

**Estudio de factibilidad para la Creación de una Empresa de Interventoría y
Consultoría Vial en el Departamento del Meta**



Por:

Stefania Ceron Gutierrez

**Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás
Villavicencio,
Febrero
2019**

Creación de empresa

Estudio de factibilidad para la Creación de una Empresa de Interventoría y Consultoría
Vial en el Departamento del Meta

Por:

Stefania Ceron Gutiérrez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de **Ingeniero(a) Civil**

Aprobado por:

Ing. Juan Pablo Zuluaga Huertas

Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Santo Tomás

Villavicencio,

Enero

2019

AUTORIDADES ACADÉMICAS

fray Juan Ubaldo López Salamanca, O.P

Rector General

fray Mauricio Antonio Cortés Gallego, O. P

Vicerrector Académico General

Fray José Arturo Restrepo Restrepo, O.P

Rector Sede Villavicencio

Fray Fernando Cajicá Gamboa O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Julieth Andrea Sierra Tobón

Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. Jhon Jairo Gil Peláez, PhD.

Decano Facultad de Ingeniería Civil

NOTA DE ACEPTACIÓN

Ing. Jhon Jairo Gil Peláez. PhD.

Decano de Facultad

Ing. Juan Pablo Zuluaga Huertas. Esp.

Director Trabajo de Grado

Ing. Julieth Natalia García Solano. Esp.

jurado

Villavicencio, 29 de enero de 2019

DEDICATORIA

El resultado final de este estudio, y el esfuerzo que se hizo para llevar este a cabo, está dedicado primeramente a Dios y a mis Padres por ser mi guía, y darme el apoyo necesario para culminar mis metas. También agradecer infinitamente a mi director, el ing. Juan Pablo Zuluaga Huertas, por confiar en mis conocimientos y capacidades para trabajar en este proyecto y ser mi equipo de estudio.

RESUMEN

El propósito de este documento es presentar una idea de empresa de interventoría y consultoría vial la cual expone una propuesta innovadora para el departamento del Meta, consiste en el desarrollo de un pavimento hecho en concreto permeable cuya estructura está compuesta por una capa superior de concreto permeable y una base granular que tiene la capacidad de captar el agua por medio de un sistema de drenaje. Este concreto se obtiene a partir de la mezcla de cemento portland con agua, agregado grueso y aditivos, el pavimento mitiga el impacto ambiental de la zona, permitiendo el paso del agua para ser absorbida por el suelo recargando los acuíferos subterráneos y de esta forma evitar inundaciones en el pavimento, además su costo puede ser igual o menor que el pavimento tradicional. En este documento se explicará detalladamente el producto, el costo, y las especificaciones correspondientes.

Para lograr que este producto sea eficiente en el mercado, se necesitó analizar criterios de diseño para lograr la estructura optima, con la permeabilidad necesaria para realizar un sistema de drenaje. También, tomando en cuenta que la idea es crear empresa, fue necesario realizar un estudio de mercado, que de una visualización del producto una vez entre al mercado de los llanos.

Palabras Clave: Concreto permeable, interventoría, consultoría.

ABSTRACT

The purpose of this document is to present an idea of an auditing and road consulting company which presents an innovative proposal for the department of Meta, consisting of the development of a pavement made of permeable concrete whose structure is composed of a permeable concrete top layer and a granular base that has the capacity to capture water by means of a drainage system. This concrete is obtained from the mixture of Portland cement with water, coarse aggregate and additives, the pavement mitigates the environmental impact of the area, allowing the passage of water to be absorbed by the ground recharging underground aquifers and thus avoid Flooding in the pavement, besides its cost can be equal to or less than the traditional pavement. This document will explain in detail the product, the cost, and the corresponding specifications.

To achieve the best performance in the market, the design results have been used to achieve the optimum structure, with the necessary permeability to perform a drainage system. Also, taking into account that the idea is to create a company, it was necessary to conduct a market study, once in the market of the plains.

Key Word- *Permeable concrete, audit, consultancy.*

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
TABLA DE CONTENIDO	8
1. INTRODUCCIÓN	13
2. MOTIVACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVOS	17
4.1.1 Objetivo General	17
4.1.2 Objetivo Específicos	17
4.1.3 Alcance	17
4.2 Aportes del Trabajo	17
5. MODULO DE MERCADOS	19
5.1 Estrategia de Mercados	19
6. MODULO DE OPERACIÓN	26
6.1 Costos de producción	26
7. MODULO DE ORGANIZACIÓN	28
7.1 Estructura Organizacional	28

7.2 Organigrama	30
7.3 Aspectos legales	30
8. PLAN OPERATIVO	34
8.1 Cronograma de actividades y metas	34
9. RESUMEN EJECUTIVO	36
8.1.1 Creación de empresa	36
8.1.2 Interventoría	37
8.1.3 Consultoría	38
8.1.4 Pavimento permeable	39
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS	42
8.1 Criterios de diseño	45
9.1 Enfoque social	54
11. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	55
11.1. Conclusiones	55
11.2. Trabajos Futuros	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Organigrama.....	30
Ilustración 2. Estructura del Pavimento Permeable.....	40
Ilustración 3. Pavimento Permeable	40
Ilustración 4. Metodología de diseño del pavimento permeable.	46
Ilustración 5. Selección del tipo de sistema según características de la Subrasante.....	46
Ilustración 6. Permeabilidad y capacidad portante del suelo.....	47
Ilustración 7. Volumen afluente aportado por la zona adyacente.....	48
Ilustración 8. Volumen infiltrado.	49
Ilustración 9. Grafico para obtención del coeficiente de seguridad de colmatación	50
Ilustración 10. Volumen máximo de almacenamiento.	50
Ilustración 11. Espesor del almacenamiento.	50
Ilustración 12. Tiempo de drenaje.	51
Ilustración 13. Selección del tipo de carga.....	52
Ilustración 14. Espesores de la capa de almacenamiento para el caso infiltración total y parcial.	53

TABLAS

Tabla 1. Inversión inicial de equipos y gastos mensuales fijos	26
Tabla 2. Salario Mensual personal de la Empresa.....	27
Tabla 3. Perfil profesional	28

GRAFICAS

Gráfica 1. Resultados Pregunta No. 1.	19
Gráfica 2. Resultados Pregunta No. 2.	20
Gráfica 3. Resultados Pregunta No. 3.	21
Gráfica 4. Resultados Pregunta No. 4.	21
Gráfica 5. Resultados Pregunta No. 5.	22
Gráfica 6. Resultados Pregunta No. 6.	23
Gráfica 7. Resultados Pregunta No. 7.	23
Gráfica 8. Resultados Pregunta No. 8.	24
Gráfica 9. Resultados Pregunta No. 9.	24
Gráfica 10. Resultados Pregunta No. 10.....	25
Gráfica 11. Diagrama de Gantt.....	34

1. INTRODUCCIÓN

La creación de la empresa de interventoría y consultoría vial propone la implementación del pavimento permeable en el Departamento del Meta, debido a que según lo investigado en el SECOP hasta la fecha no se ha implementado y podría ser una gran alternativa a problemas ambientales, sin alterar los costos ya que el pavimento permeable puede llegar a ser más económico que el pavimento tradicional.

El objetivo es realizar el estudio de factibilidad administrativa, financiera, legal y de mercado para la creación de una empresa de interventoría y consultoría vial en el Departamento del Meta, que presenta como propuesta innovadora, como es, el pavimento permeable.

El Departamento del Meta actualmente presenta un desarrollo urbano que se caracteriza principalmente por el aumento de áreas construidas, las cuales en su mayoría están constituidas por superficies impermeables que alteran significativamente el ciclo natural del agua, generando el aumento de la temperatura, el transporte de residuos contaminantes, el incremento y la acumulación de flujo de agua en la superficie desbordando la capacidad de los sistemas de drenaje, afectando los ecosistemas y la calidad de vida de los seres vivos. Como alternativa para mitigar este problema se propone el pavimento permeable, este, tiene la capacidad de reducir el flujo de agua por medio del sistema de drenaje que evacua el agua, de esta misma forma se mitigan los impactos ambientales.

El pavimento permeable es una alternativa que se puede implementar en corredores ecológicos, en senderos para jardines, vías urbanas que estén sometidos a cargas de vehículos medianos, calles residenciales, parques, parqueaderos residenciales, ciclo rutas, y vías peatonales.

2. MOTIVACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las actividades ligadas a procesos de movilidad, tienen como referencia el uso de pavimentos. Partiendo de esto, se observa la necesidad de llevar a cabo un estudio que permita establecer la creación de una empresa enfocada en vías de carga ligera y el uso de pavimento flexibles. Cuyo producto principal es un pavimento permeable.

El desarrollo urbanístico genera aumento de zonas impermeables y deforestación lo que provoca una disminución en la capacidad de infiltración, retención, evaporación y transpiración de las aguas lluvias; además la alteración en la topografía y el aumento de zonas con poca rugosidad causan un crecimiento en la velocidad de la escorrentía, todos estos cambios provocados generan un aumento en la probabilidad de que ocurran inundaciones debido a que la capacidad y el tiempo de drenaje es alto.

Por otra parte, según estudios realizados por el IDEAM, en promedio la lluvia total anual en el Departamento del Meta es de 4383 mm; durante el año 2017 presento una temporada seca (diciembre a marzo) y una temporada de lluvias (abril a noviembre); lo anterior permite aclarar que una superficie impermeable acumule agua y produzca represamientos y encharcamientos en la zona. Cabe resaltar que existen consecuencias debido, no solo a la acumulación de agua, sino también a los residuos orgánicos e inorgánicos que estas arrastran los cuales pueden estar contaminados y afectar la salud pública, así mismo los vehículos o personas que transiten por el sector podrían verse en riesgo de sufrir un accidente.

Teniendo en cuenta las problemáticas anteriormente mencionadas que genera la acumulación de agua, se propone la implementación del pavimento permeable en estas zonas especialmente, ya que este, tiene las características necesarias para filtrar el agua, evitando los encharcamientos y las inundaciones, y a su vez, mediante un sistema de drenaje evacuar el agua a las raíces de los árboles, recargando los acuíferos subterráneos. Lo que lo convierte en un sistema autosustentable.

3. JUSTIFICACIÓN

El departamento del Meta se ha visto afectado por las inundaciones que se provocan debido a los altos índices de precipitación en zonas de alta importancia para la economía y desarrollo de la ciudad. Sin embargo, se han utilizado alternativas tales como cunetas para ayudar a la evacuación del agua, pero no han funcionado ya que estas cunetas pueden taparse por sólidos y simplemente rebosar el agua y producir los encharcamientos y muchas veces inundaciones en donde se ven afectados los peatones, los motociclistas y los conductores de automóviles.

Como alternativa a esta problemática en la región, se propone la implementación del pavimento permeable. Estos, han sido utilizados principalmente en estacionamientos de vehículos livianos y en carreteras con bajas intensidades de tráfico, ofreciendo un servicio a la sociedad como pavimentos estéticos, cómodos y seguros. Actualmente existen monografías y manuales específicos que hacen referencia a los pavimentos permeables, fruto del desarrollo de múltiples trabajos de investigación de origen internacional, lo cual ha motivado grandes expectativas de futuro para su implantación.

La universidad Javeriana fue una de las pioneras en Colombia en realizar investigaciones sobre el pavimento permeable, y realizando pruebas y ensayos de laboratorio en donde estudiaban los criterios de diseño que se deben tener en cuenta al momento de hacer la estructura adecuada, para el tipo de uso que se dará el pavimento permeable.

Es importante mencionar que al pasar de los años muchos países se han motivado a investigar más sobre este pavimento, ya que en las pocas zonas que se ha utilizado, ha resultado como una alternativa eficiente y económica. Sin embargo, se han realizados cambios en las teorías y estructura del pavimento para así lograr unas mejores características y unos excelentes resultados.

De estas razones, resultad la idea de implementar el pavimento permeable en el departamento del Meta. Sin embargo, es importante aclarar que la creación de esta empresa se dedicara a la interventoría, es decir, a la función de controlar, dirigir y garantizar la calidad del producto y a la consultoría que se refiere a el diseño, en los cuales se encuentran planos, especificaciones, entre otros. es importante aclarar que esta empresa no se dedicara a la construcción.

4. OBJETIVOS

4.1.1 Objetivo General

Analizar el estudio de factibilidad mediante un estudio administrativo, financiero, legal y de mercado para la creación de una empresa de interventoría y consultoría vial en el Departamento del Meta, a través de una propuesta innovadora para la Región.

4.1.2 Objetivo Específicos

- Generar un plan de negocio al que va a estar sujeto la empresa.
- Realizar el análisis de mercado para identificar la oferta y la demanda existente en el departamento del Meta para el tipo de empresa y producto a ofertar.
- Ejecutar los estudios correspondientes para identificar la viabilidad de la creación de la empresa de interventoría y consultoría vial.

4.1.3 Alcance

El alcance de este proyecto es identificar las posibilidades de mercado con las que cuenta la creación de una empresa que adelante procesos de interventoría y consultoría vial en el departamento del Meta, a través de la innovación mediante pavimento permeable garantizando su calidad, durabilidad, y viabilidad.

Es importante mencionar que esta empresa se dedicara a la interventoría, es decir a controlar, dirigir, y garantizar la calidad de los proyectos que se estén ejecutado, también a la consultoría, la cual trata de realizar diseños que están compuestos por planos, especificaciones técnicas, estructura del pavimento, entre otros. Esta empresa no ejerce la construcción.

4.2 Aportes del Trabajo

Este trabajo aporta a la investigación del pavimento permeable, y de alguna manera incentiva

a las regiones de Colombia para que lo implementen en las zonas que se ven afectadas por las fuertes lluvias. Como fin académico, este proyecto abre puertas a la facultad de la ingeniería civil ya que podría haber estudiantes y/o egresados que les interese este tema, y estén dispuestos a seguir investigando en el área.

5. MODULO DE MERCADOS

5.1 Estrategia de Mercados

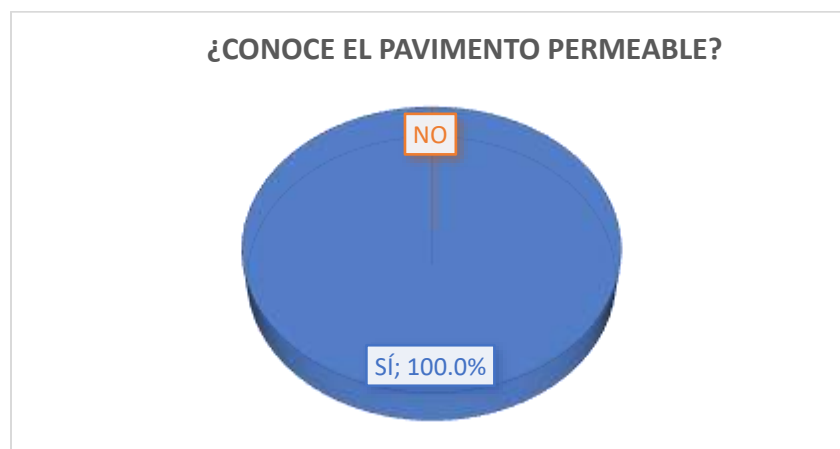
Para empezar este estudio se pidieron bases de datos de la cámara de comercio de Villavicencio, en donde se realiza el conteo de las empresas y personal naturales que están inscritos a el código de ingeniería civil, según estos datos 196 personas y empresas se encuentran inscritas. Se implementó una ecuación que nos arroja el número de encuestas mínimas que debemos realizar para el estudio de mercado. La ecuación fue la siguiente:

$$n = \frac{P * Q * N * Z^2}{(P * Q) + (N * Z^2 * Q)}$$

Una vez implementada esta ecuación el resultado de n fue 51, sin embargo, se realizó un total de 60 encuestas, en donde se formularon 10 preguntas óptimas para obtener los resultados esperados.

Las preguntas y los resultados de estas fueron:

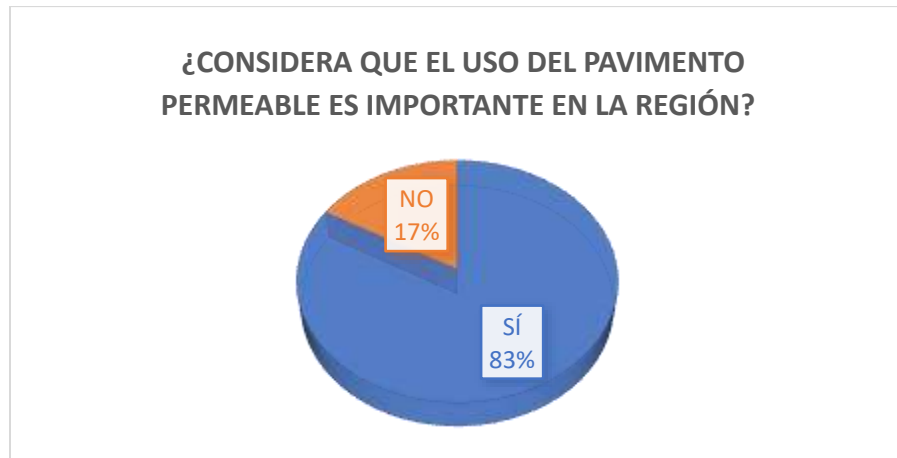
1. ¿Conoce el pavimento permeable?



Gráfica 1. Resultados Pregunta No. 1. Fuente: Propia

Como podemos observar en la anterior imagen, todas las empresas y personas naturales encuestadas conocen el pavimento permeable, es decir que es un concepto reconocido en el mercado de la construcción.

2. ¿Considera que el uso del pavimento permeable es importante en la región?



Gráfica 2. Resultados Pregunta No. 2. Fuente: Propia

Como se puede observar el 83% de las personas y empresas encuestadas aseguran que la implementación del pavimento permeable es importante para la región, mientras que un 17% considera que no tiene importancia su uso.

3. ¿Ha realizado proyectos, que contenga aspectos viales, en los que se halla empleado pavimento permeable?



Gráfica 3. Resultados Pregunta No. 3. Fuente: Propia

Como se evidencia en los resultados de la gráfica anterior, en el departamento del Meta no se ha implementado significativamente el pavimento permeable, es decir, que pocas empresas han realizados diseños y construcción de este.

4 ¿Cuál es el valor que está dispuesto a pagar por un (1) kilómetro de pavimento permeable?



Gráfica 4. Resultados Pregunta No. 4. Fuente: Propia

Teniendo en cuenta que este pavimento es igual o más económico que el pavimento

convencional, las personas encuestadas en su mayoría optaron por pagar entre 300 y 800 millones para un kilómetro de vía hecho en pavimento permeable.

5. ¿Ha escuchado o conoce empresas que empleen el pavimento permeable en la región de los Llanos Orientales?



Gráfica 5. Resultados Pregunta No. 5. Fuente: Propia

Como la idea es hacer la creación de empresa de interventoría y consultoría vial en los llanos, se quería saber si algunas empresas han realizado proyectos en los que entre su objeto esté involucrado el pavimento permeable. Como se puede observar en la imagen casi el 50% de las personas encuestadas no conocen ni han escuchado de empresas que implementen el producto. Sin embargo, por otro lado, el porcentaje restante si ha escuchado de empresas que lo implementen, pero, estas empresas en su mayoría están ligadas a uniones temporales o asociaciones con empresas con mucha más trayectoria que provienen de ciudades más desarrolladas tales como Bogotá y Medellín.

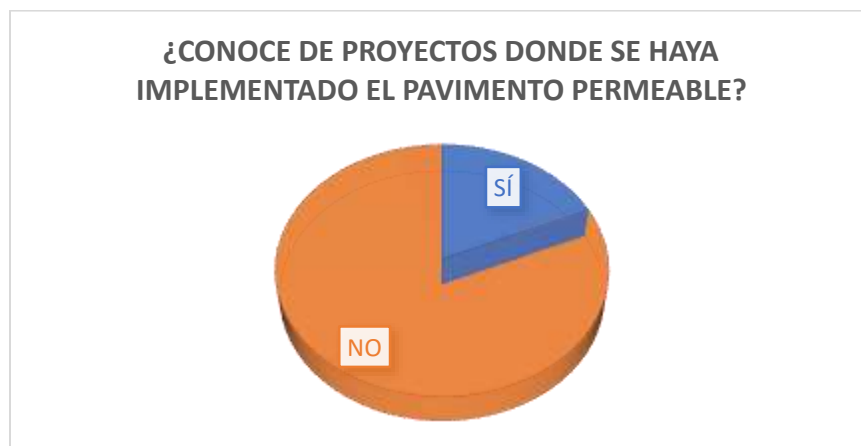
6. ¿Considera que el uso de pavimento permeable contribuye con con el medio ambiente?



Gráfica 6. Resultados Pregunta No. 6. Fuente: Propia

Como se ha explicado a lo largo del documento el pavimento permeable es amigable con el medio ambiente ya que mitiga las inundaciones y mediante un sistema de drenaje recarga los acuíferos y las raíces de los árboles. Partiendo de esta teoría, las personas encuestadas que conocen el pavimento permeable saben que este producto solo genera impactos ambientales positivos.

7. ¿Conoce de proyectos donde se haya implementado el pavimento permeable?



Gráfica 7. Resultados Pregunta No. 7. Fuente: Propia

En Colombia el uso del pavimento permeable ha sido mínimo, en las partes que se ha implementado son en las grandes ciudades tales como Bogotá y Medellín. Por lo tanto, como esta encuesta fue realizada en el departamento del Meta, la mayoría de las personas encuestadas no conocen proyectos en los que se ha implementado este producto.

8. En general, ¿cómo califica el aprovechamiento de las bondades del pavimento permeable?



Gráfica 8. Resultados Pregunta No. 8. Fuente: Propia

En la anterior imagen se puede observar que las empresas encuestadas califican como bueno y excelente las bondades que tiene el pavimento permeable por su estructura.

9. Como empresa, ¿recomendaría el uso del pavimento permeable?



Gráfica 9. Resultados Pregunta No. 9. Fuente: Propia

Las empresas que han implementado este producto recomiendan el uso del pavimento permeable, ya que lo encuentran como una buena alternativa para la región.

10. ¿Cuáles considera son los criterios de compra más importantes para adquirir este producto?



Gráfica 10. Resultados Pregunta No. 10. Fuente: Propia

Este es una de las preguntas más importantes ya que como empresa es necesario saber lo que el cliente ve a la hora de obtener el producto, como podemos observar todos los criterios son importantes, sin embargo, los proveedores, la accesibilidad y los costos se consideran como los más importantes.

6. MODULO DE OPERACIÓN

6.1 Costos de producción

Es importante mencionar que, para poder realizar las actividades pertenecientes a papelería y logística, es necesario invertir en el suministro de los equipos primordiales, y tener en cuenta los gastos fijos mensuales que se deben pagar, la siguiente tabla relaciona los dos aspectos mencionados.

Tabla 1. Inversión inicial de equipos y gastos mensuales fijos

EQUIPO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Computador	7	\$ 800,000	\$ 5,600,000
Impresoras	2	\$ 550,000	\$ 1,100,000
útiles de oficina	7	\$ 100,000	\$ 700,000
Papelería	20	\$ 12,000	\$ 240,000
Escritorio	7	\$ 700,000	\$ 4,900,000
Arriendo de oficina	1	\$ 1,200,000	\$ 1,200,000
Recibo luz	1	\$ 300,000	\$ 300,000
Recibo agua	1	\$ 100,000	\$ 100,000

Tabla 1. Continuación

Recibo de gas y aseo	1	\$ 30,000	\$ 30,000
Internet y telefonía	1	\$ 150,000	\$ 150,000
TOTAL			\$ 14,320,000

Fuente: Propia

Es necesario tener en cuenta que estos valores son precios aproximados que se encuentran en el mercado. Según la tabla anterior (1), para iniciar con la creación de empresa de interventoría y consultoría vial es necesario una inversión inicial de **CATORCE MILLONES TRECIENTOS VEINTE MIL PESOS (\$ 14,320,000)**. También, se debe tener en cuenta los gastos iniciales que corresponden al enfoque legal tales como inscripción a la cámara de comercio e inscripción a los códigos que abarcan la ingeniería.

Tabla 2. Salario Mensual personal de la Empresa

CARGO	SALARIO
Secretaria	\$ 800,000
Contador	\$ 1,000,000
Coordinador de proyectos	\$ 2,000,000
Residente de Obra	\$ 1,300,000
Director Obra	\$ 1,800,000
Gerente	\$ 4,000,000
TOTAL	\$ 10,900,000

Fuente: Propia

Como se puede observar en la tabla (2), para que los proyectos y el sistema de oficina funcione de la manera adecuada, se debe tener en cuenta el pago mensual de \$10,900,000 DIEZ MILLONES NOVECIENTOS MIL PESOS, que corresponde a los salarios de los empleados.

7. MODULO DE ORGANIZACIÓN

7.1 Estructura Organizacional

El personal que labora en la empresa debe tener unas características específicas tanto profesionales como morales, deben contar con un perfil que aporte a la gestión administrativa y técnica para así garantizar una excelente ejecución de los proyectos. El personal mínimo para empezar con la creación de empresa de interventoría y consultoría vial es:

Tabla 3. Perfil profesional

PERFIL	CARGO	DESCRIPCIÓN DEL CARGO
Bachiller	Secretaria	Organizar documentos, realizar oficios, etc.
Contador	Auxiliar administrativo	Gestionar los pagos y cobros de la empresa, realizar informes administrativos de los proyectos que estén en curso, llevar al día el pago de seguridad a los profesionales que están laborando, entre otros.
Ingeniero(a) Civil	Coordinadora de proyectos	Realizar la gestión técnica de los proyectos, es decir los presupuestos, las memorias de cálculo y demás documentos. Además, debe velar por la entrega de informes a tiempo. Debe tener la capacidad de dirigir a equipo técnico que está conformado por los residentes de obra, los directores de obra, los inspectores, entre otros. En conclusión, es quien responde por los resultados satisfactorios de los proyectos.
Ingeniero y/o Arquitecto	Residente interventoría	Es aquel que se encarga de tener una dedicación del 100% en la obra, y asu vez debe realizar los formatos correspondientes para llevar el control de la obra, tales como: informes mensuales, informes

Tabla 3. Continuación

			semanales, modificaciones, actas parciales, entre otros. Debe tener la capacidad de resolver problemas que se presenten en la obra y el criterio para dirigir a los maestros y ayudantes de obra.
Ingeniero y/o Arquitecto con especialización en el área a desarrollar	Director Interventoría	de	Es el responsable de los resultados físicos ejecutados a lo largo del avance de la obra, aunque su dedicación en obra es menor, tiene la capacidad de dirigir de tal forma que las actividades vayan al día según la programación. Tiene la autoridad de tomar decisiones importantes para el desarrollo de los proyectos.
Ingeniero Arquitecto	o Gerente		Es la imagen de la empresa, es tener la capacidad de que con criterio lograr ganar concursos de mérito. Es importante que coordine a sus empleados y los dirija de la mejor manera, para que todo se realice con orden en la empresa.

Fuente: Propia

El número de empleados para comenzar la creación de empresa de interventoría y consultoría vial será de 6 empleados, los cuales serán vinculados por contrato de nómina, cumpliendo así con el pago de sus cesantías, primas, entre otros, como lo establece la ley. Cabe resaltar que lo más posible es que en algunos proyectos se necesite vincular más personal por un tiempo determinado, estos, serán contratados por prestación de servicios ya que el tiempo en la empresa será indefinido.

7.2 Organigrama



Ilustración 1. Organigrama. Fuente: propia.

En la ilustración (1), se puede observar el organigrama principal por el cual estará compuesto la empresa, ordenado jerárquicamente por la autoridad que tiene la persona para tomar decisiones, y para dirigir a su personal.

7.3 Aspectos legales

Normas generales

La Constitución Política Colombiana, en el Título XII del Régimen Económico y de la Hacienda Pública, Artículo 333, establece la libertad económica y considera la empresa como la base para el desarrollo.

Así mismo, en el Artículo 58 la Constitución Política hace referencia a los derechos de propiedad, consagrando la propiedad privada como derecho de los colombianos, sujeto al interés público o social, y dándole importancia a las formas de propiedad asociativa y solidaria.

La propiedad intelectual también es declarada por la Constitución en el Artículo 61, donde se explicita la generalidad en cuanto a los derechos de propiedad; parte de su especificidad se encuentra consagrada en el Código de Comercio, Artículos 534 – 538.

Ley MIPYME

La ley marco en la que se suscribe la política estatal para la promoción de la creación de empresas en Colombia es la Ley 590 del 10 de julio de 2000, conocida como Ley mipyme. Las micro, pequeñas y medianas empresas son definidas de acuerdo con el número de personas empleadas y sus activos totales. La ley establece la inclusión de las políticas y programas de promoción de mipymes en el Plan Nacional de Desarrollo de cada gobierno. El Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006 es el primero que cumple con esta obligación. Al respecto se resalta la estrategia de promoción a las mipymes con los objetivos: eliminación de las restricciones de acceso al financiamiento a menores costos, y diseño y desarrollo de instrumentos de apoyo integral.

Este plan da prioridad al apoyo financiero en cabeza de Fondo Colombiano de Modernización y Desarrollo Tecnológico de las mipymes. El acceso a los mercados financieros también es tratado por la Ley mipyme, mediante el Artículo 6 de la Ley 35 de 1993, en el cual se fijan las normas para regular la actividad financiera, bursátil y aseguradora. En dicho artículo se faculta al gobierno nacional para determinar temporalmente la cuantía de recursos que el sistema financiero debe prestar o invertir en los diferentes sectores o actividades económicas. El espíritu de la ley es eliminar los obstáculos que impidan a las mipymes acceder al mercado financiero institucional. También se autorizan a los Fondos de Pensiones para adquirir Títulos de Emisión Colectiva emitidos por grupos organizados de mipymes. [5]

Ley de Fomento a la cultura del Emprendimiento

La Ley 1014 de 2006, esta ley enfatiza el fomento y creación de vínculos entre el sistema educativo y el productivo por medio de una cátedra de emprendimiento, con el fin de contribuir al crecimiento de la economía del país. A su vez, fomenta la cultura de la cooperación, ahorro y diversas maneras de asociatividad. Este dinámico nexo entre el sector

educativo e industrial se refuerza por medio de voluntariados empresariales y la opción de hacer planes de negocios, a cambio del trabajo de grado.

El Estado establece sus obligaciones para posibilitar la protección y garantía de esta ley, entre los que se encuentran: buscar la asignación de recursos públicos para el apoyo a redes de emprendimiento debidamente registradas en el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Asimismo, promete buscar acuerdos con las entidades financieras para hacer que los planes de negocios de los nuevos empresarios sirvan como garantía para el otorgamiento de crédito. Su marco institucional está compuesto por las entidades adscritas a la Red Nacional de Emprendimiento entre las cuales se encuentran el Departamento Nacional de Planeación, Colciencias y ACOPI, entre otros importantes establecimientos. Los delegados de la Red deberán ser permanentes. Para garantizar la efectividad de la ley, a nivel región, habrá una Red Regional para el Emprendimiento, entre cuyos delegados se podrán encontrar instituciones como la Gobernación Departamental, el SENA, la Cámara de Comercio y la alcaldía, entre otros. [5]

Ley de Ciencia y Tecnología

La Ley 29 de 1990, llamada Ley de Ciencia y Tecnología, es el marco que regula las disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico, y la promoción de empresas basadas en innovación y desarrollo tecnológico.

Emprendimiento empresarial

- DECRETO 934 DE 2003

Por el cual se reglamenta el funcionamiento del Fondo Emprender FE. El artículo 40 de la ley 789 de 2002 creó el Fondo Emprender FE como una cuenta independiente y especial adscrita al Servicio Nacional de Aprendizaje, Sena, el cual será administrado por esa entidad y cuyo objeto exclusivo será financiar iniciativas empresariales en los términos allí dispuestos. [1]

- LEY 905 DE 2004

Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo del micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones.

- LEY 1014 DE 2006

Por la cual se dictan normas para el fomento a la cultura de emprendimiento empresarial en Colombia. CORTE CONSTITUCIONAL DE COLOMBIA.

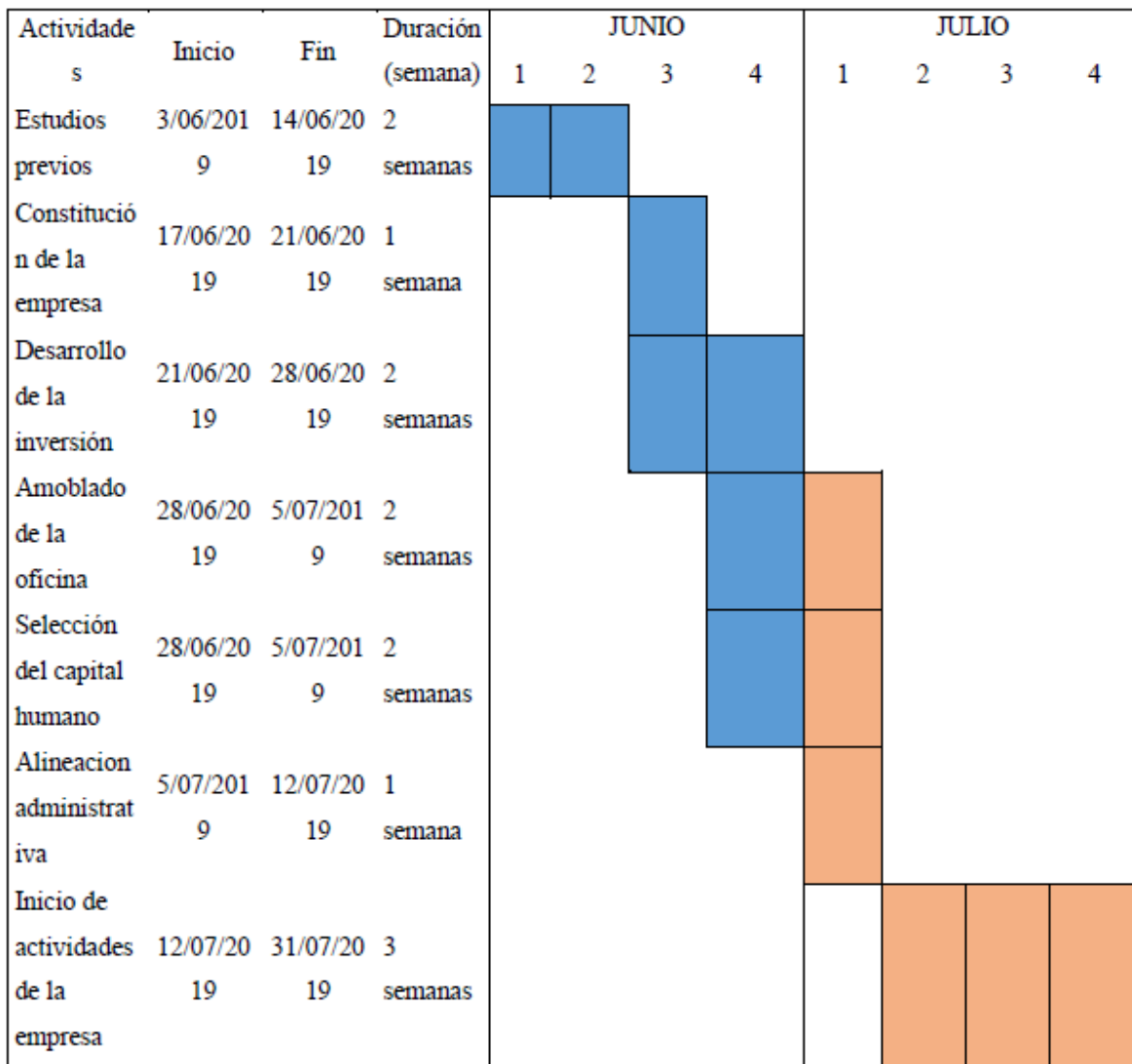
Pavimento permeable

Para el desarrollo de la propuesta de la empresa se tendrán en cuenta normas y manuales, tales como:

- RAS 2000, rige los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales.
- El manual de drenaje para carreteras de INVIAS dirigido a proyectos de carreteras, en donde también se aplican los SUDS (Sistemas urbanos drenaje sostenible), las metodologías expuestas allí sobre los cálculos hidrológicos son las mismas que se utilizan en cualquier tipo de proyecto.
- La resolución 6523 del 16 de diciembre de 2011 que tiene como objetivo darle solución a las inundaciones provocadas por los desbordamientos de los drenajes en las épocas de lluvia, todo a causa de la impermeabilización de la ciudad por el desarrollo urbano, usando las tecnologías SUDS.
- AASHTO Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos (1998), Guía que suministra una herramienta adecuada para el diseño de estructuras nuevas y rehabilitadas de pavimentos, basada en principios mecánico-empíricos, la cual define varios niveles de complejidad en función del tránsito e importancia de la obra a realizar.

8. PLAN OPERATIVO

8.1 Cronograma de actividades y metas



Gráfica 11. Diagrama de Gantt. Fuente: Propia.

El diagrama de Gantt (grafica 11), representa las actividades y las duraciones de estas para realizar los estudios previos los cuales equivalen a estudio de mercado, financiero, administrativo y legal. También, al tiempo que se necesita para implementar la inversión inicial de la empresa, el tiempo para amoblar las oficinas, el tiempo para recibir hojas de vida y seleccionar el capital humano que va a laborar en la empresa, la organización administrativa y por último el inicio de actividades de la empresa. En total se requieren dos meses.

Para la viabilidad de la creación de empresa se realizaron análisis de mercado en donde según estudios realizados se evidencio que el pavimento permeable sería una eficiente alternativa para mitigar los impactos ambientales que genera las inundaciones.

Como se había mencionado anteriormente, se empezó con el estudio de mercado en donde se realizó una encuesta a 70 empresas y personas independientes registradas ante la cámara de comercio mediante el código de ingeniería civil, en donde se realizaron preguntas acerca del concreto permeable, como resultado de esta encuesta se encontró que creen viable la implementación de este concreto en la región. Sin embargo, solo unos pocos han realizado proyectos en donde el objeto contenga la utilización del pavimento permeable. Como conclusión se obtuvo que si es interesante la implementación de este producto ya que es una propuesta innovadora para la región. También, se realiza el análisis del diseño del pavimento en donde se explica la metodología de su implementación y en las zonas en donde se puede utilizar, siendo una alternativa eficiente para mitigar las inundaciones en la región.

Es importante mencionar que para empezar a ejercer la función como interventoría y consultoría es necesario oficina, auxiliar administrativo, contador e ingenieros que se encarguen de ser controlar los contratos y en otros casos de diseñar.

9. RESUMEN EJECUTIVO

8.1.1 Creación de empresa

La creación de empresas consiste en el seguimiento, dedicación y esfuerzos tanto en los ámbitos académicos, políticos y sociales por su importancia demostrada en su capacidad para genera empleo, desarrollo y crecimiento económico en la sociedad actual. La capacidad de las empresas recién creadas para adaptarse rápidamente a los cambios del entorno, así como su potencial innovación, convierte a estas empresas en un elemento clave en el desarrollo económico actual.

A través de la figura y la visión del empresario, existen múltiples factores que anteceden al proceso de creación y puesta en marcha de una nueva iniciativa empresarial y prácticas necesarias para que la probabilidad de que la iniciativa empresarial tenga éxito sea mayor.

El proyecto de creación de una nueva empresa va ligado cada vez más al concepto de emprendimiento, debido especialmente a que en el entorno global que nos situamos, con gran competencia y con entorno tecnológico que evoluciona a gran velocidad, lo que exige cada vez más una visión más "empresarial" que "empresarial" el análisis y puesta en marcha de un proyecto.

Para la supervivencia de la nueva empresa creadas, es fundamental que aporte una nueva ventaja competitiva, como la mejor en el producto, un proceso más limpio y eficiente, servicios adicionales que mejoren las prestaciones, una mejor y más rápida distribución, introducir el nuevo producto/servicio en un segmento de mercado no utilizado anteriormente. Es fundamental que la nueva empresa, a través de los productos/servicios que ofrezca satisfaga necesidades no cubiertas actualmente.

La creación de una empresa necesita estructurar una serie de recursos materiales, humanos y económicos de cara a la consecución de una serie de objetivos establecidos por los emprendedores en la puesta en funcionamiento de su actividad. Para ello, se recurre generalmente al desarrollo de un plan de empresa. [1]

8.1.2 Interventoría

La Interventoría nace en un proyecto que se materializa con la celebración de un contrato de obra, siendo el Interventor o Supervisor de Obra, el responsable del contrato en su ejecución, desarrollo y liquidación. Responde además a la necesidad que tiene la administración de controlar que el proceso de celebración (precontractual: diseño-planeación-gestión financiera, elaboración de pliegos o instructivos, y del contrato), se correspondan mutuamente en forma equilibrada y eficiente en aras de cumplir con la finalidad u objetivos trazados originalmente. [2]

La Interventoría implica una posición imparcial, por lo tanto, en la interpretación del contrato y en la toma de decisiones la Interventoría debe ser consecuente en sus objetivos principales:

- **Controlar:** Este objetivo es el más importante y se logra por medio de una labor de inspección, asesoría, supervisión, comprobación y evaluación, labor planeada y del contrato, con el fin de establecer si la ejecución se ajusta a lo pactado.
- **Exigir:** En la medida que la función de la Interventoría encuentre que en el desarrollo de la relación contractual no se está cumpliendo estrictamente con las cláusulas pactadas, adquiere la obligación de exigir al Contratista el debido cumplimiento de los términos y condiciones contractuales y las garantías constituidas para dicho fin.
- **Colaborar:** El Interventor o Supervisor de Obra y el Contratista conforman un grupo de trabajo de profesionales idóneos en cuya labor de conjunto se presentan dificultades que se resuelven con razones de orden técnico y lógico. El Interventor o Supervisor de Obra en consecuencia desarrollará mejor su función integrándose a dicho equipo, sin que ello signifique, renuncia al ejercicio de sus atribuciones y responsabilidades específicas o pérdida de su autonomía e independencia frente al Contratista.

- Prevenir: El mayor aporte de este ejercicio consiste en establecer que el control no está destinado exclusivamente a sancionar el incumplimiento de las obligaciones, sino a corregir los conceptos erróneos, impidiendo que se desvíe el objeto del contrato. Para que la Interventoría logre este objetivo se hace necesario que extienda su labor a una evaluación previa a la ejecución del contrato, en la etapa de planeamiento.
- Verificar: Cada uno de los objetivos enunciados se cumplen mediante el control de la ejecución del contrato para poder establecer su situación y nivel de cumplimiento, esta realidad se concreta mediante la aplicación de correctivos, la exigencia del cumplimiento de lo pactado, la solución de los problemas y la absolución de dudas; teniendo como principio básico las relaciones en el trabajo. Para ello, la Interventoría no deberá desconocer los límites de sus atribuciones, incursionando en campos donde los Contratistas sean autónomos y además se apersonará con diligencia de las solicitudes que deba atender.

8.1.3 Consultoría

La consultoría de empresas puede enfocarse como un servicio profesional o como un método de prestar asesoramiento y ayudas prácticas. Es indudable que se ha transformado en un sector específico de actividad profesional y debe tratarse como tal. Simultáneamente, es también un método de coadyuvar con las organizaciones y el personal de dirección en el mejoramiento de la gestión y las prácticas empresariales, así como del desempeño individual y colectivo.

La consultoría de obras civiles busca conocer las características de los bienes y obras que se van a adquirir o ejecutar, las cuales deberán cumplir obligatoriamente con las normas técnicas, metrológicas, y/o sanitarias. Este proceso dependerá de los estudios y las posibilidades que ofrece el mercado, para contar con las descripciones y especificaciones de las obras.

Esta consultoría está básicamente orientada a la elaboración de estudios y supervisiones. Estos estudios son la información técnica (disponibilidad del terreno o lugar donde se ejecutará la obra, materiales, etc.) que debe ser aprobada por el comité encargado. [3]

8.1.4 Pavimento permeable

El pavimento permeable está diseñado para permitir que el agua fluya a través de él, en vez de repeler el agua, como sucede con el pavimento tradicional. Básicamente, el concreto permeable o poroso es un hormigón con vacíos que son intencionalmente incorporados al hormigón. Mientras que un hormigón convencional debe alcanzar la máxima densidad posible, en los concretos permeables es necesario llegar a la situación opuesta, donde deberán ser creados poros para permitir la infiltración de agua. La porosidad de un concreto permeable varía de 15% a 30%.

Las aplicaciones del pavimento de concreto permeable son las siguientes:

1. Calles en urbanizaciones y calles internas.
2. Aceras y accesos a parqueos de casas
3. Cubiertas laterales de piscinas.
4. Rutas de carros de golf.
5. Pisos de invernaderos.
6. Áreas de Zoológicos y establos.

Cuando el agua alcanza el suelo permeable, el líquido fluye a través de los poros en la acera. Cuando el suelo está instalado sobre grava o arena para promover el drenaje, la superficie del suelo permanece relativamente seco, sin agua estancada. Véase ilustración 2.

Desde una perspectiva de seguridad pública y de la comodidad, el pavimento de concreto permeable es muy conveniente, ya que no permite crear charcos, por lo que resulta más fácil el caminar o conducir por el mismo. La reducción de estos también reduce las inundaciones y la erosión, los dos grandes problemas en zonas con alta precipitación. [4]

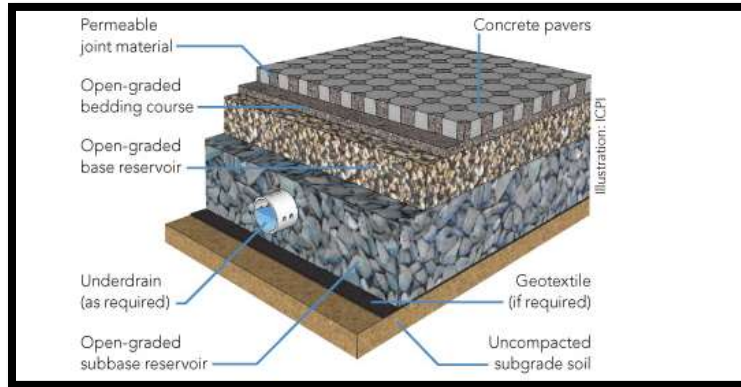


Ilustración 2. Estructura del Pavimento Permeable

Fuente: (Tournoux Landcare,2018)

En general, los pavimentos porosos pueden ser utilizados en los estacionamientos, carreteras y otras áreas pavimentadas; son particularmente útiles para las calles y calzadas de zonas residenciales y en áreas de estacionamiento en áreas comerciales; no es efectivo en las áreas que reciben escorrentía con altas cantidades de sedimentos debido a la tendencia de los poros a obstruirse. Véase ilustración 2.



Ilustración 3. Pavimento Permeable

Fuente: (Arango,2015).

Las ventajas de la implementación de este pavimento son:

- Controlar la contaminación que arrastra la corriente en las aguas lluvias.

- Incremento de las instalaciones de parqueo, eliminando áreas para la retención de agua.
- Controla la esorrentía de aguas lluvias.
- Reduce el deslizamiento sobre la superficie de caminos y carreteras.
- Reduce el deslumbramiento sobre la superficie de rodadura en gran medida, particularmente cuando está mojado por la noche.
- Reduce la interacción del ruido entre la llanta y el pavimento.
- Elimina o reduce el tamaño de las alcantarillas.
- Permite que el aire y el agua lleguen a las raíces de los árboles, aun cuando el pavimento esté dentro de la línea de goteo.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los pavimentos permeables, han sido utilizados principalmente en estacionamientos de vehículos livianos y en carreteras con bajas intensidades de tráfico, ofreciendo un servicio a la sociedad como pavimentos estéticos, cómodos y seguros. Actualmente existen monografías y manuales específicos que hacen referencia a los pavimentos permeables, fruto del desarrollo de múltiples trabajos de investigación de origen internacional, lo cual ha motivado grandes expectativas de futuro para su implantación.

Estados Unidos fue el pionero en el desarrollo de estudios y elaboración de guías de diseño alusivas a firmes permeables, realizando en el año 1972 probablemente la primera investigación referida a estos (porous, pervious or permeable pavements). Fue a partir de la década de 1980 cuando se trataron aspectos de calidad del agua en estos pavimentos.

La utilización de firmes permeables pretendía aliviar la contaminación debida a los vertidos de los sistemas de saneamiento unitarios en tiempos de lluvia, reduciendo además los parámetros de diseño de las infraestructuras de drenaje urbano. Por mencionar algunos ejemplos sobre manuales que este país utiliza actualmente están: el “Virginia DCR Stormwater Design Specification N° 7” en el estado de Virginia, o el “NYC Green Infraestructura Plan” en Nueva York.

En Europa es donde se concentra el mayor número de publicaciones referidas a los pavimentos permeables, destacando como principales referentes las Universidades de Coventry (Inglaterra) y Abertay-Dundee (Escocia). Concretamente, en Reino Unido durante las décadas de 1980 y 1990 se extendió el empleo de estos pavimentos para la reducción de la escorrentía superficial urbana y la mejora de su calidad.

Posteriormente, Pratt et al. (2002) elaboran para la asociación de la construcción CIRIA, el primer manual íntegramente dedicado a esta técnica. Este manual recoge más de 20 años de experiencia en el diseño y construcción, abordando desde los conceptos básicos hasta las

consideraciones de mantenimiento a largo plazo.

En Francia, los firmes permeables o también llamados estructuras embalse (chaussées ou structures réservoirs) porque las autovías comenzaban a construirse con una subbase granular que permitía el drenaje interno, comenzaron a utilizarse a finales de los 70 en el área urbana de Burdeos, extendiéndose posteriormente durante las décadas de 1980 y 1990 para la mejora de la calidad del agua y su almacenamiento. Las investigaciones sobre firmes permeables realizadas en este país durante las décadas de 1980 y 1990 quedan resumidas en la segunda parte de la publicación de Legret (2001), editada por el Laboratorio Central de Puentes y Caminos (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, LCPC). Esta monografía analiza el uso de firmes permeables fundamentalmente orientado a la mejora de la calidad del agua y su almacenamiento.

En Alemania, estos pavimentos se vienen utilizando desde los años 70. Actualmente, el control de la contaminación del agua es el principal aspecto estudiado y su construcción se encuentra regulada. Como reglas y estándares aplicables, destaca el “Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of the Precipitation Water”.

En España, se comienza a observar un crecimiento en las publicaciones, investigaciones, manuales y recomendaciones referentes a pavimentos permeables. En el año 2008, el “Centro de estudios y experimentación de obras públicas” (CEDEX) publicó como complemento para la guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano publicada en 2007, las monografías “Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano”, las cuales mencionan el empleo de pavimentos permeables y otros SUDS en general. En los últimos años, el “Grupo de investigación de tecnología de la construcción” (GITECO) de la Universidad de Cantabria, ha sido una de las principales fuentes de aportación de artículos y trabajos científicos relacionados con los pavimentos permeables. Entre los que destacan los proyectos “FIDICA” y “TRAPI”.

Desde el año 1980, se vienen desarrollando aproximadamente cada 4 años conferencias a

nivel internacional relacionadas con la investigación, diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos permeables de adoquines de hormigón. En el año 2009, se desarrolló en Argentina la novena conferencia de este tipo, la cual instaló en Latinoamérica la discusión científica y técnica sobre el uso de estos pavimentos.

En Chile existen muy pocas experiencias alusivas a pavimentos permeables. No obstante, el “Instituto del cemento y del hormigón de Chile” (ICH) elaboró en el año 1991 un Manual de diseño y construcción de pavimentos de adoquines, que por muchos años se fue el único manual existente en Chile dedicado al diseño y construcción de este tipo de pavimentos.

Sin embargo, en el año 2013, el ICH desarrolla un manual más actualizado, a cargo del Dr. Ing. Tomás Echaveguren Navarro de la Universidad de Concepción. Motivó el desarrollo de esta nueva versión el hecho de que el país enfrenta nuevos desafíos en materias de infraestructura pública y muy especialmente en materia de habitabilidad urbana, ahorro de energía, protección ambiental y uso eficiente de los recursos, por lo cual el adoquín constituye una opción más para contribuir en este propósito. El manual describe los aspectos elementales que permiten comprender el comportamiento de los pavimentos de adoquines de hormigón y de los materiales que lo constituyen y, a la vez, aplicar las técnicas más recientes para dimensionar adecuadamente este tipo de pavimentos.

Así mismo, se analizaron los efectos de los materiales más adecuados para un diseño de mezcla de un concreto poroso en Colombia con la investigación de (Moujir & Castañeda, 2014) de la Pontificia Universidad Javeriana, quienes compararon algunas variables como la resistencia a la compresión de cilindros y la permeabilidad entre un concreto poroso con agregado fino y otro sin agregado fino, y encontraron que el concreto con agregado fino, a pesar de llegar al 62% a los 7 días y 109% a los 28 días de la resistencia a la compresión inicial de diseño de $f'c=21$ MPa, necesariamente el porcentaje de vacíos solo logra llegar a 15,42% del volumen total, mientras que el concreto poroso sin agregado fino, a pesar de tener una permeabilidad 44% mayor al concreto poroso con finos gracias a un porcentaje de vacíos del 18,27%, solamente llega a un 57% a los 7 días y un 100% a los 28 días de la resistencia

inicial (7,71% menor que la resistencia de la mezcla del concreto poroso con finos), conservando la misma relación agua/cemento de 0,5. [6].

8.1 Criterios de diseño

A diferencia de los pavimentos convencionales en donde el diseño depende únicamente de la resistencia a la carga aplicada o propiedades mecánicas, a los pavimentos permeables se les agregan factores hidráulicos tales como permeabilidad y relación de vacíos.

Es necesario llegar a un balance entre el diseño estructural y el hidráulico para de esta manera obtener un sistema óptimo que presente buen comportamiento en ambos aspectos, los dos diseños darán diferentes espesores el que sea mayor será escogido como el espesor de diseño.

En la siguiente imagen se muestra un diseño general de pavimentos permeables que incluye aspectos hidráulicos y estructurales:

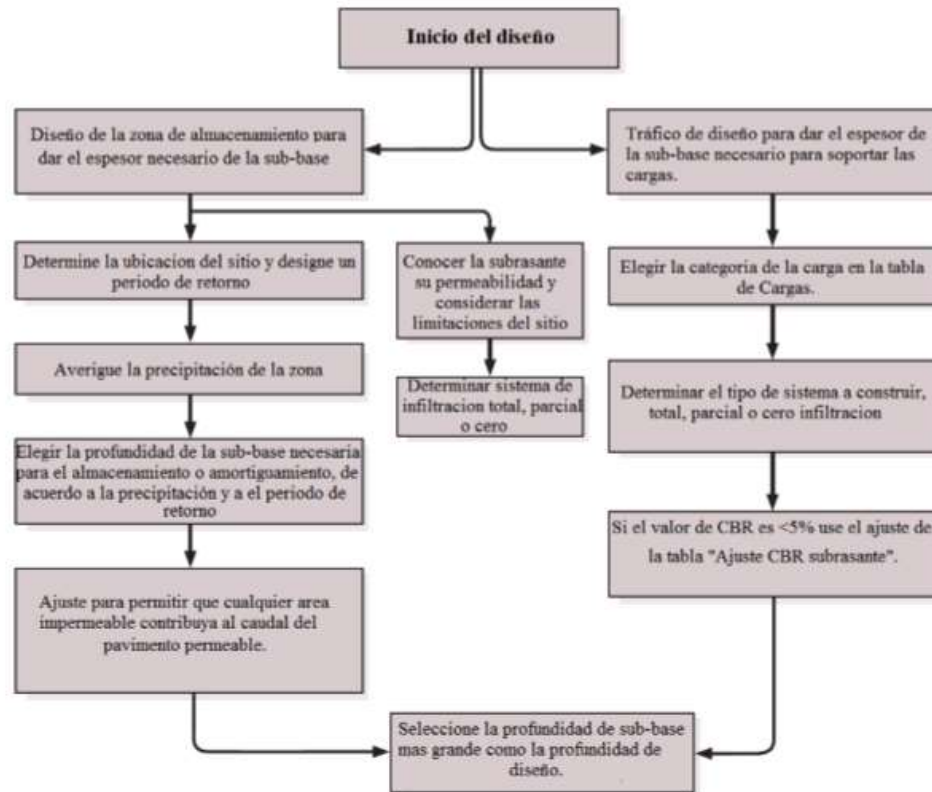


Ilustración 4. Metodología de diseño del pavimento permeable. Fuente: (Leandro M, Pavimentos permeables como alternativa urbana, 2011).

Es importante seleccionar el tipo de sistema a construir, que puede ser con total, parcial o cero infiltración. Este proceso se realiza mediante la siguiente tabla:

Características de la subrasante		Sistema 1: Infiltración total	Sistema 2: Infiltración parcial	Sistema 3: Infiltración cero
Permeabilidad de la subrasante definida por el coeficiente de permeabilidad k (m/s)	10^{-6} to 10^{-3}	✓	✓	✓
	10^{-8} to 10^{-6}	×	✓	✓
	10^{-10} to 10^{-8}	×	×	✓
El mas alto nivel esperado de agua entre 1000mm		×	×	✓
Contaminantes en la subrasante		×	×	✓

Ilustración 5. Selección del tipo de sistema según características de la Subrasante. Fuente: (Leandro M, Pavimentos permeables como alternativa urbana, 2011).

También, lo más adecuado es realizar pruebas de campo en la zona a intervenir para así obtener la permeabilidad del suelo, y dependiendo de este factor también encontrar el CBR. Sobre resaltar que cuando el CBR es menor a 5% se debe hacer una mejora de la sub rasante. Sin embargo, los valores aproximados para los diferentes tipos de suelo se muestran en la siguiente imagen:

Clasificación del suelo	Rango del coeficiente de permeabilidad k (m/s)	Rango del valor de CBR
Arcilla pesada	$10^{-10} - 10^{-8}$	2 – 5
Arcilla limosa	$10^{-9} - 10^{-8}$	3 – 6
Arcilla arenosa	$10^{-9} - 10^{-6}$	5 – 20
Arena pobremente gradada	$5 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-6}$	10 – 40
Arena bien gradada	$5 \times 10^{-6} - 10^{-4}$	10 – 40
Grava arenosa bien gradada	$10^{-5} - 10^{-3}$	30 – 80

Ilustración 6. Permeabilidad y capacidad portante del suelo. Fuente: (Leandro M, Pavimentos permeables como alternativa urbana, 2011).

Diseño Hidráulico

Para llevar a cabo el diseño hidráulico es necesario tener en cuenta aspectos como: el volumen necesario para el almacenamiento de la precipitación de diseño, la capacidad de la subrasante a recibir o no agua (salida) y el manejo en caso de eventos superiores al de diseño.

✓ Aspectos importantes:

1. La tasa de infiltración de la capa de rodadura debe ser mayor que la intensidad de la precipitación para evitar encharcamientos que contribuyan con el deterioro de la estructura y afecten la seguridad vial.
2. Se deben tener en cuenta los caudales aportantes de las zonas aledañas que escurran en el pavimento.
3. Debe entenderse que la tasa de infiltración de la capa de rodadura tiende a disminuir y

estabilizarse con los años debido a la colmatación, para contrarrestar este efecto se sugiere en los cálculos incluir un coeficiente de colmatación.

4. La capacidad de almacenamiento dependerá de la precipitación, la relación de vacíos, el tiempo de retorno escogido para el diseño, las áreas aportantes al sistema, la infiltración y las salidas del sistema.

✓ Evento de diseño:

Se diseña no con el valor de precipitación antecedente más alto existente, sino que se selecciona un evento de importante magnitud que se repite cada cierto periodo de tiempo, a este se le llama periodo de retorno. Con este se garantiza que el sistema se vea excedido en su capacidad pocas veces durante su vida útil. A el periodo de retorno se le suma la intensidad de la lluvia y la duración, aspectos que complementan y permiten hacer la mejor selección de la precipitación de diseño, para dimensionar el volumen de almacenamiento.

El MINVU (Ministerio de vivienda y urbanismo) propone dos periodos de retorno para la selección de la lluvia de diseño (MINVU, 1996):

T = 5 años, si hacia aguas abajo existe una red de drenaje bien desarrollada.

T = 10 años, si no existe una red de drenaje bien desarrollada.

Sin embargo, dependiendo del régimen hidrológico de la zona o del servicio de la obra, se podrán tener periodos de retorno mayores a los anteriores.

✓ Cálculo del volumen de lluvia de las zonas adyacentes al sistema (volumen aportado):

El cálculo del volumen del agua que escurre de las zonas aledañas hacia el sistema, se puede realizar obteniendo el caudal de la zona adyacente (Q_c) través del Método Racional, a continuación, se muestran las ecuaciones y tablas utilizadas para este método:

$$V_{aff(t)} = 1,25 * 0,001 C I_t A t = 0,00125 C A P_t^T$$

Ilustración 7. Volumen afluente aportado por la zona adyacente (Fuente: Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos: MINVU, 1996).

Donde:

Vafl = Es el volumen de agua que aporta la zona adyacente al sistema, en metros cúbicos.

C = coeficiente de escurrimiento del área adyacente.

A = Es el área adyacente, en m².

It = Es la intensidad de la lluvia en una determinada duración, en mm/hora.

T = Tiempo de retorno, en años.

t = Duración, en horas.

PtT = Precipitación acumulada en una determinada duración y para un determinado periodo de retorno.

✓ **Calculo de espesores**

A continuación, se explicará un método el cual se basa en las guías de diseño planteadas por diferentes autores a través del tiempo, esta metodología no está sectorizada a implementarse en una región determinada, sino que por medio de esta y conociendo el régimen hidrológico de la zona se pueden adaptar a cualquier sitio.

Método MINVU, 1996:

El volumen máximo de almacenamiento será la diferencia entre el volumen de entrada (volumen aportado) menos el volumen de salida (volumen infiltrado), en función del tiempo.

$$V_{inf}(t) = 0,001 f C_s A_e t$$

Ilustración 8. Volumen infiltrado (Fuente: Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos: MINVU, 1996).

Donde:

f = La capacidad de infiltración de la subrasante, en mm/hora.

Ae = Área del pavimento permeable, en m².

t = Duración, en horas.

Cs = Coeficiente de seguridad de colmatación, este valor depende de la calidad del agua y del mantenimiento al sistema, la imagen muestra el grafico para seleccionar dicho valor.

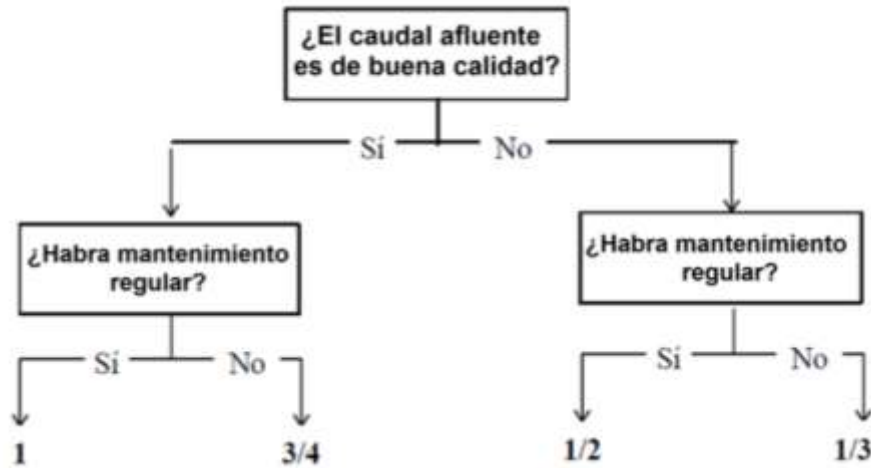


Ilustración 9. Grafico para obtención del coeficiente de seguridad de colmatación (Fuente: MINVU, 1996)

Teniendo ya la entrada y la salida, la siguiente ecuación quedaría:

$$V_{alm} = \text{Max} (V_{afl}(t) - V_{inf}(t))$$

Ilustración 10. Volumen máximo de almacenamiento (Fuente: Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos: MINVU, 1996).

Donde, el cálculo del espesor se obtiene con la ecuación:

$$e = V_{alm} / (pA_e)$$

Ilustración 11. Espesor del almacenamiento (Fuente: Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos: MINVU, 1996).

Donde:

p = Porosidad de la sub-base, usualmente 0,3.

Ae = Área del pavimento permeable, en m².

Para evitar la proliferación de microorganismos y malos olores, por el estancamiento del agua se debe garantizar un tiempo de drenaje inferior a 48 horas, para esto se calcula el tiempo de drenaje (t_m), mediante la siguiente ecuación se puede calcular el tiempo de drenaje:

$$t_m = \frac{p e_s}{C_s f}$$

Ilustración 12. Tiempo de drenaje (Fuente: Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos: MINVU, 1996).

Donde,

es = Espesor de la sub-base, en mm.

f = La capacidad de infiltración de la subrasante, en mm/hora.

Cs = Coeficiente de seguridad de colmatación, este valor depende de la calidad del agua y del mantenimiento al sistema.

p = Porosidad de la sub-base, usualmente 0,3.

✓ **Diseño estructural**

1. El suelo debe tener la capacidad de sostener las cargas de tráfico sin deformarse excesivamente.
2. La capa de transición y la sub-base permeable deben disipar el bulbo de esfuerzos y dar estabilidad a la superficie de rodadura.
3. La capa de rodadura, independientemente del material que se use, no debe sufrir fracturamiento bajo las cargas del tráfico.

Este diseño consta de dos etapas:

1. Se seleccione el tipo de carga de 1 a 6, de acuerdo a la cantidad de vehículos grandes, a la carga expresada en ejes estándar (eje simple rueda doble de 80 KN o 8,16 Ton) o al uso.

1 Parqueaderos	2 Peatonal	3 Vehicular	4 Comercial	5 Industrial	6 Tráfico pesado
No vehículos grandes	Vehículos grandes solo en caso de emergencia	Un vehículo grande por semana	Diez vehículos grandes por semana	Cien vehículos grandes por semana	Mil vehículos grandes por semana
Cero ejes estándar	100 ejes estándar	15000 ejes estándar	150000 ejes estándar	1500000 ejes estándar	15000000 ejes estándar
Patio	Bahías de estacionamiento y pasillos	Calles peatonales	Rutas de acceso a pequeños mercados	Locales industriales	Vía primaria
Vía privada	Plataforma en estación de tren	Acceso a guarderías	Vía de acceso a colegios o universidades	Vía secundaria	Bodega o centro de distribución
Con fines decorativos	Exposición de carros	Parqueaderos en áreas residenciales	Acceso a edificio de oficinas	Desarrollo industrial ligero	Paradero de buses
Parques de recreación	Caminos peatonales en estadios	Viveros y áreas de demostración	Acceso a complejos residenciales	Mercados o industrias	Paradero de tractocamiones
Andenes	Andenes con ocasional entrada de vehículos	Cementerios	Acceso a viveros	Plaza de la ciudad	Paradero de camiones
	Intersección entre vías privadas y andenes	Parquero de hoteles	Estación de bomberos	Vía peatonal y vehicular a la vez	Glorietas
		Parqueadero de automóviles en aeropuertos	Parqueadero de vehículos en aeropuertos	Vías de acceso a aeropuertos	Vías para solo buses
		Centros deportivos	Acceso a estadios, antejardines		

Ilustración 13. Selección del tipo de carga. Fuente: (Interpave, 2008).

2. Se selecciona la estructura de acuerdo al tipo de carga, los espesores de los materiales:

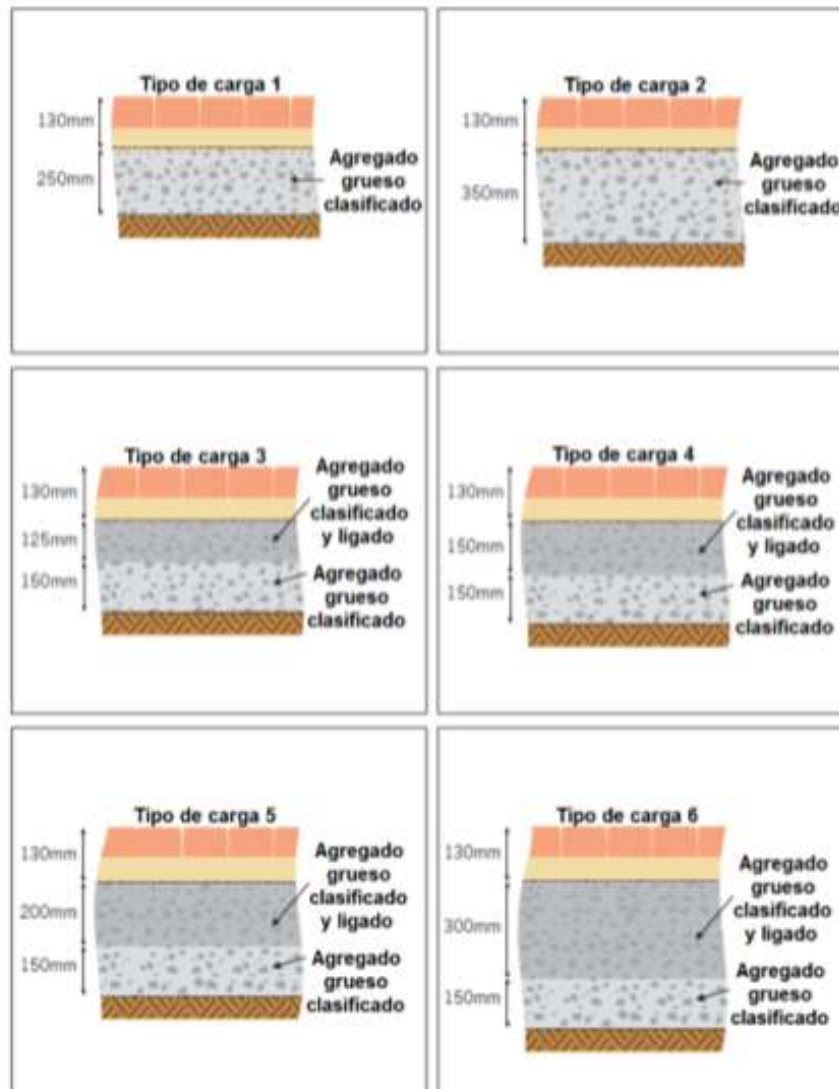


Ilustración 14. Espesores de la capa de almacenamiento para el caso infiltración total y parcial. Fuente: (Adaptado de Interpave, 2008).

Como se había mencionado anteriormente, si el CBR es menor al 5% se debe aumentar el espesor.

✓ Información básica del lugar de aplicación:

Debe hacerse un reconocimiento preliminar y detallado del sitio de aplicación y conocer datos como:

Perfiles de suelo, geología, topografía y patrones de drenaje (hoyas hidrográfica o área aportante), clasificación hidrológica del suelo (A, B, C, D), antecedentes históricos de rellenos o compactaciones, humedales y pozos, etc. Entre más información preliminar se obtenga mejores resultados se tendrán al reducir la incertidumbre. [7]

9.1 Enfoque social

Con la implementación del pavimento permeable, la sociedad será la más beneficiada ya que se verá un cambio drástico en las zonas que anteriormente presentaban inundaciones, encharcamientos y acumulación de agua que con el pasar del tiempo puede producir contaminación y de esta manera afectar la salud pública del sector.

También como se había mencionado anteriormente no habrá riesgo de accidentes viales por las inundaciones. El departamento del Meta mejorara su infraestructura vial y su impacto ambiental, la idea es llevar esta alternativa hacia otros departamentos aledaños y así mejorar la calidad vial de nuestro País.

11.CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

11.1. Conclusiones

El pavimento permeable ha sido estudiado por más de 40 años, en donde el pionero en realizar análisis y estudios sobre este fue Estados Unidos. Sin embargo, en muchos países se han creado teorías sobre el funcionamiento y el uso adecuado de este pavimento. A pesar de esto, no se ha visto significativamente la implementación, ya que los primeros estudios no soportan técnicamente las bondades de este pavimento.

Sin embargo, últimamente se han evidenciado por medio de ensayos y métodos que el pavimento permeable es un medio por el cual podemos mitigar la escorrentía, los encharcamientos, las inundaciones y demás, que generan impactos ambientales negativos, y de una u otra forma afecta a la comunidad.

En este trabajo se evidencio que la implementación del pavimento permeable es una alternativa eficiente y económica, para mitigar las inundaciones en zonas que poseen un índice alto de precipitación y escorrentía.

Se explicó los criterios que se deben tener en cuenta para el diseño de la estructura del pavimento permeable, teniendo en cuenta como en los pavimentos convencionales las cargas a las cuales estará sometido para así evitar que el pavimento presente ahuellamineto o grietas en la capa de rodadura.

Según el estudio de mercado realizado se obtuvo que las empresas conocen el pavimento permeable, mas no lo han implementado, asegurando que este, es una alternativa eficiente para la región, por estas mismas razones se concluye que es óptima la creación de empresa de interventoría y consultoría vial.

El departamento del Meta será el directamente beneficiado con la implementación de proyectos en los que su objeto se encuentre el pavimento permeable, mejorando así la calidad

de vida de las personas, las cuales se están viendo afectadas, ya que viven en zonas en donde se presentan fuertes precipitaciones y son damnificadas social y económicamente.

11.2. Trabajos Futuros

Sería interesante que en Colombia se siga investigando sobre el pavimento permeable, y así incentivar su implementación, ya que este ha demostrado que funciona como alternativa para mitigar los encharcamientos causados en algunas zonas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Nacional de Mar del Plata, "Procesos y problemas de la creación de una empresa" *Veciana*, n° 8, 24 Octubre, 2011. Obtenido de: <http://nulan.mdp.edu.ar/692/1/00196.pdf>
- [2] Universidad Tecnológica de Pereira, "Manual de interventoría" UTP, Oficina de planeación, Cap 2,, Agosto, 2010. Obtenido de: <http://media.utp.edu.co/planeacion/archivos/documentos-de-interes-de-p-d-p-f/manualint.doc>
- [3] Torres, A., "Tendencias en la consultoría para la ingeniería de grandes proyectos", *Trends in Consulting Engineering for Major Projects*, Vol. 1, PP-74, Abril, 2008. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n27/n27a9.pdf>
- [4] Figueroa, Jorge. "Guía para el diseño de estructuras de pavimentos", Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes, AASHTO-93, Junio, 2015. Obtenido de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4538/1/Gu%C3%ADa%20para%20el%20uso%20del%20m%C3%A9todo%20de%20dise%C3%B1o%20de%20estructuras%20de%20pavimentos%20nuevos%20seg%C3%BAn%20m%C3%A9todo%20AASHTO%202002.pdf>
- [5] "Normativa guía de emprendimiento", Encolombia, Colombia, PP-F12, Octubre, 2017. Obtenido de: <https://es.calameo.com/read/0042125086700da43a19f>
- [6] D. Ramos "Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos", tesis de maestría, Unam, Programa de maestría y doctorado en ingeniería, México D.F, 2009. Obtenido de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3443/perezramos.pdf?sequence=1>
- [7] M. Castro, "Pavimentos permeables como alternativa de drenaje urbano", Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Ingeniería civil, Bogotá, 2011. Obtenido de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7483/tesis599.pdf?sequence=1>