutos.
- Una vez terminado de mezclar se realizan los siguientes ensayos en estado fresco del concreto permeable
 - ✓ Ensayo de asentamiento,
 - ✓ Ensayo de temperatura.
 - ✓ Ensayo de densidad y contenido de vacíos en estado fresco.

Ilustración 28 Ensayos del concreto permeable en estado fresco



Fuente: [0]

Propiedades física- mecánicas del concreto permeable

- Una vez lista la mezcla se llenan las probetas cilíndricas en 3 capas, y se golpea 17 veces por capa con el Martillo compactador para suelos Proctor Estándar ASTM y 10 golpes con el martillo de goma en cada capa, lo mismo se realiza para las probetas para permeabilidad, con la compactación indicada ya anteriormente, y las vigas igual se realiza el mismo procedimiento con el martillo Marshall, con la compactación ya indicada.

Ilustración 29 Compactación con el martillo de Marshall y el Proctor Estándar



Fuente: [0]

- Una vez llena los testigos se nivela la parte superior y se espera 24 horas para su posterior desencofrado muy cuidadosamente, y luego se ingresó a ser curado a una piscina, la cual tiene que cubrir totalmente los testigos.
- Para los testigos de resistencia al desgaste por abrasión e impacto, se llena las probetas e 4x6” hasta la mitad, es decir los testigos de abrasión son de 4” de diámetro por 100mm de altura, este será compactado con el martillo Marshall, esta una vez llena se cubrirá con tapas o bolsas herméticas para evitar que se pierda la humedad durante el curado, se necesitaran 3 testigos. Estos deberán permanecer cubierto con las tapas o bolsas herméticas por 7 días, el día del ensayo se deberán retirar las tapas y desencofrar

e ingresar a los 30 min a la Máquina de los ángeles, una vez ahí la Máquina comenzará a dar 500 revoluciones, provocando que los testigos choquen entre sí, provocando el desgaste.

Ilustración 30 Curado de las probetas para ensayo de desgaste por abrasión e impacto



Fuente: [0]

- Para la rotura de vigas, se tendrá que medir las dimensiones de esta, si es necesario trazar, para dividir la viga en 3, y determinar si la rotura tuvo falla dentro o fuera del tercio central. Finalmente, esta es colocada en la maquina con mucho cuidado para evitar golpes. Lo mismo se realiza en las probetas circulas se piden el área donde se hará presión, y luego se lleva a la máquina para ser ensayada.
- Los testigos de permeabilidad, se ensayan a los 28 días, hasta eso se mantienen en agua por todo ese tiempo, para su ensayo el testigo se ingresa en el permeámetro de carga variable y a los bordes se coloca silicona para evitar que pase por allí el agua, y se controle la permeabilidad de forma equivocada.

Ilustración 31 Aplicación de silicona para ensayo de permeabilidad



Fuente: [0]

Finalmente se registran los resultados de todos los ensayos en tablas y en gráficos comparativos. Los cuales se mostrarán en el capítulo de los resultados y discusión.

3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANALÍISIS DE DATOS

FASE 1: Recopilación de información

Semana 1-2

- Recopilación de antecedentes y fuentes bibliográficas: normas, ensayos, etc. Todo referido al diseño del concreto, ensayos en concreto fresco y endurecido, estudio de permeabilidad y pavimentos permeables.
- Averiguar precios de los materiales y aditivos a usar en el proyecto.

FASE 2: Obtención de los materiales y realizar sus ensayos.

Semana 3- 5

- Se realiza las compras de los agregados, cemento, y aditivos
- Se realizará los ensayos de tamizados de residuos, selección y optimización de los materiales en general.
- Se realizará los siguientes ensayos:
 - ✓ Granulometría.

- ✓ Contenido de humedad
- ✓ Contenido de Absorción
- ✓ Peso específico.
- ✓ Peso unitario suelto.
- ✓ Peso unitario varillado

FASE 3: Metodología del diseño

Semana 6-12

- Definir la metodología para el diseño de mezcla.
- Realizar los ensayos del concreto fresco.
 - ✓ Ensayo de temperatura
 - ✓ Ensayo de vacíos y densidad
 - ✓ Ensayo de asentamiento
- Comprobar propuesta experimental de diseño.
- Tener los diseños de prueba definitivos.

FASE 4: Diseños de mezclas y visitas al laboratorio

Semana 12-16

- Realizar los ensayos de concreto endurecido.
 - ✓ Determinar la resistencia del concreto mezclas los 7,14,21,28 días y obtener las curvas de resistencia.
 - ✓ Determinar la resistencia a flexión a los 28 días
 - ✓ Determinar la permeabilidad a los 28 días

FASE 5: Diseños de mezclas y visitas al laboratorio y cuadros comparativos

Semana 18-24

- Realizar las comparaciones de los 16 diseños de mezcla de su resistencia a flexión, compresión y permeabilidad
- Levantar observaciones dadas por el asesor

FASE 6: Análisis de resultados y conclusiones

Semana 25 a 32

- Determinar cuál es diseño de mezcla óptima
- Evaluar los costos del diseño de concreto permeable con un diseño convencional de concreto

3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 6 Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN		
			VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>¿El diseño de un concreto permeable con cierto porcentaje de vacíos y de agregados finos, con adición del aditivo chema 3 y fibras de polipropileno ayudara a drenar escorrentías superficiales, en vías colectoras de la ciudad de Chiclayo?</p>	<p>OBJETIVOS GENERAL.</p> <p>Diseñar un concreto permeable para pavimentos rígidos en una vía colectora de la ciudad de Chiclayo, con agregados de la cantera la victoria y adición del aditivo chema 3 y fibras polipropileno.</p> <p>3.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar diferentes diseños de mezclas de prueba de acuerdo a requisitos mínimos CE. 0.10 Pavimentos Urbanos en vías colectoras. • Verificar las propiedades físicas- mecánicas de las diferentes mezclas del concreto permeable, con ayuda de ensayos en laboratorio. • Determinar la permeabilidad en mm/hr de los diferentes diseños de mezclas. • Comparar costos de pavimento de concreto permeable con un pavimento convencional. 	<p>El diseño de un concreto permeable para pavimento rígido con 5% de agregado fino con adición del aditivo chema 3 y fibras de polipropileno permitiría drenar la escorrentía de vías colectoras en la ciudad de Chiclayo</p>	<p>Variable única:</p> <p>Capacidad permeable del Concreto.</p>	<p>Porcentaje de vacíos: 15% a 21%</p> <p>Relación agua cemento: 0.35 a 0,45</p> <p>Porcentaje de agregado fino: 0 a 20%</p> <p>Tamaño máximo del agregado grueso: 3/8”.</p> <p>Resistencia a la compresión: 3.5 a 28 MPa.</p>	<p>Tipo de investigación: Este proyecto de investigación, es de tipo experimental/cuasiexperimental porque se analizará los diferentes tipos de mezclas para así determinar cuál es el mejor diseño a optar para implementarse en un diseño de pavimento rígido.</p> <p>Población: En el presente proyecto se realizará diferentes diseños de mezclas con el fin de determinar cuál es la mezcla más óptima de acuerdo a su resistencia y permeabilidad, por ello se empleará como mínimo 6 testigos de concreto de dimensiones de 6” x 12” por cada diseño de mezcla los cuales se someterán al ensayo de compresión, a los 7,14,21,28, días con el fin de determinar su curva de resistencia. Así mismo por cada diseño de mezcla se elaborará tres testigos de concreto de 4”x8” para determinar la permeabilidad y además se elabora dos vigas para por diseño para someterlas al ensayo resistencia a la tracción por flexión.</p> <p>Finalmente se hará un cuadro comparativo de resistencia a compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad.</p>

Fuente: [0]

3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todo lo documentado en esta presente investigación de tesis, se encuentra referenciado por el estilo IEEE, obteniendo bibliografías y citas de libros, artículos y tesis de diferentes universidades.

Cuando se obtenga algún párrafo, un texto, se mencionará al autor de dicho documento, con la finalidad de no cometer plagio, teniendo en cuenta la autoría exacta.

La tesis guía para el desarrollo de mi tesis fue la de los alumnos Agneth Xiomy Guizado Barrios y Elvis Ricardo Piero Curi Grados estudiantes de la PUCP realizaron su proyecto “*Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú*”

Los resultados de los ensayos realizados en la presente tesis, se encuentran respaldados por los certificados de los laboratorios correspondientes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se mostrarán en tres grupos, esto debido al tiempo en que se elaboraron los testigos de concreto permeable.

Grupo A: Elaborado en noviembre del 2019 obteniendo resultados finales en diciembre del 2019.

Grupo B: Elaborado en enero del 2020 obteniendo resultados finales en febrero del 2020.

Grupo C: Elaborado en agosto del 2020 obteniendo resultados finales en septiembre del 2020.

4.1. CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO FRESCO

4.1.1. ASENTAMIENTO DE LA MEZCLA (NTP 339.035)

Los asentamientos de los diseños de prueba son menores a una pulgada, el ensayo de asentamiento mediante el cono de Abrams, nos determinara la trabajabilidad de la mezcla. La norma del ACI de concreto permeable no especifica cuanto debe ser el slump, simplemente menciona que generalmente es cero.

Obteniendo como resultados:

Tabla 7 Asentamiento de Diseños de Prueba

Muestra	Slump	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	pulg		
MP-1	0	con 10% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.35	21/09/2019
MP-2	0	con 12% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.35	21/09/2019
MP-3	0	con 8% de vacíos, 15% de finos, relación a/c 0.40	4/10/2019
MP-4	0.3	con 10% de vacíos, 18% de finos, relación a/c 0.35	7/10/2019
MP-5	0.5	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.45	17/10/2019
MP-6	0.5	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.45 y aditivo	17/10/2019
MP-7	0.6	con 15% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.42	29/10/2019
MP-8	0.2	con 15% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.40	1/11/2019

Fuente: [0]

Tabla 8 Asentamiento de los diseños preliminares grupo A

Muestra	Slump	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	Pulg		
MPA-1	0.2	con 13.7% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40	18/11/2019
MPA-2	0.3	con 13.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40, con fibras ultrafina chema	18/11/2019
MPA-3	0.5	con 6.1% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37 y con 2.5% de aditivo chema 3	18/11/2019
MPA-4	0.8	con 5.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37, con fibras ultrafina chema y 2.5% de aditivo chema 3	18/11/2019

Fuente: [0]

Tabla 9 Asentamiento de los diseños preliminares grupo B

Muestra	Slump	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	pulg		
MPB-1	0.4	con 11% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	8/01/2020
MPB-2	0.3	con 12.9% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 2.5% de aditivo chema 3	8/01/2020
MPB-3	0	con 13.2% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	15/01/2020

Fuente: [0]

Tabla 10 Asentamiento de los diseños preliminares grupo C

Muestra	Slump	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	Pulg		
MPC-1	0	con 13.3% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36	18/08/2020
MPC-2	0	con 13.1% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema	18/08/2020
MPC-3	0	con 12.4% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema y 3% de aditivo chema 3	18/08/2020
MPC-4	0	con 10.4% de vacíos, 30% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.36 y 3.5% de aditivo chema 3	25/08/2020

Fuente: [0]

4.1.2. TEMPERATURA DE LA MEZCLA (NTP 339.184)

Las temperaturas de los diseños de prueba oscilan entre 22 y 30.2 °C, la temperatura como menciona la norma E 0.60 de concreto armado debe ser menor a 32°C, de lo contrario puede afectar de gran manera a las características mecánicas del concreto permeable, como su resistencia a la flexión, resistencia a compresión.

Tabla 11 Temperatura de los diseños de pruebas

Muestra	Temperatura	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	°C		
MP-1	22.9	con 10% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.35	21/09/2019
MP-2	22.3	con 12% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.35	21/09/2019
MP-3	23	con 8% de vacíos, 15% de finos, relación a/c 0.40	4/10/2019
MP-4	25.2	con 10% de vacíos, 18% de finos, relación a/c 0.35	7/10/2019
MP-5	24.8	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.45	17/10/2019
MP-6	23.5	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.45 y aditivo	17/10/2019
MP-7	24.5	con 15% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.42	29/10/2019
MP-8	23	con 15% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.40	1/11/2019

Fuente: [0]

Tabla 12 Temperatura de los diseños preliminares grupo A

Muestra	Temperatura	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	°C		
MPA-1	25	con 13.7% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40	18/11/2019
MPA-2	24.9	con 13.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40, con fibras ultrafina chema	18/11/2019
MPA-3	26.5	con 6.1% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37 y con 2.5% de aditivo chema 3	18/11/2019
MPA-4	25.3	con 5.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37, con fibras ultrafina chema y 2.5% de aditivo chema 3	18/11/2019

Fuente: [0]

Tabla 13 Temperatura de los diseños preliminares grupo B

Muestra	Temperatura	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	°C		
MPB-1	25.3	con 11% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	8/01/2020
MPB-2	23.5	con 12.9% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 2.5% de aditivo chema 3	8/01/2020
MPB-3	24.8	con 13.2% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	15/01/2020

Fuente: [0]

Tabla 14 Temperatura de los diseños preliminares grupo C

Muestra	Temperatura	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	°C		
MPC-1	26	con 13.3% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36	18/08/2020
MPC-2	27.2	con 13.1% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema	18/08/2020
MPC-3	28.1	con 12.4% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema y 3% de aditivo chema 3	18/08/2020
MPC-4	30.2	con 10.4% de vacíos, 30% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.36 y 3.5% de aditivo chema 3	25/08/2020

Fuente: [0]

4.1.3. DENSIDAD Y CONTENIDO DE VACÍOS (NTP 339.230)

En la siguiente Tabla 3 se muestran la densidad y contenido de vacíos de los diferentes diseños de prueba en estado fresco, obtenidos según nos indica la NTP 339.230.

Tabla 15 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños de prueba

Muestra	Descripción	Contenido de vacíos teórico	Densidad Real (kg/m ³)	Densidad Teórica	Contenido de vacíos reales	Diferencia de contenido de vacíos
N°						
MP-1	con 10% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.35	10%	2007.99	2433.79	17.5%	7.50%
MP-2	con 12% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.35	12%	1974.97	2429.32	18.7%	6.70%
MP-3	con 8% de vacíos, 15% de finos, relación a/c 0.40	8%	2213.65	2323.70	4.7%	-3.26%
MP-4	con 10% de vacíos, 18% de finos, relación a/c 0.35	10%	2264.97	2385.81	5.1%	-4.94%
MP-5	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.45	13%	2200.85	2362.18	6.8%	-6.17%
MP-6	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.45 y aditivo	13%	2220.17	2348.97	5.5%	-7.52%
MP-7	con 15% de vacíos, 10% de finos, relación a/c 0.42	15%	2267.42	2415.37	6.1%	-8.87%
MP-8	con 15% de vacíos, 5% de finos, relación a/c 0.40	15%	2064.47	2392.26	13.7%	-1.30%

Fuente: [0]

Tabla 16 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños preliminares del grupo A

Muestra	Descripción	Contenido de vacíos teórico	Densidad Real (kg/m ³)	Densidad Teórica	Contenido de vacíos reales	Diferencia de contenido de vacíos
N°						
MPA-1	con 13.7% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40	15%	2064.47	2392.26	13.7%	-1.30%
MPA-2	con 13.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40, con fibras ultrafina chema	15%	2072.59	2392.26	13.4%	-1.64%
MPA-3	con 6.1% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37 y con 2.5% de aditivo chema 3	15%	2245.61	2390.95	6.1%	-8.92%
MPA-4	con 5.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37, con fibras ultrafina chema y 2.5% de aditivo chema 3	15%	2261.65	2390.95	5.4%	-9.59%

Fuente: [0]

Tabla 17 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños preliminares del grupo B

Muestra	Descripción	Contenido de vacíos teórico	Densidad Real (kg/m ³)	Densidad Teórica	Contenido de vacíos reales	Diferencia de contenido de vacíos
N°						
MPB-1	con 11% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	13%	2128.46	2390.62	11.0%	-2.03%
MPB-2	con 12.9% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 2.5% de aditivo chema 3	13%	2084.78	2393.55	12.9%	-0.10%
MPB-3	con 13.2% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	13%	2075.66	2391.19	13.2%	0.20%

Fuente: [0]

Tabla 18 Densidad y Contenido de vacíos en estado fresco de los diseños preliminares del grupo C

Muestra	Temperatura	Descripción	Fecha de Vaciado
N°	°C		
MPC-1	26	con 13.3% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36	18/08/2020
MPC-2	27.2	con 13.1% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema	18/08/2020
MPC-3	28.1	con 12.4% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras ultrafina chema y 3% de aditivo chema 3	18/08/2020
MPC-4	30.2	con 10.4% de vacíos, 30% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.36 y 3.5% de aditivo chema 3	25/08/2020

Fuente: [0]

El diseño definitivo MPC-4 que tiene un contenido de vacíos reales de 10.4%, con una densidad de 2123.22kg/m³

4.2. CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO ENDURECIDO

4.2.1. ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034)

Para el siguiente ensayo nos basamos en la NTP 339.034, para ello se elaboró 3 probetas de 15.2 x 30cm en moldes de PVC, los cuales se ensayaron a los 7 días de edad, en la siguientes nos muestra los resultados obtenido en los ensayos a los diseños de pruebas.

Tabla 19 Resistencia a la Compresión de los diseños de prueba

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MP-1	15.3	13200	72	73	21/09/2019	28/09/2019	7
	15.3	13330	73		21/09/2019	28/09/2019	7
	15.3	13840	75		21/09/2019	28/09/2019	7
MP-2	15.3	13540	74	73	21/09/2019	28/09/2019	7
	15.3	13380	73		21/09/2019	28/09/2019	7
	15.3	13180	72		21/09/2019	28/09/2019	7
MP-3	15.3	27654	150	155	4/10/2019	11/10/2019	7
	15.3	28630	156		4/10/2019	11/10/2019	7
	15.3	29420	160		4/10/2019	11/10/2019	7
MP-4	15.3	23750	129	137	7/10/2019	14/10/2019	7
	15.3	25570	139		7/10/2019	14/10/2019	7
	15.3	26057	142		7/10/2019	14/10/2019	7
MP-5	10.2	16410	201	196	17/10/2019	24/10/2019	7
	10.2	15750	193		17/10/2019	24/10/2019	7
	10.2	15960	195		17/10/2019	24/10/2019	7
MP-6	10.2	20590	252	240	17/10/2019	24/10/2019	7
	10.2	18940	232		17/10/2019	24/10/2019	7
	10.2	19320	236		17/10/2019	24/10/2019	7
MP-7	15.3	36592	199	190	29/10/2019	5/11/2019	7
	15.3	32622	177		29/10/2019	5/11/2019	7
	15.3	35780	195		29/10/2019	5/11/2019	7
MP-8	15.3	34680	189	186	1/11/2019	8/11/2019	7
	15.3	34740	189		1/11/2019	8/11/2019	7
	15.3	32930	179		1/11/2019	8/11/2019	7

Fuente: [0]

En ella resalta la MP-6, para ese diseño se utilizó el aditivo chema 3 en dosificación de 2.5% del peso del cemento, teniendo una resistencia muy alta a los 7 días, pero no era permeable, también resalta el diseño MP-8, siendo este el diseño con el cual se comenzó a realizar los diseños preliminares.

Tabla 20 Resistencia a la Compresión a los 7 días de los diseños preliminares Grupo A

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPA-1	15.2	18870	104	103	18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	17402	96		18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	19750	109		18/11/2019	25/11/2019	7
MPA-2	15.2	21990	121	119	18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	22054	122		18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	20684	114		18/11/2019	25/11/2019	7
MPA-3	15.2	25553	141	144	18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	26100	144		18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	26759	147		18/11/2019	25/11/2019	7
MPA-4	15.2	28890	159	175	18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	33620	185		18/11/2019	25/11/2019	7
	15.2	32940	182		18/11/2019	25/11/2019	7

Fuente: [0]

En diseños del grupo A, los diseños MPA-1 y MPA-2 no contaban con aditivo. El diseño MPA-4, tenía una resistencia adecuada a los 7 días.

Tabla 21 Resistencia a la Compresión a los 14 días de los diseños preliminares Grupo A

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPA-1	15.2	21057	116	116	18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	19278	106		18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	22872	126		18/11/2019	2/12/2019	14
MPA-2	15.2	24680	136	136	18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	23576	130		18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	25678	142		18/11/2019	2/12/2019	14
MPA-3	15.2	29030	160	168	18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	32260	178		18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	30100	166		18/11/2019	2/12/2019	14
MPA-4	15.2	35900	198	200	18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	37280	205		18/11/2019	2/12/2019	14
	15.2	35470	195		18/11/2019	2/12/2019	14

Fuente: [0]

Tabla 22 Resistencia a la Compresión a los 21 días de los diseños preliminares Grupo A

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPA-1	15.2	32480	179	174	18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	30586	169		18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	31578	174		18/11/2019	9/12/2019	21
MPA-2	15.2	36560	201	199	18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	35525	196		18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	36166	199		18/11/2019	9/12/2019	21
MPA-3	15.2	48260	266	265	18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	49560	273		18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	46294	255		18/11/2019	9/12/2019	21
MPA-4	15.2	52010	287	289	18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	51600	284		18/11/2019	9/12/2019	21
	15.2	53710	296		18/11/2019	9/12/2019	21

Fuente: [0]

En los valores de la tabla se puede observar que el diseño preliminar MPA-4 a los 21 días ya supero la resistencia que se busca.

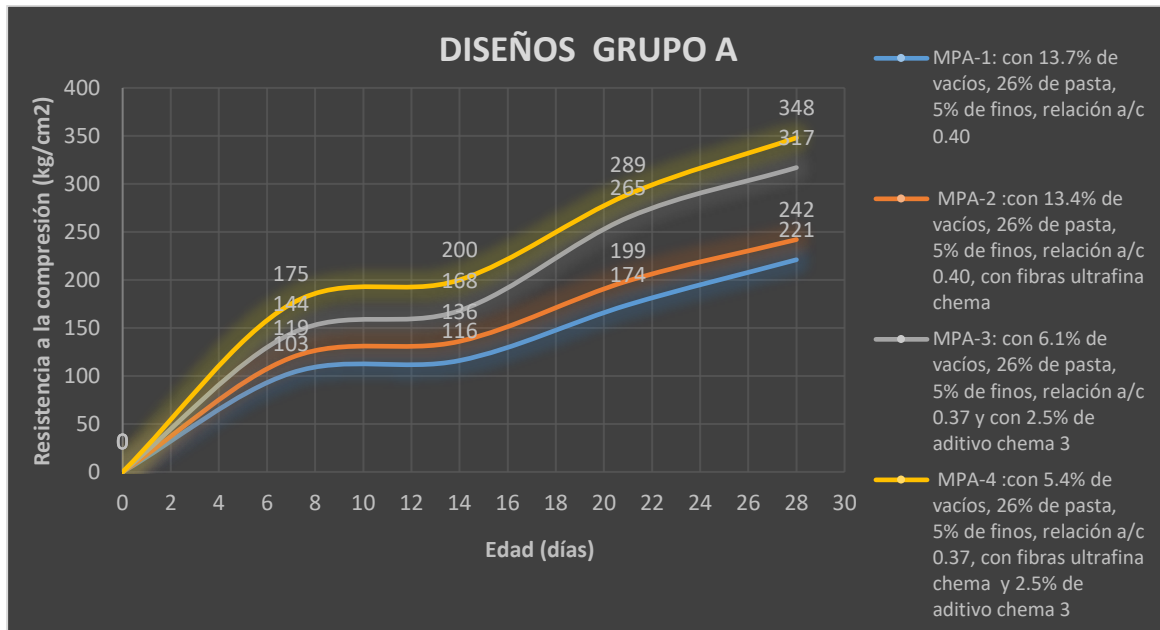
Tabla 23 Resistencia a la Compresión a los 28 días de los diseños preliminares Grupo A

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPA-1	15.2	39579	218	221	18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	41502	229		18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	39480	218		18/11/2019	16/12/2019	28
MPA-2	15.2	44542	245	242	18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	42035	232		18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	45057	248		18/11/2019	16/12/2019	28
MPA-3	15.2	59670	329	317	18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	60800	335		18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	52220	288		18/11/2019	16/12/2019	28
MPA-4	15.2	64110	353	348	18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	62770	346		18/11/2019	16/12/2019	28
	15.2	62500	344		18/11/2019	16/12/2019	28

Fuente: [0]

En los valores de la tabla 22 se puede observar que los diseños preliminares MPA-3 y MPA-4 a los 28 días ya supero la resistencia que se buscaba, volviéndose así un diseño de mezcla antieconómico, puesto a ello también mostraba poca permeabilidad.

Ilustración 32 Curva de resistencia a la compresión vs tiempo del grupo A (noviembre)



Fuente: [0]

En la ilustración 32 se muestra las curvas de resistencia a la compresión vs Edad, en ella se puede apreciar que las cuatro curvas llevan un crecimiento muy similar.

Tabla 24 Resistencia a la Compresión a los 7 días de los diseños preliminares Grupo B

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPB-1	15.2	27840	153	159	08/01/2020	15/01/2020	7
	15.2	29930	165		08/01/2020	15/01/2020	7
	15.2	28840	159		08/01/2020	15/01/2020	7
MPB-2	15.2	19000	105	101	08/01/2020	15/01/2020	7
	15.2	17330	96		08/01/2020	15/01/2020	7
	15.2	18830	104		08/01/2020	15/01/2020	7
MPB-3	15.2	26590	147	141	15/01/2020	22/01/2020	7
	15.2	26780	148		15/01/2020	22/01/2020	7
	15.2	23290	128		15/01/2020	22/01/2020	7

Fuente: [0]

Tabla 25 Resistencia a la Compresión a los 14 días de los diseños preliminares Grupo B

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPB-1	15.2	30780	170	206	08/01/2020	22/01/2020	14
	15.2	40410	223		08/01/2020	22/01/2020	14
	15.2	40970	226		08/01/2020	22/01/2020	14
MPB-2	15.2	22720	125	128	08/01/2020	22/01/2020	14
	15.2	25420	140		08/01/2020	22/01/2020	14
	15.2	21490	118		08/01/2020	22/01/2020	14
MPB-3	15.2	28582	158	158	15/01/2020	29/01/2020	14
	15.2	28664	158		15/01/2020	29/01/2020	14
	15.2	28500	157		15/01/2020	29/01/2020	14

Fuente: [0]

Tabla 26 Resistencia a la Compresión a los 21 días de los diseños preliminares Grupo B

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPB-1	15.2	42830	236	232	08/01/2020	29/01/2020	21
	15.2	41080	226		08/01/2020	29/01/2020	21
	15.2	42490	234		08/01/2020	29/01/2020	21
MPB-2	15.2	27890	154	146	08/01/2020	29/01/2020	21
	15.2	25510	141		08/01/2020	29/01/2020	21
	15.2	26080	144		08/01/2020	29/01/2020	21
MPB-3	15.2	30890	170	168	15/01/2020	05/02/2020	21
	15.2	31292	172		15/01/2020	05/02/2020	21
	15.2	29331	162		15/01/2020	05/02/2020	21

Fuente: [0]

Tabla 27 Resistencia a la Compresión a los 28 días de los diseños preliminares Grupo B

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPB-1	15.2	47520	262	246	08/01/2020	05/02/2020	28
	15.2	43020	237		08/01/2020	05/02/2020	28
	15.2	43290	239		08/01/2020	05/02/2020	28
MPB-2	15.2	33080	182	201	08/01/2020	05/02/2020	28
	15.2	38960	215		08/01/2020	05/02/2020	28
	15.2	37505	207		08/01/2020	05/02/2020	28
MPB-3	15.2	35360	195	209	15/01/2020	12/02/2020	28
	15.2	40068	221		15/01/2020	12/02/2020	28
	15.2	38160	210		15/01/2020	12/02/2020	28

Fuente: [0]

En el grupo B el diseño preliminar que se aproximó al resultado requerido, fue el diseño MPB-1, el cual contaba con 27%, no contaba con finos y tenía una relación de a/c de 0.35, además contaba con 3.5% de aditivo chema 3, siendo el valor más alto el de f_c=262 kg/cm².

Ilustración 33 Curva de resistencia a la compresión vs tiempo del grupo B (enero)



Fuente: [0]

En la ilustración 33 se puede mostrar el desarrollo del diseño MPB-1 el cual es el más similar al crecimiento de un concreto hidráulico convencional.

Con respecto al los diseños preliminares del grupo C elaboradas durante la pandemia del covid – 19, solo se elaboraron 6 probetas, esto con el fin de obtener los puntos y realizar la curva de resistencia a la compresión.

Tabla 28 Resistencia a la Compresión a los 7 días de los diseños preliminares Grupo C

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPC-1	15.2	22334	123	123	18/08/2020	25/08/2020	7
MPC-2	15.2	21489	118	118	18/08/2020	25/08/2020	7
MPC-3	15.2	29679	164	164	18/08/2020	25/08/2020	7
MPC-4	15.2	35650	196	196	25/08/2020	01/09/2020	7

Fuente: [0]

Tabla 29 Resistencia a la Compresión a los 14 días de los diseños preliminares Grupo C

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPC-1	15.2	28784	159	159	18/08/2020	01/09/2020	14
MPC-2	15.2	26348	145	145	18/08/2020	01/09/2020	14
MPC-3	15.2	33712	186	186	18/08/2020	01/09/2020	14
MPC-4	15.2	39090	215	215	25/08/2020	08/09/2020	14

Fuente: [0]

Tabla 30 Resistencia a la Compresión a los 21 días de los diseños preliminares Grupo B

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm ²)	fc prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPC-1	15.3	33082	180	180	18/08/2020	08/09/2020	21
MPC-2	15.2	32956	182	182	18/08/2020	08/09/2020	21
MPC-3	15.2	39072	215	215	18/08/2020	08/09/2020	21
MPC-4	15.2	45360	250	250	25/08/2020	15/09/2020	21

Fuente: [0]

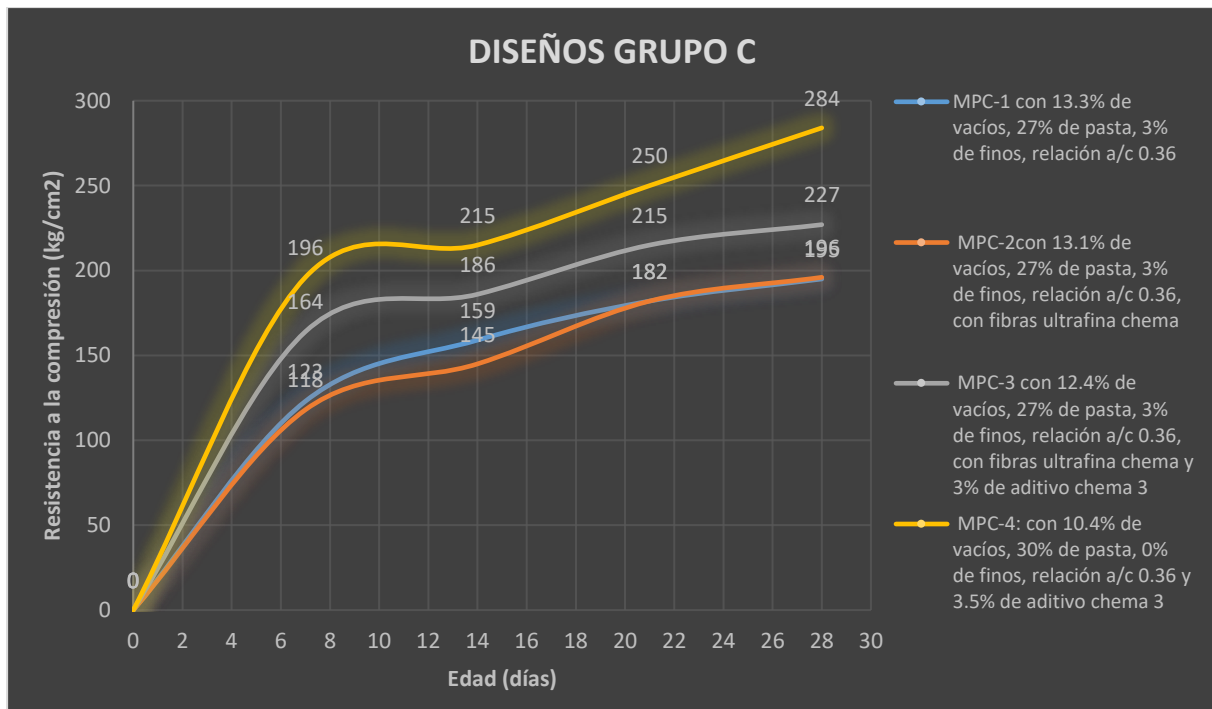
Tabla 31 Resistencia a la Compresión a los 28 días de los diseños preliminares Grupo C

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MPC-1	15.2	34757	192	195	18/08/2020	15/09/2020	28
	15.2	34394	190		18/08/2020	15/09/2020	28
	15.2	37236	205		18/08/2020	15/09/2020	28
MPC-2	15.2	36874	203	196	18/08/2020	15/09/2020	28
	15.2	33974	187		18/08/2020	15/09/2020	28
	15.2	35644	196		18/08/2020	15/09/2020	28
MPC-3	15.2	42084	232	227	18/08/2020	15/09/2020	28
	15.2	40278	222		18/08/2020	15/09/2020	28
	15.2	41300	228		18/08/2020	15/09/2020	28
MPC-4	15.2	49770	274	284	25/08/2020	22/09/2020	28
	15.2	53580	295		25/08/2020	22/09/2020	28
	15.2	51030	281		25/08/2020	22/09/2020	28

En la siguiente tabla el diseño preliminar MPC-4, el cual pasaría a ser el diseño definitivo cumpliendo con el requisito de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: [0]

Ilustración 34 Curva de resistencia a la compresión vs tiempo del grupo C (agosto)



Fuente: [0]

En la ilustración 34 se muestra la curva del diseño de mezcla del grupo C, donde se puede apreciar que al agregarles fibras de polipropileno en el diseño MPC-2, este nos da un valor similar a los 28 días con el diseño MPC-1 el cual no cuenta con fibras.

4.2.2. ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (NTP 339.078)

Para este ensayo se basó en la NTP 339.078, donde se elaboró vigas de 15*15*55 cm en un encofrado de melamina. Solo se elaboraron 3 vigas para el diseño de muestras de pruebas definitivo el MP-8 mostrando los datos en la Tabla 5.

Tabla 32 Resistencia a la Flexión del diseño de prueba

Muestra N°	Base (b) (cm)	Altura (h) (cm)	Luz libre (L) (cm)	Carga (P) (kg)	MR (kg/cm ²)	MR prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Ubicación de la falla	Antigüedad del Espécimen	Coef. de Variación (%)	Variación (%)
M-8	15	15	47	1730	24.1	24.7	01/11/2019	08/11/2019	Tercio central	7	6.1	10.5
	15	15	47	1900	26.5		01/11/2019	08/11/2019	Tercio central	7		
	15	15	47	1700	23.7		01/11/2019	08/11/2019	Tercio central	7		

Fuente: [0]

Tabla 33 Resistencia a la Flexión a los 7 y 28 días de los diseños preliminar grupo A

Muestra N°	Base (b) (cm)	Altura (h) (cm)	Luz libre (L) (cm)	Carga (P) (kg)	MR (kg/cm ²)	MR prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Ubicación de la falla	Antigüedad del Espécimen	Coef. de Variación (%)	Variación (%)
MPA-1	15	15	47	1535	21.4	22.4	18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7	6.2	8.4
	15	15	47	1675	23.3		18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7		
MPA-2	15	15	47	1765	24.6	23.8	18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7	4.6	6.3
	15	15	47	1654	23.0		18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7		
MPA-3	15	15	47	2202	30.7	31.0	18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7	1.4	2.0
	15	15	47	2246	31.3		18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7		
MPA-4	15	15	47	2395	33.4	33.1	18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7	1.1	1.5
	15	15	47	2359	32.9		18/11/2019	25/11/2019	Tercio central	7		
MPA-1	15	15	47	2129	29.6	29.4	18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28	1.1	1.6
	15	15	47	2095	29.2		18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28		
MPA-2	15	15	47	2172	30.2	30.8	18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28	2.4	3.3
	15	15	47	2246	31.3		18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28		
MPA-3	15	15	47	2534	35.3	34.5	18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28	3.1	4.3
	15	15	47	2426	33.8		18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28		
MPA-4	15	15	47	2820	39.3	37.8	18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28	5.6	7.7
	15	15	47	2604	36.3		18/11/2019	16/12/2019	Tercio central	28		

Fuente: [0]

Tabla 34 Resistencia a la Flexión a los 7 y 28 días de los diseños preliminar grupo B

Muestra N°	Base (b) (cm)	Altura (h) (cm)	Luz libre (L) (cm)	Carga (P) (kg)	MR (kg/cm ²)	MR prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Ubicación de la falla	Antigüedad del Espécimen	Coef. de Variación (%)	Variación (%)
MPB-1	15	15	47	1680	23.4	25.0	08/01/2020	15/01/2020	Tercio central	7	9.1	12.1
	15	15	47	1911	26.6		08/01/2020	15/01/2020	Tercio central	7		
MPB-2	15	15	47	1556	21.7	21.7	08/01/2020	15/01/2020	Tercio central	7	0.4	0.5
	15	15	47	1564	21.8		08/01/2020	15/01/2020	Tercio central	7		
MPB-3	15	15	47	1529	21.3	23.5	15/01/2020	12/02/2020	Tercio central	28	13.3	17.2
	15	15	47	1847	25.7		15/01/2020	12/02/2020	Tercio central	28		
MPB-1	15	15	47	2396	33.4	34.3	08/01/2020	05/02/2020	Tercio central	28	4.0	5.5
	15	15	47	2536	35.3		08/01/2020	05/02/2020	Tercio central	28		
MPB-2	15	15	47	1720	24.0	23.1	08/01/2020	05/02/2020	Tercio central	28	4.9	6.7
	15	15	47	1604	22.3		08/01/2020	05/02/2020	Tercio central	28		
MPB-3	15	15	47	2128	29.6	29.9	15/01/2020	12/02/2020	Tercio central	28	1.5	2.1
	15	15	47	2173	30.3		15/01/2020	12/02/2020	Tercio central	28		

Fuente: [0]

Tabla 35 Resistencia a la Flexión a los 28 días de los diseños preliminar grupo C

Muestra N°	Base (b) (cm)	Altura (h) (cm)	Luz libre (L) (cm)	Carga (P) (kg)	MR (kg/cm ²)	MR prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Ubicación de la falla	Antigüedad del Espécimen	Coef. de Variación (%)	Variación (%)
MPC-4	15	15	45	2791	37.2	36.7	17/09/2020	15/10/2020	Tercio central	28	3.9	8.8
	15	15	45	2725	36.3		17/09/2020	15/10/2020	Tercio central	28		
	15	15	45	2625	35.0		17/09/2020	15/10/2020	Tercio central	28		
	15	15	45	2879	38.4		17/09/2020	15/10/2020	Tercio central	28		

Fuente: [0]

Las dimensiones de la luz libre cambian en este ensayo debido a que la máquina para ensayar no es la misma que se encuentra en USAT, por ello se midió y se obtuvo una luz libre de 45 cm, la cual se utiliza para el cálculo del MR.

4.2.3. ENSAYO DE PERMEABILIDAD (ACI 522-R)

Para este ensayo se utilizó un permeámetro de carga variable recomendado por el ACI. Para ello se elaboraron 3 probetas de 10*20 cm por cada diseño, el ACI recomienda que la permeabilidad se encuentre entre los rangos de 81-730 L/min/m².

Tabla 36 Permeabilidad de los diseños de prueba

Muestra	L	a	h1	A	H2	Tiempo	k .	k prom.	Desviación Estándar
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm)	(seg)	(cm/seg)	(cm/seg)	(cm/s)
MP-1	20	81.073197	28	81.073197	1	43.15	0.67	0.67	0.0167
	20	81.073197	28	81.073197	1	44.20	0.65		
	20	81.073197	28	81.073197	1	42.05	0.69		
MP-2	20	81.073197	28	81.073197	1	38.05	0.76	0.73	0.0299
	20	81.073197	28	81.073197	1	40.27	0.72		
	20	81.073197	28	81.073197	1	41.18	0.70		
MP-3	20	81.073197	28	81.073197	1	101.15	0.29	0.28	0.01
	20	81.073197	28	81.073197	1	106.70	0.27		
	20	81.073197	28	81.073197	1	102.20	0.28		
MP-4	20	81.073197	28	81.073197	1	119.25	0.24	0.25	0.01
	20	81.073197	28	81.073197	1	115.25	0.25		
	20	81.073197	28	81.073197	1	113.62	0.25		
MP-5	20	81.073197	28	81.073197	1	98.25	0.29	0.28	0.01
	20	81.073197	28	81.073197	1	102.50	0.28		
	20	81.073197	28	81.073197	1	104.15	0.28		
MP-6	20	81.073197	28	81.073197	1	109.35	0.26	0.25	0.01
	20	81.073197	28	81.073197	1	113.50	0.26		
	20	81.073197	28	81.073197	1	119.33	0.24		
MP-7	20	81.073197	28	81.073197	1	120.35	0.24	0.24	0.00
	20	81.073197	28	81.073197	1	124.85	0.23		
	20	81.073197	28	81.073197	1	122.35	0.24		
MP-8	20	81.073197	28	81.073197	1	44.13	0.66	0.65	0.04
	20	81.073197	28	81.073197	1	48.35	0.60		
	20	81.073197	28	81.073197	1	42.30	0.68		

Fuente: [0]

El coeficiente de permeabilidad de los diseños de prueba, se realizaron a los 7 días. Mientras que los diseños preliminares, se realizaron los ensayos a los 28 días.

Tabla 37 Permeabilidad de los diseños preliminares del grupo A

Muestra	L	a	h1	A	H2	Tiempo	k .	k prom.	Desviación Estándar
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm)	(seg)	(cm/seg)	(cm/seg)	(cm/s)
MPA-1	20	81.0732	30	81.0732	1	43.15	0.68	0.69	0.0171
	20	81.0732	30	81.0732	1	44.20	0.67		
	20	81.0732	30	81.0732	1	42.05	0.70		
MPA-2	20	81.0732	30	81.0732	1	50.30	0.59	0.58	0.0562
	20	81.0732	30	81.0732	1	56.57	0.52		
	20	81.0732	30	81.0732	1	46.58	0.63		
MPA-3	20	81.0732	30	81.0732	1	168.68	0.18	0.17	0.01
	20	81.0732	30	81.0732	1	186.78	0.16		
	20	81.0732	30	81.0732	1	177.65	0.17		
MPA-4	20	81.0732	30	81.0732	1	246.23	0.12	0.12	0.00
	20	81.0732	30	81.0732	1	253.90	0.12		
	20	81.0732	30	81.0732	1	260.86	0.11		

Fuente: [0]

Tabla 38 Permeabilidad de los diseños preliminares del Grupo B

Muestra	L	a	h1	A	H2	Tiempo	k .	k prom.	Desviación Estándar
N°	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm)	(seg)	(cm/seg)	(cm/seg)	(cm/s)
MPB-1	20	81.0732	30	81.0732	1	63.50	0.47	0.54	0.0650
	20	81.0732	30	81.0732	1	53.85	0.55		
	20	81.0732	30	81.0732	1	49.80	0.59		
MPB-2	20	81.0732	30	81.0732	1	38.05	0.78	0.73	0.0451
	20	81.0732	30	81.0732	1	40.27	0.73		
	20	81.0732	30	81.0732	1	43.05	0.69		
MPB-3	20	81.0732	30	81.0732	1	50.59	0.58	0.56	0.02
	20	81.0732	30	81.0732	1	55.05	0.54		
	20	81.0732	30	81.0732	1	52.85	0.56		

Fuente: [0]

Tabla 39 Permeabilidad de los diseños preliminares del Grupo C

Muestra	L	a	h1	A	H2	Tiempo	k .	k prom.	Desviación Estándar
N°	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm)	(seg)	(cm/seg)	(cm/seg)	(cm/s)
MPC-1	20	81.0732	30	81.0732	1	35.15	0.84	0.77	0.0690
	20	81.0732	30	81.0732	1	38.45	0.77		
	20	81.0732	30	81.0732	1	42.05	0.70		
MPC-2	20	81.0732	30	81.0732	1	41.68	0.71	0.72	0.0418
	20	81.0732	30	81.0732	1	38.25	0.77		
	20	81.0732	30	81.0732	1	42.59	0.69		
MPC-3	20	81.0732	30	81.0732	1	46.20	0.64	0.64	0.03
	20	81.0732	30	81.0732	1	48.21	0.61		
	20	81.0732	30	81.0732	1	43.57	0.68		
MPC-4	20	81.0732	30	81.0732	1	62.50	0.47	0.52	0.04
	20	81.0732	30	81.0732	1	55.68	0.53		
	20	81.0732	30	81.0732	1	53.28	0.55		

Fuente: [0]

4.2.4. RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y ABRASIÓN (NTP 339.239)

Siguiendo la norma NTP 339.239, se desarrollaron los testigos de concreto permeable, en los cuales se evaluarían su % Resistencia a la degradación por impacto y abrasión

Una vez cumplido los 7 días, se retirará las bolsas herméticas, se limpiarán de cualquier humedad libre y se pesarán los 3 testigos en una balanza electrónica, posteriormente se ingresarán a la Maquina de los Ángeles. Una vez allí los testigos se chocarán entre sí y se comenzarán a desgastar.

Tabla 40 Resistencia a la degradación por impacto y abrasión de los diseños preliminares del Grupo A

Muestra	Descripción	Peso Inicial	Peso Final	% de Desgaste
N°				
MPA-1	con 13.7% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40	4814	3231	32.88%
MPA-2	con 13.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.40, con fibras ultrafina chema	4545	2532	44.29%
MPA-3	con 6.1% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37 y con 2.5% de aditivo chema 3	4854	3372	30.53%
MPA-4	con 5.4% de vacíos, 26% de pasta, 5% de finos, relación a/c 0.37, con fibras ultrafina chema y 2.5% de	4910	3655	25.56%

Tabla 41 Resistencia a la degradación por impacto y abrasión de los diseños preliminares del Grupo B

Muestra	Descripción	Peso Inicial	Peso Final	% de Desgaste
N°				
MPB-1	con 11% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	4620	2950	36.15%
MPB-2	con 12.9% de vacíos, 27% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.35 y 2.5% de aditivo chema 3	4870	3170	34.91%
MPB-3	con 13.2% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.35 y 3.5% de aditivo chema 3	5285	3210	39.26%

Fuente: [0]

En los ensayos realizados al concreto permeable por resistencia a la degradación por impacto y abrasión del grupo A y B, ni un diseño supero el 50% de degradación, este valor se encuentra dentro de los rangos de 19 a 95% indicados en la NTP 339.239. Así mismo se puede apreciar que los diseños MPA-3 y MPA-4, son los diseños más resistentes a la degradación por impacto siendo esta menor al 30%

Por otro lado, el diseño MPB-1 el cual es el más cercano al diseño MPC-4, en comparación a sus propiedades físicas- mecánicas, se puede llegar a estimar que su rango de desgaste esta alrededor de los 34 a 37%.

Tabla 42 Resumen de resultados de los ensayos de los diferentes diseños de mezcla

Muestra	Asentamiento	Temperatura	% de vacíos reales	Resistencia a la compresión	Resistencia a la flexión	Permeabilidad k prom	Desgaste por abrasión e impacto	a/c	fibras	Aditivo
Código	> 1pulg	>32°C	%	f _c (kg/cm ²)	MR (kg/cm ²)	(cm/s)	%	-	SI o NO	%
MPA-1	0.2	25	13.70%	221	29.4	0.69	32.88%	0.40	NO	-
MPA-2	0.3	24.9	13.40%	242	30.8	0.58	44.29%	0.40	SI	-
MPA-3	0.5	26.5	6.10%	317	34.5	0.17	30.53%	0.37	NO	2.5%
MPA-4	0.8	25.3	5.40%	348	37.8	0.12	25.56%	0.37	SI	2.5%
MPB-1	0.4	25.3	11.00%	246	34.3	0.54	36.15%	0.35	NO	3.5%
MPB-2	0.3	23.5	12.90%	201	23.1	0.73	34.91%	0.35	NO	2.5%
MPB-3	0	24.8	13.20%	209	29.9	0.56	39.26%	0.35	NO	3.5%
MPC-1	0	26	13.30%	195	-	0.77	-	0.36	NO	-
MPC-2	0	27.2	13.10%	196	-	0.72	-	0.36	SI	-
MPC-3	0	28.1	12.40%	227	-	0.64	-	0.36	SI	2.5%
MPC-4	0	30.2	10.40%	284	36.7	0.52	-	0.36	NO	3.5%

Fuente: [0]

4.3.DISEÑO DE MEZCLA DEFINITIVO

El diseño definitivo es el diseño de mezcla preliminar **MPC-4**, el cual tiene un 30% de pasta, con aditivo un 3.5% del peso cemento, una relación de agua/cemento de 0.36.

Este diseño no tiene fibras de polipropileno ultrafinas chema, debido a que este diseño no cuenta con finos y sin estos no tendría alguna función las fibras.

En estado fresco el diseño definitivo obtuvo, el cual cuenta con un 10.4% de vacíos reales, una temperatura de 30.2 °C, y un asentamiento de 0"

En estado endurecido el diseño definitivo obtuvo una resistencia a la compresión de 284kg/cm², un coeficiente de permeabilidad de 0.52 cm/s y una resistencia a la flexión de 36.7kg/cm²

Tabla 43 Resumen de resultados del Diseño Definitivo

DISEÑO DEFINITIVO MPC-4					
Slump	Temperatura	Vacíos	Resistencia a la compresión	Resistencia a la flexión	Permeabilidad
0"	30.2 °C	10.40%	284 kg/cm ²	36.7 kg/cm ²	0.52cm/s

Tabla 36 Proporciones en peso y volumen del Diseño Definitivo

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bolsa)
PESO	1.000	0.000	3.376	17.418	1276.8
VOLUMEN	1.000	0.000	3.548	17.418	1276.8

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bolsa)
42.50 kg/bolsa	0.00 kg/bolsa	143.5 kg/bolsa	17.42 Lt/bolsa	1276.82 mL/bolsa

Fuente: [0]

Densidad y contenido de vacíos

Ilustración 35 Densidad y contenido de vacíos del Diseño definitivo



Fuente: [0]

Temperatura

Ilustración 36 Temperatura del Diseño Definitivo



Fuente: [0]

La temperatura del diseño definitivo se encuentra es menos al límite permitido de 32°C para evitar daños al concreto, establecido por la Norma E.060.

Asentamiento

Ilustración 37 Ensayo de Asentamiento del ensayo del Diseño Definitivo



Fuente: [0]

El slump obtenido en el diseño MPC-4 diseño definitivo, se puede apreciar de que es casi nulo por lo cual se considera un 0" de slump.

Resistencia a la compresión

Ilustración 38 Resultados de resistencia a compresión a los 7,14,21 días del Diseño Definitivo



Fuente: [0]

En las fotos se muestran los resultados de resistencia a la compresión con símbolo de “30%” debido a los 30% del contenido de pasta que el diseño lleva.

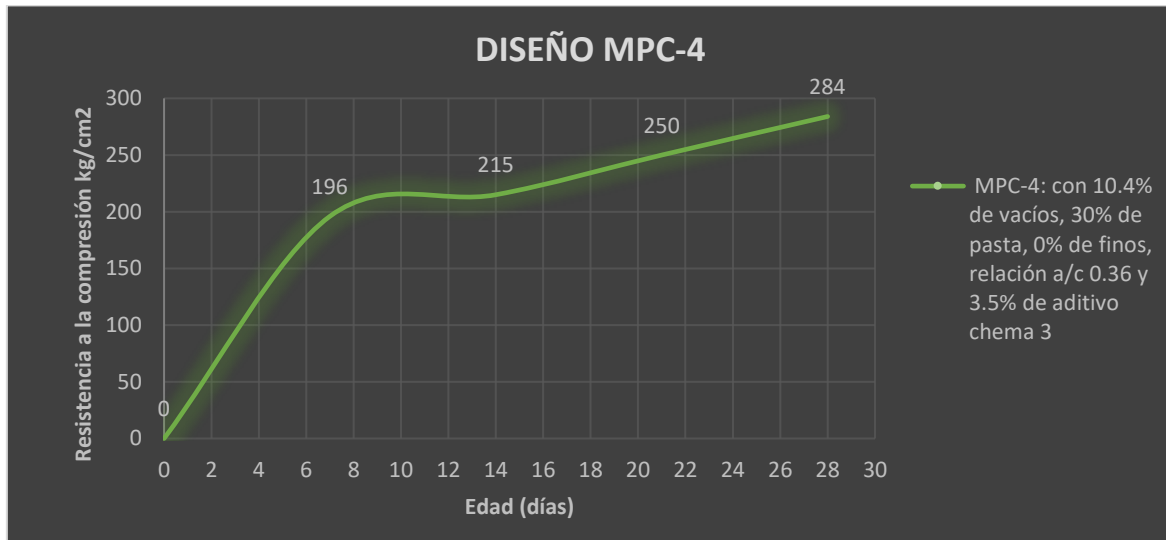
Ilustración 39 Resultados de resistencia a compresión a los 28 días del Diseño Definitivo



Fuente: [0]

Se muestran las imágenes de las roturas a los 28% se muestra que la imagen central tiene una rotura tipo 3 fisuras verticales, no se aprecia muy a detalle por la sensibilidad de la maquina ya no sigue presionando.

Ilustración 40 Curva de Resistencia a la compresión del Diseño Definitivo MPC-4



Fuente: [0]

La curva de la ilustración 46 nos muestra una curva no muy regular, debido a la resistencia a la compresión a los 14 días, la cual es un poco baja y dando ese aspecto a la gráfica, esto puede deberse a que solo se realizó una sola probeta y no se puede determinar un promedio, así mismo a un mal enrase del testigo.

Resistencia a la flexión

Ilustración 41 Ensayo de Resistencia a la flexión del diseño definitivo V-4



Fuente: [0]

Para la rotura de la viga, se tuvo que medir las dimensiones de la viga, luego llevar cuidadosamente la viga a la maquina se realizó conforme a la Norma NTP 339.078.

Finalmente se toma el valor y se convierte a kg/cm^2 , debido a que la equipo arroja valores en KN, una vez obtenido el valor de la carga en kg, se ingresa a la formula y se obtiene el valor en $38.4\text{kg}/\text{cm}^2$.

Permeabilidad

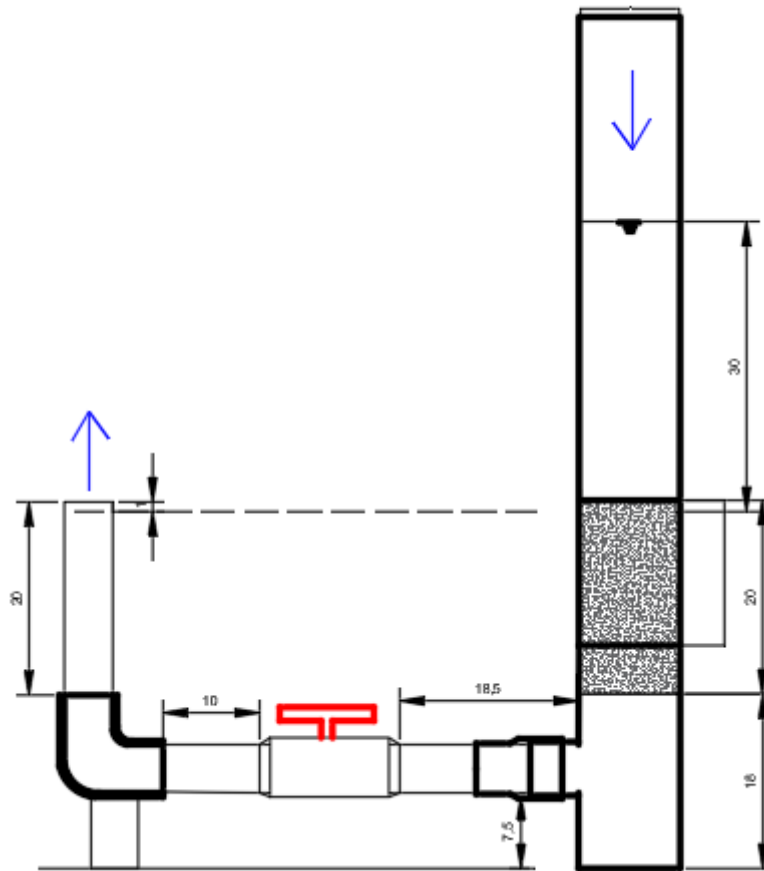
Para el ensayo de permeabilidad se utilizó un permeámetro de carga variable como indica el ACI 522R, para ello se ensaya un testigo de dimensiones de 4" de diámetro por 8".

Permeámetro de carga variable (PVC y Acrílico)

Este compuesto por:

- Tubo de 2"
- Un codo de 2"
- Una válvula bola de 2"
- Una unión de T a tubo de 2"
- Una T con reducción de 4" a 2",
- Un tapón de 4"
- Acrílico de altura de 15cm y de 50cm y 4" de diámetro
- Teflón
- Pegamento para PVC

Ilustración 42 Esquema del permeámetro de carga variable usado



Fuente: [0]

Procedimiento para realizar el ensayo

Primero se ingresa el testigo de concreto permeable en la "T", luego se ingresa el acrílico de 15cm de altura cubriendo el testigo de concreto, luego se agrega silicona al perímetro del testigo para evitar que el agua escape por ese lugar, se espera unos minutos para que seque, después se le aplica cinta aislante entre la unión del acrílico y la T de PVC, luego se procede a colocar el acrílico de 50cm sobre el de 15cm, y se une con cinta aislante. Finalmente se llena el extremo donde se encuentra el testigo de concreto, hasta una altura de 30cm, contando desde un centímetro abajo del testigo de concreto y en el otro extremo también llenamos hasta el tope de la tubería.

Una vez realizado todo lo anterior, estamos listos para comenzar a medir la permeabilidad, para lo cual se tiene que cronometrar, desde la hora que abre la válvula para permitir el paso del agua, hasta que el agua deje de salir por el otro extremo, lo cual sucederá cuando se iguale el nivel de agua de ambos extremos. Para el diseño definitivo se obtuvo una permeabilidad de 0.52 cm/s.

Ilustración 43 Ensayo de permeabilidad del diseño definitivo



Fuente: [0]

En la ilustración 49 se muestra la silicona aplicada para evitar la fuga de agua por el perímetro del testigo, en la siguiente se muestra realizando el ensayo de permeabilidad, y en la última se muestra vertiendo agua en las vigas ya ensayadas, para que se aprecie como la viga es permeable.

4.4.DISEÑO DEL PAVIMENTO PERMABLE

En este subcapítulo se pretende presentar un diseño de la carpeta de un pavimento con losa de concreto permeable.

Para ello se necesita obtener datos los cuales se determinaron de tesis y de lo que nos indica el pavimento **MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS**.

El diseño de este pavimento se desarrollará por el método AASHTO 93. Para ello primero determinamos el Módulo de reacción del suelo, con el siguiente cuadro. Pero antes debemos tener el CBR de la subrasante y del material granular que se colocará como base.

La base granular se usará piedra chancada de ½”, la cual se considera un GW una grava bien gradada, teniendo un CBR de 80%. y el CBR de la subrasante es 5%, este se obtuvo del estudio de suelos de la tesis **“DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL CASCO URBANO DEL DISTRITO DE FERREÑAFE, PROVINCIA**

DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017” del autor Cristhian Junior López Chanamé.

✚ Datos para el diseño del pavimento rígido on losa de concreto permeable

$F'c = 284 \text{kg/cm}^2$

$M.R = 36.7 \text{ kg/cm}^2$

Suelo de fundación CBR del 5%

Base granular de CBR del 80%

Para una vía colectora según la norma de C.E 0.10 Pavimentos urbanos en su tabla F2

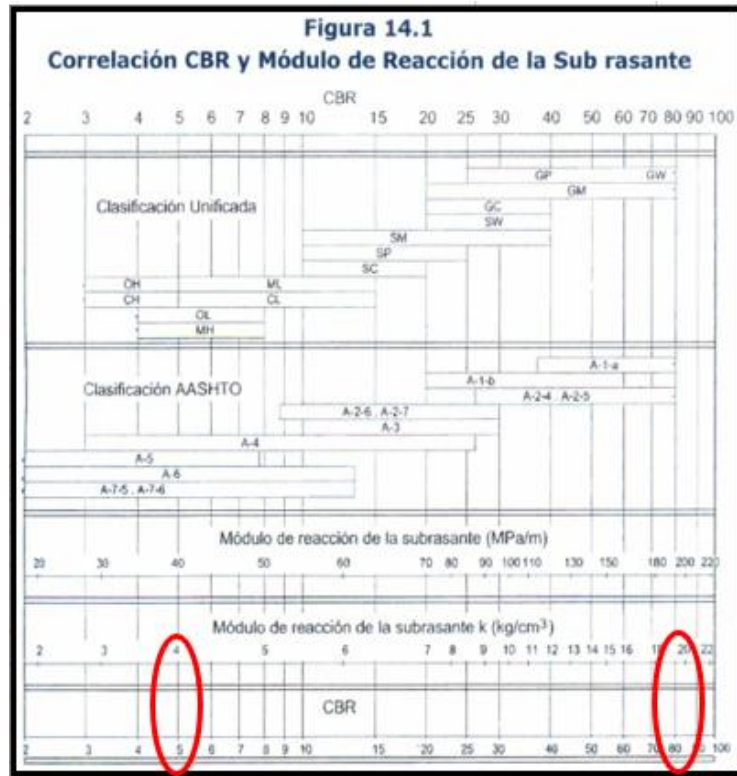
Nos indica que los ejes equivalentes van desde 1.3 a 3.0 millones.

Ilustración 44 Ejes Equivalentes para diferentes clases de vía

TABLA F2 Ejemplos de EALs de Diseño ¹				
Clase de Vía	EALs ^a (millones)	Nivel de Confiab. ^b (%)	Factor de Confiabil.(Fr)	EALs de diseño ^a (millones)
Expresas	7,5	90	3,775	28,4
Arteriales	2,8	85	2,929	8,3
Colectoras	1,3	80	2,390	3,0
Locales	0,43	75	2,010	0,84

Notas:
a. Basados en una vida de diseño de 20 años, 4% de crecimiento, 50% de tráfico direccional
b. Basada en una desviación estándar de 0.45.

En el gráfico de la figura 14.1 del Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos se va correlacionar el CBR y el Módulo de Reacción de la Sub rasante, en él también se puede observar que el CBR de la grava es de 80%.



$$K_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} \times K_0$$

Siendo “h” la altura de la base granular con la que se va diseñar en este caso de 20cm de altura.

Coeficiente de reacción de la Subbase granular (k1):	19.2	kg/cm ³
Coeficiente de reacción de la Subrasante (k0):	4	kg/cm ³
Espesor de la Subbase Granular (Estimado):	20	cm
Kc:	5.348990489	kg/cm ³

Luego hallamos el Módulo de Elasticidad del concreto

$$E_c = 21000 * \sqrt{284} = 353898.29$$

Luego determinaremos el índice de Serviciabilidad, según el tráfico.

El cual se define como la capacidad del pavimento para servir al tránsito que circula por una vía, la cual se manifiesta en una escala de 0 a 5, siendo 0 intransitable y 5 ideal.

Se determinará un índice de serviciabilidad inicial y final.

Cuadro 14.4
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)
Diferencial de Serviciabilidad
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₁	150,001	300,000	4.10	2.90	2.10
	T ₁₂	300,001	500,000	4.10	2.90	2.10
	T ₁₃	500,001	750,000	4.10	2.90	2.10
	T ₁₄	750,001	1,000,000	4.10	2.90	2.10
Resto de Caminos	T ₁₅	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T ₁₆	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T ₁₇	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T ₁₈	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T ₁₉	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	T ₂₀	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	T ₂₁	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	T ₂₂	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	T ₂₃	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	T ₂₄	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	T ₂₅	>30,000,000		4.50	3.00	1.50

Para un tráfico de ejes equivalentes acumulados de 1500001 a 3000000 corresponde un índice de serviciabilidad inicial de 4.30 y un índice de serviciabilidad final de 2.5, siendo la diferencia servicial de 1.80.

La confiabilidad “R”, esta cumple el propósito de cuantificar la variabilidad propia de procesos constructivos, calidad de materiales y supervisión de los diferentes deterioros. De cierta forma es un actor de seguridad.

La desviación estándar (So), este es un valor que están entre los rangos 0.30 y 0.40 sugerido por AASHTO. El Manual del MTC recomienda el uso de un valor medio de So=0.35, el cuál es tomado para el diseño de este pavimento

Cuadro 14.5
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R)
y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años
según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	100.000	150.000	65%	-0.385
	T ₁₅	150.001	300.000	70%	-0.524
	T ₂₀	300.001	500.000	75%	-0.674
	T ₂₅	500.001	750.000	80%	-0.842
	T ₃₀	750.001	1.000.000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T ₃₅	1.000.001	1.500.000	85%	-1.036
	T ₄₀	1.500.001	3.000.000	85%	-1.036
	T ₄₅	3.000.001	5.000.000	85%	-1.036
	T ₅₀	5.000.001	7.500.000	90%	-1.282
	T ₅₅	7.500.001	10'000.000	90%	-1.282
	T ₆₀	10'000.001	12'500.000	90%	-1.282
	T ₆₅	12'500.001	15'000.000	90%	-1.282
	T ₇₀	15'000.001	20'000.000	90%	-1.282
	T ₇₅	20'000.001	25'000.000	90%	-1.282
	T ₈₀	25'000.001	30'000.000	90%	-1.282
T ₈₅	>30'000.000		95%	-1.645	

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASH(TO'93)

Para un tráfico de ejes equivalentes acumulados de 1500001 a 3000000 el nivel de confiabilidad es del 85%, con una desviación Estándar normal (Zr) de -1.036.

A continuación, se determina las condiciones de drenaje para ello haremos uso del cuadro 14.8 del Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Tomaremos como una calidad de drenaje excelente puesto que es un concreto permeable, con 50% de saturación.

Cuadro 14.8
Condiciones de Drenaje

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	mas de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho mas de 10 horas

Así mismo determinamos el coeficiente de drenaje de las capas granulares Cd del cuadro 14.9 del Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos., cual se toma como excelente siendo este menor que 1% y tomando un valor medio de 1.05.

Cuadro 14.9
Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Finalmente, el último dato que necesitamos es el valor de coeficiente de transferencia de cargas J, siendo nuestro concreto permeable y por esa misma condición no se consideran pasadores debido a que con el agua pueden llegar a oxidarse.

Cuadro N° 14.10
Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Resumen de datos

Tabla 44 Resumen de datos para pavimento con losa de concreto permeable

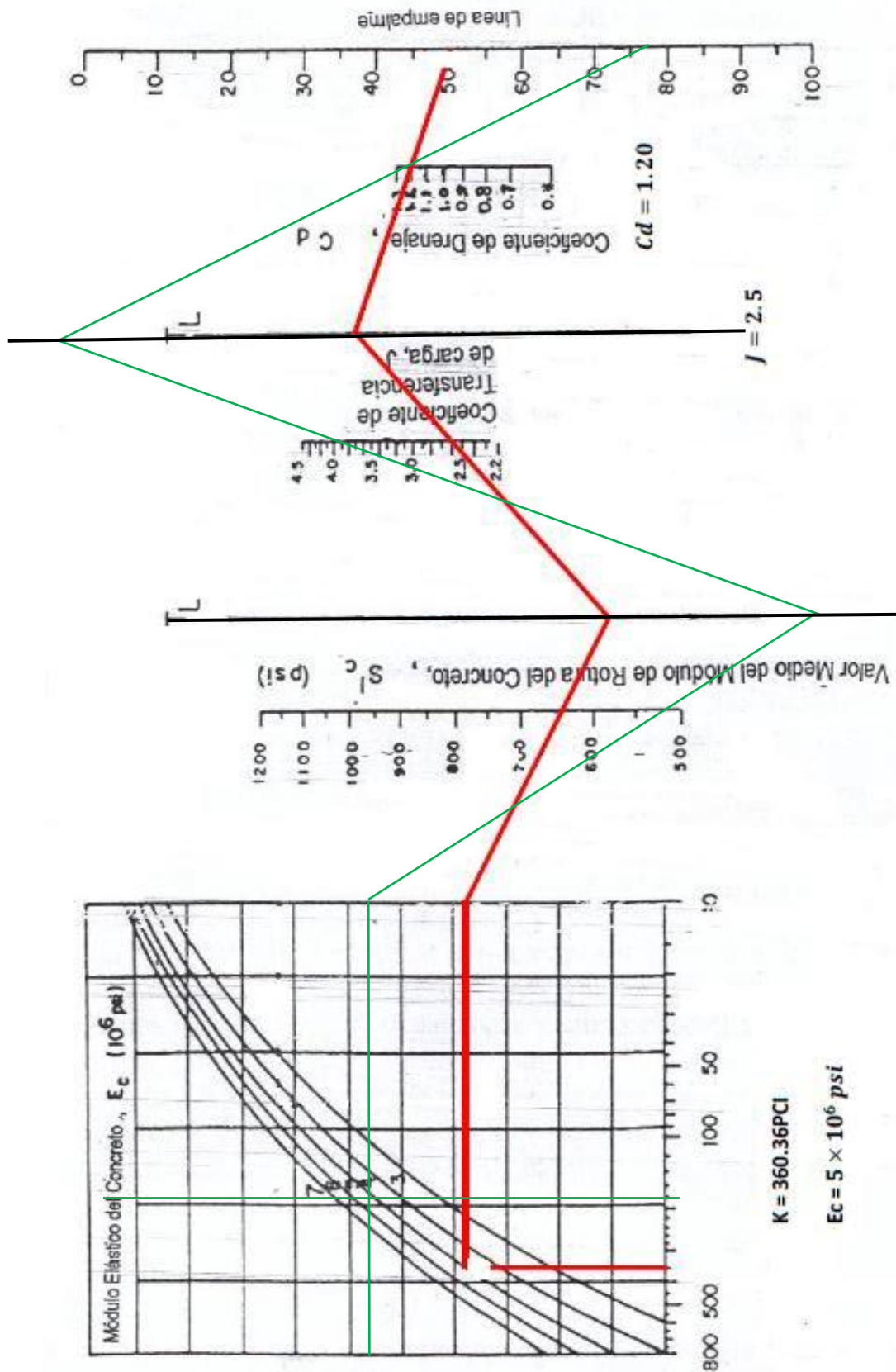
MÉTODO AASHTO 93

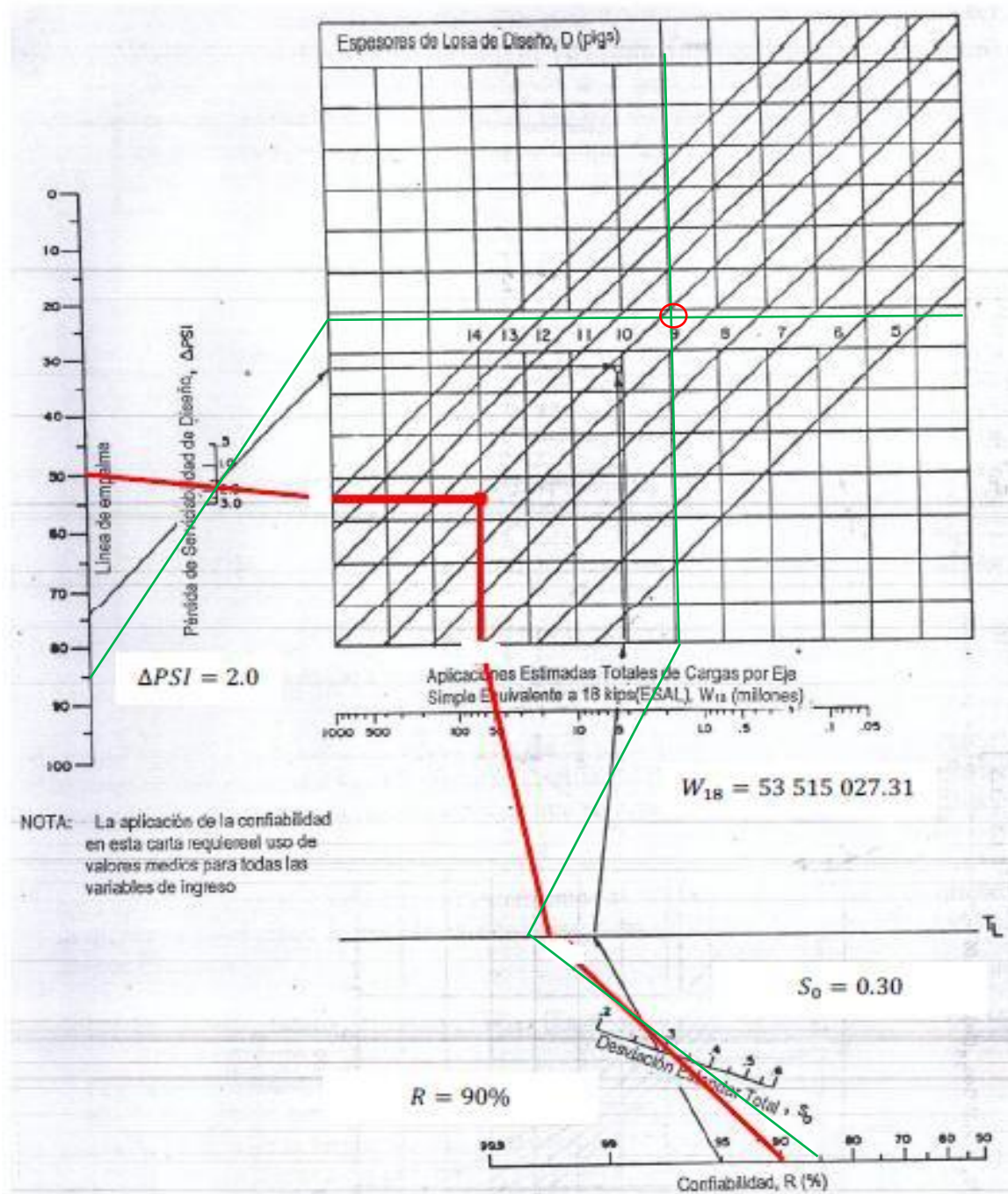
Datos Generales:		
Módulo de Reacción del Suelo	193.242	PCI
Módulo de elasticidad del Concreto	5.03E+06	PSI
Módulo de Rotura	521.992	PSI
Coeficiente de Transferencia de Carga	3.8	Adim.
Coeficiente de Drenaje	1.05	Adim.
Pérdida de Servicialidad	1.8	Adim.
Confiabilidad	85	%
Desviación Estándar	0.35	Adim.
Carga Equivalente	3000000	E.E
a	2.19	Adim.
f'c	284	kg/cm2

Fuente:[0]

La primera solución será por los nomogramas:

El trazado se realiza con **línea de color verde**, y el espesor de la losa de rodadura de concreto permeable se encuentra encerrado por un círculo de color verde.





Obteniendo un resultado de un espesor de losa de concreto permeable de

D=	9.8 pulg
Aprox.	24.89 cm.

También determinamos el espesor de la losa de rodadura permeable con un programa que está en base a la Ecuación de AASHTO 93, obtenido un resultado de 9.0 pulgadas, un resultado similar.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % $Z_r = -1.037$ So 0.35

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.3 PSI final 2.5

Módulo de reacción de la subrasante
 k 193.42 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 5030000 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 3.8
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 521.99 Coeficiente de drenaje - (Cd) 1.05

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 =** 3000000 **D =** 9.8
 Calcular W18

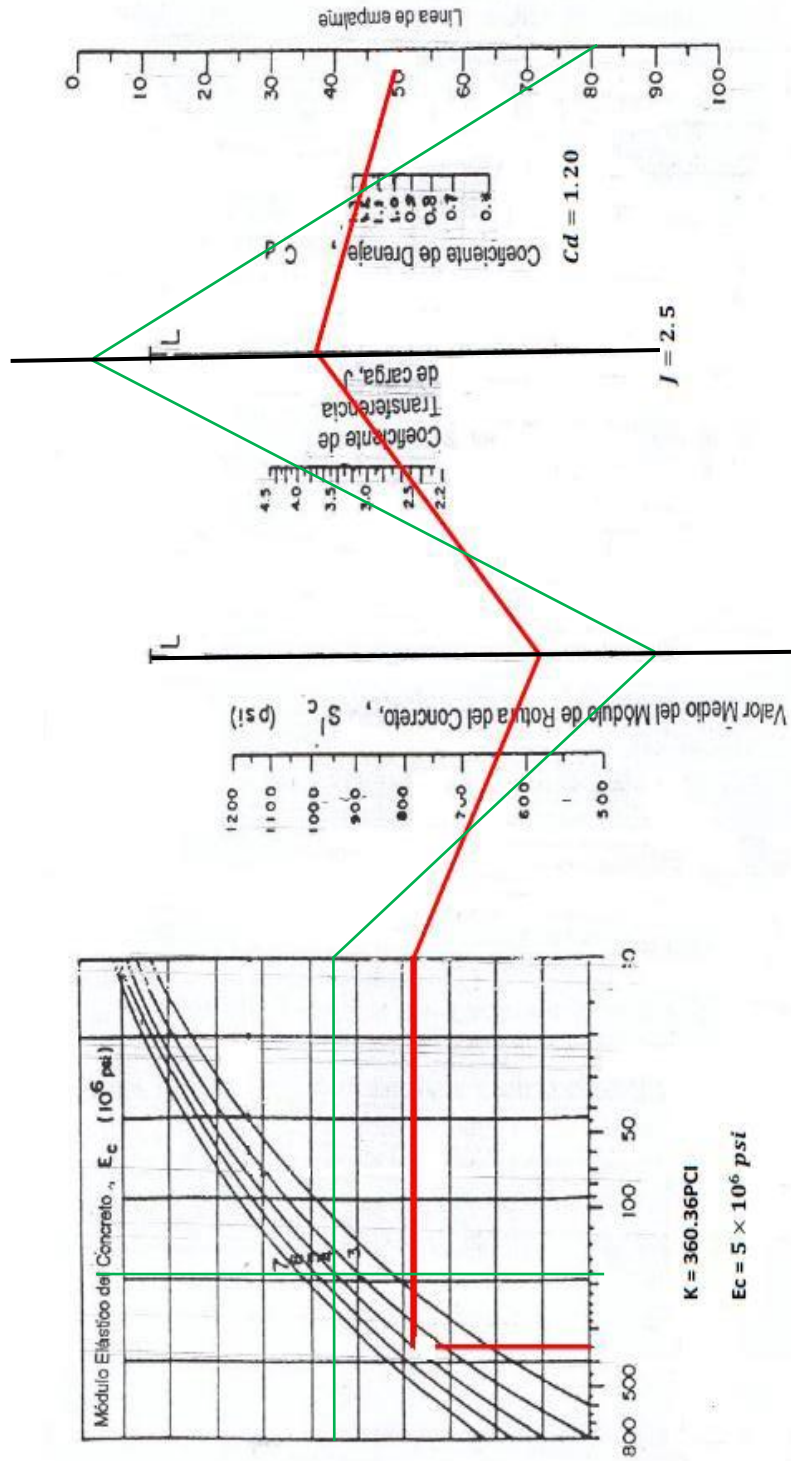
Espesor de losa (plg)

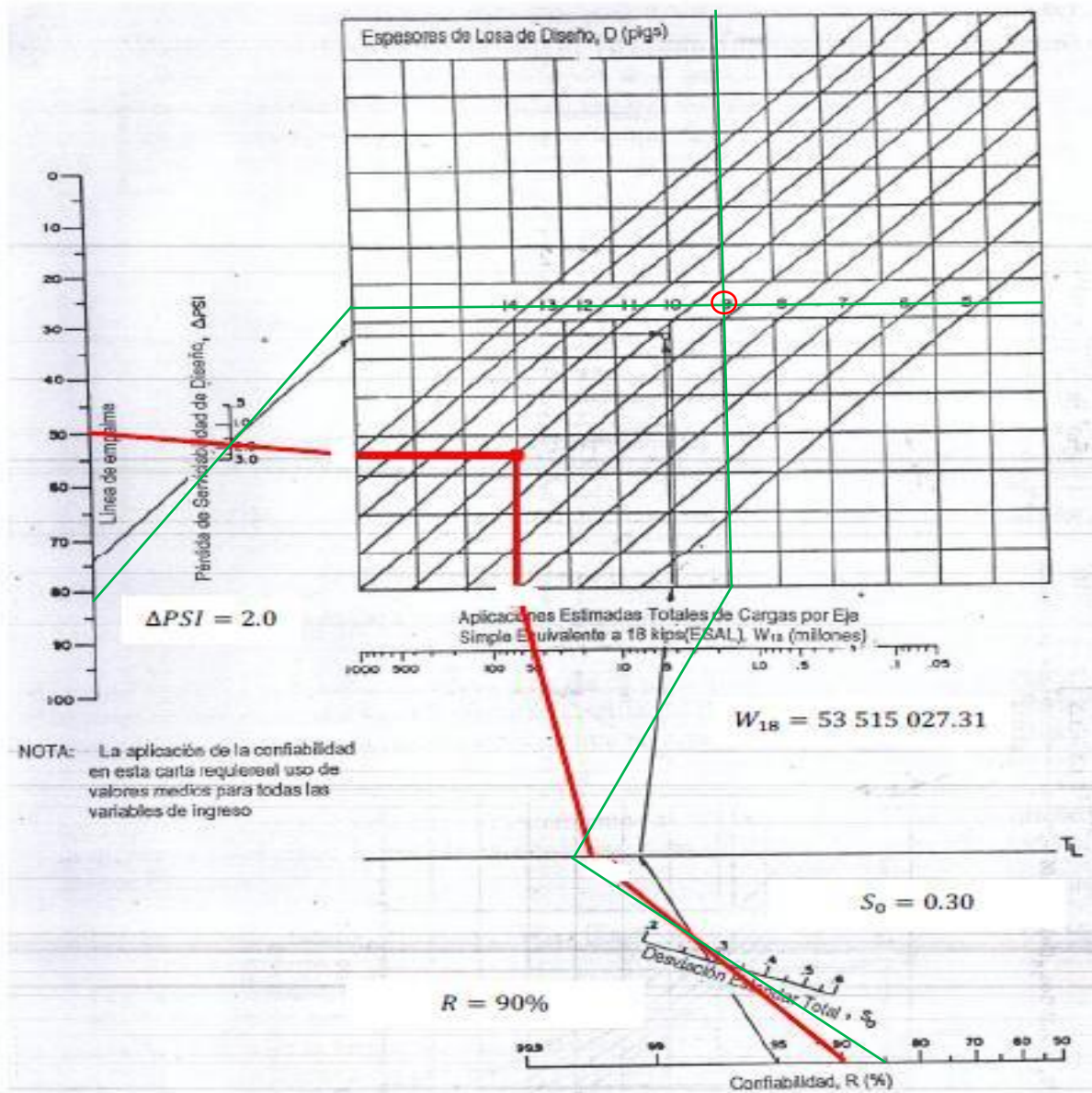
Calcular Salir

PAVIMENTO RÍGIDO CON CONCRETO CONVENCIONAL

Con respecto al diseño de un pavimento rígido con concreto convencional; se trabaaría con los mismos datos anteriores, puesto que viene hacer el mismo, CBR 80% para la base siendo este el mínimo con la misma altura de base de 20cm, además la confiabilidad sigue siendo de 85%, la cantidad de ejes equivalentes, la calidad de drenaje, también se diseñó sin pasadores; lo que si cambia es el $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y su módulo de rotura aproximadamente 40.16 kg/cm^2 , siendo este valor una revisión de otras tesis que su rango de MR se encuentra entre 40 a 42 kg/cm^2 aproximadamente. Obteniendo así la siguiente tabla resumen la cual nos servirá para ingresar a los nomogramas:

Datos Generales:		
Módulo de Reacción del Suelo	193.242	PCI
Módulo de elasticidad del Concreto	5.00E+06	PSI
Módulo de Rotura	571.200	PSI
Coeficiente de Transferencia de Carga	3.8	Adim.
Coeficiente de Drenaje	1.05	Adim.
Pérdida de Servicialidad	1.8	Adim.
Confiabilidad	85	%
Desviación Estándar	0.35	Adim.
Carga Equivalente	3000000	E.E
$f'c$	280	kg/cm^2





D=	9.3 pulg
Aprox.	23.62 cm.

Y mediante el programa ECUACIÓN DE AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
85 % Zr=-1.037 So = 0.35

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 4.3 PSI final 2.5

Módulo de reacción de la subrasante
k 193.42 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) 5000000 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 3.8
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) 571.2 Coeficiente de drenaje - [Cd] 1.05

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 = 3000000** **Espesor de losa (plg) D = 9.4**
 Calcular W18

Calcular Salir

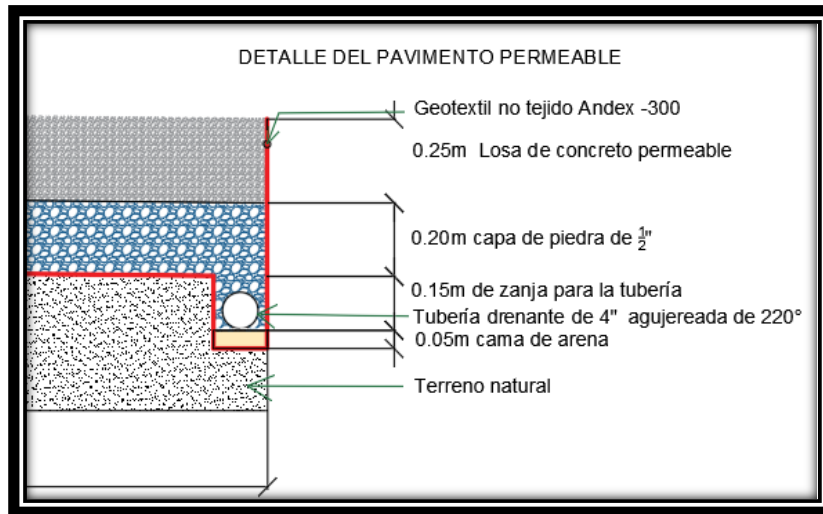
En resumen, para un concreto permeable el espesor de la losa de rodadura será de 25 cm, mientras que para la losa de concreto convencional tendrá una altura de 24 cm

ESQUEMAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON LA LOSA DE CONCRETO PERMEABLE

Después de realizar los cálculos se obtiene una base granular de piedra chanada de ½" de 20 cm de espesor, y una losa de rodadura de concreto permeable de 25 cm. Además, el pavimento contará con un bombeo de 1%, entre la subrasante y la base granular, se contará con un geotextil no tejido ANDEX-300, esto con el fin de retener un tiempo el agua para que pueda ser drenada a través de una tubería de 4" agujereada en un ángulo 220°C, estas serán colocadas a los extremos del pavimento, en una zanja de 15x20 cm y la tubería se apoyará sobre una capa de arena de 5cm, para evitar daños en la tubería la pendiente de la tubería será de 0.1%

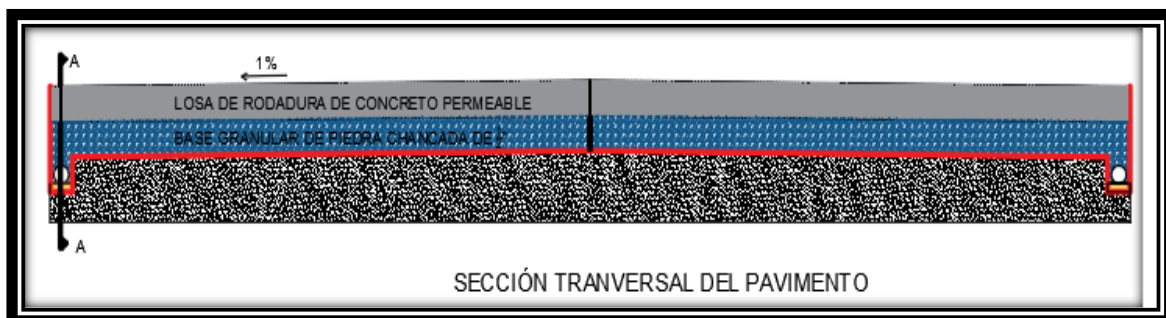
La función de la tubería perforada es evacuar el agua que la losa de concreto permeable filtrará, esta agua se puede llevar a un drenaje pluvial o verter en un canal cercano.

Ilustración 45 Esquema del detalle del diseño del pavimento permeable y pavimento convencional



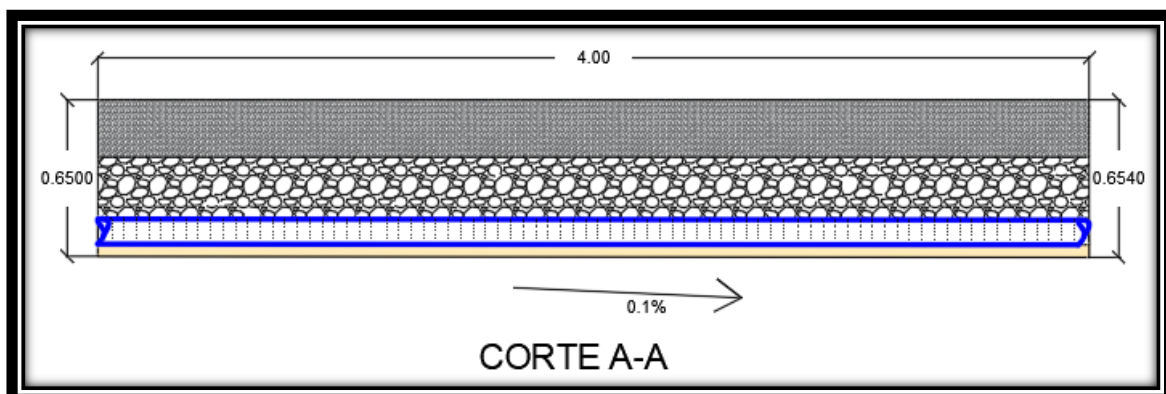
Fuente: [0]

Ilustración 46 Sección transversal del pavimento permeable



Fuente: [0]

Ilustración 47 Corte longitudinal de la sección transversal del pavimento permeable

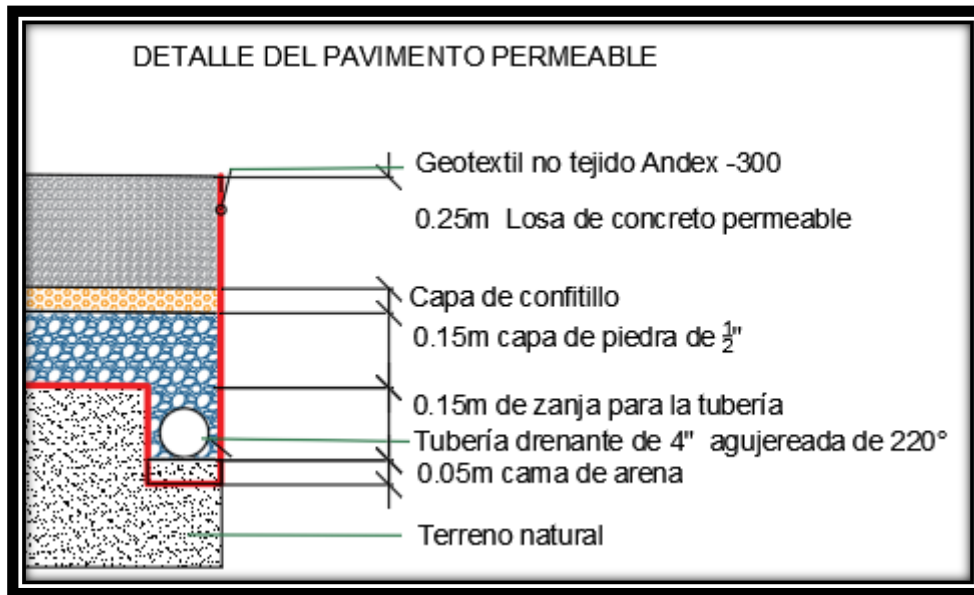


Fuente: [0]

Nota:

Se recomienda usar una fina capa de confitillo bajo la losa de concreto permeable, esto con la finalidad de que el concreto en estado fresco al hacer compactado este no ingrese entre las piedras chancadas de ½" permitiendo así una instalación adecuada de la superficie de rodamiento y se termine utilizando más concreto de lo debido, mostrándose en la ilustración 52 el detalle del pavimento permeable, con la fina capa de confitillo.

Ilustración 48 Esquema de pavimento permeable recomendado

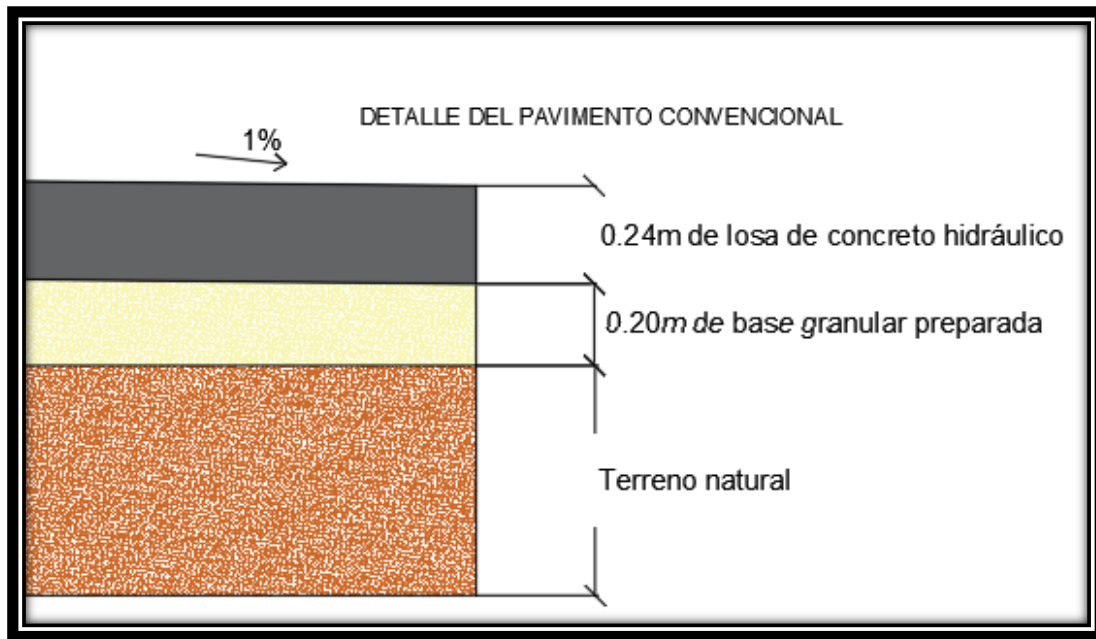


Fuente: [0]

ESQUEMAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON LA LOSA DE CONCRETO CONVENCIONAL

Después de realizar los cálculos, se obtiene un pavimento convencional, con una base granular de 20cm, una losa de rodadura de concreto hidráulico de 24 cm de espesor y con un bombeo de 1%.

Ilustración 49 Esquema de un pavimento convencional



Fuente: [0]

4.5.EVALUACIÓN ECONÓMICA

En esta evolución económica se evaluará los costos unitarios de realizar un pavimento rígido de concreto hidráulico y un pavimento rígido con concreto permeable. Se ha considerado una subrasante de CBR 5%.

Se realizó el presupuesto para un tramo de 100 metros el cual constará de 2 vías de 3.60m de ancho y una pendiente longitudinal de la tubería de 0.1%.

Primero se determinó los espesores de cada capa del pavimento ya sea de un concreto convencional como el de un concreto permeable.

Para el **concreto convencional** se diseñó sin pasadores y se consideró 4 partidas, las cuales se detallan en el Análisis de precios unitarios.

- Losa de Rodadura $f'c=280\text{kg/cm}^2$, $e=0.24\text{m}$
- Curado de la losa de rodadura
- Corte con Maquinara en terreno natural hasta $H=0.50\text{m}$
- Base Granular $e=20\text{cm}$

Análisis de precios unitarios						
Partida	Losas de Rodadura f'c=280kg/cm2, e=0.24m					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	70.00	EQ	70.00	
						Costo Unitario por m2: S/. 127.73
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ			hh	0.10	0.011	21.3
OPERARIO			hh	1.00	0.114	21.95
OFICIAL			hh	2.00	0.229	17.59
PEON			hh	10.00	1.143	15.86
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0.130	70.00
ARENA GRUESA			m3		0.122	43.00
CEMENTO MS			bls		2.616	25.00
AGUA			m3		0.046	5.00
ADITIVO			Gal		0.882	23.00
GASOLINA 84 OCTANOS					0.050	12.15
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO	0.03	0.003	16.65
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1.35"			hm	1.00	0.114	5.63
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11p3			hm	1.00	0.114	11.25

Análisis de precios unitarios						
Partida	Curado de la losa de rodadura					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	300.00			
						Costo Unitario por m2: S/. 2.96
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra						
PEON			hh	5.00	0.133	15.86
Materiales						
Arena fina			m3		0.025	25.00
AGUA			m3		0.025	5.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.050	1.90

Análisis de precios unitarios						
Partida	Corte con Maquinara en terreno natural hasta H=0.50m					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	1,000.00	EQ.	1,000.00	
						Costo Unitario por m2: S/. 2.50
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
Mano de Obra						
OPERARIO			hh	1.00	0.008	21.95
OFICIAL			hh	2.00	0.016	17.59
PEON			hh	4.00	0.032	15.86
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		0.050	1.90
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP			hm	1.00	0.008	180.00

Análisis de precios unitarios						
Partida	Curado de la losa de rodadura permeable					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	500.00			
				Costo Unitario por m2:		S/. 1.91
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	3.00	0.048	15.86	0.76	
Materiales						
MANTA DE POLIETILENO e=0.15mm	m2		0.250	4.21	1.05	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.050	1.90	0.10	

Análisis de precios unitarios						
Partida	Corte con Maquinara en terreno natural hasta H=0.50m					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	1,000.00	EQ.	1000.00	
				Costo Unitario por m2:		S/. 2.50
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.008	21.95	0.18	
OFICIAL	hh	2.00	0.016	17.59	0.28	
PEON	hh	4.00	0.032	15.86	0.51	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.050	1.90	0.10	
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.00	0.008	180.00	1.44	

Análisis de precios unitarios						
Partida	Base Granular e=20cm					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	2,400.00	MQ	2400.00	
				Costo Unitario por m2:		S/. 12.57
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	2.00	0.007	17.59	0.12	
PEON	hh	6.00	0.020	15.86	0.32	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.150	70.00	10.50	
GEOTEXTIL NO TEJIDO ANDEX-300	m2		1.000	1.32	1.32	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.030	0.40	0.01	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12ton	hm	0.25	0.0008	180.00	0.15	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.25	0.0008	180.00	0.15	

Análisis de precios unitarios						
Partida	Excavación Manual 15x20cm para tubería drenante					
Rendimiento	m/DIA	MO.	70.00			
				Costo Unitario por ml		S/. 3.84
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	0.10	0.011	17.59	0.20	
PEON	hh	2.00	0.229	15.86	3.63	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.030	0.40	0.01	

Análisis de precios unitarios						
Partida	Relleno de la zanja de 15*20cm y tubería drenante de 4"					
Rendimiento	ml/DIA	MO.	100.00	Costo Unitario por ml:		S/. 44.62
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	0.50	0.040	17.59	0.70	
PEON	hh	4.00	0.320	15.86	5.08	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.056	70.00	3.94	
ARENA FINA	m3		0.015	25.00	0.38	
TUBERÍA DRENANTE D=4" 220°	ml		2.000	17.17	34.34	
LUBRICANTE PARA UNION	kg		0.005	30.95	0.15	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.030	1.20	0.04	

Presupuesto de ambos pavimentos rígidos.

PRESUPUESTO DE CONCRETO CONVENCIONAL				
Descripción	Und	Metrado	C.U.	Parcial
Losa de Rodadura f'c=280kg/cm2, e=0.24m	m2	720.0	127.73	91966.51
Curado de la losa de rodadura	m2	720.0	2.11	1521.94
Corte con Maquinara en terreno natural hasta H=0.50m	m2	720.0	2.50	1799.68
Base Granular e=20cm	m3	720.0	4.18	3008.07
Costo total S/.				98296.20

PRESUPUESTO DE CONCRETO PERMEABLE				
Descripción	Und	Metrado	C.U.	Parcial
Losa de concreto permeable f'c=280 kg/cm2 e=0.25m	m2	720.0	130.99	94314.79
Curado de la losa de rodadura permeable	m2	720.0	1.91	1374.32
Corte con Maquinara en terreno natural hasta H=0.50m	m3	720.0	2.50	1799.68
Base Granular e=20cm	m3	720.0	12.57	9047.86
Excavación Manual 15x20cm para tubería drenante	ml	200.2	3.84	768.40
Relleno de la zanja de 15*20cm y tubería drenante de 4"	ml	200.2	44.62	8933.59
Costo total S/.				116238.64

Teniendo el presupuesto por 100 metros de pavimento se puede obtener un costo por metro lineal de pavimento. Un pavimento rígido con losa de rodadura de concreto permeable tendrá un costo de S/ **1162.38** el metro lineal mientras que el pavimento de concreto rígido tendrá un costo de S/ **982.96** el metro lineal.

El costo de un pavimento permeable, tiene un costo mayor, debido a que cuenta con dos partidas más.

V. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

**“DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y
ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS POLIPROPILENO EN
UNA VÍA COLECTORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO 2019”**



4.6.1 RESUMEN EJECUTIVO

La ubicación del proyecto se encuentra ubicada en el distrito de La Victoria en la Urb. Santa Rosa. Este tiene por objetivo realizar una evaluación de impacto ambiental en la fase de fabricación, en sus diferentes etapas de procesos, desde la obtención de los agregados hasta la fabricación del concreto permeable y sus ensayos en estados endurecidos.

En esta evaluación de impacto ambiental, pretendemos calificar de diferentes maneras los impactos tanto positivos como negativos que tendrá la elaboración del concreto permeable, por ello es que al llegar al punto de Matriz de Leopold podremos ver los resultados que son negativos es la presencia de polvo y ruido; sin embargo, al momento de calificar empleos vemos un crecimiento asombroso, siendo este uno de los puntos que más nos favorece al hablar de una construcción cualquiera.

Otra finalidad de nuestra evaluación es evitar en lo posible la mitigación de los daños al ambiente que se presentarán siempre que se ejecute la obra, y en caso hubiese alguna medida de mitigación aplicable, pues aplicarla libremente durante la fase de construcción, para tener un proyecto amigable con el medio ambiente y no represente una destrucción de la poca flora y fauna presente en esa área a ser construida.

En esta evaluación se llega a concluir a través de la identificación de los impactos ambientales generados por el proceso de producción del concreto permeable, se pudo determinar que el factor más afectado es el aire, que comprende principalmente las emisiones de polvo y el ruido; por ello es importante poder prevenir, mitigar y corregir dichas emisiones, mediante mejoras tecnológicas, y mantenimientos constantes a los equipos.

4.6.2 OBJETIVO

4.6.2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de la evaluación de impacto ambiental del proyecto “DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS POLIPROPILENO EN UNA VÍA COLECTORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO 2019”, es definir los impactos que este genera, además establecer las medidas de mitigación a niveles aceptables y prevenir el deterioro ambiental que podría causar la operación de las mismas. La identificación temprana de impactos evitará medidas costosas de mitigación y/o corrección.

4.6.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.

- ✓ Realizar un diagnóstico ambiental para caracterizar las condiciones ambientales actuales en los aspectos físicos, bióticos y sociales del área de influencia de modo que se pueda realizar el diagnóstico ambiental del sitio.
- ✓ Realizar la descripción del proyecto en su etapa de Producción del concreto permeable.
- ✓ Identificar, evaluar y describir los impactos ambientales generados en cada etapa del proyecto.
- ✓ Elaborar el respectivo Plan de Manejo Ambiental con medidas que permitan prevenir, controlar y mitigar los impactos socio-ambientales generados por el proyecto.

4.6.3 MARCO LEGAL

4.6.3.1 NORMATIVA GENERAL

- **Constitución política del Perú.**

“Los logros normativos en el ámbito ambiental en nuestro medio se inician formalmente con la Constitución Política del Perú de 1993, la cual establece en el CAPÍTULO II: DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES, Artículo 66°.-

Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal. Artículo 67°.- El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.” [43]

- **Política de estado N° 19, Desarrollo sostenible y gestión ambiental.**

“De los Estudios de Impacto Ambiental señala que son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos. Deben indicar las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables e incluirá un breve resumen del estudio para efectos de su publicidad”. [44]

- **Política Nacional Ambiental, D.S N° 012-2009-MINAM**

“Mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Medio Ambiente, como Órgano Rector en Materia Ambiental y de Recursos Naturales en el Perú. Se establece como objetivo primordial de la creación de este Ministerio, el Control y Uso Sostenible de los Recursos Naturales y la Protección Ambiental, y se manifiesta como obligaciones de este portafolio las actividades conducentes al cumplimiento de las normas ambientales que se generen a partir del ejecutivo”. [45]

- **Ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.**

“Este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión. La norma señala diversas categorías en función al riesgo ambiental. Dichas categorías son las siguientes: Categoría I – Declaración de Impacto Ambiental; Categoría II – Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado, Categoría III – Estudio de Impacto Ambiental Detallado. Cabe precisar que hasta la fecha no se ha expedido el reglamento de esta Ley”. [46]

- **Ley N° 26821, Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.**

“La presente Ley Orgánica tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana”. [47]

4.6.3.2 *NORMATIVA SOBRE EL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES*

- **Ley General del Ambiente. Ley 28611 y sus modificaciones.**

“Fue promulgada por Ley N° 28611. Señala en el artículo 1° Título Preliminar: *Derechos y Principios*, Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del Perú. En el artículo VI.- Del Principio de prevención señala que la gestión ambiental tiene como objetivo prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que corresponda.” [48]

4.6.3.3 *NORMATIVA SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE*

- **Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, D.S. 009-2005-TR.**

“El Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello cuenta con la participación de los trabajadores, empleadores y del Estado, quienes a través del diálogo social velarán por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia”.

[49]

4.6.3.4 *NORMATIVA SOBRE LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Y ESTANDARES DE CALIDAD*

- **Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D.S. N° 074-2001- PCM y D.S. 003-2008-MINAM.**

“El D.S. N° 074-2001-PCM, del 24.06.01, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, donde se establece los valores correspondientes para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire y los valores de tránsito”.

[50]

- **Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM.**

“Con la finalidad de que se revisen las subcategorías, valores y parámetros de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua vigentes, por lo que, resulta necesario modificar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM”. [51]

- **Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, D. S. N° 085-2003-PCM).**

“La presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible”. [52]

- **Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, D.S. N° 057 del 24-07-2004.**

“El presente dispositivo reglamenta la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, a fin de asegurar que la gestión y el manejo de los residuos sólidos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana”. [53]

- **Ley general de aguas: Decreto Ley N° 17752**

“En el artículo 8°, menciona Toda persona, incluyendo las entidades del Sector Público Nacional y de los Gobiernos Locales, requiere permiso, autorización o licencia

según proceda, para utilizar aguas, con excepción de las destinadas a satisfacer necesidades primarias. En el artículo 9°, Declárese de necesidad y utilidad pública; conservar, preservar e incrementar los recursos hídricos; regularizar el régimen de las aguas obtener una racional, eficiente, económica y múltiple utilización de los recursos hídricos; promover, financiar y realizar las investigaciones, estudios y obras necesarias para tales fines”. [54]

4.6.3.6 MARCO INSTITUCIONAL

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (MINEM)

- Dirección general de electricidad – DGE
- Dirección general de asuntos ambientales energéticos – DGAAE
- Dirección regional de energía y minas – DREM

4.6.3.7 NORMAS PARA EL DISEÑO DEL COCNRETO PERMEABLE

- Ensayo Normalizado para granulometría de los agregados (NTP 400.012)
- Ensayo Normalizado para absorción y peso específico del agregado grueso (NTP 400.021)
- Ensayo Normalizado para peso unitario de los agregados (NTP 400.017)
- Ensayo Normalizado para absorción y peso específico del agregado fino (NTP 400.022)
- Ensayo Normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034)
- Ensayo Normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078)
- Ensayo Normalizado para determinar el coeficiente de permeabilidad en concreto porosos (ACI -522 R)
- Ensayo Normalizado para determinar la densidad y contenido de vacíos del concreto permeable en estado fresco. (NTP 339.230)

4.6.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

4.6.4.1 Antecedentes

Este proyecto contempla el diseño de un concreto que sea capaz de drenar grandes volúmenes de agua de pavimentos en la ciudad de Chiclayo, para ello se hicieron estudios a los agregados, como ensayos Granulométricos, ensayos de pesos unitarios suelto y compactados, ensayos de peso específico, humedad y absorción, a ello se le agregaron los ensayos de álcali -sílice para ambos agregados y el ensayo de impurezas para el agregado fino. Además, para este diseño se usó el aditivo chema 3 que es un acelerante de fraguado que se encuentra libre de cloruros, pero contienen componentes peligrosos según su hoja de seguridad como Metanoato de sodio, Dioxonitrato (III) de Sodio, -2,2,2-Nitrilotrietanol, este aditivo cumple con las condiciones del ASTM C-494 Tipo C y también se utilizaron fibras de polipropileno que cumple con las condiciones del ASTM C1116.

4.6.4.2 Ubicación política

La ciudad de Chiclayo, es uno de los veinte distritos de la provincia de Chiclayo, en el departamento de Lambayeque y se encuentra bajo la administración del Gobierno Regional de Lambayeque, en el Perú.

Limita por:

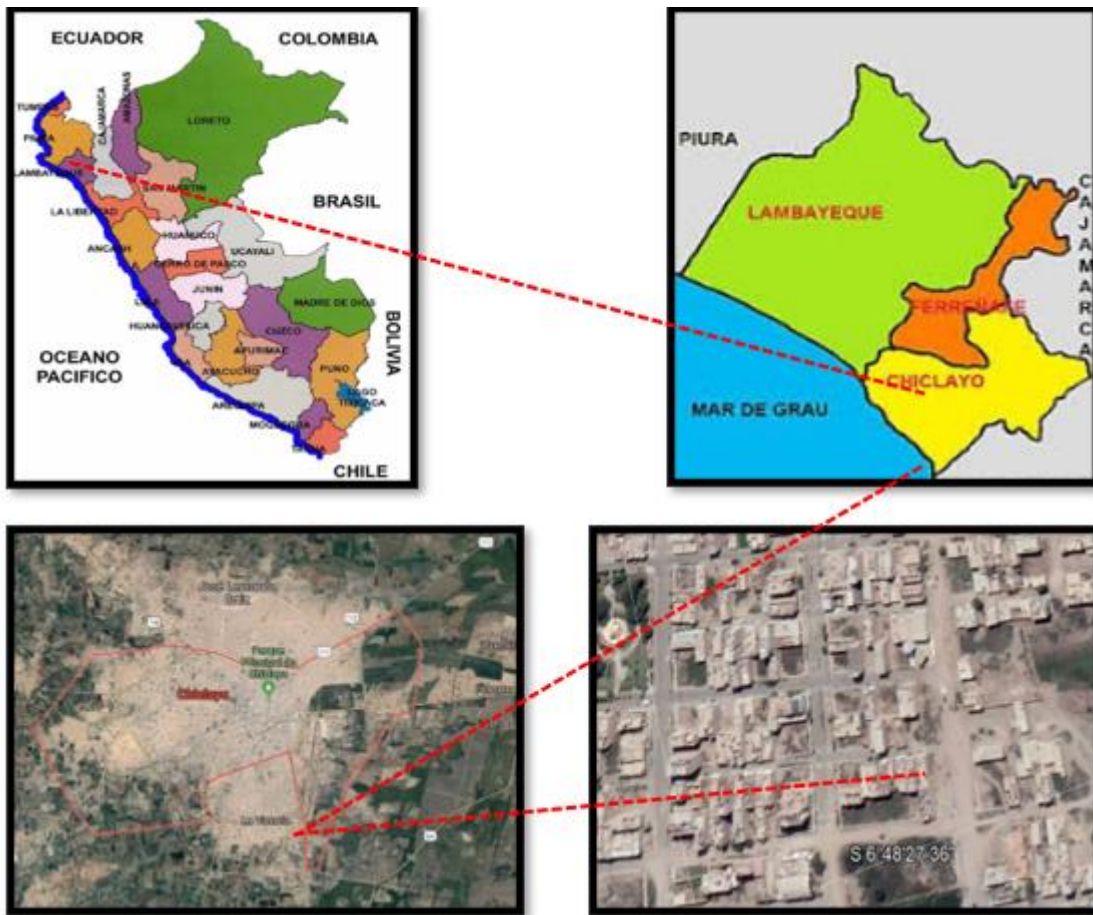
El norte: Picsi, José Leonardo Ortiz y Lambayeque

El sur: Zaña, Reque y La Victoria

El oeste: Pimentel y San José.

El este: Zaña

Ilustración 50 Ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth

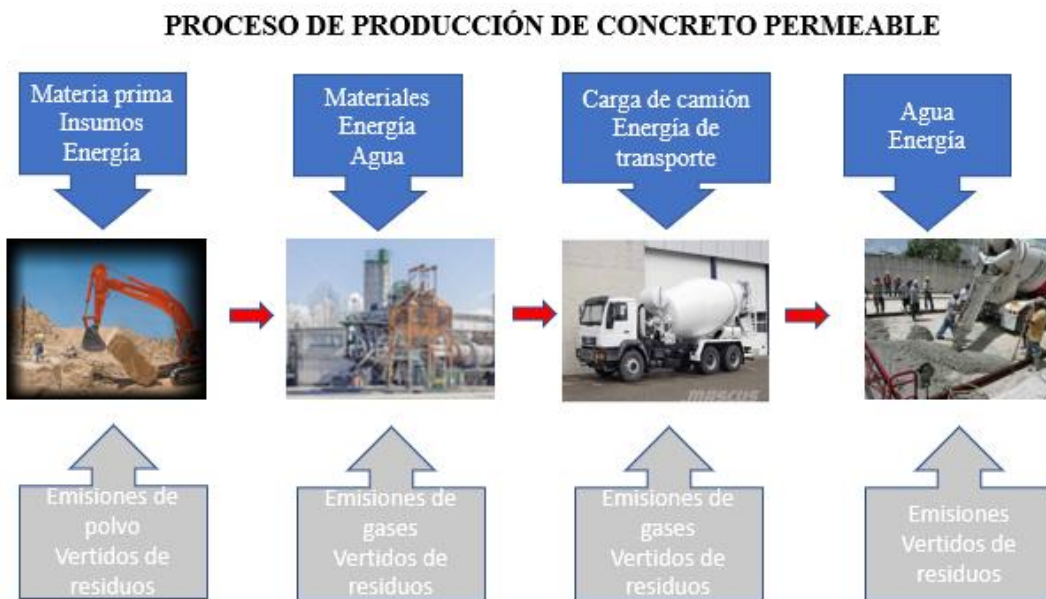
4.6.4.3 Ubicación Geográfica

El distrito de Chiclayo se encuentra ubicada en el norte de la costa peruana, aproximadamente entre las coordenadas geográficas $6^{\circ} 45' 28.42''$ y $6^{\circ} 47' 7.02''$ de latitud Sur y $79^{\circ} 48' 13.30''$ W y $79^{\circ} 53' 47.84''$ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, específicamente, en el noroeste y este de la región Lambayeque; al lado izquierdo del río Lambayeque a una altura de 18 grados. El distrito La Victoria se encuentra, a una altitud de 28msnm y ubicada a una Latitud Sur $6^{\circ}47'18''$ Y una longitud Oeste de $79^{\circ}50'12''$. El lugar del proyecto se encuentra, ubicada exactamente $6^{\circ}48'25.46''$ en Latitud Sur y $79^{\circ}49'55.63''$ longitud Oeste.

4.6.4.4 Descripción de actividades

Recepción de la materia prima.

Para producir un concreto permeable, lo primero que se debe hacer es la obtención de la materia prima, que está constituida cemento, piedra, en algunos casos arena, agua, y aditivos. Por supuesto cada material posee un origen distinto. El cemento que es un material polvoriento que al mezclarse con el agua forma una pasta que es capaz de fraguar y endurecerse, se le conoce también como conglomerante hidráulico. La piedra proviene de canteras ubicadas cerca de la planta de producción, esta se puede obtener de la trituración artificial de rocas o gravas, que se encuentran en los ríos o como es en el caso de Lambayeque que los obtienen de canteras. El agregado también se obtiene de ríos en el caso de arena fina, y la arena gruesa de canteras. Los aditivos son productos químicos, líquidos y sólidos los cuales al mezclarse con la pasta de concreto antes o durante del mezclado, estas modifican propiedades del concreto, tanto en estado fresco o endurecido.



Fuente: [0]

Para ello se debe considerar la energía y el agua como insumos imprescindibles. La energía eléctrica proporcionada por empresas privada, la cual permitirá electricidad para el funcionamiento del trompo y otros equipos para ensayar los testigos de concreto y el horno. Igualmente, el agua para el debido mezclado de las materias primas y el lavado del trompo.

La hoja de seguridad de los aditivos se especificará en los anexos N°2 N°3

Impactos que se generan.

- La fabricación de cementos y aditivos, producen emisiones de gases, explotación de canteras, emisión de residuos, partículas entre otros.
- En la etapa de obtención de materiales el principal impacto es el de emisiones de gases, y polvo que producen los volquetes para traer los agregados, igual los camiones que traen el cemento al lugar de fabricación.

Realización de ensayos a los agregados.

Estos ensayos se realizan para determinar propiedades y características de los agregados puesto que cada cantera, presenta materiales con diferentes características.

Esta etapa se desarrolló en el laboratorio de ensayos de materiales, suelos y pavimentos, de la Facultad de Ingeniería de la USAT.

Se realizó ensayos de granulometría, pesos específicos, pesos unitarios, contenido de humedad y % de absorción. Así mismo se desarrolló el ensayo de lavado de finos pasados por la malla N°200 y el ensayo de terrones. Y ensayo de abrasión al agregado grueso.

Tabla 45 Resultados de ensayos de los agregados

DATOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N		3/8"
MF	3.03	
PESO UNITARIO SUELTO	1619 kg/m ³	1421.8 kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1896 kg/m ³	1579.2 kg/m ³
PESO ESPECÍFICO	2.58 g/cm ³	2.59 g/cm ³
HUMEDAD	1.69 %	0.43 %
ABSORCIÓN	0.94 %	1.54 %

Además, se mandaron a realizar los ensayos de impurezas y álcali- sílice a lima en el laboratorio SOILS E.I.R.L. Revisar resultados en los anexos N°4, N°5, N°6.

Impactos ambientales generados.

- Es el de partículas en suspensión regular producidas al realizar el ensayo de granulometría y pesos unitarios.

- El ruido elevado el cual es producido al realizar el ensayo de abrasión de los agregados, en la Máquina de los Ángeles; afectando a las personas cercanas a la máquina.
- Para ensayos de álcali- sílice se usaron productos químicos.

Ilustración 51 Máquina de los Ángeles



Fuente: [0]

Producción del concreto permeable.

En esta etapa se llevó a cabo en el lugar de fabricación del concreto permeable, una vez obtenido los resultados de los ensayos de los agregados. Se realizó las siguientes acciones.

1. Se obtuvo como resultado un concreto permeable, que es resultante de la mezcla de los agregados, cemento, agua y en algunos diseños la adición de aditivo. En pocas horas se endurece y adapta la forma del recipiente que la contenía.
2. Para ello se utilizó un trompo de 9 pie³ con una velocidad aproximada de 30 revoluciones/min. Que previamente se le agrega agua con el fin de humedecer la superficie
3. Una vez obtenido el concreto se procede a realizar los ensayos del concreto en estado fresco y posterior a eso vaciar a los moldes para realizar los ensayos.
4. Una vez vaciado todo lo necesario se limpia en el trompo con agua

Ilustración 52 Mezclado y llenado de moldes para el concreto permeable



Fuente: [0]

En esta esta etapa los impactos ambientales son:

- ✓ Uno de los impactos más significativos es el ruido que genera el trompo para realizar el concreto, para ello se a tomado como medida mitigadora el de construir tabiquería con aislamiento acústico alrededor de la fábrica. Para ese aislamiento se puede usar la manta de fibra de vidrio como se muestra en la siguiente imagen.
- ✓ Otro impacto es el de partículas en suspensión que es generado al vaciar el agregado y el cemento al trompo, las partículas del cemento pueden ser dañinas.

Ensayos del concreto permeable en estado fresco

Aquí se realizaron ensayos con el fin de determinar propiedades del concreto permeable en estado fresco tales como:

- El ensayo de Asentamiento, para ello se utiliza el Cono de Abrams el cual se compacta en 3 capas y su medición es en pulgadas, este ensayo se realiza con el fin de determinar la trabajabilidad que va tener el concreto permeable.
- El ensayo de temperatura, se controla la temperatura de la mezcla de concreto permeable con ayuda de un termómetro digital, la temperatura de la mezcla tiene que ser menor a 32 °C.
- El ensayo de Densidad y contenido de vacíos del concreto permeable en estado fresco.

Ilustración 53 Ensayos de concreto permeable en estado fresco



Fuente: [0]

En esta esta etapa los impactos ambientales son:

- ✓ Uso de agua para humedecer y lavar los equipos

Ensayos del concreto permeable en estado endurecido

- ❖ Previo a realizar los ensayos los testigos de concreto se sometieron a un curado con cal por un periodo de 7 días.
- ❖ Aquí se realizan ensayos que determinaran características físicas de un concreto endurecido, tales como:
 - Ensayo de resistencia a la compresión
 - Ensayo de resistencia a la flexión
 - Ensayo de permeabilidad.
 - Ensayo de densidad y contenido de vacíos del concreto permeable en estado endurecido

Ilustración 54 Ensayos de concreto permeable en estado endurecido



Fuente: [0]

En esta esta etapa los impactos ambientales son:

- ✓ Calidad de agua para el curado
- ✓ Residuos de los testigos después de ser ensayados

Tabla 46 Impactos asociados a sus respectivos procesos

ETAPA DEL PROCESO	IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS
1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Emisiones de gases, explotación de canteras, emisión de residuos, partículas entre otros.
2. REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LOS AGREGADOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es el de partículas en suspensión. ➤ El ruido elevado el cual es producido al realizar el ensayo de abrasión. ➤ Para ensayos de álcali- sílice se usaron productos químicos.
3. PRODUCCIÓN DEL CONCRETO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El ruido del motor del trompo ➤ Partículas en suspensión que es generado al vaciar el agregado y el cemento al trompo.
4. ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uso de agua para humedecer y lavar los equipos
5. ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calidad de agua para el curado. ➤ Residuos de los testigos después de ser ensayados.

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la ciudad de Chiclayo cuenta con vías colectoras asfaltadas

4.6.5 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En el presente proyecto, la investigación se localizará su área de influencia directa, en la cual compete ámbitos sociales y ambientales que se presentaran de forma directa durante su fase de fabricación de un concreto permeable.

4.6.5.1 Área de influencia directa

En el presente proyecto, la investigación se localizará su área de influencia directa, en la cual compete ámbitos sociales y ambientales que se presentaran de forma directa durante su fase de fabricación de un concreto permeable.

Ilustración 55 Área de influencia directa



Fuente: Google Earth

Esta zona se encuentra ubicada en la urbanización Santa Rosa, en el distrito de la Victoria, en la Provincia Chiclayo, entre las calles Manuel Seoane y pasaje Filipinas.

La zona de fabricación se encuentra dentro del área del cuadrado de color rojo; mientras que la que el área de influencia directa es alrededor de 15 metros a la redonda del lugar de fabricación.

4.6.5.2 Área de influencia indirecta

También se determinó un área de influencia indirecta del proyecto como 100 metros a la redonda.

Ilustración 56 Área de influencia indirecta



Fuente: Google Earth

4.6.6 LÍNEA BASE AMBIENTAL

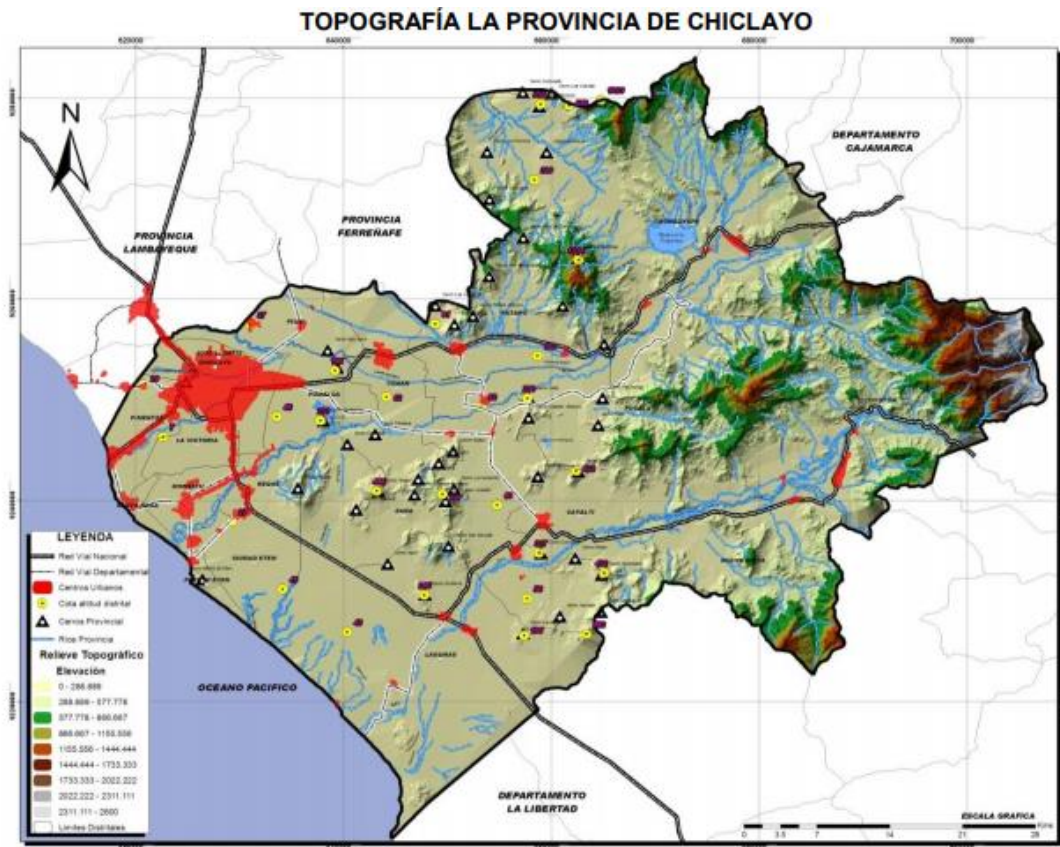
4.6.6.1 Línea de base física

A. SUELOS:

La zona donde el proyecto se desarrolla es un área urbana, en estado de crecimiento en el Distrito de la Victoria, en la provincia de Chiclayo por lo que el relieve y geomorfología de la zona presenta características de poco accidentadas a planas.

Esto se puede apreciar en la siguiente gráfica del relieve topográfico de la región Lambayeque.

Ilustración 57 Relieve topográfico provincia de Chiclayo



FUENTE: EQUIPO TÉCNICO PAT 2011 – 2021.

Asimismo, la zona es un área urbana consolidada, donde el uso actual predominante del suelo es RDM (residencial densidad media).

- Tipo de suelo : Arcilloso arenoso
- Expansión del Suelo : Suelo superficial de expansión baja a media, con cambio de volumen pequeño.
- Capacidad Portante : 0.85 Kg/cm^2

• **HIDROGRAFÍA:**

Chiclayo cuenta con dos fuentes de agua la fuente superficial (cuena Chancay-Lambayeque y sub cuenas Chotano y Conchano) y la otra subterránea, las cuales cubren diversas actividades de la población. La cuena Chancay-Lambayeque tiene una longitud de 13.6 Km. y un área e 2380.5 Km². [55]

Ilustración 58 Ríos de Lambayeque y sus características

Río	Área de cuenca (km ²)	Longitud (km)	Masa media anual (m ³)	Caudal (m ³ /s)
Cascajal	5,350.0	154.8	22.6	0.71
Olmos	3,505.3	116.8	13.7	0.43
Motupe	2,356.7	73.0	34.4	1.09
La Leche	1,304.6	51.8	201.4	6.41
Chancay - Lambayeque (*)	2,380.5	13.6	886.7	28.25
Zaña (*)	1,631.0	120.4	225.4	7.05

Fuente: [55]

AMBITO DE MONITOREO HIDROLÓGICO

Ilustración 59. Vertientes del Pacífico

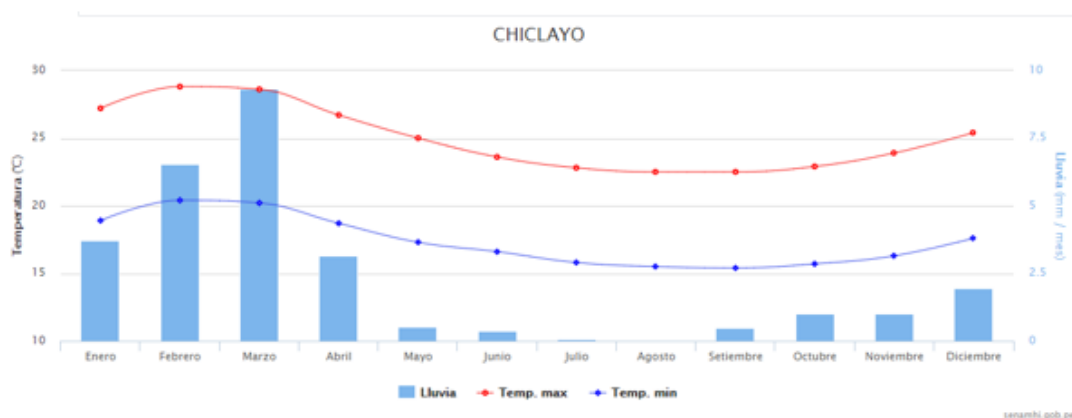
VERTIENTE DEL PACÍFICO			
ZONA	CUENCA	ESTACIÓN HIDROLÓGICA	ESTACIÓN METEOROLÓGICAS
Norte	Chira	El Tigre Ciruelo	El Tigre, Cabo Inga, el Ciruelo, Ayabaca,
	Macará	Pte. Internacional	Pte. Internacional
	Piura	Pte. Nácara	Huamaca, Chalaco
	Chancay-Lambayeque	Racarumi	Chancay-Baños, Santa Cruz
	Crisnejas	Jesús Túnel	
	Jequetepeque	Yonan	Porcón, Liapa, Magdalena
Centro	Rímac	Chosica R-2	
	Chillón	Obrajillo	
Sur	Pisco	Letrayoc	
	Camaná-Majes	Huatiapa	Imata, Huanta, Pulhuay
	Chili	Charcani	El Frayle, Cabanaconde, Chivay
	Sama	La Tranca	

Fuente. [55]

B. CLIMA:

La ciudad de Chiclayo cuenta con un clima variable, entre templado y cálido, durante las diferentes estaciones. En condiciones normales su temperatura máxima es de 28°C y la mínima es de 15°C. Con respecto a sus precipitaciones promedio anuales estas varían entre 0.5 hasta 25 mm. Una de las características principales es la escasez de agua en la época de verano la cual tiene un 55% de horas de sol mientras que en invierno solo un 45%, la humedad relativa de la ciudad se encuentra entre los 61% y 85%, siendo los meses de verano los de menor humedad y incrementándose en invierno con presencia del Fenómeno El Niño. [56]

Ilustración 60 Temperatura en la Ciudad de Chiclayo



Fuente: [56]

c. AIRE:

Los vientos predominantes en la ciudad de Chiclayo, tiene origen en el mar con dirección hacia la costa, es decir con dirección Sureste- Norte en el horario promedio de 9 a.m. y 8 p.m. La velocidad promedio del viento es de 5.1m/s, siendo esta constante debido a la topografía llana. Esta acción genera que los materiales particulados lleguen a las zonas urbanas, originando partículas en suspensión (polvo), el cual puede llegar afectar a la población, causándole infecciones respiratorias. [55]

Ilustración 61 Características del viento en la Ciudad de Chiclayo

Viento	Verano		Invierno		Anual	
	Dirección	Velocidad (m/s)	Dirección	Velocidad (m/s)	Dirección	Velocidad (m/s)
Medio	S	4.7	S	4.9	S	5.1
Máximo	S	12.3	S	11.9	S	12.3
Mínimo	S	1.6	S	2.0	S	2.1

Fuente: [55]

d. RUIDO:

En Chiclayo el parque automotor se ha visto incrementado en los últimos tiempos, esto debido a la presencia de gran cantidad de vehículos y transporte público, como combis, taxis coasters y moto taxis, lo cual a generado un gran aumento en la contaminación sonora en

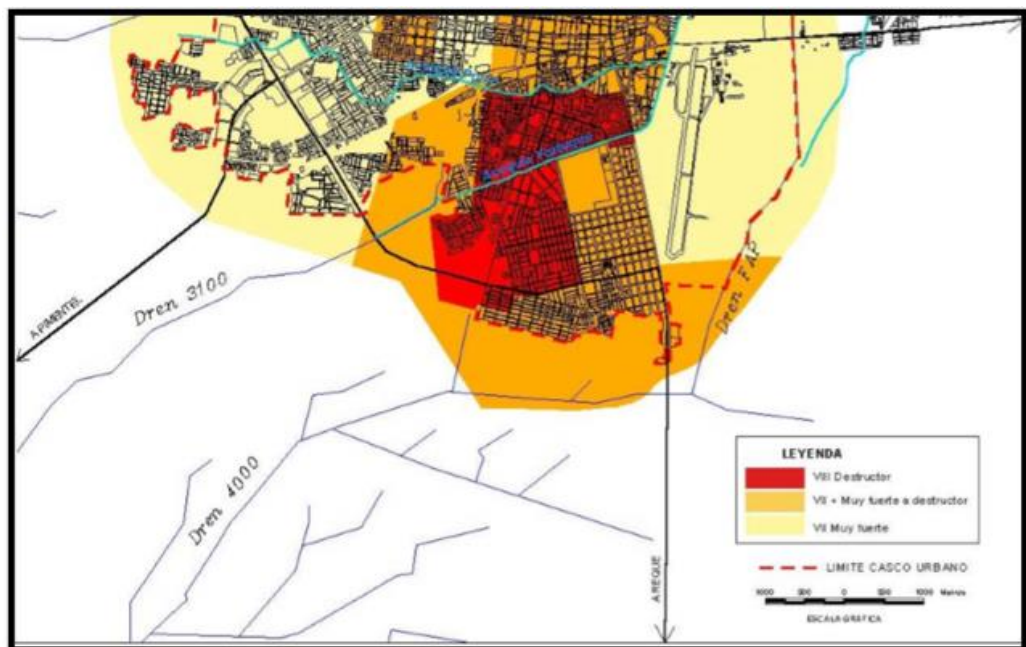
ciertos puntos de la ciudad. En la Urbanización de Santa Rosa, en el distrito de la victoria tiene una cantidad moderada de vehículos puesto que es una urbanización en crecimiento por ello tienen una contaminación sonora baja.

E. SISMOS:

El distrito de la Victoria se encuentra en el Sector III, en donde se presentan los siguientes

- Primer estrato de Blando a Medio a una profundidad de 2 a 5 m.
- Segundo estrato Semiduro de 3 a 8 m. de profundidad
- Tercer estrato Duro a Rígido de 6 a 13 m. de profundidad.

Ilustración 62 Zona sísmica de la Victoria



Fuente: [57]

Según el plano se puede observar que la zona de proyecto de fabricación del concreto permeable se encuentra en una zona sísmica de VII más e a escala de Mercalli

4.6.6.2 Línea de base biológica

A. FLORA:

En la zona del proyecto no se encontrado mucha vegetación puesto que es un lote de aproximadamente de 300 m², tan solo algunas arbustos y malezas. Tales como La batatilla (*Pfaffia gnaphalioides*) y ortiga (*Urtica dioica*)

Ilustración 63 Zona del proyecto



Fuente: [0]

Ilustración 64 Plantas en zona del proyecto



Fuente: [0]

B. FAUNA:

Con respecto a la fauna en la zona de influencia directa, no presenta condiciones apropiadas para el desarrollo de fauna silvestre, esto por ser un área urbana ya intervenida. Sólo se encuentran algunos ejemplares de perros (*Canis lupus familiaris*), (*Dicrodon guttulatu teiidae*), gato (*Felis catus*), y algunos insectos.

Ilustración 65. Fauna en el lugar del proyecto



Fuente: Imágenes de Google y propias

4.6.6.3 Línea base socioeconómica

➤ **ASPECTOS SOCIALES:**

Se considera como población el área directa de influencia del proyecto en Etapa de fabricación, por ello se tomará como población según el último censo 2017, una población de 92360 hab. en el distrito de La Victoria. (INEI).

➤ **DENSIDAD POBLACIONAL:**

Actualmente la densidad poblacional del distrito de La Victoria es de 3096.46 hab/km² según el último censo del 2017.

INDICADORES DE DESARROLLO HUMANO EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO: 1993- 2000

Indicador	1993	2000
Población	638 479	764 869
Esperanza de vida al nacer (años)	70,64	73,0
Tasa de alfabetismo (%)	91,30	91,4
Matriculación secundaria (%)	77,6	75,1
Logro educativo (%)	86,73	86,0
Ingreso familiar per cápita (soles 1995)	117,18	368,0
Índice IDH		0,65
Ranking		22
Gini		0,41

Tabla 47. Fuente: PNUD. Informe sobre desarrollo humano- Perú 2002.

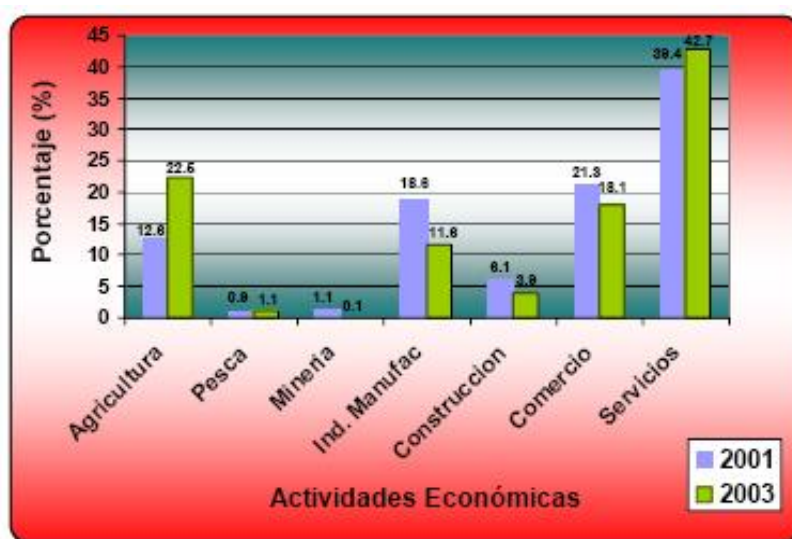
ASPECTOS ECONÓMICOS

➤ EMPLEO Y SUBEMPLEO - PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI):

El producto Bruto interno Nacional que aporta el departamento de Lambayeque es del 4% situándose en el séptimo lugar de importancia, siendo superado por Lima con un 43,5%, Arequipa con el 5.9%, según el (Plan de Desarrollo Regional – Lambayeque 2010. Gobierno Regional, febrero 2003).

Como actividades principales en la economía Lambayecana, teniendo el mayor porcentaje la actividad de servicios siguiéndole la agricultura, comercio y la industria manufacturera, que juntos producen un 94,9% del Producto Bruto Interno departamental.

Ilustración 66 Actividades económicas de la región Lambayeque



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú 2004

4.6.6.4 Diagnóstico arqueológico

En esta parte se deberá realizar una evaluación de restos arqueológicos e históricos cercanos a la zona del proyecto y además presentar un CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos).

4.6.7 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES

✓ Componente paisajístico:

El componente paisajístico definitivamente no favorece puesto que las fábricas, son estructuras metálicas, sin estética y al estar ubicado en una zona urbana no tendría una buena visual.

✓ Componente atmosférico:

El componente atmosférico se ve afectado durante la fase de fabricación puesto que de la fábrica se emiten gases de los equipos de mezclado además existirán muchas partículas en suspensión debido al vaciado de los materiales al mezclador y también al momento de que los materiales sean descargados los materiales en el almacén.

✓ Componente físico:

Se verá afectado el suelo porque se tendrá que realizar cimentaciones para ubicar los equipos estáticos para la mezcladora y una losa para el almacén de los materiales.

✓ Componente biótico:

La flora y fauna en la zona de trabajo no se verá afectada puesto que es un lote de terreno que no tiene mucha vegetación ni fauna.

✓ Componente socioeconómico:

Debido a esta fábrica de concreto permeable se ganará dinamismo en la parte de empleo, ya sea dentro de la fábrica, y también en el transporte de este del concreto a los distintos puntos de la ciudad de Chiclayo.

4.6.8 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación de impactos ambientales, se tiene que realizar un análisis de interrelación entre acciones del proyecto y elementos del medio ambiente, los cuales se verán susceptibles a ser afectados, causando impactos, la evaluación se realiza con el fin de identificar estos impactos ambientales, y elaborar planos para su Manejo Ambiental, planteando medidas para, prevenir si es posible, mitigar o corregir los impactos negativos y potenciar los impactos positivos, para la conservación y protección del medio ambiente. [58]

Previo a realizar la evaluación, se tiene que haber realizado una descripción de las características ambientales en la Línea Base Ambiental, y un análisis de las principales Características del Proyecto, e idéntica los posibles impactos ambientales, cuya ocurrencia se daría en el lugar en la ejecución del proyecto. Vale decir, que este es un proceso esencialmente predictivo, por lo tanto: a priori. [58]

Para la evaluación de impactos ambientales, se ha considerado conveniente la utilización de a MATRIZ DE LEOPOLD, este método se utiliza en la etapa de pre-construcción, construcción, cierre.

8.1 MATRIZ DE LEOPOLD

Este método es básicamente un cuadro de una matriz de doble entrada, en donde en las filas se consideran los factores ambientales que pueden ser afectados y en las columnas las acciones que pueden afectar y causar posibles impactos. [58]

Para este proyecto la evaluación se realizó en la fase de fabricación del concreto permeable.

Los factores ambientales a introducir en la matriz de Leopold se agrupan según los siguientes tipos:

➤ **Características físico-químicas:**

- Tierra
- Agua
- Atmosfera
- Procesos

➤ **Condiciones biológicas:**

- Flora
- Fauna

➤ **Factores culturales:**

- Usos del territorio

- Recreativos
- Estéticos y de interes humano
- Paisaje urbano
- Nivel cultural
- Servicios e infraestructura

Según Conesa Fernandez , indica en su libro “**Guía Metodológica para la Evaluación del impacto Ambiental**”. Que para el cumplimiento de la MATRIZ DE LEOPOLD se llevaran los siguientes pasos:

1. Se deben identificar las acciones de un proyecto y ubicarlas en las columnas de la matriz.
2. Luego se deben identifacar los componentes y factores ambientales que podría verse afectados con las acciones del proyectos y ubicarlas en las filas de la matriz.
3. Luego se deben cruzar las casiillas y trazar una diagonal que divida esas casillas
4. Una vez completado el marcado de la matriz, en la esquina superior izquierda de cada casilla se coloca un numero del 1 al 10 que inidica la magnitud del posible impacto (10 representa la mayor magnitud y 1 la menos). Si el impacto es beneficioso vendra precedido por el signo +, y por el -, si es perjudicial.
5. En la esquina inferior izquierda de cada casilla de cruce, se coloca un número del 1 al 10 que indica la importancia del posible impacto.
6. Se procede a la suma de los valores positivos y negativos, por filas y columnas.
7. Se tendra que verificar que la sumatoria de valores interrelacionados con las acciones y factores sean iguales. [58]

Análisis de la Matriz de Identificación Y Evaluación De Impactos Ambientales:

✚ Conclusiones

- El área más afectada directamente por el sonido y el polvo se encontraría en zonas aledañas a no más de 30 m del lugar de trabajo
- Las partidas que causan más impacto son las de mezclado de concreto con aditivo, y la de mezclado de concreto sin aditivo, con una valoración de impacto final de -81 y -76 respectivamente según la matriz de Leopold.
- Los factores ambientales más afectado es el aire, en la componente de partículas en suspensión, con una ponderación de -310 según la matriz de Leopold adjuntada en el informe.

- Los factores ambientales menos afectados según la matriz de Leopold son, la flora y la fauna, con una ponderación final de -2.
- El factor socioeconómico será el afectado de manera positiva, debido a la generación de empleo que el proyecto requerirá, según la matriz de Leopold se obtuvo una ponderación de 96.
- La obtención del material y la eliminación del mismo generan impactos intermedios (entre -60 y -45) en comparación a otras partidas como la del mezclado de concreto.
- Las acciones que generan menos impactos en el proyecto son los ensayos del concreto fresco, y el vaciado de concreto a moldes de ensayo, con una ponderación de -1.
- De acuerdo con la matriz de Leopold (la sumatoria total es de -625), lo cual se puede concluir, que en el proyecto se debe considerar un plan de manejo ambiental responsable con la finalidad de disminuir y eliminar dichos impactos negativos.
- Asimismo, se puede observar que en la matriz de impacto que la calidad de aire es el componente más afectado, principalmente, el ruido, los gases de la maquinaria y las partículas en suspensión.

A continuación, se presenta la Matriz de Leopold elaborada para la evaluación e identificación de impactos el proyecto.

4.6.9 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

No aplica, debido a que la evaluación se realizará en un laboratorio.

4.6.10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) constituye un componente de vital importancia en la estructura de un EIA, porque en él se establecen las Estrategias Generales de Manejo y Monitoreo Ambiental.

El plan de manejo ambiental del proyecto: “DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS POLIPROPILENO, EN UNA VÍA COLECTORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019”, servirá para controlar, minimizar, y/o evitar impactos negativos en el medio físico, biológico y cultural, es decir, se maximizará los impactos positivos, por esta razón se plantean los siguientes objetivos:

- a) Brindar información para permitir el control de la magnitud de los impactos durante la fase de elaboración del estudio del proyecto.
- b) Establecer estrategias generales de manejo y monitoreo ambiental en las diferentes fases de elaboración del concreto.
- c) Prevenir y mitigar los principales impactos negativos del proyecto.

4.6.10.1 Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

Este programa brindará las medidas necesarias a tener en cuenta para prevenir daños en consecuencia de ejecución del proyecto, es decir, por falta de planificación, corregir acciones en las distintas fases del proyecto.

RECEPCIÓN DE LA MATERIA

- ✓ Se tiene los siguientes impactos.
 - Emisiones de gases
 - Explotación de canteras.
 - Emisión de residuos, partículas entre otros.

✓ Medidas mitigadoras

- Las emisiones de gases generadas por los vehículos que traen los materiales, como medida mitigadora se puede optar por cambiar de filtros los tubos de escape o también el uso de vehículos eléctricos o gas natural puesto que este es un combustible limpio.
- Para la emisión de residuos y partículas en suspensión para ellos se cubrirá con carpas los vehículos que transporten los materiales, disminuyendo así el polvo generado por el viento al levantar las partículas de los agregados y también que el material pueda caerse por el movimiento del vehículo.

REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

✓ Se tiene los siguientes impactos.

- Es el de partículas en suspensión.
- El ruido elevado el cual es producido al realizar el ensayo de abrasión.

✓ Medidas de mitigación

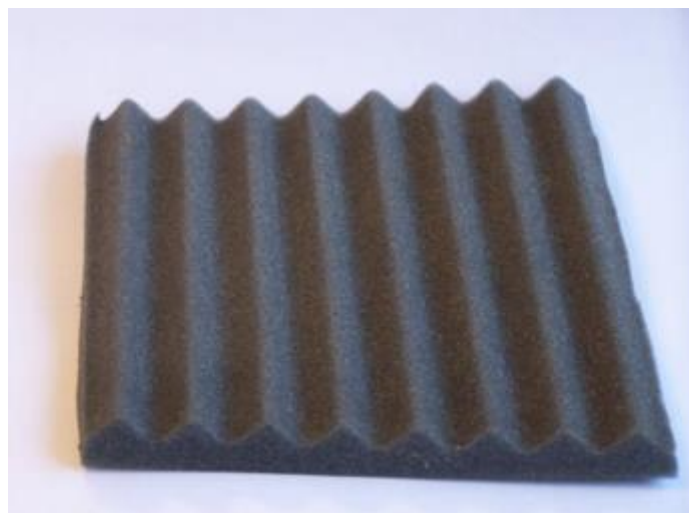
- Para evitar las partículas en suspensión al momento de utilizar los materiales de debería trabajar con implementos de seguridad como lentes y equipos de protección respiratoria, además se puede realizar los ensayos con un poco más cuidado evitando se levante polvo.
- Para evitar el ruido de la Máquina de los ángeles se debe realizar en un lugar aislado del resto de equipos, adicional a ello se puede cubrir con una caja de insonorizante especial de chapa revestida con material fonoabsorbente, el cual es capaz de reducir el nivel de ruido a menos de 75 Db, logrando así que se prolongue el tiempo de exposición del personal a la máquina.

Ilustración 68 Caja insonorizante



Fuente: Imágenes de Google

Ilustración 69 Material fono absorbente



Fuente: Imagen de Google.

PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

- ✓ Se tiene los siguientes impactos
 - El ruido del motor del trompo
 - Partículas en suspensión que es generado al vaciar el agregado y el cemento al trompo.

- ✓ Medidas de mitigación
 - Para evitar el ruido del trompo este al ser utilizado dentro del laboratorio se puede cubrir las paredes con material fono absorbente, o también mantas de fibras vidrio esto disminuirá

el ruido en el exterior del laboratorio, evitando molestias en los vecinos. Se debe usar los equipos personales necesarios como los equipos de protección auditiva.

- Se deberá usar el equipo de protección personal, como protección respiratoria, para evitar la inhalación del polvo generado al vaciar el cemento puesto que este peligro para la salud, además para evitar la excesiva cantidad de partículas en suspensión se debería vaciar con más cuidado evitando levantar polvo.

Ilustración 70 Manta de fibra de vidrio



Fuente: Imágenes Google.

Ilustración 71 Residuos del vaciado del concreto permeable



Fuente: Elaboración propia

ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

- ✓ Se tiene los siguientes impactos

- Uso de agua para humedecer y lavar los equipos

Para mitigar este impacto se debería usar el recurso hídrico correctamente, utilizando solo lo necesario.

ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

- ✓ Se tiene los siguientes impactos
 - Calidad de agua para el curado.
 - Residuos de los testigos después de ser ensayados.

- ✓ Medidas de mitigación

Uno de los impactos más representativos que se tiene en esta etapa es el curado de los testigos, estos pueden curarse en una piscina plástica o en una de cemento, este curado se realiza con cal apagada. Para mitigarlo se recomienda utilizar la cantidad e agua necesaria para cubrir los testigos una vez curado, dicha agua se podría dar un tratamiento para retirar la cal y partículas de concreto, y luego darle un posible uso de riego a áreas verdes, o arrojar al desagüe.

- ✓ Para mitigar los residuos de los testigos de concretos ensayados estos se pueden almacenar en un punto, para luego ser transportados a un relleno sanitario o escombrera cercana.

Ilustración 72 Residuos de los testigos ensayados



Fuente: Elaboración propia

Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

Este subprograma ayudará a controlar la cantidad de residuos de la fase de fabricación del concreto permeable acumulados en la zona de trabajo, con la finalidad de llevar un buen manejo de dichos residuos.

MEDIDA:

- Los residuos de fabricación (concreto excedente de mezcla), no será almacenado por más de 24 horas en la zona de trabajo.
- Se evitará el desperdicio de aditivo, para evitar pérdidas económicas y funcionales durante el proyecto.

Subprograma de control de erosión y sedimentos

No aplica para este proyecto

Subprograma de protección de recursos naturales

Este subprograma tiene por objeto evitar la destrucción total o parcial de áreas verdes involucradas en la zona de trabajo producto del proceso de ejecución del proyecto.

MEDIDA:

- Durante la ejecución del proyecto se evitará la colocación de mezcla sobre áreas verdes, en caso de ser lo contrario (por accidente), se removerá de inmediato, para evitar la pérdida de dicha área verde.

Subprograma de salud local

Este subprograma evitará que la población que se encuentra alrededor de la zona de trabajo se vea afectada en su salud por el levantamiento de polvo, emisión de gases, o actividades ejecutadas durante el proyecto.

MEDIDA:

- Se humedecerá de manera constante el área de trabajo, ya que durante el proceso de mezclado evitará el levantamiento de polvo.
- En el caso del transporte de material, se deberá mantener cubierto el vehículo utilizado en dicho transporte.

4.10.1.6 Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales.

No aplica, porque el proyecto se desarrolla en un laboratorio

4.6.10.2 Programa de monitoreo ambiental

El programa de monitoreo ambiental incluido la evaluación periódica integrada y permanente de las variantes ambientales con el fin de proporcionar información precisa y actualizada para la toma de decisiones a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, este caso controlar que el trabajo de la elaboración de concreto permeable no genere impactos negativos al medio ambiente y que sean dañinos a la salud. Es así que, con la final de cumplir con la normativa establecida se debe realizar el monitoreo a la CALIDAD DEL AIRE.

De acuerdo a la actividad a momento de mezclar se debe monitorear diferentes parámetros, siendo el de especial monitoreo el de partículas. El banco mundial para la industria general propone monitorear. [59]

- ✓ Dióxido de azufre (SO₂)
- ✓ Monóxido de carbono (CO)
- ✓ Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- ✓ Material particulado

Tabla 48 Límites máximos permisibles del aire

Parámetros	LMP
SO ₂ (mg/m ³)	2000
CO (mg/m ³)	1440
NO _x (mg/Nm ³)	450
Partículas (mg/Nm ³)	100

Fuente: [59]

4.6.10.3 Programa de asuntos sociales

Subprograma de relaciones comunitarias

Este subprograma busca generar relaciones con las personas involucradas en la zona de estudio, en su fase de fabricación del concreto permeable.

MEDIDA:

- Se tendrá una conversación con los vecinos de la zona, con la finalidad de comunicar la ejecución del proyecto y así evitar molestias a su persona. De ser así comunicar al proyectista, y éste buscará la manera de minimizar dichos impactos que causen molestias a los vecinos.

Subprograma de contratación de mano de obra local

El subprograma de contratación de mano de obra local, busca generar trabajo a personas que se encuentren cercanas a la zona de trabajo, área de estudio, y/o área de influencia.

MEDIDA:

- Para la realización del proyecto se requerirá de personas que colaboren con la correcta ejecución del mismo, por lo que se requerirá un ayudante que será remunerado económicamente por el proyectista.
- Ya sean ayudantes para el manejo del trompo, como personas que ayuden a la elaboración de los testigos y otros que ayuden al manejo de los residuos sólidos, durante la mezcla y después de los ensayos de los testigos de concreto

Subprograma de participación ciudadana

No aplica porque este proyecto se desarrolla en un laboratorio

4.6.10.4. Programa de educación ambiental.

Se encuentra conformado por los lineamientos principales de entrenamiento y capacitación ambiental, cuyo imparcial es sensibilizar y concientizar principalmente a los trabajadores, jefes, supervisores.

- Desarrollar charlas de entrenamiento ambiental en temas relacionados a basura sólidos de construcción, basura peligrosos y basura comunes, técnicas de ejercicio ambiental del polvo, contaminación sonora, distribución y limpieza, ejercicio de la especie del agua, aspaviento y suelo.
- Educación en caso de emergencias y desastres

4.6.10.5. Programa de capacitación ambiental y seguridad

Este subprograma busca capacitar a los responsables de la ejecución del proyecto, en aspectos de seguridad y medio ambiente con la finalidad de minimizar impactos.

MEDIDA:

Se le dará una charla informativa al ayudante (anteriormente mencionado) sobre lo que se debe hacer, y lo que no se debe hacer durante la ejecución del proyecto.

4.6.10.6 Programa de prevención de pérdidas y contingencias

Análisis de equipos de protección personal

- Protección de cabeza.

Este es un equipo que tiene por finalidad la protección de la cabeza de quien lo use, ya sea contra impactos penetraciones, contactos eléctricos y quemaduras.

Tipo de casco: Casco tipo I (diseñados para reducir la fuerza del impacto en la parte superior), clase G (probados para resistir 2200 voltios). [59]

Ilustración 73 Casco de Seguridad



Fuente: Imágenes Google

- Protección de extremidades inferior.

Botas de seguridad, o zapatos punta de acero, estos protegen de algún peligro al trabajador.

Ilustración 74 Zapatos punta de acero



Fuente: Imágenes Google

○ Protección para manos

Los guantes de seguridad deberán usarse dependiendo de la actividad a realizar ya que de ellos depende del riesgo al que se estará expuesto entre ellos riesgos mecánicos, térmicos, químicos, eléctricos, vibraciones y radiación. [59]

Ilustración 75 Guantes de Seguridad



Fuente: Imágenes Google

○ Protección auditiva

El ruido puede resultar irritante. Si este llega a ser prolongado o alto puede resultar dañino para los oídos, de manera temporal y hasta permanente. La forma de reducir el daño es reduciendo o eliminando la fuente del ruido. [59]

Otra forma de minimizar el daño es usando protección auditiva tales como tapones de algodón, tapones para los oídos reutilizables después de lavarlo tras cada uso, o protectores de oído como, caparazones con sellos de almohadillas, los cuales algunos ya vienen integrados al casco de ser necesario. [59]

Tabla 49 Valores límites permisibles según OMS

Exposición (Horas)	DbA
8	85
4	90
2	95
1	100
½	105
¼	110
1/6	115

Fuente: OMS

Ilustración 76 Equipos de protección auditiva



Fuente: Imágenes Google

○ Protección visual

Con respecto a la protección visual esta es muy importante, puesto que si algo se introdujera en el ojo podría perderlo, estos lentes de protección, pueden hacer frente a peligros de partículas que se a gran velocidad y metal fundido o sólidos calientes, y la penetración de polvo, gases, productos químicos.

La protección visual es muy importante, se debe proteger los ojos, ante impactos de partículas, astillas de metal y sólidos calientes que se mueven a gran velocidad, incluso hasta gases y productos químicos. Para ello se tienen protectores oculares básicos; como

gafas de seguridad ya se con cristales de vidros o acetato reforzados, también se tienen las gafas de monturas integrales y pantallas faciales, las cuales se pueden adaptar al casco de seguridad estándar, similares a los que utilizan actualmente en obra, par a cumplir con el protocolo de seguridad contra el covid -19.

Ilustración 77 Equipos de protección visual



Fuente: Imágenes Google

○ Protección respiratoria

Los equipos de protección respiratoria ayudan a proteger contra los contaminantes ambientales reduciendo la concentración de éstos, en la zona de inhalación, a niveles por debajo de los límites de exposición ocupacionales. [59]

Pueden ser mascarillas modelos de KN95 u otro tipo de mascarillas, eso va depender de la actividad que se viene realizando.

Ilustración 78 Equipo de protección respiratoria



Fuente: Imágenes Google

Subprograma de prevención y control de riesgos laborales

Ergonomía en el trabajo de construcción

Campo de conocimientos que trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y a las necesidades de las personas.

Problemas ergonómicos en un puesto de trabajo:

Derivados de las condiciones ambientales	→	Iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, etc.
Derivados del diseño del puesto.	→	Alturas, espacio, herramientas.
Derivados de la carga física.	→	Posturas, repetitividad, manipulación, etc.
Derivados de aspectos psicosociales.	→	Descanso, tiempo, relaciones con los compañeros, etc.

Posturas forzadas:

* Se producen cuando se realizan: alcances, giros, flexiones de tronco, posturas en rodillas o cuclillas.

* Se deben a alturas de trabajo inadecuadas, zonas de difícil acceso, etc.

Ilustración 79 Problemas ergonómicos



Fuente: [0]

Recomendaciones de mejoras:

* Adecuar la altura de trabajo mediante plataformas elevadoras regulables.

* Sentarse o apoyarse cuando se realicen trabajos a nivel de suelo y usar rodilleras o cuñas.

Ilustración 80 Equipos para la mejora de problemas ergonómicos



Fuente: Imagen Google.

4.6.10.7 Programa de cierre de obra

Este programa dará las pautas necesarias para la disposición final de los residuos obtenidos durante la ejecución del proyecto, ya que, una vez almacenados correctamente, éstos deberán ser correctamente compactados con el espesor necesario para la futura disposición de áreas verdes.

MEDIDA:

Se ubicará la disposición final en un lugar adecuado, para su futuro cierre o compactado del mismo, con la finalidad de que dicha área se convierta (en futuro) en un área verde o zona de recreación infantil.

4.6.11 PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Para este proyecto **NO APLICA**, debido a que los impactos ambientales generados en la fase de fabricación del concreto permeable pueden llegar a ser mitigados de alguna u otra manera.

Ilustración 81 Jerarquía de la Mitigación

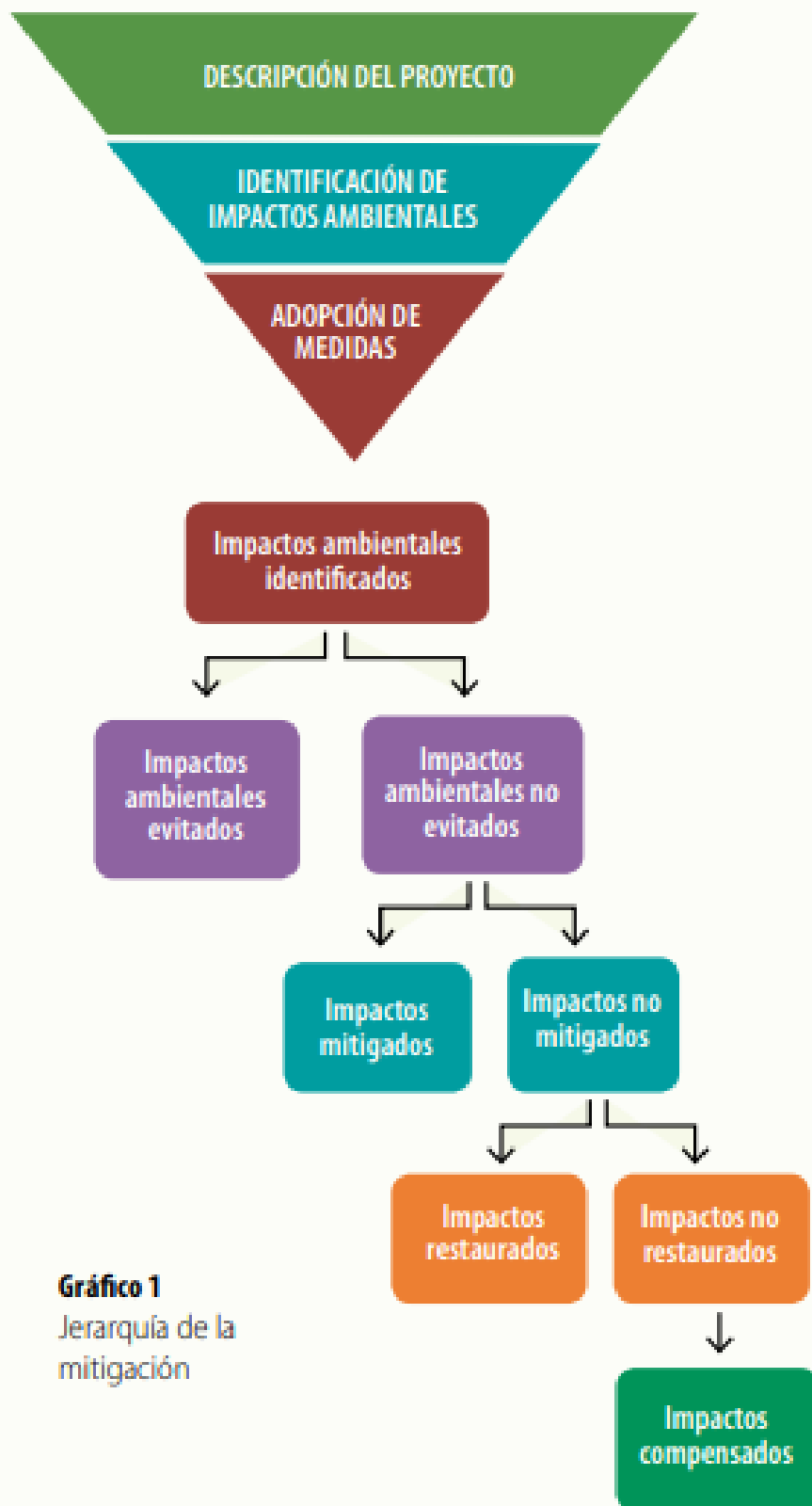


Gráfico 1
Jerarquía de la mitigación

4.6.12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El factor más afectado por la elaboración del concreto permeable es la calidad del aire, principalmente en sus componentes como el ruido emitido por la máquina de los ángeles y el trompo, los gases de la maquinaria que traen los materiales y el trompo a combustible y las partículas en suspensión que son liberadas al vaciar los materiales al trompo. Esto se puede apreciar en la Matriz realizada para la identificación y evaluación de impactos ambientales.
- Toda obra, u fábrica, debe contar con un plan de manejo ambiental, con sus respectivas medidas mitigadoras, preventivas, y poder corregir, con el fin de evitar lo menos posible, y así mantener en armonía el ambiente.
- La elaboración de concreto permeable a escala de tesis no causa mucho impacto, pero el ya usar maquinaria para elaborarlo industrialmente el impacto ambiental sería mayor por la contratación que emiten estas fábricas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda un recorrido y planteamiento sobre las áreas que serán afectadas negativamente para tomar precauciones anticipadas y estas no demanden un costo adicional ya sea en una fase de construcción o funcionamiento.
- Se recomienda que se mejore el aspecto paisajístico mediante el sembrado de plantas o cualquier vegetación alternativa.
- El personal por parte de la empresa ejecutora debe tener cumplir con los elementos de seguridad, sus EPP en buen estado, y conjuntamente con ello ser capacitados para evitar que tengan una conciencia ambiental y desarrollen sus actividades evitando el daño irreparable al ambiente.
- Realizada esta evaluación se recomienda medidas para evitar o mitigar los impactos ambientales negativos.
- Se debe aplicar en lo posible las medidas de prevención, mitigación y control, la cuales permitan reducir el impacto ambiental significativo en obras en proceso de ejecución e indicar

un correcto manejo ambiental, esto con el fin de que se realice en armonía con la conservación del ambiente, la salud y seguridad del personal de obra y la población.

4.6.13 BIBLIOGRAFÍA

Se encuentra junta con la bibliografía general de la tesis

4.6.14 ANEXOS

Ilustración 82 Ensayos realizados en Laboratorio



Fuente: [0]

Ilustración 83 Materiales que se utilizaron para el diseño de un concreto permeable



Fuente: [0]

Ilustración 84 Curado del concreto permeable



Fuente: [0]

VI. DISCUSIÓN

6.1. PRUEBAS PRELIMINARES

En esta fase se realizaron los ensayos de prueba para terminar determinar la relación agua/cemento más adecuado, reduciendo así de 0.30 - 0.40 a 0.36 - 0.40, se determinó estos valores porque envolvían mejor la pasta con los agregados, la mezcla no era ni seca ni muy fluida y ya con esto se trató de que el slump sea casi cero como indica el ACI.

Luego se comenzó a realizar diseños de prueba para determinar el asentamiento temperatura y resistencia a la compresión. Finalmente se tomó el diseño MP-8 como base para realizar los diseños preliminares, del grupo A, grupo B y luego el grupo C.

6.2. VERSUS ENTRE RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS.

En este subcapítulo se realizarán versus entre resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, permeabilidad y contenido de vacíos; comparando los resultados con los que nos muestra en el ACI522R-10.

6.2.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VS RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

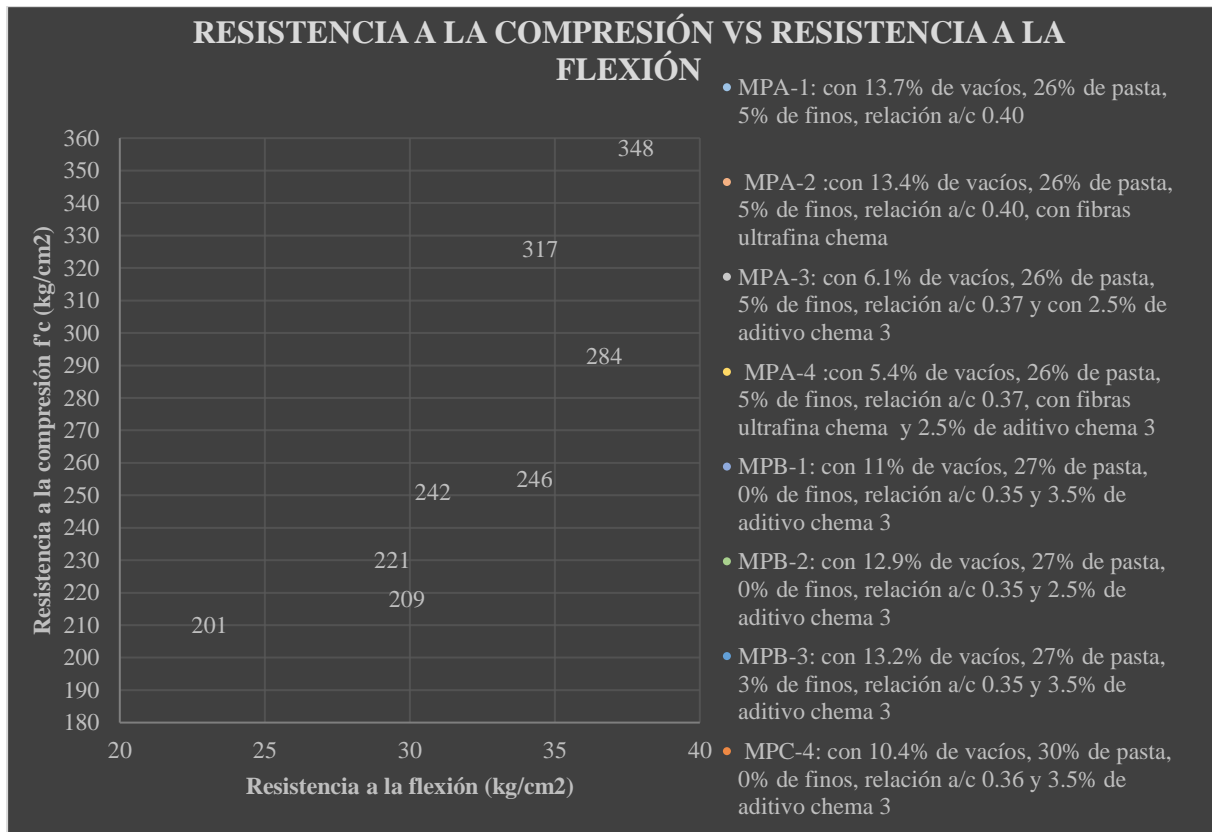
Esta interrelación nos ayudará a determinar la relación entre a su resistencia a compresión y a su resistencia a la flexión de un concreto permeable, por los resultados obtenidos en % se encuentran en el rango de 11 a 14.3% de $MR/f'c$, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 50 Relación en (%) entre la resistencia a la flexión y resistencia compresión

Muestra	Resistencia a la flexión	Resistencia a la compresión	% respecto a la resistencia a la compresión
N°	MR (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)	
MPA-1	29.4	221	13.3%
MPA-2	30.8	242	12.7%
MPA-3	34.5	317	10.9%
MPA-4	37.8	348	10.9%
MPB-1	34.3	246	13.9%
MPB-2	23.1	201	11.5%
MPB-3	29.9	209	14.3%
MPC-4	36.7	284	12.9%

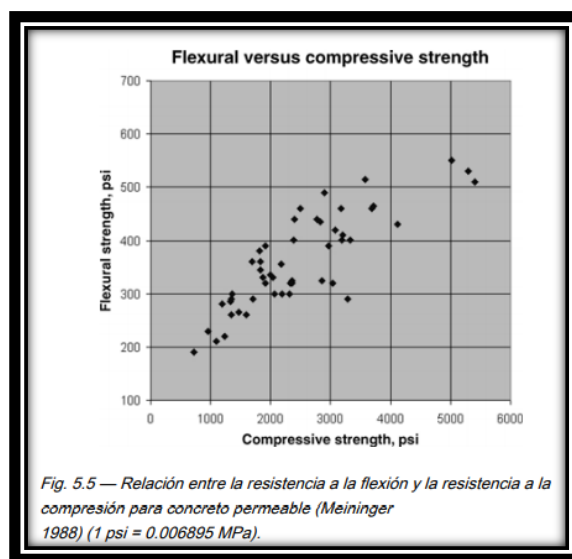
Fuente: [0]

Ilustración 85 Resistencia a la compresión vs resistencia a la flexión



Fuente: [0]

Con respecto a la ilustración 35 de Resistencia a la compresión vs resistencia a la flexión, se aprecia que para $f'c$ mayores a 245 kg/cm² existe la tendencia a que el MR sea superior a los 34kg/cm².



Fuente: [21]

En esta gráfica que nos muestra el ACI 522R-10, gráfica realizada por (Meininger 1988), obtienen que para resistencias a la compresión de entre 3000 a 4000 psi su resistencia a la flexión se encuentra en el rango de 400 a 540 psi, que al convertirlo a kg/cm², la relación sería de aproximadamente que para 210 a 290 kg/cm² de resistencia a compresión, su resistencia a flexión va desde los 28 a 38 kg/cm².

Nuestros resultados obtenidos en esta tesis de investigación sobre concreto permeable, nos muestra resultados similares a los que nos cita el ACI-522R-10, obteniendo resistencias a la compresión de 284kg/cm² con resistencias a flexión de 36.7kg/cm², en el diseño MPC-4, mientras que en el diseño MPB-1 resistencias a la compresión de 246 kg/cm² y resistencia a flexión de 34.3kg/cm².

6.2.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VS PERMEABILIDAD

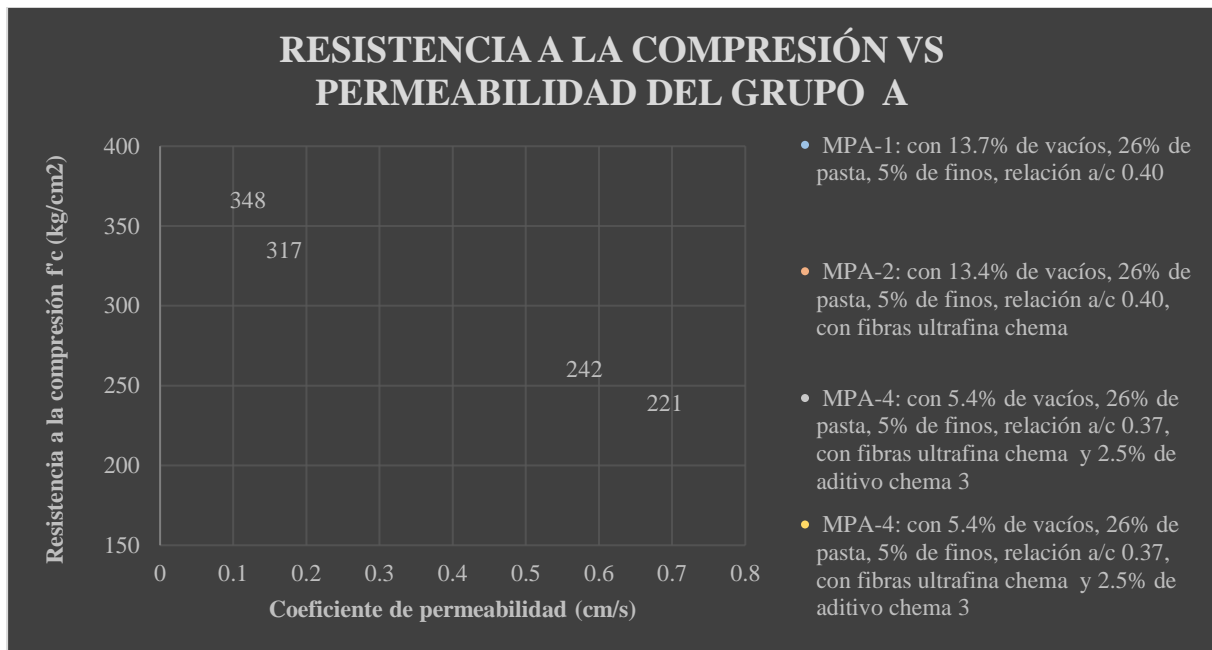
La permeabilidad respecto a la compresión, como ya se conoce que mientras un concreto hidráulico tenga una mayor resistencia a la compresión, su porosidad será menor; cómo se puede apreciar en la siguiente tabla para resistencias menores a 242kg/cm², su coeficiente de permeabilidad será mayor a los 0.58cm/s. Mientras para resistencias que superan los 315kg/cm², su coeficiente de permeabilidad será menor a los 0.2cm/s

Tabla 51 Resumen de resultados a compresión vs permeabilidad Grupo A (noviembre)

GRUPO A (noviembre)		
Muestra	Permeabilidad k prom	Resistencia a la compresión
N°	(cm/s)	f'c (kg/cm ²)
MPA-1	0.69	221
MPA-2	0.58	242
MPA-3	0.17	317
MPA-4	0.12	348

Fuente: [0]

Ilustración 86 Resistencia a la compresión vs permeabilidad Grupo A (noviembre)



Fuente: [0]

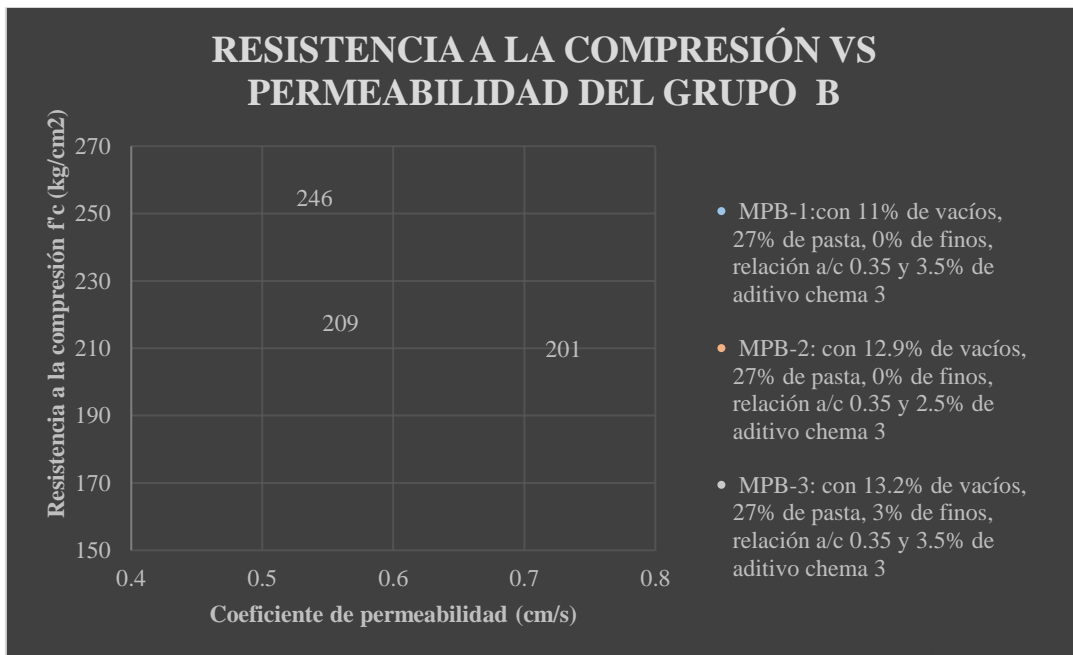
En la ilustración 36 se puede mostrar un poco más a detalle el coeficiente de permeabilidad y la resistencia a la compresión de los diseños del Grupo A, junto con su descripción de cada diseño preliminar de ese grupo.

Tabla 52 Resumen de resultados a compresión vs permeabilidad Grupo B(enero)

GRUPO B (enero)		
Muestra	Permeabilidad k prom	Resistencia a la compresión
N°	(cm/s)	f'c (kg/cm ²)
MPB-1	0.54	246
MPB-2	0.73	201
MPB-3	0.56	209

Fuente: [0]

Ilustración 87 Resistencia a la compresión vs permeabilidad Grupo B (enero)



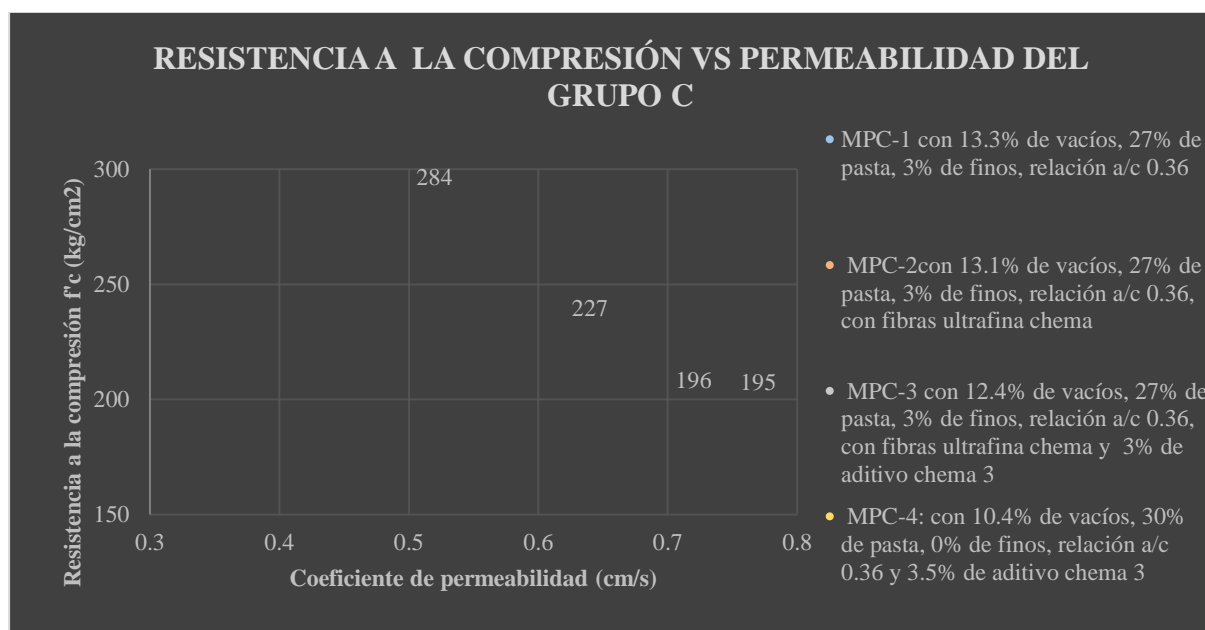
Fuente: [0]

Tabla 53 Resumen de resultados a compresión vs permeabilidad Grupo C (agosto)

GRUPO C (agosto)		
Muestra	Permeabilidad k prom	Resistencia a la compresión
N°	(cm/s)	f'c (kg/cm ²)
MPC-1	0.77	195
MPC-2	0.72	196
MPC-3	0.64	227
MPC-4	0.52	284

Fuente: [0]

Ilustración 88 Resistencia a la compresión vs permeabilidad Grupo C (agosto)



Fuente: [0]

En esta gráfica se puede apreciar que para resistencias menores a los 200kg/cm² puede llegar a tener coeficientes mayores a los 0.7cm/s. Sin embargo, para resistencias mayores a los 280kg/cm², este puede estar entre el rango de 0.50 a 0.60cm/s.

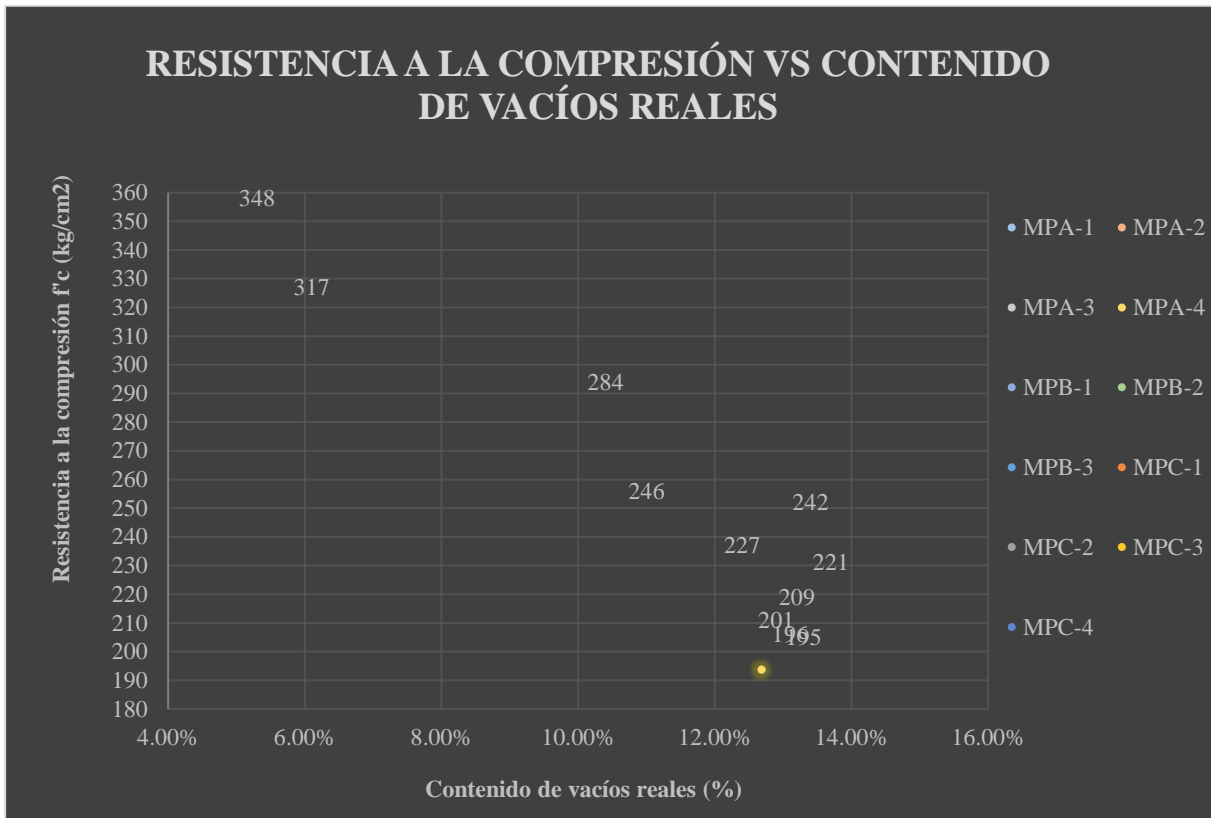
6.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VS CONTENIDO DE VACÍOS

Tabla 54 Resumen de % de vacíos reales y resistencia a la compresión

Muestra	% de vacíos reales	Resistencia a la compresión
N°	MR (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)
MPA-1	13.70%	221
MPA-2	13.40%	242
MPA-3	6.10%	317
MPA-4	5.40%	348
MPB-1	11.00%	246
MPB-2	12.90%	201
MPB-3	13.20%	209
MPC-1	13.30%	195
MPC-2	13.10%	196
MPC-3	12.40%	227
MPC-4	10.40%	284

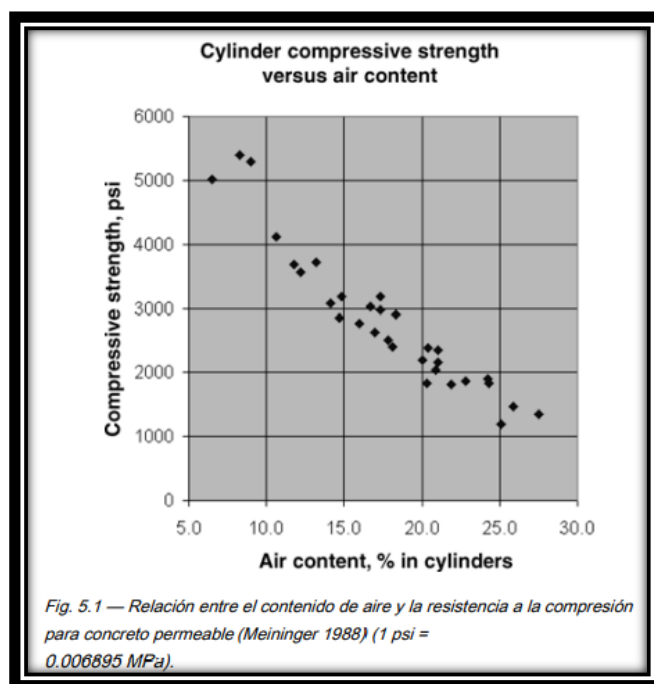
Fuente: [0]

Ilustración 89 Resistencia a la compresión vs contenido de vacíos reales de los diferentes diseños preliminares



Fuente: [0]

En esta gráfica se puede apreciar, que para una resistencia a la compresión entre 190 a 250 kg/cm², su porcentaje de vacíos se encuentra en el rango de 12 a 14%; para valores de resistencia a la compresión mayores a 240kg/cm² hasta los 290kg/cm², se encuentran entre 10 a 12% de contenido de vacíos, para resistencias mayores a 300kg/cm² son menores a 7%.



Fuente: [21]

Según la gráfica mostrada por el ACI-522R -10, que cita a la gráfica realizada por (Meininger 1988), el contenido de vacíos para resistencias a la compresión de 4000 psi o 281 kg/cm², se encuentran entre los 10 a 11% de vacíos. Por lo que se asemeja a los resultados del diseño de mezcla definitivo MPC-4.

6.2.4. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VS CONTENIDO DE VACÍOS

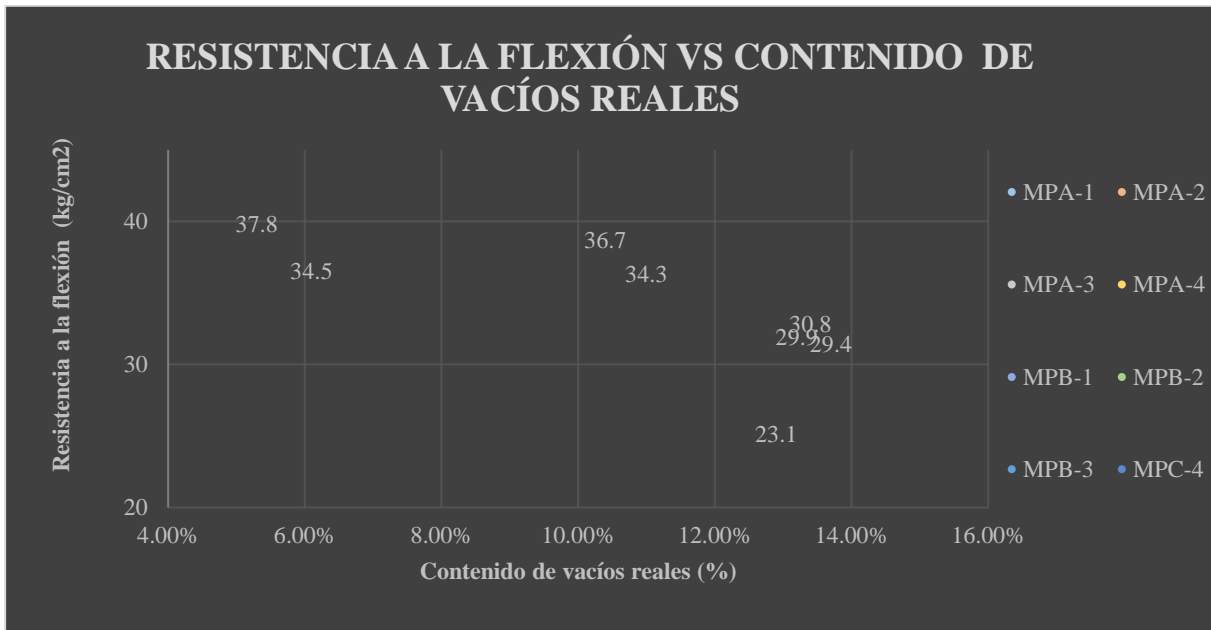
A continuación, se muestra los resultados de los contenidos de vacíos reales y resultados de los ensayos de resistencia a flexión de los diseños preliminares, se presentan con el fin de ver la influencia que tienen el contenido de vacíos reales en la resistencia a la flexión.

Tabla 55 Resumen de resultados de contenido de vacíos reales y resistencia a la flexión

GRUPO A		
Muestra	% de vacíos reales	Resistencia a la flexión
N°	MR (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)
MPA-1	13.70%	29.4
MPA-2	13.40%	30.8
MPA-3	6.10%	34.5
MPA-4	5.40%	37.8
MPB-1	11.00%	34.3
MPB-2	12.90%	23.1
MPB-3	13.20%	29.9
MPC-4	10.40%	36.7

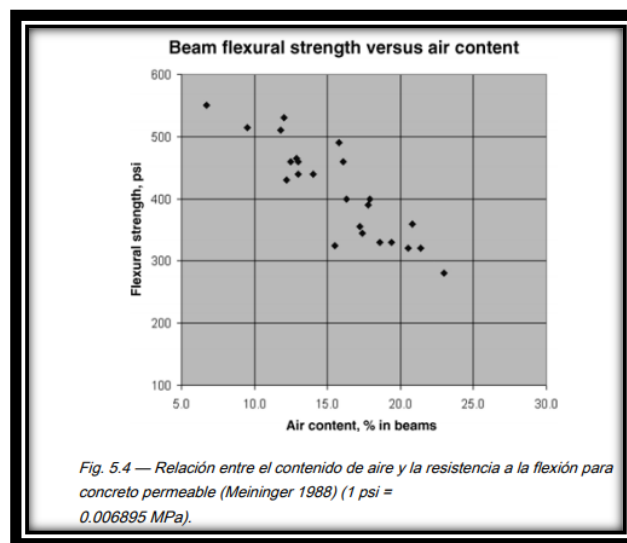
Fuente: [0]

Ilustración 90 Resistencia a la flexión vs contenido de vacíos de los diferentes diseños de mezcla preliminares



Fuente: [0]

En este gráfico se puede apreciar que para contenido de vacíos de alrededor de 6% pertenecientes a los diseños con código de MPA-4 y MPA-3, se obtuvieron resultados de resistencia a la flexión de entre 34 y 38kg/cm², siendo estos valores muy similares a los obtenidos por los diseños MPB-1 y el diseño MPC-4, teniendo estos un contenido de vacíos reales mayores a 10.4%, esto debido a que contienen un % mayor de pasta, respecto a los diseños del grupo A realizados en noviembre del 2019. Además de ello también se puede apreciar que para contenidos de vacíos reales entre 12 a 14 %, los resultados de resistencia a flexión son menores a los 31kg/cm².



Fuente: [21]

Según la gráfica que nos muestra el ACI-522R -10, que cita a la gráfica realizada por (Meininger 1988), el contenido de vacíos para resistencias a la flexión entre los 400 y 500 psi equivalentes a aproximadamente a 28 a 36kg/cm², se encuentran entre los 10 a 15% de vacíos. Incluso llegan a resistencia a la flexión de aproximadamente 38kg/cm², con contenido de vacíos de 12 %. Por lo que se asemeja a los resultados del diseño de mezcla definitivo MPC-4, en los cuales se obtuvo un contenido de vacíos de 10.4% con respecto a una resistencia a la flexión de 36.7kg/cm².

6.2.5. COMPARACIÓN DE INVESTIGACIONES

Se ha recopilado información de investigaciones sobre el tema concreto permeable, tomando la data de sus resultados de resistencia a compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad, la cual se ha plasmado en la siguiente tabla.

Tabla 56 Comparación de investigaciones

Código	NOMBRE DE LA TESIS	UNIVERSIDAD	DEPARTAMENTO	AÑO	Resistencia a la compresión	Resistencia a la flexión	Permeabilidad
					kg/cm ²	kg/cm ²	cm/s
	Diseño de un concreto permeable para pavimentos rígidos con agregados de la cantera La Victoria y adición del aditivo chema 3 y fibras polipropileno en una vía colectora de la ciudad de Chiclayo 2019	USAT	LAMBAYEQUE	2020	284	36.7	0.52
I1	Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú	UPC	LIMA	2019	295	42	0.1
I2	Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas De Atienza en Piura	UCV	PIURA	2016	280	46.85	infiltración de 0.53lt/s.
I3	Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque.	USS	LAMBAYEQUE	2018	193.33	67.76	0.61

Fuente [0]

De las investigaciones, presentadas se puede apreciar que la investigación “I1” obtiene una resistencia a la compresión y flexión menor a la que obtenemos en la presente tesis, sin embargo su permeabilidad es mucho menor.

La investigación “I2”, en su resistencia a la flexión obtiene un valor de 46.85 kg/cm², en comparación con el ACI522-R, su valor se encuentra un fuera del rango que presenta en el ACI en sus gráficos.

La investigación "I3" tiene un MR muy elevado para su resistencia a la compresión tan baja, los resultados obtenidos por dicha investigación, bajo la experiencia obtenida realización y comparados resultados con otras investigaciones, tiene un valor muy alejado, de los parámetros tanto de concreto permeable como del concreto convencional, ya que tiene una relación de MR/f'c de aproximadamente de 35%. Siendo lo convencional que la relación este entre 10 a 20%.

6.2.6. RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Al realizar el presupuesto ya sea del pavimento permeable y de un pavimento convencional, nos damos cuenta que la construcción de un pavimento permeable es más cara puesto que este tiene un par departidas más, así como el uso de otra maquinaria para su compactación.

Así mismo el pavimento permeable tiene que tener un mantenimiento periódico para que los poros no se tapen, así como la buena limpieza de los pavimentos.

PRESUPUESTO DE CONCRETO PERMEABLE				
Descripción	Und	Metrado	C.U.	Parcial
Losa de concreto permeable f'c=280 kg/cm2 e=0.25m	m2	720.0	130.99	94314.79
Curado de la losa de rodadura permeable	m2	720.0	1.91	1374.32
Corte con Maquinara en terreno natural hasta H=0.50m	m3	720.0	2.50	1799.68
Base Granular e=20cm	m3	720.0	12.57	9047.86
Excavación Manual 15x20cm para tubería drenante	ml	200.2	3.84	768.40
Relleno de la zanja de 15*20cm y tubería drenante de 4"	ml	200.2	44.62	8933.59
Costo total S/.				116238.64

PRESUPUESTO DE CONCRETO CONVENCIONAL				
Descripción	Und	Metrado	C.U.	Parcial
Losa de Rodadura f'c=280kg/cm2, e=0.24m	m2	720.0	127.73	91966.51
Curado de la losa de rodadura	m2	720.0	2.11	1521.94
Corte con Maquinara en terreno natural hasta H=0.50m	m2	720.0	2.50	1799.68
Base Granular e=20cm	m3	720.0	4.18	3008.07
Costo total S/.				98296.20

Pero en los tiempos de lluvias estos pavimentos se vuelven muy rentables puesto que evitará los grandes encharcamientos que se producen en un pavimento de concreto convencional o pavimento flexible. El cual al ser un pavimento permeable filtrar toda el agua de la superficie de rodadura evitando que se paralice el flujo vehicular y así mismo que los pasajes suban y se llegue tarde a sus centros de trabajo.

VII. CONCLUSIONES

- ✓ Se elaboraron once diseños de mezcla, conforme al ACI 522R-10, utilizando agregados gruesos que cumpla con el huso 8, y agregado fino que cumpla las consideraciones granulométricas según norma NTP 400.012, siendo estos agregados de la cantera La Victoria.
 - ✓ Se elaboraron diferentes diseños de mezcla, tomándose al diseño MPC-4, como diseño definitivo, teniendo resultados de resistencia a la compresión de 284kg/cm², un MR de 36.7kg/cm² y un coeficiente de permeabilidad de 0.52cm/s, equivalente a 312 L/min/m². Cumpliendo con los requisitos, para un pavimento rígido en una vía colectora con tránsito moderada. El diseño de mezcla óptimo, es el diseño MPC-4. Para el cual se utilizó relación agua/cemento de 0.36, confitillo y aditivo. Obteniéndose una dosificación en volumen de 1: 3.55 :17.47L :1.276L, cemento, confitillo, agua y aditivo respectivamente.
 - ✓ Durante el proceso de la tesis y con los resultados obtenidos se llega a la conclusión que la aditivo chema 3 planteado en la hipótesis de la tesis, no cumplió la función de acelerante.
 - ✓ No se realizaron diseños de mezcla por durabilidad puesto que en la NTP 339.239 no indica un parámetro exacto de porcentaje de la pérdida de la masa de los testigos al ser ensayados, tan solo menciona resultados obtenidos de 7 ensayos, comentando que la pérdida de masa porcentual variaba entre 19 a 95%.
1. De los diferentes diseños de mezcla evaluados, solo cuatro diseños cumplieron los requisitos mínimos requeridos por la norma CE. 0.10 Pavimentos Urbanos; solo los diseños MPA-3, MPA-4, MPB-1, MPC-4, cumplieron con el MR mínimo de 34kg/cm².
 2. Se obtuvo resultados de resistencia a la compresión a los 28 días con f'c que van desde los 195kg/cm² en el diseño MPC-1 hasta los 348kg/cm², obtenido del diseño MPA-1, resultados de resistencia a la flexión que van desde 23.1 kg/cm² del diseño MPB-2 hasta los 37.8kg/cm² obtenido en el diseño MPA-4. Con respecto al % de vacíos se encuentran desde el 5.4% del diseño MPA-4 hasta los 13.7% obtenido en el diseño MPA-1. La temperatura de los diseños no superó los 32°C, mientras que su asentamiento es menor a 0.8”.

3. Se determinó la permeabilidad de los diferentes diseños de mezcla, con ayuda del permeámetro de carga variable y los testigos de 4x8" de concreto permeable, obteniendo así los siguientes resultados; el menor coeficiente de permeabilidad fue de 0.12cm/s del diseño MPA-4 estando por debajo de lo indicado en la norma del ACI 522-R y el mayor de 0.77cm/s obtenido en el diseño MPC-1; teniendo un equivalente a 72L/min/m² y 462L/min/m².

4. Los costos de un pavimento rígido convencional de $f'c=280\text{kg/cm}^2$, sin pasadores será de S/. 982.96 el metro lineal, dicho presupuesto cuenta con cuatro partidas. Mientras que un pavimento rígido con losa de rodadura de concreto permeable tendrá un costo de S/ 1162.38 el metro lineal, dicho presupuesto cuenta con seis partidas. Los costos mencionados son por metro lineal con ancho de vía de 7.20 metros.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar este tipo de concreto permeable para calles de tránsito bajo a moderado, en localidades donde se requiera el diseño concreto de esta tipología, como en zonas con poco particulado de finos en suspensión, así mismo el diseño de un drenaje pluvial para que las aguas filtradas sean evacuadas adecuadamente.
- Al momento de tener la mezcla lista para vaciado a los testigos, se recomienda hacerlo de forma rápida debido a que el concreto permeable al tener una consistencia seca, pierde agua rápidamente, desperdiciando así material el cual queda adherido en las paredes del trompo.
- Se recomienda hacer un diseño de mezcla con agregado grueso de huso 67 y como agregado fino trabajar con el huso 8; dichos husos mencionados en la norma del ACI 522R-10. Con la finalidad de evaluar sus propiedades físicas-mecánicas y su permeabilidad.
- Se recomienda aplicar una pequeña capa de material granular fino (confitillo) bajo la capa de rodadura de concreto permeable, esto con la finalidad que permite una instalación adecuada de la superficie de rodamiento.
- Para este tipo de pavimento se recomienda usar en zonas con pendientes mayores a 0.1% para así evitar que entre más material en la base y eleve los costos, debido a que el agua necesita llevar dicha pendiente para que pueda evacuar con facilidad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. X. Guizado Barrios y E. R. P. Curi Grados, «Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú,» Lima, 2017.
- [2] Y. Felipe Moujir y L. Castañeda U., «DISEÑO Y APLICACION DE CONCRETO POROSO PARA PAVIMENTO,» CALI, 2014.
- [3] V. Ulloa Mayorga y et al., «Performance of pervious concrete containing combined recycled aggregates,» *Scielo*, 2018.
- [4] M. E. HERNÁNDEZ RIVERA, «CONCRETO PERMEABLE CON ADICIÓN DE TIRAS DE PLÁSTICO Y SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE TRÁFICO LIVIANO,» 2017.
- [5] N. Thakre, . H. Rajput, J. Saxena y M. Mitangale, «Comparative Study on Strength and Permeability of Pervious Concrete by Using Nylon and Polypropylene Fiber,» *IJCAT International Journal of Computing and Technology*, 4 mayo 2014.
- [6] Y. Min Young, «Evaluation and optimization of pervious concrete with respect to permeability and Clogging,» Texas, 2008.
- [7] M. M. Esquerre Garcia y H. W. Silva Silva, «Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú,» Lima, 2019.
- [8] A. J. Bautista Pereda, «Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según la norma ACI 522R-10,» Lima, 2018.
- [9] F. E. Gallo Sanchez y C. E. Murga Tirado, «EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE $f^c = 210$ kg/cm² AGREGADOS DE LA CANTERA DEL RIO CHONTA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2017,» Cajamarca, 2017.
- [10] C. E. Flores Quispe y I. A. Pacompia Calcina, «DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE CON ADICIÓN DE TIRAS DE PLÁSTICO PARA PAVIMENTOS $f^c = 175$ kg/cm² EN LA CIUDAD DE PUNO,» 2015.
- [11] S. J. R. Alexandra, «Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas De Atienza en Piura,» Piura, 2016.

- [12] B. Y. Tarifeño Fonseca, «Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018,» Pimentel, 2019.
- [13] . J. W. GONZÁLES VÁSQUEZ y D. J. TÚLLUME PAIVA, «DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO POROSO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO POROSO,» 2015.
- [14] Gerencia, ICG - Instituto de Construcción y Gerencia, MANUAL DE CARRRETERAS, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013.
- [15] J. E. Luck Barrientos y S. A. Medina Salinas, «DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA LA CONSERVACIÓN VIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA AGUSTÍN GAMARRA, HUARAZ, ANCASH – 2018,» Chimbote.
- [16] N. F. Arroyo Hilton, «Diseño y conservación de pavimentos rígidos,» MEXICO D.F., 2010.
- [17] Instituto de Construcción y Gerencia(ICG), *Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos*, 2010.
- [18] O. D. Centeno, «PAVIMENTOS RIGIDOS,» 20 abril 2010. [En línea]. Available: <http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com/>.
- [19] RPP NOTICIAS, «Chiclayo | El drenaje pluvial, la gran obra que se necesita para evitar las inundaciones,» Chiclayo, 2019.
- [20] IMARPE, «Informe Técnico Extraordinario N°001-2017/ENFEN EL NIÑO COSTERO 2017,» 2017.
- [21] ACI 522R-10 , *Report on Pervious Concrete.American Concrete Insitute*, 2010.
- [22] Imcyc, «Construcción y tecnología en concreto,» 2008.
- [23] N. Neithalath, W. Jason Weiss y J. Olek, «Predicting the Permeability of Pervious Concrete (Enhanced Porosity Concrete) from Non-Destructive Electrical Measurements,» *ResearchGate*, Junio 2008.
- [24] J. Covarrubias, Pavimentos Sustentables Geometría Optimizada, TCPavements, 2009.
- [25] TOXEMENT, EUCLIP GROUP, «Concreto poroso o concreto permeable,» 2017.
- [26] ACI-522R-06, *PERVIOUS CONCRETE*, 2006.
- [27] M. V. Quiroz Crespo y L. E. Salamanca Osuna, «APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE " TECNOLOGÍA DEL HORMIGON",» Cochabamba, 2006.

- [28] NORMA TÉCNICA PERUANA, *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad y el contenido de vacío del concreto permeable fresco*, 2018.
- [29] NORMA TÉCNICA PERUANA;, *NTP 339.239 Método de ensayo para determinar la resistencia a la degradación del concreto permeable por impacto y abrasión*, 1 ed., 2018.
- [30] C. Solano-Cerdas , «Análisis de la flexo tracción del concreto permeable,» *RepositorioTEC*, Julio 2009.
- [31] ACI Committee 211, *ACI 211.3R-02 Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete*, 2009.
- [32] PERVIUS PAVEMENT, [En línea]. Available: <https://www.perviouspavement.org/design/structural.html>.
- [33] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*, 2013.
- [34] RNE, *NORMA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO*.
- [35] Á. L. Cortés Gracia, «Análisis de los contenidos sobre “permeabilidad” en los libros de texto de Educación Primaria,» *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, nº 1.
- [36] NTP 339.184. (2013), *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto*.
- [37] NTP 339.035 (2009), *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*, 2018.
- [38] J. M. «Ingeniería Civil,» 7 Octubre 2008. [En línea]. Available: http://ingevil.blogspot.com/2008/10/ensayo-de-abrams-toma-de-muestras-para_07.html.
- [39] NTP 339.034 (1999) , *Ensayo para determinar la resistencia a la compresión*, 1999.
- [40] REVISTA MANDUA, «Control de calidad del hormigón,» Mayo 2017.
- [41] NTP 339.079 (2012), *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*, 2018.
- [42] NTP 339.078 (2012), *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*, 2018.
- [43] Congreso Constituyente Democrático, *Constitución política del Perú*, 1993.
- [44] Congreso Constituyente Democrático, *Política de estado N° 19, Desarrollo sostenible y gestión ambiental.*

- [45] Congreso Constituyente Democrático, Política Nacional Ambiental, D.S N° 012-2009-MINAM, 2009.
- [46] Congreso Constituyente Democrático, Ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental., 2001.
- [47] Congreso Constituyente Democrático, Ley N° 26821, Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales., 1997.
- [48] Congreso Constituyente Democrático, Ley General del Ambiente. Ley 28611 y sus modificaciones., 2008.
- [49] Congreso Constituyente Democrático, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, D.S. 009-2005-TR., 2005.
- [50] Congreso Constituyente Democrático, Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D.S. N° 074-2001- PCM y D.S. 003-2008-MINAM., 2008.
- [51] Congreso Constituyente Democrático, Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM., 2009.
- [52] Congreso Constituyente Democrático, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, D. S. N° 085-2003-PCM)., 2003.
- [53] Congreso Constituyente Democrático, Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, D.S. N° 057 del 24-07-2004., 2004.
- [54] Congreso Constituyente Democrático, Ley general de aguas: Decreto Ley N° 17752, 1969.
- [55] GEO Chiclayo, Perspectiva del Medio Ambiente Urbana, Chiclayo: Impresiones del Castillo, 2008.
- [56] Senamhi, 2019.
- [57] INDECI, «PLAN DE PREVENCIÓN ANTE DESASTRES: USOS DE SUELOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA CIUDAD DE CHICLAYO,» Chiclayo, 2003.
- [58] V. V. Conesa Fernandez , Guía Metodológica para la Evaluación del impacto Ambiental, España: Mundiprensa, 2010.
- [59] C. . E. CÓRDOVA SÁNCHEZ, «ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE

ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO,» Chiclayo, 2018.

- [60] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de ensayos de materiales, Mayo ed., 2016.
- [61] D. Gomez Orea, Evaluación de Impacto Ambiental, Madrid: Mundiprensa, 2010.
- [62] INDECI, «Plan de prevención ante desastres: uso de suelos y medidas de mitigación en la ciudad de Chiclayo,» Chiclayo, 2003.
- [63] Congreso Constituyente Democrático, Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y Reglamento, D.S. N° 008-2005-PCM, 2005.
- [64] Congreso Constituyente Democrático, Ley N°28964, creación del Organismo supervisor de la inversión en energía y minería (OSINERGMIN), 2007.
- [65] Congreso Constituyente Democrático, Ley No 26839 Ley de la Conservación de la Diversidad Biológica., 1997.
- [66] C. E. Córdova Sánchez , «ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO,» 2018.

X. ANEXOS

ANEXO 1 Análisis granulométrico del agregado grueso (confitillo)

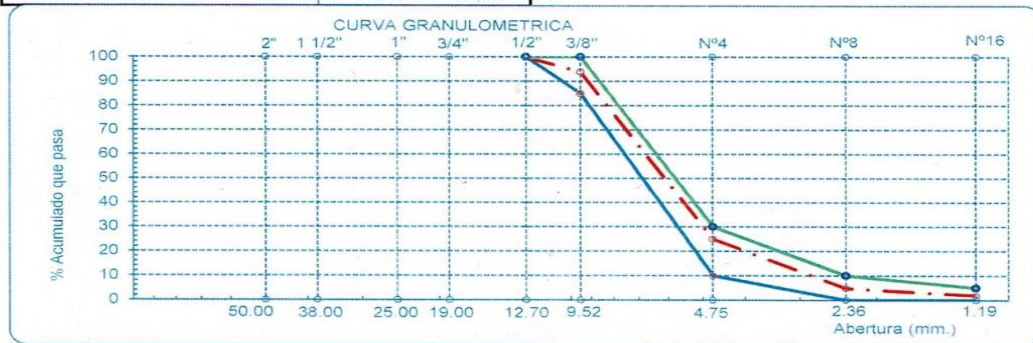


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
 USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 FECHA DE ENSAYO: 09 DE SEPTIEMBRE DEL 2019
 Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO
 Referencia: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136
 Cantera : LA VICTORIA- DISTRITO PÁTAPO
 Muestra: CONFITILLO

I.- Granulometría global P. Inicial S. 5000
 P. Inicial S. 1000 P. Inicial S. 995,74 P. Inicial S. 0,428%

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones ASTM 67	
Pulg.	(mm.)						
2"	50,00	0,0	0,0	0,0	100,0	-	-
1 1/2"	38,00	0,0	0,0	0,0	100,0	-	-
1"	25,00	0,0	0,0	0,0	100,0	-	-
3/4"	19,00	0,0	0,0	0,0	100,0	-	-
1/2"	12,70	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
3/8"	9,52	182,2	3,6	3,6	96,4	85,0	100,0
N° 04	4,75	2065,2	41,3	44,9	55,1	10,0	30,0
N° 08	2,36	603,2	12,1	57,0	43,0	0,0	10,0
N° 16	1,19	89,2	1,8	58,8	41,2	0,0	-
Fondo		2060,2	41,2	100,0	0,0		
Tamaño Máximo			1/2"	25,00			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	19,00			



[Handwritten Signature]
 Rivaldo J. Obitas del
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 2 Análisis granulométrico del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
 USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN

TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE ENSAYO: 09 DE SEPTIEMBRE DEL 2019

Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO

Referencia: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

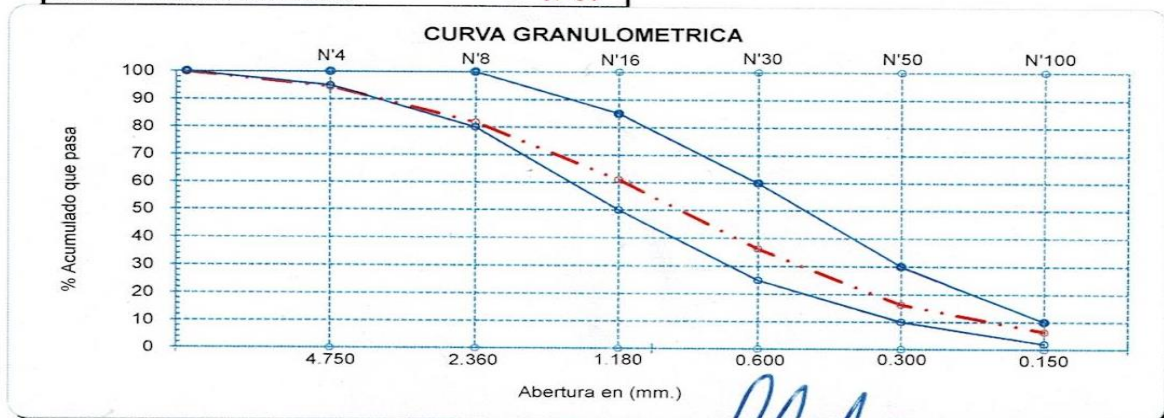
Cantera : LA VICTORIA - DISTRITO PÁTAPO
 Muestra: CONFITILLO

I.- Granulometría global

P. Inicial S. 500,0 P. Final S. 491,7 Con.Hum 169,2%

Malla	Peso (%)	(%) Acum.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa
1/2"	12,700	0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,500	0	0,0	0,0	100,0
N° 04	4,750	26,69	5,3	5,3	94,7
N° 08	2,360	63,75	12,7	18,1	81,9
N° 16	1,180	103,67	20,7	38,8	61,2
N° 30	0,600	124,39	24,9	63,7	36,3
N° 50	0,300	99,61	19,9	83,6	16,4
N° 100	0,150	49,19	9,8	93,5	6,5
N° 200	0,075	19,7	3,9	97,4	2,6
Fondo		13,0	2,6	96,1	3,9

Módulo de Fineza 3,030
 Abertura de malla de referencia N° 04



Rivadeneira Obilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO


ANEXO 3 Peso específico y absorción de agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN
TESIS "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"
UBICACIÓN DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE ENSAYO 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2019
Ensayo AGREGADO . MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO
Referencia N.T.P. 400.022

MUESTRA CANTERA	ARENA GRUESA LA VICTORIA - DISTRITO DE PÁTAPO		
A. PESO ESPECIFICO DEL CONFITILLO		g/cm ³	2,5827
B. PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S		g/cm ³	2,6070
C. PESO ESPECIFICO APARENTE		g/cm ³	2,6470
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN		%	0,9408


Rivendelvy Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 4 Peso específico y absorción de agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
 USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN
 TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 FECHA DE ENSAYO: 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2019
 Ensayo: AGREGADO . MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO
 Referencia: N.T.P. 400.017/ ASTM C-29

MUESTRA	CONFITILLO		
CANTERA	LA VICTORIA - DISTRITO DE PÁTAPO		
A. PESO ESPECIFICO DEL CONFITILLO	<i>g/cm³</i>		2,5933
B. PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S	<i>g/cm³</i>		2,6333
C. PESO ESPECIFICO APARENTE	<i>g/cm³</i>		2,7013
PCENTAJE DE ABSORCIÓN	%		1,5412


 Rivas Neyra Oblitas Denis
 TÉCNICO DE LABORATORIO

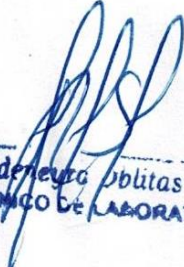
ANEXO 5 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA: OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN
TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE ENSAYO: 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2019
Ensayo: AGREGADO - MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PESO UNITARIO DEL AGREGADO
Referencia: N.T.P. 400.017/ ASTM C-29

MUESTRA	ARENA GRUESA		
CANTERA	LA VICTORIA - DISTRITO DE PÁTAPO		
PESO UNITARIO SUELTO HÚMEDO		Kg/m ³	1619,183
PESO UNITARIO COMPACTADO HÚMEDO		Kg/m ³	1895,901


Rivandeneva Oblitas de
TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 6 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA: OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN
TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE ENSAYO: 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2019
Ensayo: AGREGADO . MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PESO UNITARIO DEL AGREGADO
Referencia: N.T.P. 400.017/ ASTM C-29

MUESTRA	CONFITILLO		
CANTERA	LA VICTORIA - DISTRITO DE PÁTAPO		
PESO UNITARIO SUELTO HÚMEDO		Kg/m3	1421,878
PESO UNITARIO COMPACTADO HÚMEDO		Kg/m3	1579,194


Rivendeyro Oblitas Henr
TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 7 Resistencia al desgaste del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
 USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN
 TESIS: "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 FECHA DE ENSAYO: 09 DE OCTUBRE DEL 2019
 Ensayo: RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 12.4 mm (1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES
 Referencia: Norma MTC E 207 / ASTM C-131
 Cantera: LA VICTORIA- DISTRITO PÁTAPU

I.- Granulometría global

Mallas	Retiene	Requerido C	Peso retenido(g)	% retenido	Método C
1 1/2"	1"		---	---	---
1"	3/4"		---	---	---
3/4"	1/2"		0,0	0,0	0,0
1/2"	3/8"	2500 ± 10	---	---	---
3/8"	1/4"	2500 ± 10	3451,0	34,6	2500,0
1/4"	Nº 4		6520,0	65,4	2500,0
Nº 4	Nº 8		---	---	---
Nº de Esferas		8			
Peso de las Esferas		392 - 445			
Total		5000 ± 10	9971,0	100,0	5000

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000,0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3816,0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	23,7
------------------------------	------

OBSERVACIONES :

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "B", Nº de esferas : 8, Revoluciones / total 500

[Firma]
 RIVERA HERNANDEZ OBLITAS HERNANDEZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 8 Resultados del ensayo para determinar impurezas



Calle Aldabas N°410 – Apto N°302
Surco – Lima
R.U.C. 20548885974
Email: servicios@soilseirl.com

SOLICITUD DE ENSAYO: CS1633-EA

INFORME DE ENSAYO EN AGREGADOS

SOLICITADO POR: Santos Hernán Oblitas Villanueva
PROYECTO/TESIS: Diseño de un concreto permeable para pavimentos rígidos con agregados de la cantera La Victoria y adición del aditivo Chema 3 y fibras de polipropileno, en una vía colectora en la ciudad de Chiclayo, 2019.
UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque.
FECHA DE ENSAYO: 02/10/2019
EQUIPOS UTILIZADOS: Balanza con división de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-167-2019, 2019-09-12.
Horno con alcance de indicación de 232°C, marca Quincy Lab. Certificado y fecha de calibración CMI-011-2019, 2019-09-14.
Baño de agua circulante y de temperatura constante, marca Humboldt.
Tamices de abertura N°50 y N°100, marca ELE International.

Norma de Ensayo		Denominación
Norma Técnica Peruana 400.024:2016	American Society for Testing and Materials C40	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA: Agregado fino. Cantera La Victoria.
PROCEDENCIA: Pátapo, Chiclayo, Lambayeque.

RESULTADOS DEL ENSAYO

SOLUCIÓN UTILIZADA	COLOR GARDNER PATRÓN	DESCRIPCIÓN
NaOH (Hidróxido de Sodio al 3%)	N°1	NO PRESENTA IMPUREZAS

OBSERVACIONES:

- La muestra de agregado y su identificación fue proporcionada por el Solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Lima, 07.10.2019



ANEXO 9 Resultados de contenido de Alkali - Sílice del agregado fino



Calle Aldabas N°410 – Apto N°302
Surco – Lima
R.U.C. 20548885974
Email: servicios@soilseirl.com

SOLICITUD DE ENSAYO: CS1633-EA

INFORME DE ENSAYO EN AGREGADOS

SOLICITADO POR: Santos Hernán Oblitas Villanueva
PROYECTO/TESIS: Diseño de un concreto permeable para pavimentos rígidos con agregados de la cantera La Victoria y adición del aditivo Chema 3 y fibras de polipropileno, en una vía colectora en la ciudad de Chiclayo, 2019
UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque.
FECHA DE ENSAYO: 02/10/2019
EQUIPOS UTILIZADOS: Balanza con división de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-167-2019, 2019-09-12.
Horno con alcance de indicación de 232°C, marca Quincy Lab. Certificado y fecha de calibración CMI-011-2019, 2019-09-14.
Baño de agua circulante y de temperatura constante, marca Humboldt.
Tamices de abertura N°50 y N°100, marca ELE International.

Norma de Ensayo		Denominación
Norma Técnica Peruana 334.099:2011	American Society for Testing and Materials C289	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA REACTIVIDAD POTENCIAL ÁLCALI-SÍLICE DE LOS AGREGADOS. MÉTODO QUÍMICO.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA: Agregado fino. Cantera La Victoria.
PROCEDENCIA: Pátapo, Chiclayo, Lambayeque.

RESULTADOS DEL ENSAYO

SOLUCIÓN UTILIZADA	CONCENTRACIÓN DE SiO ₂ (Sílice Soluble)	REDUCCIÓN DE ALCALINIDAD
NaOH (Hidróxido de Sodio)	23.05 mmol/L	20.11 mmol/L
	0.138 %	0.073 %

OBSERVACIONES:

- La muestra de agregado y su identificación fue proporcionada por el Solicitante.
- Los resultados se muestran en mmol/L. Las conversiones realizadas en otras unidades pueden diferir según el criterio y/o la interpretación de los mismos.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Lima, 07.10.2019



ANEXO 10 Resultados del contenido Alkali - Sílice del agregado grueso



SOILS E.I.R.L.

Calle Aldabas N°410 – Apto N°302
Surco – Lima
R.U.C. 20548885974
Email: servicios@soilseirl.com

SOLICITUD DE ENSAYO: CS1633-EA

INFORME DE ENSAYO EN AGREGADOS

SOLICITADO POR: Santos Hernán Oblitas Villanueva
 PROYECTO/TESIS: Diseño de un concreto permeable para pavimentos rígidos con agregados de la cantera La Victoria y adición del aditivo Chema 3 y fibras de polipropileno, en una vía colectora en la ciudad de Chiclayo, 2019
 UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque.
 FECHA DE ENSAYO: 02/10/2019
 EQUIPOS UTILIZADOS: Balanza con division de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-167-2019, 2019-09-12.
 Horno con alcance de indicación de 232°C, marca Quincy Lab. Certificado y fecha de calibración CMI-011-2019, 2019-09-14.
 Baño de agua circulante y de temperatura constante, marca Humboldt.
 Tamices de abertura N°50 y N°100, marca ELE International.

Norma de Ensayo		Denominación
Norma Técnica Peruana 334.099:2011	American Society for Testing and Materials C289	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA REACTIVIDAD POTENCIAL ÁLCALI-SÍLICE DE LOS AGREGADOS. MÉTODO QUÍMICO.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA: Agregado grueso. Cantera La Victoria.
 PROCEDENCIA: Pátapo, Chiclayo, Lambayeque.

RESULTADOS DEL ENSAYO

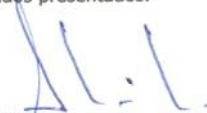
SOLUCIÓN UTILIZADA	CONCENTRACIÓN DE SiO ₂ (Sílice Soluble)	REDUCCIÓN DE ALCALINIDAD
NaOH (Hidróxido de Sodio)	16.20 mmol/L	15.10 mmol/L
	0.097 %	0.055 %

OBSERVACIONES:

- La muestra de agregado y su identificación fue proporcionada por el Solicitante.
- Los resultados se muestran en mmol/L. Las conversiones realizadas en otras unidades pueden diferir según el criterio y/o la interpretación de los mismos.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Lima, 07.10.2019


 Carlos Orellana Piedra
 Jefe de Operaciones


 ADOLFO E. CAMAYO GINCHE
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 153550

ANEXO 11 Realización de los diferentes ensayos a los agregados



ANEXO 12 Mezcla y elaboración de los diseños de prueba para determinar propiedades del concreto en estado fresco



ANEXO 13 Densidad y contenido de vacíos de los diseños de prueba de concreto permeable



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS USAT
 Av. San Josemaría
 Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA : OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN

TESIS : "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : CONCRETO: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y EL CONTENIDO DE VACÍOS DE CONCRETO PERMEABLE FRESCO.

REFERENCIA : NORMA NTP 339.230 / ASTM C-1688/C1688M

Descripción	MP-1			MP-2			MP-3		
Masa del recipiente lleno con concreto (Mc)	20,72 kg	20,78 kg	20,57 kg	20,65 kg	20,38 kg	20,62 kg	21,71 kg	21,92 kg	21,79 kg
Masa del recipiente de medida (Mm)	10,05 kg	10,09 kg	10,01 kg	10,06 kg	9,96 kg	10,23 kg	10,02 kg	10,11 kg	10,08 kg
Volumen del recipiente de medida (Vm)	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³
Peso Unitario del concreto	2013,02 kg	2017,92 kg	1993,02 kg	1998,68 kg	1965,66 kg	1960,57 kg	2205,09 kg	2227,17 kg	2208,68 kg
Peso Unitario promedio del concreto (D)	2007,99 kg			1974,97 kg			2213,65 kg		
Desviación Estándar de la Densidad	13,19 kg			20,69 kg			11,85 kg		
Masa total de los materiales (Ms)	2190,42 kg	2190,42 kg	2190,42 kg	2137,80 kg	2137,80 kg	2137,80 kg	2137,80 kg	2137,80 kg	2137,80 kg
Volumenes absolutos de los materiales (Vs)	0,9000 m ³	0,9000 m ³	0,9000 m ³	0,8800 m ³	0,8800 m ³	0,8800 m ³	0,9200 m ³	0,9200 m ³	0,9200 m ³
Peso Unitario Teórico del concreto (T)	2433,79 kg	2433,79 kg	2433,79 kg	2429,32 kg	2429,32 kg	2429,32 kg	2323,70 kg	2323,70 kg	2323,70 kg
Porcentaje de Vacíos del concreto (U)	17,29 %	17,09 %	18,11 %	17,73 %	19,09 %	19,30 %	5,10 %	4,15 %	4,95 %
Porcentaje de Vacíos promedio del concreto	17,50 %			18,70 %			4,74 %		
Desviación Estándar de los Vacíos	0,54 %			0,85 %			0,51 %		

Descripción	MP-4			MP-5			MP-6		
Masa del recipiente lleno con concreto (Mc)	8,62 kg	8,53 kg	8,74 kg	3,59 kg	3,56 kg	3,57 kg	3,60 kg	3,60 kg	3,61 kg
Masa del recipiente de medida (Mm)	5,07 kg	5,07 kg	5,07 kg	0,12 kg	0,12 kg	0,12 kg	0,12 kg	0,12 kg	0,12 kg
Volumen del recipiente de medida (Vm)	0,0016 m ³	0,0016 m ³	0,0016 m ³	0,0016 m ³	0,0016 m ³	0,0016 m ³	0,0016 m ³	0,0016 m ³	0,0016 m ³
Peso Unitario del concreto	2257,96 kg	2204,46 kg	2332,48 kg	2212,10 kg	2192,36 kg	2198,09 kg	2217,83 kg	2220,38 kg	2222,29 kg
Peso Unitario promedio del concreto (D)	2264,97 kg			2200,85 kg			2220,17 kg		
Desviación Estándar de la Densidad	64,30 kg			10,16 kg			2,24 kg		
Masa total de los materiales (Ms)	2147,23 kg	2147,23 kg	2147,23 kg	2055,09 kg	2055,09 kg	2055,09 kg	2043,61 kg	2043,61 kg	2043,61 kg
Volumenes absolutos de los materiales (Vs)	0,9000 m ³	0,9000 m ³	0,9000 m ³	0,8700 m ³	0,8700 m ³	0,8700 m ³	0,8700 m ³	0,8700 m ³	0,8700 m ³
Peso Unitario Teórico del concreto (T)	2385,81 kg	2385,81 kg	2385,81 kg	2362,18 kg	2362,18 kg	2362,18 kg	2348,97 kg	2348,97 kg	2348,97 kg
Porcentaje de Vacíos del concreto (U)	5,36 %	7,60 %	2,24 %	6,35 %	7,19 %	6,95 %	5,58 %	5,47 %	5,39 %
Porcentaje de Vacíos promedio del concreto	5,07 %			6,83 %			5,48 %		
Desviación Estándar de los Vacíos	2,70 %			0,43 %			0,10 %		

Descripción	MP-7			MP-8		
Masa del recipiente lleno con concreto (Mc)	22,125 kg	22,145 kg	21,995 kg	21,078 kg	21,033 kg	21,028 kg
Masa del recipiente de medida (Mm)	10,05 kg	10,09 kg	10,01 kg	10,06 kg	10,23 kg	9,96 kg
Volumen del recipiente de medida (Vm)	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³	0,0053 m ³
Peso Unitario del concreto	2274 kg/m ³	2271 kg/m ³	2258 kg/m ³	2076 kg/m ³	2034 kg/m ³	2084 kg/m ³
Peso Unitario promedio del concreto (D)	2267 kg/m³			2064 kg/m³		
Desviación Estándar de la Densidad	8,6 kg/m ³			26,8 kg/m ³		
Masa total de los materiales (Ms)	2027,56 kg	2027,56 kg	2027,56 kg	2033,42 kg	2033,42 kg	2033,42 kg
Volumenes absolutos de los materiales (Vs)	0,8500 m ³	0,8500 m ³	0,8500 m ³	0,8500 m ³	0,8500 m ³	0,8500 m ³
Peso Unitario Teórico del concreto (T)	2385 kg/m ³	2385 kg/m ³	2385 kg/m ³	2392 kg/m ³	2392 kg/m ³	2392 kg/m ³
Porcentaje de Vacíos del concreto (U)	4,67 %	4,81 %	5,36 %	13,23 %	14,98 %	12,89 %
Porcentaje de Vacíos promedio del concreto	4,94 %			13,70 %		
Desviación Estándar de los Vacíos	0,36 %			1,12 %		

[Firma]
 RIVERA JAYRO OBLITAS JEN
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 14 Temperatura de los diseños de prueba de concreto permeable



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

(PÁGINA 01 de 01)

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA : OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN


TESIS : "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CÓDIGO : N.T.P. 339.184 - 2012 / ASTM C1064

TÍTULO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDICIÓN DEL TEMPERATURA DEL CONCRETO DEL CEMENTO PORTLAND

Muestra	Temperatura	Descripción	Fecha de Vaciado
Nº	°C		
MP-1	22,9	con 10% de vacíos, 10% de finos, relación w/c 0.35	21/09/2019
MP-2	22,3	con 12% de vacíos, 10% de finos, relación w/c 0.35	21/09/2019
MP-3	23	con 8% de vacíos, 15% de finos, relación w/c 0.40	04/10/2019
MP-4	25,2	con 10% de vacíos, 18% de finos, relación w/c 0.35	07/10/2019
MP-5	24,8	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación w/c 0.45	17/10/2019
MP-6	23,5	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación w/c 0.45 y aditivo	17/10/2019
MP-7	24,5	con 15% de vacíos, 10% de finos, relación w/c 0.42	29/10/2019
MP-8	23	con 15% de vacíos, 5% de finos, relación w/c 0.40	01/11/2019


 Rivaldo Obispo Obitas Henis
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 15 Asentamiento de los diseños de prueba de concreto permeable



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN


TESIS "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"

UBICACIÓN DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CÓDIGO : N.T.P. 339.035 - 2012 / ASTM C-39/78M - 18

TÍTULO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DEL PORTLAND

Muestra	slump	Descripción	Fecha de Vaciado
Nº	pulg		
MP-1	0	con 10% de vacíos, 10% de finos, relación w/c 0.35	21/09/2019
MP-2	0	con 12% de vacíos, 10% de finos, relación w/c 0.35	21/09/2019
MP-3	0	con 8% de vacíos, 15% de finos, relación w/c 0.40	04/10/2019
MP-4	0	con 10% de vacíos, 18% de finos, relación w/c 0.35	07/10/2019
MP-5	0.3	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación w/c 0.45	17/10/2019
MP-6	0.5	con 13% de vacíos, 5% de finos, relación w/c 0.45 y aditivo	17/10/2019
MP-7	0.3	con 15% de vacíos, 10% de finos, relación w/c 0.42	29/10/2019
MP-8	0.2	con 15% de vacíos, 5% de finos, relación w/c 0.40	01/11/2019


 Rivaldo Obitas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 16 Permeabilidad a los 7 días de los diseños de prueba de concreto permeable



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA : OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN


TESIS : "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CÓDIGO : ACI-522R

TÍTULO : Método de Ensayo para determinar la coeficiente de permeabilidad en Concretos Porosos

Muestra	L	a	h1	A	H2	Tiempo	k .	k prom.	Desviación Estándar
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm2)	(cm)	(seg)	(cm/seg)	(cm/seg)	(cm/s)
MP-1	20	81.0732	28	81.073197	1	43.15	1.54	1,55	0,0386
	20	81.0732	28	81.073197	1	44.20	1,51		
	20	81.0732	28	81.073197	1	42.05	1,58		
MP-2	20	81.0732	28	81.073197	1	38.05	1,75	1,67	0,0688
	20	81.0732	28	81.073197	1	40.27	1,65		
	20	81.0732	28	81.073197	1	41.18	1,62		
MP-3	20	81.0732	28	81.073197	1	101.15	0,66	0,65	0,02
	20	81.0732	28	81.073197	1	106.70	0,62		
	20	81.0732	28	81.073197	1	102.20	0,65		
MP-4	20	81.0732	28	81.073197	1	119.25	0,56	0,57	0,01
	20	81.0732	28	81.073197	1	115.25	0,58		
	20	81.0732	28	81.073197	1	113.62	0,59		
MP-5	20	81.0732	28	81.073197	1	98.25	0,68	0,66	0,02
	20	81.0732	28	81.073197	1	102.50	0,65		
	20	81.0732	28	81.073197	1	104.15	0,64		
MP-6	20	81.0732	28	81.073197	1	109.35	0,61	0,59	0,03
	20	81.0732	28	81.073197	1	113.50	0,59		
	20	81.0732	28	81.073197	1	119.33	0,56		
MP-7	20	81.0732	28	81.073197	1	120.35	0,55	0,54	0,01
	20	81.0732	28	81.073197	1	124.85	0,53		
	20	81.0732	28	81.073197	1	122.35	0,54		
MP-8	20	81.0732	40	81.073197	1	44.13	1,67	1,65	0,11
	20	81.0732	40	81.073197	1	48.35	1,53		
	20	81.0732	40	81.073197	1	42.30	1,74		


Rivaldo Obitas Santos
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 17 Resistencia a la compresión a los 7 días de los diseños de prueba de concreto permeable



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

(PÁGINA 01 de 01)

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA : OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN

TESIS : "DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO, EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019"

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CÓDIGO : N.T.P. 339.034 - 2012 / ASTM C-39/78M - 18

TÍTULO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

Muestra N°	Diámetro (d) (cm)	Carga (P) (kg)	f _c (kg/cm ²)	f _c prom. (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen
MP-1	15,3	13200	72	73	21/09/2019	28/09/2019	7
	15,3	13330	73		21/09/2019	28/09/2019	7
	15,3	13840	75		21/09/2019	28/09/2019	7
MP-2	15,3	13540	74	73	21/09/2019	28/09/2019	7
	15,3	13380	73		21/09/2019	28/09/2019	7
	15,3	13180	72		21/09/2019	28/09/2019	7
MP-3	15,3	27654	150	155	04/10/2019	11/10/2019	7
	15,3	28630	156		04/10/2019	11/10/2019	7
	15,3	29420	160		04/10/2019	11/10/2019	7
MP-4	15,3	23750	129	137	07/10/2019	14/10/2019	7
	15,3	25570	139		07/10/2019	14/10/2019	7
	15,3	26057	142		07/10/2019	14/10/2019	7
MP-5	10,2	16410	201	196	17/10/2019	24/10/2019	7
	10,2	15750	193		17/10/2019	24/10/2019	7
	10,2	15960	195		17/10/2019	24/10/2019	7
MP-6	10,2	20590	252	240	17/10/2019	24/10/2019	7
	10,2	18940	232		17/10/2019	24/10/2019	7
	10,2	19320	236		17/10/2019	24/10/2019	7
MP-7	15,3	36592	199	190	29/10/2019	05/11/2019	7
	15,3	32622	177		29/10/2019	05/11/2019	7
	15,3	35780	195		29/10/2019	05/11/2019	7
MP-8	15,3	34680	189	186	01/11/2019	08/11/2019	7
	15,3	34740	189		01/11/2019	08/11/2019	7
	15,3	32930	179		01/11/2019	08/11/2019	7

[Firma]
 RIVADENEYRA OBLITAS HERNANDEZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Datos preliminares

DATOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N		3/8"
MF	3.03	
PESO UNITARIO SUELTO	1619 kg/m ³	1421.8 kg/m ³
COMPACTADO	1896 kg/m ³	1579.2 kg/m ³
PESO ESPECÍFICO	2.58 g/cm ³	2.59 g/cm ³
HUMEDAD	1.69 %	0.43 %
ABSORCIÓN	0.94 %	1.54 %
%H-%A	0.75 %	-1.11 %

VARIABLES	
a/A	0.05
Pe. Cemento	3.15 g/cm ³
a/c	0.37
% Finos	5%
Aditivo	3%
Pe. Aditivo	1165.0 kg/m ³

a/A=A.fino/A. Global

a/c=agua/cemento

Adi=2.5% x Peso del cemento (acelerante)

1. OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

% Arena	b/bo			
	5-Golpes		C31	
	Nro. 8	Nro. 67	Nro. 8	Nro. 67
0	0.92	0.92	0.99	0.99
10	0.84	0.85	0.93	0.93
20	0.78	0.78	0.85	0.86

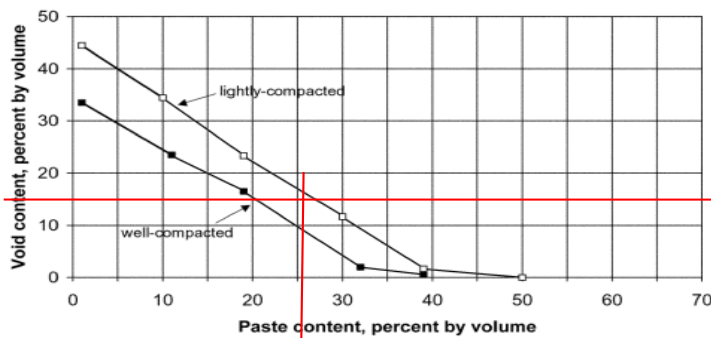
Fuente: (Meininger, 1988)

$$\text{Peso de grava(Kg)} = \text{Peso unitario de la grava} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * \frac{b}{bo} * 1 \text{m}^3$$

$$\text{Volumen de grava} = \frac{\text{Peso de grava (Kg)}}{\text{Peso Especifico de la grava} * 1000 \text{ Kg/m}^3}$$

b/bo=	0.96
Peso de A.grueso	1516.02 kg
Volumen de A.grueso	0.5846 m ³

2. OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA



% De vacíos teórico	15%
% De pasta	26%

Fig. A6.3-Relación entre la pasta y el contenido de vacíos para No. 8 designaciones de tamaño de agregado.

3. OBTENCIÓN DEL PESO DE CEMENTO

$$\text{Vol de Pasta(m}^3\text{)} = \text{Vol del cemento} + \text{Vol del agua}$$

$$\text{Vol de Pasta(m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del Cemento}}{\text{Peso Especifico del Cemento} * 1000\text{kg/m}^3} + \frac{\text{Peso del Agua}}{1000\text{kg/m}^3}$$

$$\text{Peso del Cemento(Kg)} = \frac{\text{Volumen de Pasta(m}^3\text{)}}{1/\text{Peso Especifico del Cemento} + \frac{W}{c}} * 1000\text{kg/m}^3$$

Peso de cemento	378.20 kg
Volumen de ceme	0.1201 m ³
Bolsas	8.90

4.OBTENCIÓN DEL PESO DE AGUA

$$\text{Peso de Agua} = \text{Peso del Cemento}(\text{Kg}/\text{m}^3) * w/c$$

Peso de agua	139.94 kg
Volumen agua	0.1399 m ³

5. OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Volumen de A.F. (m}^3) = \text{Vol. de grava(kg)} * \frac{a}{A} / (1 - \frac{a}{A})$$

$$\text{Peso del A.F. (kg)} = \text{Vol. A.F(m}^3) * \text{Peso Unitario del A.F.} (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

Peso de A.F.	58.33 kg
Volumen de A.F.	0.0308 m ³

6. ADICIÓN DEL ADITIVO

% Adi= Aditivo/cemento	0.025
Peso del aditivo	9.46 kg
Volumen del aditivo	0.0081 m ³ 8.116 Lt

8. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES SECOS

	Pesos	Volumenes
Cemento	378.20 kg	0.120 m ³
Agregado grueso	1516.02 kg	0.585 m ³
Agregado fino	58.33 kg	0.031 m ³
Agua	139.94 kg	0.140 m ³
Aditivo	9.46 kg	0.008 m ³
Vacíos		0.150 m ³
Volumen teórico		1.033 m ³

9. CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Humedad Superficial A.Grueso	-1.11 %
Humedad Superficial A.Fino	0.75 %
Aporte de humedad del A.grueso	-16.858 Lt
Aporte de humedad del A.Fino	0.439 Lt
Aporte de humedad del A.global	-16.420 Lt
Agua Efectiva	156.355 Lt

10. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES HUMEDOS

	Pesos	Pe. SSS	Volumenes
Cemento	378.20 kg	3.150 m ³	0.120 m ³
Agregado grueso	1522.51 kg	2.63 g/cm ³	0.578 m ³
Agregado fino	59.32 kg	2.61 g/cm ³	0.023 m ³
Agua	156.35 kg	1.00 g/cm ³	0.156 m ³
Aditivo	9.46 kg	1.17 g/cm ³	0.008 m ³
Vacíos	----	0.150 m ³	0.150 m ³
Volumen diseño			1.035 m ³
Volumen teórico			1.000 m ³
Exceso de vacíos			-0.035 m ³

11. CORRECCIÓN DE MATERIALES

% Pas+% adi	% global
0.00 %	100.00 %
0.000 m ³	-0.035 m ³

12. CORRECCIÓN DE GRUESO

Volumen de A.grues	-0.0410
Peso de A.grueso	-107.93 kg

13. CORRECCIÓN DE FINO

Volumen de A.F	0.0055
Peso de A.F	14.39 kg

14. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES CORREGIDOS HUMEDOS

	Pesos	Pe. SSS	Volumenes
Cemento	378.20 kg	3.150 m ³	0.120 m ³
Agregado grueso	1414.59 kg	2.633 m ³	0.537 m ³
Agregado fino	73.71 kg	2.607 m ³	0.028 m ³
Agua	156.35 kg	1.000 m ³	0.156 m ³
Aditivo	9.46 kg	1.165 m ³	0.008 m ³
Vacíos	----	0.150 m ³	0.150 m ³

Volumen teórico	1.000 m ³
Volumen diseño	1.000 m ³
Exceso de vacíos	0.000 m ³

15. PROPORCIONES CON AGREGADOS HÚMEDOS

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bols)	Fibras (g/m ³)
PESO	1.000	0.195	3.740	17.570	912.017	300.00
VOLUMEN	1.000	0.178	3.931	17.570	912.017	300.00

16. PROPORCIONES CON AGREGADOS HÚMEDOS

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bols)	Fibras (g/m ³)
42.50 kg/bolsa	8.28 kg/bolsa	159.0 kg/bolsa	17.57 Lt/bolsa	912.02 mL/bolsa	300.00

17. DENSIDAD Y CONTENIDOS DE VACÍOS REAL

Masa total de los agregados	2032.31 kg
Volumen absoluto	0.850 m ³
Densidad teórica	2390.950322
Densidad Real	2261.850
% Vacíos Real	5.40 %

18. RENDIMIENTO Y FACTOR CEMENTO

Rendimiento de la tanda	0.101 m ³
Factor cemento	9.910541083

Datos preliminares

DATOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N		3/8"
MF	3.03	
PESO UNITARIO SUELTO	1619 kg/m ³	1421.8 kg/m ³
COMPACTADO	1896 kg/m ³	1579.2 kg/m ³
PESO ESPECÍFICO	2.58 g/cm ³	2.59 g/cm ³
HUMEDAD	1.69 %	0.43 %
ABSORCIÓN	0.94 %	1.54 %
%H-%A	0.75 %	-1.11 %

VARIABLES	
a/A	0.00
Pe. Cemento	3.15 g/cm ³
a/c	0.35
% Finos	0%
Aditivo	4%
Pe. Aditivo	1165.0 kg/m ³

a/A=A.fino/A. Global

a/c=agua/cemento

Adi=2.5% x Peso del cemento (acelerante)

1. OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

% Arena	b/bo			
	5-Golpes		C31	
	Nro. 8	Nro. 67	Nro. 8	Nro. 67
0	0.92	0.92	0.99	0.99
10	0.84	0.85	0.93	0.93
20	0.78	0.78	0.85	0.86

Fuente: (Meininger, 1988)

$$\text{Peso de grava(Kg)} = \text{Peso unitario de la grava} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * \frac{b}{bo} * 1\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de grava} = \frac{\text{Peso de grava (Kg)}}{\text{Peso Especifico de la grava} * 1000 \text{ Kg/m}^3}$$

b/bo=	0.99
Peso de A.grueso	1563.40 kg
Volumen de A.grueso	0.6029 m ³

2. OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA

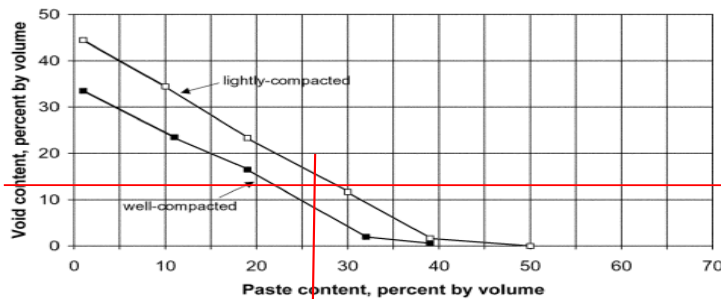


Fig. A6.3-Relación entre la pasta y el contenido de vacíos para No. 8 designaciones de tamaño de agregado.

% De vacíos teórico	13%
% De pasta	27%

3. OBTENCIÓN DEL PESO DE CEMENTO

$$\text{Vol de Pasta(m}^3\text{)} = \text{Vol del cemento} + \text{Vol del agua}$$

$$\text{Vol de Pasta(m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del Cemento}}{\text{Peso Especifico del Cemento} * 1000\text{kg/m}^3} + \frac{\text{Peso del Agua}}{1000\text{kg/m}^3}$$

$$\text{Peso del Cemento(Kg)} = \frac{\text{Volumen de Pasta(m}^3\text{)}}{1/\text{Peso Especifico del Cemento} + \frac{w}{c}} * 1000\text{kg/m}^3$$

Peso de cement	404.52 kg
Volumen de ceme	0.1284 m ³
Bolsas	9.52

4. OBTENCIÓN DEL PESO DE AGUA

$$\text{Peso de Agua} = \text{Peso del Cemento(Kg/m}^3\text{)} * w/c$$

Peso de agua	141.58 kg
Volumen agua	0.1416 m ³

5. OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Volumen de A.F. (m}^3\text{)} = \text{Vol. de grava(kg)} * \frac{a}{A} / (1 - \frac{a}{A})$$

$$\text{Peso del A.F. (kg)} = \text{Vol. A.F(m}^3\text{)} * \text{Peso Unitario del A.F.} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

Peso de A.F.	0.00 kg
Volumen de A.F	0.0000 m ³

6. ADICIÓN DEL ADITIVO

% Adi= Aditivo/cemento	0.035
Peso del aditivo	14.16 kg
Volumen del aditivo	0.0122 m ³ 12.153 Lt

8. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES SECOS

	Pesos	Volumenes
Cemento	404.52 kg	0.128 m ³
Agregado grueso	1563.40 kg	0.603 m ³
Agregado fino	0.00 kg	0.000 m ³
Agua	141.58 kg	0.142 m ³
Aditivo	14.16 kg	0.012 m ³
Vacíos		0.150 m ³
Volumen teórico		1.035 m ³

9. CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Humedad Superficial A.Grueso	-1.11 %
Humedad Superficial A.Fino	0.75 %
Aporte de humedad del A.grueso	-17.385 Lt
Aporte de humedad del A.Fino	0.000 Lt
Aporte de humedad del A.global	-17.385 Lt
Agua Efectiva	158.966 Lt

10. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES HUMEDOS

	Pesos	Pe. SSS	Volumenes
Cemento	404.52 kg	3.150 m ³	0.128 m ³
Agregado grueso	1570.09 kg	2.63 g/cm ³	0.596 m ³
Agregado fino	0.00 kg	2.61 g/cm ³	0.000 m ³
Agua	158.97 kg	1.00 g/cm ³	0.159 m ³
Aditivo	14.16 kg	1.17 g/cm ³	0.012 m ³
Vacíos	----	0.130 m ³	0.130 m ³
Volumen diseño			1.026 m ³
Volumen teórico			1.000 m ³
Exceso de vacíos			-0.026 m ³

11. CORRECCIÓN DE MATERIALES

% Pas+% adi	% global
0.00 %	100.00 %
0.000 m ³	-0.026 m ³

12. CORRECCIÓN DE GRUESO

Volumen de A.grueso	-0.0258
Peso de A.grueso	-67.89 kg

13. CORRECCIÓN DE FINO

Volumen de A.F	0.0000
Peso de A.F	0.00 kg

14. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES CORREGIDOS HUMEDOS

	Pesos	Pe. SSS	Volumenes
Cemento	404.52 kg	3.150 m ³	0.128 m ³
Agregado grueso	1502.20 kg	2.633 m ³	0.570 m ³
Agregado fino	0.00 kg	2.607 m ³	0.000 m ³
Agua	158.97 kg	1.000 m ³	0.159 m ³
Aditivo	14.16 kg	1.165 m ³	0.012 m ³
Vacíos	----	0.130 m ³	0.130 m ³

Volumen teórico	1.000 m ³
Volumen diseño	1.000 m ³
Exceso de vacíos	0.000 m ³

15. PROPORCIONES CON AGREGADOS HÚMEDOS

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bolsa)
PESO	1.000	0.000	3.714	16.702	1276.824
VOLUMEN	1.000	0.000	3.903	16.702	1276.824

16. PROPORCIONES CON AGREGADOS HÚMEDOS

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bolsa)
42.50 kg/bolsa	0.00 kg/bolsa	157.8 kg/bolsa	16.70 Lt/bolsa	1276.82 mL/bolsa

17. DENSIDAD Y CONTENIDOS DE VACÍOS REAL

Masa total de los agregados	2079.84 kg
Volumen absoluto	0.870 m ³
Densidad teórica	2390.621676
Densidad Real	2128.456588
% Vacíos Real	10.97 %

18. RENDIMIENTO Y FACTOR CEMENTO

Rendimiento de la tanda	0.103 m ³
Factor cemento	9.749963539

Datos preliminares

DATOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N		3/8"
MF	3.03	
PESO UNITARIO SUELTO	1619 kg/m ³	1421.8 kg/m ³
COMPACTADO	1896 kg/m ³	1579.2 kg/m ³
PESO ESPECÍFICO	2.58 g/cm ³	2.59 g/cm ³
HUMEDAD	1.69 %	0.43 %
ABSORCIÓN	0.94 %	1.54 %
% H-% A	0.75 %	-1.11 %

VARIABLES	
a/A	0.00
Pe. Cemento	3.15 g/cm ³
a/c	0.36
% Finos	0%
Aditivo	3.5%
Pe. Aditivo	1165.0 kg/m ³

a/A=A.fino/A. Global

a/c=agua/cemento

Adi=3.5% x Peso del cemento (acelerante)

1. OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

% Arena	b/bo			
	5-Golpes		C31	
	Nro. 8	Nro. 67	Nro. 8	Nro. 67
0	0.92	0.92	0.99	0.99
10	0.84	0.85	0.93	0.93
20	0.78	0.78	0.85	0.86

Fuente: (Meininger, 1988)

$$\text{Peso de grava (Kg)} = \text{Peso unitario de la grava} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * \frac{b}{bo} * 1\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de grava} = \frac{\text{Peso de grava (Kg)}}{\text{Peso Especifico de la grava} * 1000 \text{ Kg/m}^3}$$

b/bo=	0.99
Peso de A.grueso	1563.40 kg
Volumen de A.grueso	0.6029 m ³

2. OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA

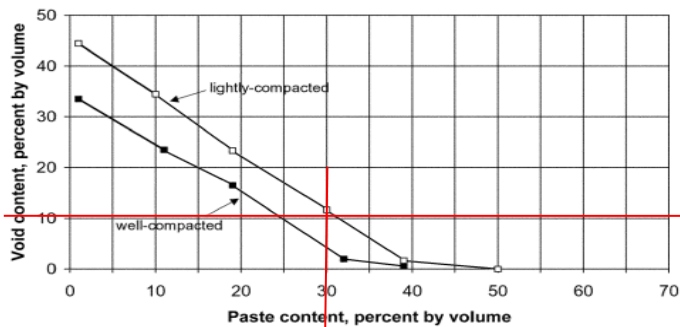


Fig. A6.3-Relación entre la pasta y el contenido de vacíos para No. 8 designaciones de tamaño de agregado.

% De vacíos teórico	11%
% De pasta	30%

3. OBTENCIÓN DEL PESO DE CEMENTO

$$\text{Vol de Pasta (m}^3\text{)} = \text{Vol del cemento} + \text{Vol del agua}$$

$$\text{Vol de Pasta (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del Cemento}}{\text{Peso Especifico del Cemento} * 1000\text{kg/m}^3} + \frac{\text{Peso del Agua}}{1000\text{kg/m}^3}$$

$$\text{Peso del Cemento (Kg)} = \frac{\text{Volumen de Pasta (m}^3\text{)}}{1/\text{Peso Especifico del Cemento} + \frac{w}{c}} * 1000\text{kg/m}^3$$

Peso de cemento	442.83 kg
Volumen de cemento	0.1406 m ³
Bolsas	10.42

4. OBTENCIÓN DEL PESO DE AGUA

$$\text{Peso de Agua} = \text{Peso del Cemento (Kg/m}^3\text{)} * w/c$$

Peso de agua	159.42 kg
Volumen agua	0.1594 m ³

5. OBTENCIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Volumen de A.F. (m}^3\text{)} = \text{Vol. de grava(kg)} * \frac{a}{A} / (1 - \frac{a}{A})$$

$$\text{Peso del A.F. (kg)} = \text{Vol. A.F(m}^3\text{)} * \text{Peso Unitario del A.F. } (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

Peso de A.F.	0.00 kg
Volumen de A.F.	0.0000 m ³

6. ADICIÓN DEL ADITIVO

% Adi= Aditivo/cemento	0.035
Peso del aditivo	15.50 kg
Volumen del aditivo	0.0133 m ³ 13.304 Lt

8. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES SECOS

	Pesos	Volumenes
Cemento	442.83 kg	0.141 m ³
Agregado grueso	1563.40 kg	0.603 m ³
Agregado fino	0.00 kg	0.000 m ³
Agua	159.42 kg	0.159 m ³
Aditivo	15.50 kg	0.013 m ³
Vacíos		0.150 m ³
Volumen teórico		1.066 m ³

9. CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Humedad Superficial A.Grueso	-1.11 %
Humedad Superficial A.Fino	0.75 %
Aporte de humedad del A.grueso	-17.385 Lt
Aporte de humedad del A.Fino	0.000 Lt
Aporte de humedad del A.global	-17.385 Lt
Agua Efectiva	176.804 Lt

10. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES HUMEDOS

	Pesos	Pe. SSS	Volumenes
Cemento	442.83 kg	3.150 m ³	0.141 m ³
Agregado grueso	1570.09 kg	2.63 g/cm ³	0.596 m ³
Agregado fino	0.00 kg	2.61 g/cm ³	0.000 m ³
Agua	176.80 kg	1.00 g/cm ³	0.177 m ³
Aditivo	15.50 kg	1.17 g/cm ³	0.013 m ³
Vacíos	----	0.110 m ³	0.110 m ³
Volumen diseño			1.037 m ³
Volumen teórico			1.000 m ³
Exceso de vacíos			-0.037 m ³

11. CORRECCIÓN DE MATERIALES

% Pas+% adi	% global
0.00 %	100.00 %
0.000 m ³	-0.037 m ³

12. CORRECCIÓN DE GRUESO

Volumen de A.grueso	-0.0369
Peso de A.grueso	-97.26 kg

13. CORRECCIÓN DE FINO

Volumen de A.F	0.0000
Peso de A.F	0.00 kg

14. RESUMEN DE PESOS Y VOLUMENES CORREGIDOS HUMEDOS

	Pesos	Pe. SSS	Volumenes
Cemento	442.83 kg	3.150 m ³	0.141 m ³
Agregado grueso	1472.83 kg	2.633 m ³	0.559 m ³
Agregado fino	0.00 kg	2.607 m ³	0.000 m ³
Agua	176.80 kg	1.000 m ³	0.177 m ³
Aditivo	15.50 kg	1.165 m ³	0.013 m ³
Vacíos	----	0.110 m ³	0.110 m ³

Volumen teórico	1.000 m ³
Volumen diseño	1.000 m ³
Exceso de vacíos	0.000 m ³

15. PROPORCIONES CON AGREGADOS HÚMEDOS

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bolsa)
PESO	1.000	0.000	3.326	16.968	1276.824
VOLUMEN	1.000	0.000	3.496	16.968	1276.824

16. PROPORCIONES CON AGREGADOS HÚMEDOS

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt/bolsa)	ADITIVO (mL/bolsa)
42.50 kg/bolsa	0.00 kg/bolsa	141.4 kg/bolsa	16.97 Lt/bolsa	1276.82 mL/bolsa

17. DENSIDAD Y CONTENIDOS DE VACÍOS REAL

Masa total de los agregados	2107.97 kg
Volumen absoluto	0.890 m ³
Densidad teórica	2368.502536
Densidad Real	2123.22
% Vacíos Real	10.36 %

18. RENDIMIENTO Y FACTOR CEMENTO

Rendimiento de la tanda	0.095 m ³
Factor cemento	10.50587164

ANEXO 18 Testigos de concreto permeable, curado y ensayos en estado fresco del grupo A



ANEXO 19 Realizando los ensayos a compresión y flexión del grupo A



ANEXO 20 Elaboración del permeámetro de carga variable y ensayos de permeabilidad



ANEXO 21 Realizando los ensayos al desgaste por impacto y abrasión del grupo A



ANEXO 22 Realizando los ensayos a compresión y flexión del grupo B



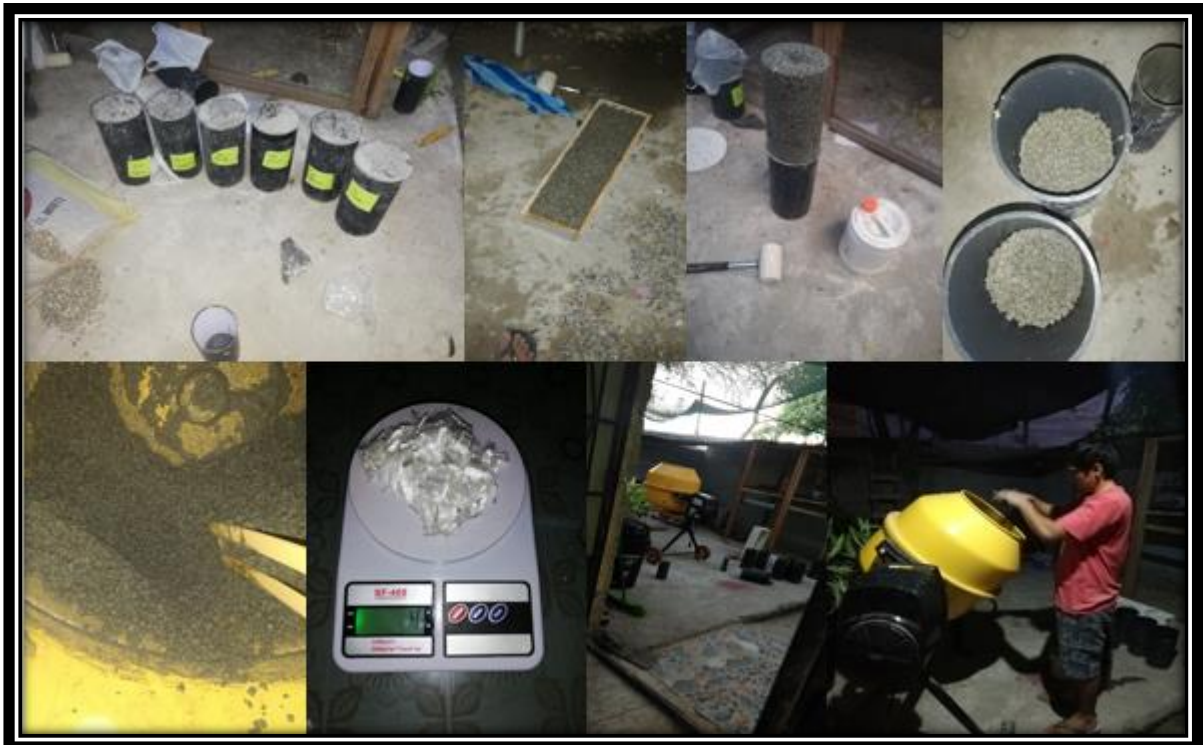
ANEXO 23 Realizando los ensayos al desgaste por impacto y abrasión del grupo B



ANEXO 24 Elaboración de los testigos de concreto permeable del Grupo C



ANEXO 25 Elaboración y desencofrado de los testigos de concreto permeable del Grupo C



ANEXO 26 Realización de ensayos a compresión, flexión y permeabilidad del grupo C



ANEXO 27 Realización de ensayos a flexión en el laboratorio Geocon Vial Ingenieros Consultores



ANEXO 28 Certificado de resistencia a compresión de los diseños MPC-1, MPC-2, MPC-3

SOLICITA : SANTOS HERNAN OBLITAS VILLANUEVA
 PROYECTO : DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON AGREGADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICION DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS POLIPROPILENO EN VIA COLECTORA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO 2019
 FECHA : 15 DE SETIEMBRE DEL 2020

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

CODIGO	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Relacion altura / diametro	Carga Maxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	F C Especificada	% F C
MPC-1	con 13.3% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	34757	192	280	69
MPC-1	con 13.3% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	34394	190	280	68
MPC-1	con 13.3% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	37236	205	280	73
MPC-2	con 13.1% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	36874	203	280	73
MPC-2	con 13.1% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	33974	187	280	67
MPC-2	con 13.1% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	35644	196	280	70
MPC-3	con 12.4% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras y 3% de aditivo	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	42084	232	280	83
MPC-3	con 12.4% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras y 3% de aditivo	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	40278	222	280	79
MPC-3	con 12.4% de vacíos, 27% de pasta, 3% de finos, relación a/c 0.36, con fibras y 3% de aditivo	18/08/20	15/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	41300	228	280	81

Observaciones : MUESTRAS PROVISTA POR EL SOLICITANTE

GEOTECNIA DEL PERU S.A.C.

Carlos Sánchez Díaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 164865



GEOTECNIA DEL PERU S.A.C.

Tec. Wáder Regalado Cueva
 LABORATORISTA
 SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Oficina: Jr. Madre de Dios N° 400 / Lab.: Jr. Madre de Dios N° 340
 E-mail: geotecniadelperusac@hotmail.com
 Teléfono: #971138046



ANEXO 29 Certificado de resistencia a compresión de los diseños MPC-4

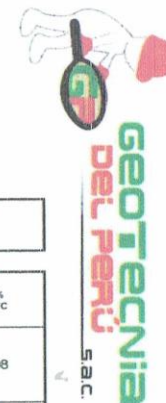
SOLICITA : SANTOS HERNAN OBLITAS VILLANUEVA
 PROYECTO : DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON AGREGADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICION DEL ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS POLIPROPILENO EN VIA COLECTORA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO 2019
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2020

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39

CODIGO	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Relacion altura / diametro	Carga Maxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	F C Especificada	% F C
MPC-4	con 10.4% de vacios, 30% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.36 y 3.5% de aditivo	25/08/20	22/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	49770	274	280	98
MPC-4	con 10.4% de vacios, 30% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.36 y 3.5% de aditivo	25/08/20	22/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	53580	295	280	105
MPC-4	con 10.4% de vacios, 30% de pasta, 0% de finos, relación a/c 0.36 y 3.5% de aditivo	25/08/20	22/09/20	28	30.0	15.2	181.46	1.97	51030	281	280	100

Observaciones : MUESTRAS PROVISTA POR EL SOLICITANTE


Oficina: Jr. Madre de Dios N° 400 / Lab.: Jr. Madre de Dios N° 340
 E-mail: geotecniadelperusac@hotmail.com
 Teléfono: #971138046



GEOTECNIA DEL PERU S.A.C.
Carlos Sánchez Díaz
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 164865

GEOTECNIA DEL PERU S.A.C.
Wilder Regalado Cueva
 Ttc. Wilder Regalado Cueva
 LABORATORISTA
 SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

ANEXO 30 Certificado de ensayos a resistencia a flexión del diseño MPC-4

		GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.				OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD								
		FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR : LABORATORIO		CODIGO: 14-20-TC-RC-001						
		QCF-TC-01				REVISION		001						
		DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL								
TESIS :	DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTO RIGIDOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA Y ADICIÓN DE ADITIVO CHEMA 3 Y FIBRAS DE POLIPROPILENO EN VÍAS COLECTORAS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, 2019				GERENTE GENERAL:	ING. RAFAEL QUIROZ CHIHUAN								
UBICACIÓN :	DISTRITO CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGION LAMBAYEQUE				JEFE DE LABORATORIO:	ING. PAUL SANDOVAL BOÑÓN								
SOLICITANTE :	OBLITAS VILLANUEVA SANTOS HERNAN				JEFE TECNICO DE LAB :	ING. DANIEL AYALA NAVARRO								
					TECNICO DE LAB :	MARCOS CHUQUIHUANGA P.								
STANDARD TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE BENDING STRENGTH OF CONCRETE METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO ASTM C-78/78M - 10 (N.T.P. 339.078 - 2012)														
PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura KN	Carga Rotura Kg.	MR kg/cm ² (minimo)	Luz libre (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	MR kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Resistencia Promedio MPa	Porcentaje Tc
1	17/09/20	15/10/20	28	Con 10.4% de vacíos, 0% de finos, relación w/c 0.36, 30% de cemento y el uso de 3.5% de aditivo	27.37	2791	34	45.0	15.10	15.30	35.53	35	3.4	105
2	17/09/20	15/10/20	28	Con 10.4% de vacíos, 0% de finos, relación w/c 0.36, 30% de cemento y el uso de 3.5% de aditivo	26.72	2725	34	45.0	15.10	15.30	34.69			102
3	17/09/20	15/10/20	28	Con 10.4% de vacíos, 0% de finos, relación w/c 0.36, 30% de cemento y el uso de 3.5% de aditivo	25.74	2625	34	45.0	15.10	15.30	33.42			98
4	17/09/20	15/10/20	28	Con 10.4% de vacíos, 0% de finos, relación w/c 0.36, 30% de cemento y el uso de 3.5% de aditivo	28.23	2879	34	45.0	15.10	15.30	36.65			108
EQUIPOS REFERENCIA		1												
		PRENSA DE CONCRETO												
INDICADOR		DIGITAL												
VELOCIDAD														
TIPO		ELECTRICO												
MATERIAL		ACERO												
MODELO		STYE-300												
MARCA		A Y A INSTRUMENT												
DEFECTOS:		NO PRESENTO DEFECTOS EL ESPECIMEN												
OBSERVACIONES :		EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A FLEXIONCOMPRESION, A LOS 28 DIAS ES 100 % MR, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO a. LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE b. EL CERTIFICADO CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA EMITIDA. c. LAS COPIAS DE ESTE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO. d. EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LAS INTERPRETACIONES DE LOS DATOS DEL CERTIFICADO DEL ENSAYO												
Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP) Derechos Reservados RG - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.														


 INGENIERO EN CONTROL DE CALIDAD
 PAUL SANDOVAL BOÑÓN
 R.L.G. CIP N° 123152

ANEXO 31 Regla vibratoria a usar para la compactación del concreto permeable

La regla vibratoria Allen® Razorback® Truss Screeed es la marca preferida del contratista cuando se especifican números FL de alta tolerancia en pisos y pavimentos de hormigón. Durante más de 40 años, las reglas vibratoras Allen Truss Screeed han establecido el estándar de la industria en cuanto a nivelación de precisión, rigidez y durabilidad. El diseño equilibrado de la altura de la regla con el ancho de la base total proporciona la fuerza del triángulo equilátero para obtener un control de pendiente preciso y la integridad de la estructura.



- Regla vibratoria motorizada
- Motor Honda GX270 9HP (Anchos menores a 15,24 mts.)
- Motor Honda GX340 11HP Anchos mayores a 15,24 mts.)
- Motor con válvulas a la cabeza y alerta de aceite
- Ancho máximo de trabajo 19.80 mts
- Asentamiento recomendado 3" 76 mm
- Profundidad máxima de consolidación 25.4 cm
- Sistema de Vibración: Eje Excéntrico
- Malacates Manuales o Hidráulicos de Tracción
- Avance de 0 a 3.60 metros por minuto
- Hojas de perfil de Acero Galvanizado Calibre 12
- Módulo de 2.0' (0.60 mts)
- Módulo de 2.5' (0.76 mts)
- Módulo de 0 5.0' (1.50 mts)
- Módulo de 7.5' (2.30 mts)
- Módulo de 10' (3,00 mts)
- Fabricada en USA

A pedido se proveen accesorios que permiten la comba para circunstancias que lo requieran (Union Joints: KIT UJ y corona invertida)

ANEXO 32 Imagen del Rodillo a usar para la compactación del concreto permeable



Rodillo Extendedor Sencillo (RTF)

Estos son disponibles ya sea con motor a gasolina, o sistema hidráulico. Este Rodillo extiende el concreto fácilmente y de forma uniforme, estableciendo una superficie plana. Portátil y poderoso, el RTF es perfecto para

extender concreto en pavimentos o especialmente en concretos permeables.

ANEXO 33 Ficha técnica de la lámina de polietileno para curado



**FICHA TECNICA LAMINA POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES
LPBD/400-500**



Lámina o film de polietileno de baja densidad (LDPE), fabricado en distintos grosores (galga) y largos de medida.

La base del material utilizado es un film de polietileno de baja densidad en galga desde 400 a 1000

La galga es una unidad de longitud, para medir grosores y espesores de un producto.

Ejemplo: GALGA 400 (0,10 mm de grosor)

GALGA 500 (0,125 mm de grosor)

GALGA 600 (0,15 mm de grosor)

APLICACIONES

La lámina LPBS se utiliza en muy diversos campos de aplicación, tales como:

- Barrera de vapor o film anti-humedad bajo pavimentos o losas de hormigón y soleras.
- Lámina de separación para soleras no adheridas de hormigón.
- Protector de la propia losa a su posible desecación de la parte inferior.

PROPIEDADES

- Excelentes propiedades mecánicas
- Alta impermeabilidad al agua
- Reducen el rozamiento de la solera con la capa base
- Amplio aislamiento frente a grasas y aceites

DATOS TECNICOS

CARACTERISTICAS	METODOS ENSAYO	UNIDADES	GALGA 400	GALGA 500	GALGA 600
Color			Negro	Negro	Negro
Gramaje		g/m ²	100	125	150
Espesor	UNE 53328	mm	0,1	0,125	0,15
Densidad		gr/m ³	0,924	0,924	0,924
Resistencia a la tracción (rotura)	L: Long	M/Pa	18	18	19
	T: Transv		16	16	17
Alargamiento Rotura	ISO 527-3	%	450	468	470
			514	518	518
Resistencia (Desgarro)	ISO 6383-2	c/N	250	270	310
			590	650	720
Resistencia (Impacto) F:50	ISO 6383-2	g	289	360	432
Transmisión global luz visible		%	97		



Dirección: Av Luxemburgo Parcela G-10
 Nave 6, POLIGONO INDUSTRIAL
 CABEZO BEAZA, 30353 Cartagena,
 Murcia (SPAIN)
 Telf. +34 968 501406
 Fax. +34 968 501438
 info@e-palsa.com
 www.e-palsa.com



**ESPECIFICACIONES TECNICAS
GEOTEXTIL NO TEJIDO
ANDEX-300**

El geotextil no tejido ANDEX-300, se encuentra elaborado por fibras de polipropileno, mediante el punzonado por agujas. Las fibras punzonadas forman una red estable que mantiene la estabilidad dimensional en relación con las demás fibras.

El geotextil no tejido ANDEX-300, es altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos.

El Geotextil no tejido ANDEX-300, posee los valores de las propiedades aquí presentadas¹ que se derivan de los ensayos para el control de calidad de la planta:

PROPIEDAD INDICE	MÉTODO DE ENSAYO	VALOR TÍPICO ²
<u>Mecánicas</u>		
Método Grab		
Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	990 N (223 lb)
Elongación	ASTM D 4632	> 50%
Método Tira Ancha		
Sentido Longitudinal	ASTM D 4595	16 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	> 50%
Sentido Transversal	ASTM D 4595	15 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	> 50%
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	570 N (128 lb)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	370 N (83 lb)
Resistencia al Punzonamiento CBR	ASTM D 6241	2.3 kN
Método Mullen Burst		
Resistencia al Estadillo	ASTM D 3786	2680 kpa (388 psi)
<u>Hidráulicas</u>		
Permisividad	ASTM D 4491	1.7 s-1
Permeabilidad	ASTM D 4491	0.32 cm/s
Flujo de Agua	ASTM D 4491	4305 L/min/m2
Tamaño de abertura aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.15 mm (Tamiz #100)
<u>Físicas</u>		
Resistencia a los rayos ultravioleta (% retenido a 500 horas)	ASTM D 4355	> 70%

Dimensiones del rollo: Ancho = 4m / Largo = 130m / Area = 520 m² (calculado)

1. Los valores de las propiedades listadas son vigentes a partir de abril 2013 y están sujetas a cambio sin previo aviso por el fabricante.
2. Los valores publicados corresponden al sentido más desfavorable del Geotextil. Los valores típicos corresponden al promedio de todos los datos históricos.
3. La información descrita se refiere exclusivamente al material específico designado y puede no ser válida para el uso de combinaciones con otros materiales.
4. No se acepta responsabilidad por cualquier pérdida o daño que pueda ocurrir por el uso de esta información, ni tampoco ofrece ninguna garantía si se realiza un uso inadecuado del producto.

Usos: Estabilización, Filtración, control de erosión, Separación, etc.



Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMA 3

Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.

VERSION: 01
FECHA: 29/08/2017

DESCRIPCIÓN CHEMA 3 es un aditivo acelerante de fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales con temperatura ambiente como bajo cero grados centígrados. Acelera el desarrollo de las resistencias iniciales, haciéndose más notorio en temperaturas bajas. Además, actúa como un anticongelante e inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Es adecuado para cementos Portland Tipo I y Tipo V, puzolánicos. Libre de cloruros. Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo C.

VENTAJAS

- Acelera las resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite una rápida puesta en servicio en pisos o losas de concreto.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos sufran daños debido a los ciclos hielo-deshielo.
- Actúa como inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo, ideal para concreto armado.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera.
- Es compatible con los aditivos plastificantes de la marca CHEMA.

USOS

- Para vaciados en cualquier clima, donde se requiere una rápida puesta en servicio.
- Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado.
- En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará el concreto en la mitad del tiempo.
- Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio.
- Para vaciados en terrenos sulfurosos.
- Para elementos de concreto pre fabricados.
- Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales.
- Para morteros de inyección.
- Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales.

DATOS TÉCNICOS

- Aspecto : Líquido.
- Color : Amarillo.
- Densidad : 1.15 – 1.18 kg/L.
- pH : 8.0 – 11.0
- VOC : 0 g/L.

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

Se recomienda realizar pruebas a pequeña escala para determinar la dosis exacta para el uso en particular. La dosis varía por influencia de los componentes del cemento, el diseño y las condiciones ambientales de la zona.

Mezclar el CHEMA 3 en el agua de amasado al momento en que prepare la mezcla. Por ningún motivo añada sobre la mezcla seca

Se recomienda realizar ensayos previos si se realizan combinaciones de varios de



Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMA 3

Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.

VERSION: 03
FECHA: 29/08/2017

nuestros productos.

Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el 7^{mo} día. Mejor si se usa curador de membrana CHEMA, el cual se aplica en cuanto haya desaparecido la exudación

RENDIMIENTO Utilizar según su necesidad, una de las siguientes dosificaciones de acuerdo al clima y tiempos requeridos:

- REDUCIDA: 500 ml (1/2 Litro) x bolsa de cemento.
- NORMAL: 750 ml (3/4 Litro) x bolsa de cemento.
- SUPERIOR: 1,000 ml (1 litro) x bolsa de cemento.

Dosis de 1.20 % a 4% del peso del cemento.

PRESENTACIÓN

- Envases de 1 gal.
- Envases de 5 gal.
- Envases de 55 gal.

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO 24 meses almacenados en su envase original, sellado, bajo techo.

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012935).

Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.

No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.



Chema
Calidad que Construye

Hoja de Seguridad (MSDS)

CHEMA 3

Versión: 01
Fecha: 29/08/2017

SECCION I IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

Nombre del producto : CHEMA 3
 Fabricante/distribuidor : IMPORTADORA TECNICA INDUSTRIAL Y COMERCIAL S.A.
 Dirección : Av. Industrial 765
 Ciudad-País : Lima-Perú
 Código postal : Lima 1
 Teléfono : (511) 336-8407
 Fax : (511)336-8408
 Teléfono de emergencias : CETOX: 2732318 / 999012933
 Fecha de elaboración : 29/08/2017

SECCION II COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES
 Composición general: Solución acuosa de sales alcalinas.

Componentes Peligrosos	Núm. CAS N° EINECS/ELINCS	Símb. Peligro	Riegos (Frases R)	Frases S
Metanoato de sodio	141-53-7	Xi	R36/37/38	S36/37/39
Dioxonitrato (III) de Sodio	7632-00-0	Xi	R8, 25, 50	S45, 61
-2,2,2-Nitrotrietanol	102-71-6	---	R36	S26

SECCION III IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Símbolo de Identificación de los peligros
 Xi Irritante



Los peligros también se pueden asociar a los efectos potenciales a la salud:

Contacto con los ojos : Puede causar irritación.
 Piel : Puede causar irritación
 Inhalación : La inhalación de los vapores puede causar irritación.
 Ingestión : Es tóxico por ingestión.

SECCION IV PRIMEROS AUXILIOS

Indicaciones generales : Retirar Inmediatamente la ropa con salpicaduras del producto. Proveer al médico la hoja de seguridad.
 Inhalación : Trasladar a la persona a un lugar fresco y bien ventilado. Si los síntomas persisten obtener atención médica.
 Contacto con la piel : Lavar con abundante agua y jabón, despojarse de la ropa contaminada.
 Contacto con los ojos : Lavar con abundante agua por 15 minutos manteniendo los párpados abiertos. En caso de irritación, pedir atención médica.
 Ingestión : No inducir al vómito. Obtener atención médica de inmediato.

CETOX
CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C.
273-2318 / 999012933

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 1 de 4



Calidad que Construye

SECCION V MEDIDAS CONTRA LOS INCENDIOS

Medios de Extinción : Espuma, polvo químico seco, agua pulverizada, dióxido de carbono.
Riesgos especiales : PRODUCTO NO INFLAMABLE. El producto no arde por si mismo. Peligro de fuego al contacto con materiales combustibles. En caso de incendio pueden desprenderse gases producto de la combustión.
Equipo de protección : Usar equipo completo de protección respiratoria.

SECCION VI MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones individuales : Utilizar ropa y equipo de protección personal
Protección del medioambiente : Prevenir la contaminación del suelo, aguas y desagües.
Métodos de limpieza : Cortar la fuente del derrame, confinar el derrame o absorber con tierra, arena u otro material inerte. Recoger el material en recipientes o en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normas vigentes. Limpiar los restos con abundante agua.

SECCION VII MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación: Usar equipo de protección personal. Después de manipular el producto lavarse con agua y jabón.
Almacenamiento: Almacenar en lugar bien ventilado, proteger del calor y de las heladas. Mantener los recipientes secos y bien cerrados. Alejar de alimentos y bebidas. La temperatura de almacenamiento deberá ser de 5 a 35°C.

SECCION VIII CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Medidas técnicas de protección: No comer o beber durante la manipulación del producto
Despojarse de la ropa contaminada inmediatamente.
Protección respiratoria : en caso de formarse vapores, usar máscara de respiración.
Protección de manos : Usar guantes de jebe.
Protección de los ojos : Gafas de seguridad.
Protección corporal : Usar ropa de trabajo adecuada.

SECCION IX PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto : Líquido
Color : Amarillo
Olor : ; Inodoro
Densidad a 20 °C : 1.15 – 1.18kg/gal
pH : 8.0 – 11.0
Solubilidad en agua : Soluble.
VOC : 0 g/L

SECCION X ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad : Estable a temperatura ambiente y en condiciones normales de manipulación y almacenamiento.



Calidad que Construye

Hoja de Seguridad (MSDS)

CHEMA 3

Versión: 01
Fecha: 29/08/2017

Productos de descomposición peligrosa: Óxidos de nitrógeno.
Materiales que deben evitarse : El producto reacciona con ácidos débiles y sustancias reductoras.
Polimerización : No polimeriza.

SECCION XI INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

La toxicidad del producto está asociada al contacto y a los niveles de exposición.
Puede causar irritación en las vías respiratorias, los ojos y la piel.
No ingerir. Producto tóxico. Si se ingiere, pequeñas cantidades pueden causar alteraciones considerables a la salud.

SECCION XII INFORMACIONES ECOLÓGICAS

El producto es contaminante del agua, no permitir su incorporación al suelo, peligroso para el agua potable, no permitir su paso al alcantarillado.

SECCION XIII CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION DE RESIDUOS

Los restos de productos químicos y materiales peligrosos deberán eliminarse de acuerdo a la legislación vigente.
Los envases contaminados deberán tratarse como el propio producto contenido.
Debe consultarse con los expertos en desechos y/o empresa autorizada de eliminación de residuos y a las autoridades responsables.

SECCION XIV INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR/RID Producto no peligroso para el transporte
IMDG Producto no peligroso para el transporte
IATA-DGR Producto no peligroso para el transporte

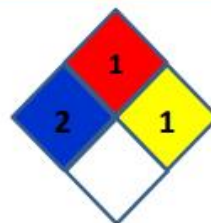
SECCION XV INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Clasificación de los peligros especiales:
R8 : Peligro de fuego en contacto con materias combustibles
R36/37/38 : Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias
R25 : Tóxico por ingestión
R36 : Irrita los ojos
R50 : Muy tóxico para los organismos acuáticos
S26 : En caso de contacto con los ojos, lavar inmediata y abundantemente con agua y acudir a un médico
S45 : En caso de accidente o malestar, acudir inmediatamente al médico (si es posible, mostrando la etiqueta)
S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones de la ficha de datos de seguridad.

SECCION XVI OTRAS INFORMACIONES



Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos (SIMP/NFPA)

- 4 = Riesgo Extremo
- 3 = Riesgo Alto
- 2 = Riesgo Moderado
- 1 = Riesgo Mínimo
- 0 = Riesgo Insignificante



"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

Esta información está basada única y exclusivamente en los datos proporcionados por los proveedores de los materiales usados, y no de la propia mezcla. No se extiende ninguna garantía, ni explícita ni implícita, concerniente a la exactitud de los datos o la adecuación del producto para el fin particular del usuario. El usuario debe aplicar su propio criterio para determinar si el producto es adecuado o no para sus fines.

		Hoja de Seguridad (MSDS) CHEMA FIBRA ULTRAFINA Versión: 01 Fecha: 24/09/2017
		<p style="text-align: center;"><i>Calidad que Construye</i></p>
SECCION I	IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA	
	Nombre del producto	: CHEMA FIBRA ULTRAFINA
	Fabricante/distribuidor	: IMPORTADORA TECNICA INDUSTRIAL Y COMERCIAL S.A.
	Dirección	: Av. Industrial 765
	Ciudad-País	: Lima-Perú
	Código postal	: Lima 1
	Teléfono	: (511) 336-8407
	Fax	: (511)336-8408
	Teléfono de emergencias	: CETOX: 2732318 / 999012933
	Fecha de elaboración	: 24/09/2017
SECCION II	COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES	
	Composición general: La composición de este material es privado. Este material comercializado no es peligroso según los criterios de 29 CFR 1910.1200.	
SECCION III	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
	Efectos sobre la salud:	
	Inhalación	: No aplica.
	Contacto con la piel	: Esencialmente no irrita la piel. Solamente daño mecánico. La persona sensible a reacción alérgica puede tener una irritación suave.
	Contacto con los ojos	: Fibras sólidas o polvo pueden causar irritación transitoria como resultado de una irritación mecánica.
	Ingestión	: N o aplica.
SECCION IV	PRIMEROS AUXILIOS	
	Contacto con los ojos	: En caso de irritación, lavar los ojos inmediatamente con grandes cantidades de agua durante al menos 15 minutos y seguir lavando hasta que la irritación desaparezca. Si el enrojecimiento o la irritación persisten, consulte a un médico.
	Contacto con la piel	: Use una buena higiene personal y lavarse minuciosamente después de manipular. Si el enrojecimiento o la irritación persisten, consulte a un médico.
	Inhalación	: N.A.
	Ingestión	: N.A.
SECCION V	MEDIDAS CONTRA LOS INCENDIOS	
	Temperatura de auto ignición	: > 500 °C
	Fuego	: En condiciones normales no causa fuego ni explosión.
	Riesgo de explosión	: Levemente combustible, emite humos tóxicos en caso de fuego.
	Productos de combustión	
	Peligrosos	: Dióxido de carbono, monóxido de carbono.
	Medios Extintores de	
		ATENCIÓN AL CLIENTE: (511) 336-8407
		Página 1 de 4



Calidad que Construye

Hoja de Seguridad (MSDS)

CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Versión: 01
Fecha: 24/09/2017

Incendios	: Agua, espuma, dióxido de carbono, polvo químico seco.
Procedimientos especiales contra incendios	: Ninguno, permanecer en dirección del viento, mantener alejado al personal no autorizado, mantenerse alejado de las áreas bajas, los bomberos deben usar protección en todo el cuerpo y equipo de oxígeno.

SECCION VI MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Pasos que deben tomarse si el material se derrama:
filamentos tajados de polipropileno cuando es derramado no causa riesgo ambiental o contaminación peligrosa.
Cuando se produce un derrame, recoger todo el material en bolsas de plástico.
Limpiar con la aspiradora la zona afectada, selle la bolsa y enviar a una reutilización o reciclaje de la empresa.

SECCION VII MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación	: Ninguna.
Almacenamiento	: Evitar el almacenamiento cerca de oxidantes fuertes. Evitar fuentes de ignición como producto es combustible y puede inflamarse al contacto con el fuego directo. Tenga cuidado al apilar para evitar condiciones inestables. Almacenar a temperaturas inferiores a 140 ° F en almacenes dotados con un sistema de rociado de agua.

SECCION VIII CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Protección de los ojos	: Se recomienda usar gafas de ojo.
Protección de las manos	: Se recomienda usar guantes de protección.
Protección respiratoria	: No se requiere bajo condiciones normales.
Indicaciones adicionales	: En caso de incendio, los bomberos, los cuerpos de bomberos y otros deben usar ropa de protección completa, incluyendo equipo de respiración autónomo. Cualquier persona sin una protección adecuada debe ser evacuado de la zona para evitar la exposición a los gases. Aparato de respiración autónoma debe ser utilizado para limpiar el área después de la extinción del incendio en confinado o en áreas no ventiladas.
Ventilación	: No se requiere.
Otros	: N.A

SECCION IX PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto	: Sólido laminar ultra fino
Color	: Blanquecino translúcido
Olor	: Incoloro
Densidad	: 0.91 gr/cm ³
Punto de Fusión	: 160°C (320°F)



Calidad que Construye

Hoja de Seguridad (MSDS)

CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Versión: 01

Fecha: 24/09/2017

Punto de auto ignición	: 590°C (1094°F)
Absorción de Agua	: Cero
Solubilidad en agua	: Insoluble
VOC	: 0 gr/L

SECCION X	ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
	Reactividad general	: Estable.
	Incompatibilidad (materiales a evitar)	: N.A.
	Productos peligrosos de la Descomposición	: No se ha probado; espera que sea similar a la combustión ordinaria. El dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de carbono y otras sustancias asfixiantes y. Bajo altas temperaturas de combustión (entre 400 ° y 700oC) se pueden formar otros hidrocarburos y aldehídos.
	Polimerización peligrosa	: ... X. No ocurrirá Ocurrirá.
	Condiciones a evitar	: N.A.

SECCION XI	INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA
	Reportes de efectos humanos: Basado en humanos graduado pruebas de parche en este tipo de productos, el producto se caracteriza como uno carente de propensiones que dañan la piel que se pueden detectar por el método utilizado en el estudio.
	Reportes de efectos en animales: No hay estudios de toxicidad en animales se han llevado a cabo con este producto.
	Información sobre Carcinogenicidad: Ninguno de los componentes en el producto en mayor que 0,1% es listado por ACGIH, IARC, NTP u OSHA como carcinógeno

SECCION XII	INFORMACIONES ECOLÓGICAS
	Ecotoxicidad : No hay estudios ecológicos que se hayan llevado a cabo en este producto.
	N.A. = No aplicable.

SECCION XIII	CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION DE RESIDUOS
	Métodos de eliminación de residuos: Elimine de acuerdo con las leyes federales, estatales y locales. Tenga en cuenta que los requisitos estatales y locales pueden diferir ampliamente dependiendo de la ubicación y pueden en muchos casos ser diferente de las normas federales. Cuando se toma una decisión de desechar este material tal como se suministra, no cumple con la RCRA (Ley de Conservación y Recuperación de Recursos) la definición característica de inflamabilidad, corrosividad, o reactividad y no está listado en el 40 CFR 261.33. La característica de toxicidad (TC), sin embargo, no ha sido evaluada por el Procedimiento de Lixiviación Característico de Toxicidad (TCLP).



Calidad que Construye

Hoja de Seguridad (MSDS)

CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Versión: 01

Fecha: 24/09/2017

SECCION XIV INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Producto no peligroso, no existen condiciones particulares para el transporte.

SECCION XV INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Abreviaturas:

ACGIH = Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales

OSHA= Administración de Seguridad y Salud laboral

TLV = Valor límite umbral

PEL= Límite de exposición permisible

TWA= Promedio ponderado de tiempo

STEL= Límite de Exposición a Corto Plazo

EPA= Agencia de Protección Ambiental

IARC = Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer

NTP= Programa Nacional de Toxicología

FDA= Administración de alimentos y drogas

USDA= Departamento de Agricultura de Estados Unidos

SECCION XVI OTRAS INFORMACIONES

Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos (SIMP/NFPA)

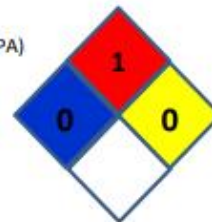
4 = Riesgo Extremo

3 = Riesgo Alto

2 = Riesgo Moderado

1 = Riesgo Mínimo

0 = Riesgo Insignificante



"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

Esta información está basada única y exclusivamente en los datos proporcionados por los proveedores de los materiales usados, y no de la propia mezcla. No se extiende ninguna garantía, ni explícita ni implícita, concierne a la exactitud de los datos o la adecuación del producto para el fin particular del usuario. El usuario debe aplicar su propio criterio para determinar si el producto es adecuado o no para sus fines.