



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**ESTUDIO TÉCNICO Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE PAVIMENTOS CON PLÁSTICO
RECICLADO EN LA RED VIAL DE HONDURAS.**

SUSTENTADO POR:

**GUILLERMO ANTONIO DACCARETT CABAÑAS
GERARDO ANTONIO PÉREZ MONTOYA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

TEGUCIGALPA, FCO. MORAZÁN, HONDURAS, C.A.

SEPTIEMBRE 2018

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR
MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**VICERRECTOR ACADÉMICO
DESIREE TEJADA CALVO**

**SECRETARIO GENERAL
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO
CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE**

**ESTUDIO TÉCNICO Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE PAVIMENTOS CON PLÁSTICO
RECICLADO EN LA RED VIAL DE HONDURAS.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN**

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

**ASESOR METODOLÓGICO
MINA CECILIA GARCÍA LEZCANO**

**ASESOR TEMÁTICO
MARCELA ALEXANDRA ROSALES**

MIEMBROS DE LA TERNA:

JULIO LÓPEZ ZERÓN

KARLA UCLÉS



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTUDIO TÉCNICO Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PAVIMENTOS CON PLÁSTICO RECICLADO EN LA RED VIAL DE HONDURAS.

AUTORES

GUILLERMO ANTONIO DACCARETT CABAÑAS

GERARDO ANTONIO PÉREZ MONTOYA

Resumen

La búsqueda continua de elementos que puedan ser sustituidos por productos nacionales así como la expansión del mercado y dinamización de la economía son objeto interés de nuestro país, por lo que el presente estudio trata de aportar una solución a la dependencia de productos importados como lo son los derivados del petróleo específicamente el bitumen aplicado a la construcción de pavimentos asfálticos, mediante la realización del estudio de mercado y el estudio financiero, tomando como producto sustituto el plástico reciclado.

Palabras claves: Asfalto, Pavimento, Plástico Reciclado



GRADUATE SCHOOL

TECHNICAL STUDY AND COST ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF PAVEMENTS WITH PLASTIC RECYCLED ON THE ROAD NETWORK OF HONDURAS.

AUTHORS

GUILLERMO ANTONIO DACCARETT CABAÑAS

GERARDO ANTONIO PÉREZ MONTOYA

Abstract

The continuous search for elements that can be replaced by national products, as well as the expansion of the market and the dynamization of the economy are the object of interest of our country, so the present study tries to provide a solution to the dependence of Imports products as petroleum derivatives specifically bitumen applied to the construction of asphalt pavements, by carrying out the market study and the financial study, using as a substitute product the plastic recycled.

Keywords: Asphalt, Pavement, Recycled Plastic

DEDICATORIA

A Dios

Por habernos permitido recorrer este importante camino de su mano, con salud y discernimiento para llegar a este punto en forma satisfactoria.

A nuestros padres

Guillermo Daccarett e Idalia Cabañas y Nery Montoya, por su apoyo incondicional, sus consejos, sus valores, por la constancia que los caracteriza y la influencia positiva que nos transmiten día a día; pero, sobre todo, por su amor sincero que nos impulsa a ser mejores.

A nuestros familiares

Nuestros hermanos Emilo Daccarett, Jorge Daccarett, Nayibe Daccarett y Enrique López y nuestras esposas Emely de Daccarett y Leticia de Pérez, respectivamente; que a pesar de los altos y bajos de la vida, se mantienen fuertes y dispuestos a entregarnos su apoyo en forma permanente, siendo una importante fuente de energía en nuestras vidas.

A nuestros maestros

Que nos brindaron su conocimiento, tiempo y dedicación en cada jornada de trabajo y nos enseñaron a través de la narración, valiosas experiencias vividas; con mucho contenido y valor.

A nuestros amigos

Especialmente a nuestro grupo de clases, con los que recorrimos juntos las alegrías y tristezas, conquistas y derrotas y sobre todo, tiempo de amistad que se convirtió en una causa digna de reconocimiento ya que convirtieron esta etapa en un trayecto de vivencia que nunca olvidaremos.

A todos aquellos familiares y amigos que no mencionamos al momento de escribir; ¡sin embargo, ustedes saben quiénes son, muchas gracias por su apoyo!

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento sincero y fraterno a Dios por permitirnos culminar esta importante etapa de nuestras vidas, a nuestros padres, hermanos, esposas, amigos, maestros y a todas las personas que de una u otra manera formaron parte de este proceso que hoy culminamos, sin ellos no habría sido posible alcanzar los objetivos que nos trazamos en abril del 2016 y que, con mucha humildad, orgullo y sobre todo agradecimiento hoy decimos... ¡misión cumplida!

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 TEORÍA DE SUSTENTO	6
2.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
2.3 TEORÍAS	16
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	26
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	26
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	27
3.3 MATRIZ METODOLÓGICA	29
3.4 POBLACIÓN	30
3.5 MUESTRA.....	30
3.6 TIEMPO DE LA INVESTIGACIÓN	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	32
4.1 RESULTADOS	32
4.2 APLICABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
5.1 CONCLUSIONES	56
5.2 RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS.....	58

ANEXOS	62
6.1 ANEXO A PAQUETES DE LA EMPRESA MCREBUR.....	62
6.2 ANEXO B ADQUISICIÓN DE PLÁSTICO TRITURADO	65
ABREVIACIONES	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1 MAPA CONCEPTUAL DEL MARCO TEÓRICO.....	6
FIGURA 2 TRÁMITES PARA CONSTITUIR UNA EMPRESA EN HONDURAS.....	12
FIGURA 3 LICENCIAS PARA EMPEZAR A FUNCIONAR	13
FIGURA 4 COSTOS EN EDIFICACIÓN	23
FIGURA 5 DIAGRAMA SAGITAL.....	28
FIGURA 6. ELEMENTOS QUE DEFINEN EL MERCADO.....	39
FIGURA 7 PUNTO DE EQUIVALENCIA.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESIDUOS DE PLÁSTICO Y SU FUENTE.....	17
TABLA 2 MATRIZ METODOLÓGICA.....	29
TABLA 3 PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMEN-PLÁSTICO	42
TABLA 4 BALANCES DE MÁQUINAS, PERSONAL Y MATERIALES	44
TABLA 5. FICHA COSTO DIRECTO ASFALTO CONVENCIONAL	45
TABLA 8 FICHA COSTO DIRECTO ASFALTO/PLÁSTICO	49
TABLA 9 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	52
TABLA 10 IMPORTE DE VALORES CONSTANTES.....	53

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 COSTO DEL ASFALTO CON PLÁSTICO RECICLADO.....	54
--	----

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La presente investigación tiene como propósito fundamental realizar el análisis de costos y fundamental el estudio técnico para la implementación de pavimentos con plástico reciclado en las carreteras del país, mediante la identificación de sus ventajas con respecto a pavimentos tradicionales.

La construcción y mantenimiento de carreteras es un tema que preocupa y concierne a todos los países, siendo este un indicador importante para la medición del desarrollo, a través del tiempo se han estudiado alternativas que puedan generar una solución práctica y económica en relación a los métodos convencionales actuales, es por ello que ha surgido la idea revolucionaria de la construcción de pavimentos con plástico reciclado.

Para establecer su viabilidad se analizará el costo unitario, se estudiará su proceso productivo, así como la obtención de todos los elementos necesarios para desarrollarlo, compaginando con las leyes locales específicamente con el manual de carreteras de Honduras.

Por su parte el estudio técnico se basa en investigaciones realizadas por otras personas, quienes ya han comprobado mediante pruebas de laboratorio aceptadas y publicadas, específicamente en temas de resistencia y cumplimiento de las características mecánicas que conciernen al diseño de mezclas de estos pavimentos.

1.2 Antecedentes

Las carreteras de plástico son fabricadas con mezclas de asfalto, agregados y plástico reciclado, demuestran tener mejores propiedades que las carreteras convencionales sobre todo en permeabilidad y resistencia.

Para su producción, se realiza una mezcla a partir de bitumen y plástico reciclado, la utilización de este nuevo insumo reduce la contaminación y abre un nuevo mercado para las empresas recicladoras, el plástico recolectado se tritura y se agrega al asfalto el cual se funde en altas temperaturas hasta obtener una mezcla con el asfalto, el cual tendrá una importante disminución que la requerida en la mezcla tradicional ya que será sustituido en cierta medida por el insumo adicional, en este caso, plástico reciclado, impactando positivamente también en la demanda de plástico reciclado en el país.

1.2.1 Pavimentos con Plástico en el Mundo

Los Países Bajos se han destacado por mostrarle al mundo el respeto por el medio ambiente, innovando con medidas y obras de construcción que reducen significativamente la contaminación, muestra de ello es la creciente construcción con inclusión de insumos producto del reciclaje, para el caso, **VolkerWessels** es la empresa más representativa en el tema de Caminos Plásticos.

Así mismo, en Reino Unido, La compañía **Macrebur** se destaca por su asfalto modificado con polímeros MR6, MR8 y MR10, orgullosos por sus fórmulas realizadas con materiales 100% reciclados («THE PRODUCT | MacRebur», s. f.)

En Canadá, Vancouver anuncia que “será la primera ciudad canadiense la cual utilizará plásticos reciclados en las carreteras de la ciudad”(Nov 15, November 15, & 2012, 2012)

Jharkhand es el gran ejemplo para la India “que utiliza tecnología bituminosa en plástico de desecho, desde bolsas de polietileno a paquetes de galletas, para la construcción de carreteras.”(«Jamshedpur’s Plastic Roads Initiative Is A Lesson For All Indian Cities!», s. f.), este mismo sistema ha sido replicado en países de África y condados de Australia.

Todos los anteriores son ejemplos fidedignos de que la construcción y el reciclaje son rubros importantes que deben entrelazarse mediante una buena socialización para lograr menores impactos negativos en cuanto a temas ambientales y económicos; siempre respetando los aspectos técnicos y legales que los rigen.

1.2.2 El reciclaje de plástico en Honduras

El reciclaje en Honduras ha presentado un considerable incremento; incluso, un creciente número de empresas recicladoras exportan sus productos tanto a la región Centroamericana y México.

Una sola empresa recicladora situada en el norte del país ha reciclado un promedio de “74 millones de libras de plástico”(«Reciclaje de plástico, negocio en Honduras», s. f.), sin duda; esta industria representa una oportunidad de negocio para muchas familias hondureñas, “actualmente en la capital funcionan un aproximado de 400 empresas recicladoras”(«Con ley pretenden formalizar la labor de reciclaje en la capital», s. f.), esto ha tomado tanta relevancia que se discute en el congreso una ley para formalizar la labor del reciclaje en el país.

1.3 Definición del Problema

“En Honduras diariamente se produce un promedio de 5,666 toneladas de basura, de las cuales el 14.4 por ciento es plástico que representa aproximadamente 840 toneladas” (Medios, 2018) , es por ello que es necesario buscar alternativa de reutilización para estos desechos.

El bitumen como componente de la mezcla asfáltica para la construcción de carreteras, puede ser reemplazado por el plástico, y por tal razón es una solución para la reducción y reutilización de los desechos plásticos, actualmente “La Red Vial Oficial de Honduras es de 14,239.26 km, donde 3,159.06 km son carreteras pavimentadas y 11,080.20 km son carreteras y caminos no pavimentados.”(Fondo Vial, 2010, p. 2), por lo que existe una creciente necesidad de conservación vial y naturalmente la construcción de nuevas carreteras.

Así mismo, los desechos plásticos representan altos índices de contaminación, principalmente en áreas urbanas del país. Con base a lo expuesto, se plantea la siguiente interrogante:

¿Es viable construir pavimentos con plástico reciclado en Honduras?

1.4 Objetivos del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar el costo y los beneficios de la producción de pavimentos con plástico reciclado en Honduras.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Fundamentar el estudio técnico que permita determinar los componentes de la mezcla asfáltica.
- Desarrollar el análisis de costos directos para la elaboración del pavimento con plástico reciclado.

1.5 Justificación

“Marvin Martínez Coordinador de Residuos Sólidos de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas declara que el uso inadecuado del plástico es un peligro ya que estos residuos finalizan en quebradas, ríos, mares y océanos e incluso han llegado a conformar pequeñas islas lo cual afecta la vida marina”

Adicionalmente en Honduras apenas el 23% de los caminos son pavimentados; esto hace prioritario, buscar alternativas más económicas, resistentes y que generen menor impacto ambiental en la construcción de carreteras.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La utilización de plásticos reciclados en la construcción de carreteras es una tendencia creciente a nivel mundial, debido a que se pueden encontrar diferentes composiciones adaptadas al entorno y producción de insumos de acuerdo a las condiciones sociales y ambientales de cada región, por tanto, es necesario determinar el tipo y la dosificación de plástico para suplir las necesidades primordiales con métodos más eficientes y factibles que permitan el mejoramiento sustancial de las vías de comunicación y por consiguiente, el desarrollo integral del país.

2.1 Teoría de sustento

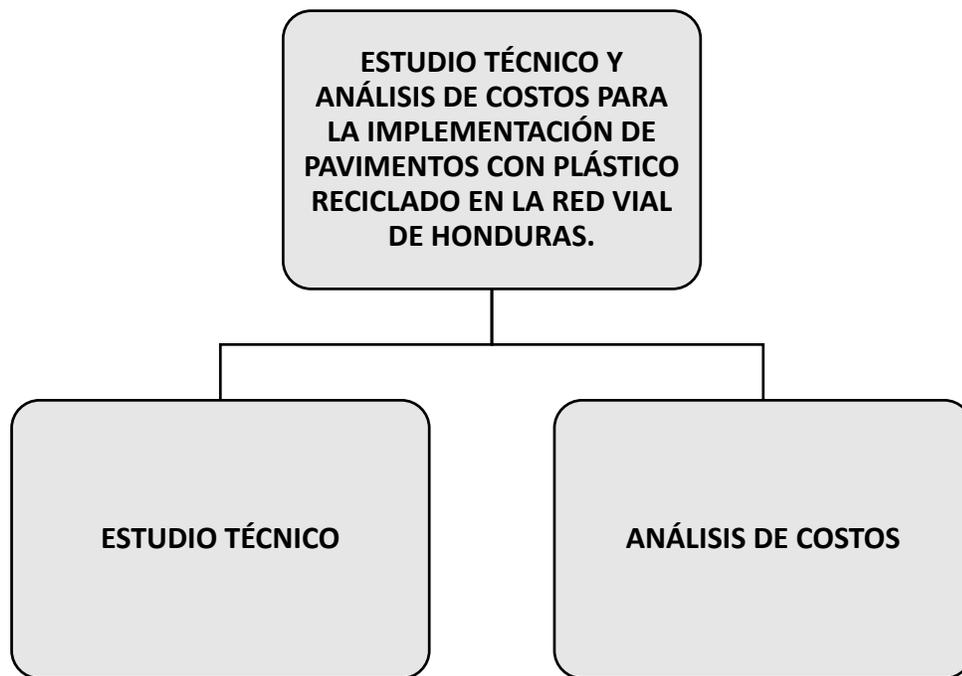


Figura 1 Mapa Conceptual del Marco Teórico

2.2 Análisis de la Situación Actual

La producción de desechos sólidos ha formado parte de la problemática ambiental “En Honduras se producen 5,000 toneladas diarias de basura, de las cuales el 79% puede ser reutilizado” (Medios, 2018), cabe destacar que en nuestro país los botaderos son a cielo abierto lo cual contamina tierra, aire y agua.

El manejo de los desechos sólidos en Honduras es muy limitado se resume solamente en dedicar un área en las afueras de las ciudades para acumular todos los desechos y con la creciente producción de basura, estos botaderos alcanzan el máximo de su vida útil y caducan.

En el caso de Tegucigalpa “para evitar que permanezca al aire libre y así mismo no causar incendios, el tratamiento de desechos sólidos consiste en aterrarlos con una capa de tierra de aproximadamente 35 centímetros” («La capital, rezagada en el manejo adecuado de los desechos sólidos», s. f.)

Sin embargo, nuevas alternativas para el uso de desechos plásticos han surgido recientemente, como el uso de plástico reciclado en la construcción de carreteras y así ayudar a aliviar el volumen de desechos sólidos.

En Centro América, recientemente se ha demostrado interés por la construcción de carreteras con agregados plásticos, los cuales son un componente de una mezcla con concreto para conformar el pavimento rígido y con asfalto para modificar el flexible, esto motiva a la investigación profunda acerca de nuevas formas de composición de mezclas más eficientes para aplicarlas a la construcción de carreteras.

2.2.1 Análisis de metodologías

Evaluación de Proyectos

Sapag y Sapag definen la evaluación de proyectos como:

“La preparación y evaluación de un proyecto es un instrumento de decisión que determina que si éste se muestra rentable debe implementarse, pero que si resulta no rentable debe abandonarse.”(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008, p. 1)

La evaluación de proyectos se compone de: (Sapag Chain & Sapag Chain, 2008, p. 24)

- Estudio Técnico
- Estudio de Mercado
- Estudio Legal
- Estudio Financiero
- Estudio Ambiental

Estudio Técnico

Partes que determinan un estudio técnico:

Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto: “El objetivo general es determinar el sitio donde se instalará la planta.” (Urbina, s. f.-a, p. 86), se analizas diversos

factores e incluso se les asigna un valor numérico para determinar cuál de los lugares tiene el mayor peso y es el más adecuado que beneficie el proyecto.

Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto: Este punto es fundamental ya que determina la inversión inicial del proyecto, es donde se define el proceso de producción, así como la tecnología necesaria, es por ello que este análisis requiere de la mayor cantidad de recursos de ingeniería.

Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos: Trata de realizar una asignación cuantitativa monetaria a todos los suministros que se necesitan para ejecutar el proyecto

Identificación y descripción del proceso: Identifica todas las acciones necesarias para obtener el producto o servicio final

Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto: Enumeración de toda la mano de obra necesaria en el proyecto

Estudio de Mercado

El objetivo de este estudio es determinar la demanda potencial del producto o servicio, su precio y su comercialización, en se demuestra si existe o no un problema o demanda insatisfecha, además pueden determinarse otro tipo de indicadores como si el mercado es el adecuado para el ingreso de un nuevo producto.

La investigación que se realice debe tener las siguientes características:

- “La recopilación de información debe ser sistemática
- El método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso
- Los datos recopilados siempre deben ser información útil
- El objeto de la investigación siempre debe tener como objetivo final servir como base para la toma de decisiones”(Urbina, s. f.-a, p. 13)

Existen dos tipos de información, las provenientes de fuentes primarias y las provenientes de fuentes secundarias, las fuentes primarias son las que se obtienen de aplicación directa por ejemplo mediante una encuesta y las fuentes secundarias son la información basada y recopilada por otros.

Un estudio de mercado se compone de:

Análisis de la demanda: “El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado respecto a un bien o servicio” (Urbina, s. f.-a, p. 15)

Una vez realizado el análisis se determina si la demanda de un producto o servicio actualmente se encuentra satisfecha o insatisfecha.

Análisis de la oferta: al igual que el análisis de la demanda este estudio trata de “conocer los factores cuantitativos y cualitativos que influyen en la oferta” (Urbina, s. f.-a, p. 42)

Análisis de los precios: Este análisis determina el precio de venta existen diferentes enfoques, uno de los más relevantes es agregar un porcentaje a los costos unitarios de producción, otros enfoques se basan en el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda.

El análisis del precio toma las siguientes consideraciones las cuales pueden utilizarse individualmente o mediante una combinación de varias:

- La base de todo precio es el de producción, administración y ventas más una ganancia
- Demanda potencial del producto y condiciones económicas del país
- La reacción de la competencia
- El comportamiento del revendedor
- La estrategia de mercadeo
- El control de precios del gobierno

(Urbina, s. f.-a, p. 47)

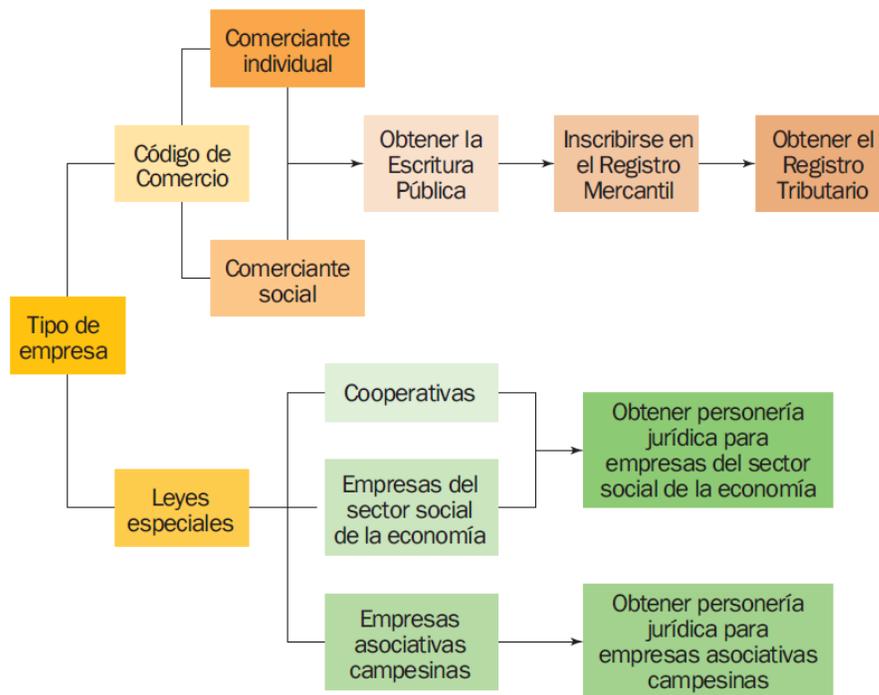
Análisis de la comercialización: Es facilitar el producto o servicio al consumidor final, la línea de comercialización define la cantidad de intermediarios entre el productor y el consumidor, además se incluye la estrategia de mercadotecnia.

Estudio Legal

Este estudio identifica todos los requerimientos legales para que la empresa, producto o servicio no tenga ningún impedimento para poder operar o ser producido.

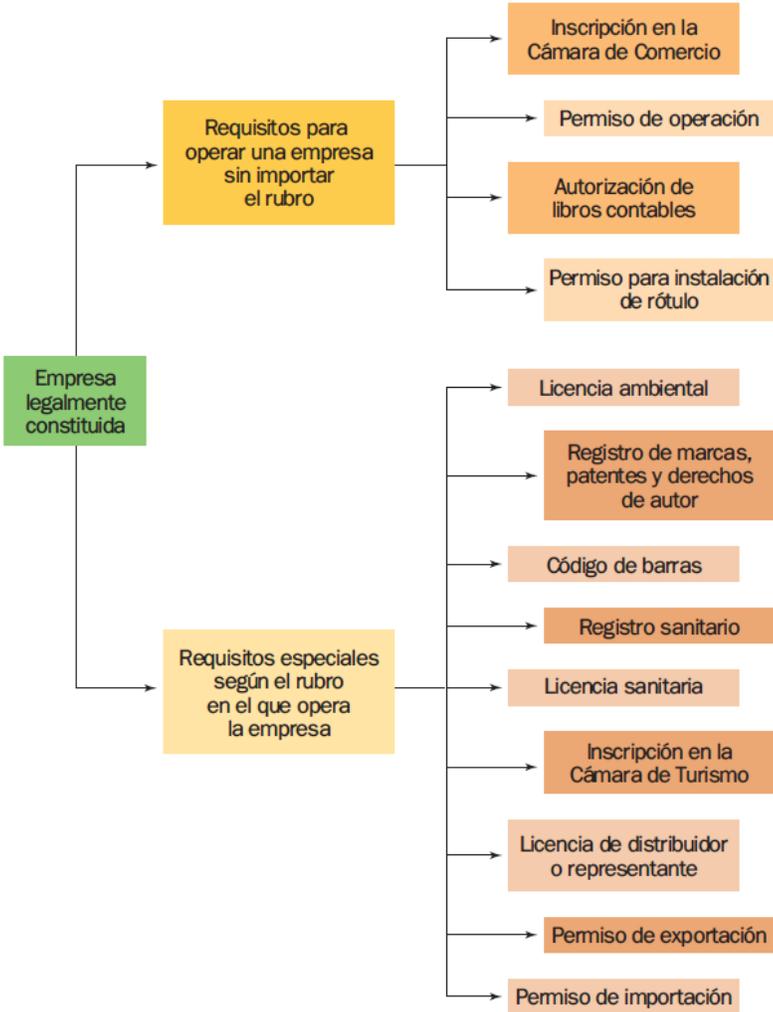
En Honduras es necesario cumplir con los siguientes trámites para constituir una empresa:

Figura 2 Trámites para constituir una empresa en Honduras



(CONAMIPYME, s. f., p. 18)

Figura 3 Licencias para empezar a funcionar



(CONAMIPYME, s. f., p. 29)

Adicionalmente en el caso de empresas dedicadas a la industria de la construcción se debe contar con el registro del colegio profesional correspondiente.

Estudio Financiero

Se realiza estableciendo la población meta, inversiones, costos y proyecciones de ventas, para poder determinar los indicadores de rentabilidad como TIR, y VPN, así mismo pueden realizarse análisis de sensibilidad.

En relación al TIR, se definen parámetros de aceptación estableciendo la tasa mínima de aceptación TMAR y en el caso que TIR sea mayor que la TMAR se debe aceptar el proyecto, conjuntamente en el valor presente neto VPN, su criterio de aceptación establece que si VPN es mayor que cero se acepta el proyecto caso contrario se rechaza.

Estudio Ambiental

El estudio ambiental “es una forma de medir la rentabilidad social de un proyecto, se cuantifican los beneficios y costos ambientales que una inversión ocasiona”(Sapag Chain, Sapag Chain, & e-libro, 2008, p. 33).

Adicionalmente puede ser de utilidad para definir si el proyecto es elegible para poder aplicar a financiamiento por parte de instituciones que apoyan la gestión ambiental, además puede influir en la selección de la tecnología a utilizar y también llega a modificar los procesos de producción.

Se enfatiza que el alcance de esta investigación se limitará al Estudio Técnico y Análisis de Costos.

Diseño de pavimentos flexibles

“Un pavimento flexible es una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la sub-rasante; su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión” (Wright & Dixon, 2017, p. 621)

Se establece entonces un pavimento flexible como una interdependencia de capas sucesivas que se complementan para lograr la consistencia deseada, tradicionalmente sellada en la parte superior por una capa delgada de asfalto; con posibilidad de ser reemplazada por elementos más dinámicos a base de insumos más accesibles en nuestro medio, siendo el plástico una opción digna de evaluar.

“Desde el punto de vista un tanto simplificado, los factores principales relacionados con el problema de diseñar el espesor de los pavimentos son: cargas de tránsito, clima o medio y características de los materiales” (Wright & Dixon, 2017, p. 625)

En cuanto al dimensionamiento y proporcionalidad del pavimento, se debe involucrar todos los elementos técnicos reales posibles, sin ignorar aspectos administrativos sumamente importantes como costos, tiempo disponible para diseño y construcción, elementos sociales y ambientales.

“El espesor de los pavimentos del tipo flexible se puede determinar empleando diferentes métodos, sin embargo, se puede fijar según el valor relativo de soporte modificado (V.R.S.) del suelo que forma las terracerías ya compactadas al mínimo especificado. Para fijar este mínimo de compactación es necesario que las terracerías se estudien con mucho cuidado mediante la razón de compactación a fin de que en el campo se dé un peso volumétrico seco adecuado. Se aconseja el método de la razón de la compactación porque el permite calificar con bastante precisión el grado de compactación de una estructura de suelo y establecer concretamente los requisitos que

deben cumplir los terraplenes, sub bases y bases para comportarse con eficacia.” (Crespo Villalaz, 2007, p. 59)

El espesor requerido de cada pavimento se debe sustentar técnicamente en muchas variables de campo, obtenidas a partir de estudios mecánicos de suelo; entre ellos la razón de compactación del suelo es una medida muy útil ya que permite diseñar una estructura resistente a las cargas requeridas, evitando fallas por asentamientos, que empeoran a medida que las cargas producida por los vehículos se hace efectiva.

2.3 Teorías

2.3.1 Plásticos

“Cualquier polímero orgánico sintético o semi-sintético es llamado plástico”(Jethwani, Jha, & Sangtiani, 2017a, p. 1), es importante mencionar que todos los plásticos tienen la propiedad de ser maleables, permitiendo su uso variado en gran cantidad de industrias; utilizado para diversos fines.

2.3.2 Tipos de plástico reciclado permitidos para la construcción de carreteras

1. Películas de plástico utilizadas principalmente para la formación de bolsas.
Espesor requerido hasta 60 micrones.
2. Espumas duras¹ también son permitidas sin ningún límite, es decir, cualquier espesor.
3. Las espumas blandas también se permiten con un grosor de cualquier límite.

¹ Por ejemplo, las espumas utilizadas en la tapicería para forros de colchones, sobrecamas etc.

4. Los plásticos laminados también se usan en esto con una limitación de hasta 60 micrones (también recubiertos de aluminio).

(Jethwani et al., 2017a, p. 2)

“Se debe destacar que plásticos como el utilizado para la fabricación de tuberías o cualquier tipo de reciclaje que implique el PVC y el CPVC no se encuentra permitido bajo ninguna circunstancia”(Jethwani et al., 2017a, p. 2), ya que estas no cumplen con los requerimientos para poder ser aplicados en la construcción de pavimentos.

Es necesario determinar la fuente de la cual se debe obtener el plástico que será reciclado y aplicado a los pavimentos flexibles, los cuales en forma simple se pueden determinar en la siguiente tabla:

Tabla 1 Residuos de plástico y su fuente

Plástico Residual	Origen
Polietileno de Baja Densidad (LDPE)	Bolsas, forro de basura, cosméticos y botellas de detergente.
Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	Bolsas , tapas de botellas, artículos para el hogar, etc.
Tereftalato de Polietileno (PET)	Botellas de agua potable, etc.
Polipropileno (PP)	Tapas y cierres de botellas, envoltorios de detergente, galletas, paquetes de vapores, bandejas de microondas para comidas preparadas, etc.
Poli estireno (PS)	Recipiente de Yogurt, paquetes de huevos transparentes, tapas de botellas, poli estireno espumado, bandejas de comida, cajas de huevos, vasos desechables,

	embalaje de protección, etc.
Cloruro de polivinilo (PVC)	Botellas de agua mineral, tarjetas de crédito, juguetes, tuberías y canaletas; accesorios eléctricos, muebles, carpetas y plumas, desechables médicos; etc

Fuente: (Gawande, Zamre, Renge, Bharsakale, & Tayde, 2012, p. 5)

2.3.3 Bitumen

“El betún es un líquido pegajoso, negro y altamente viscoso o semisólido, en algunos depósitos naturales. También es el residuo o subproducto de la destilación fraccionada del petróleo crudo. Betún compuesto principalmente de hidrocarburos aromáticos poli cíclico altamente condensados, que contienen 95% de carbono e hidrógeno ($\pm 87\%$ de carbono y $\pm 8\%$ de hidrógeno), hasta 5% de azufre, 1% de nitrógeno, 1% de oxígeno y 2000 ppm de metales. También el bitumen es una mezcla de aproximadamente 300 - 2000 componentes químicos, con un promedio de alrededor de 500 - 700. Es la fracción más pesada del petróleo crudo, el que tiene el punto de ebullición más alto (525°C).”(Gawande et al., 2012, p. 5)

El bitumen tiene una función de aditivo para lograr formar la mezcla final resultante de los materiales que componen el pavimento, sus propiedades cohesionantes permiten unir los agregados para constituir un material resistente y a la vez flexible ideal para la construcción de pavimentos.

“PMC declara que el contenido de bitumen en la mezcla debe ser del 4% (en peso) de la mezcla total².”(Jethwani et al., 2017a, p. 2)

² Entiéndase que el peso de la mezcla total involucra tanto el bitumen como los agregados

- Para la primera capa: se necesitan de 17 a 195 kg de betún por cada 10 metros cuadrados del área.(Jethwani et al., 2017a, p. 2)
- Para la segunda capa: se necesitan de 10 a 12 kg de betún por área cuadrada de 10 metros.(Jethwani et al., 2017a, p. 2)

Una vez preparado el terreno se deben aplicar dos capas de la mezcla para conformar el espesor determinado de la carretera, por lo que se establece un rango permitido de bitumen a aplicar por capa.

2.3.4 Diferentes formas de betún

Es fundamental conocer las diferentes formas del material aditivo, así como de todos los materiales componentes de la mezcla, los grados y formas más comunes del bitumen son:

- Betún reducido: se mezcla un disolvente adecuado para reducir la viscosidad.
- Emulsión de betún: el betún se suspende en condiciones finamente divididas en medio acuoso 60% de betún y 40% de agua.
- Primarios bituminosos: Mezcla de betún de penetración con destilado de petróleo.
- Betún modificado: Mezcla de betún con plásticos residuales o caucho de miga.
- Grado: 30/40; Grado: 60/70; Grado: 80/100

2.3.5 Agregados de la mezcla

Una mezcla en términos ingenieriles representa un material resultante de dos o más componentes, para el caso de pavimentos flexibles, esta mezcla se compone de agregados³ y el material cohesivo.

- El plástico triturado debe tener un tamaño de partícula de 2-3mm(Jethwani et al., 2017a, p. 2)
- Las gravas no deben tener un módulo de finura menor a 5.75, con una graduación de 6.4mm a 38 mm(Jethwani et al., 2017a, p. 2)
- La cantidad de agregado utilizado en dos capas de revestimiento superficial es la siguiente:
 - “Primera capa: 0,15 metros cúbicos por área cuadrada de 10 metros de tamaño nominal de 12 mm” (Jethwani et al., 2017a, p. 2)
 - “Segunda capa: 0,15 metros cúbicos por área cuadrada de 10 metros de tamaño nominal de 10 mm” (Jethwani et al., 2017a, p. 2)

El tamaño nominal de un agregado se define como aquella partícula que es capaz de traspasar por el tamiz con la abertura máxima nominal, ejemplo: un agregado con tamaño nominal de 12mm contiene partículas capaces de traspasar el tamiz con abertura máxima de 12mm.

³ Agregados para el caso de mezclas en ingeniería específicamente son gravas arenas y todo material que colabore a la cohesión del material resultante

En resumen

- Por cada metro cuadrado de construcción en la primera capa se necesitan 0.015 metros cúbicos de agregado con un tamaño nominal de 12mm
- Por cada metro cuadrado de construcción en la segunda capa se necesitan 0.015 metros cúbicos de agregado con un tamaño nominal de 10mm

2.3.6 Estudio Técnico

“Los objetivos del análisis técnico-operativo de un proyecto son los siguientes:

- Verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se pretende.
- Analizar y determinar el tamaño, la localización, los equipos, las instalaciones y la organización óptimos requeridos para realizar la producción.”(Urbina, s. f.-b, p. 74)

Un enfoque en la posibilidad técnica de la realización del producto tendrá mayor prioridad ya que los pavimentos son producto que se entrega físicamente, que puede ser medido, pero al mismo tiempo se fabrica en el lugar el cual se necesita, por lo tanto, el analizar tamaño distribución de una planta de fabricación no es aplicable.

Un estudio Técnico se compone de:

- Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto
- Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto

- Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos
- Identificación y descripción del proceso
- Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto

(Urbina, s. f.-b, p. 75)

Como se discutió anteriormente, la determinación de la localización del proyecto tiene la menor atención debido a que se realiza en el lugar necesario; la disponibilidad, el costo, Identificación y descripción del proceso, el recurso humano necesario, son elementos fundamentales que se determinaran con mayor profundidad.

2.3.7 Análisis del Costo

El costo es la valorización monetaria de un producto o servicio, el cual se divide en dos, el costo directo y el costo indirecto

Costo Directo

“Aquellos gastos que tienen aplicación directa en un producto“ (Carlos Suarez Salazar, s. f., p. 24)

Costo Indirecto

“Aquellos gastos que no pueden tener aplicación aun producto determinado”(Carlos Suarez Salazar, s. f., p. 24)

Suarez Salazar nos muestra en detalle la composición del costo de edificación

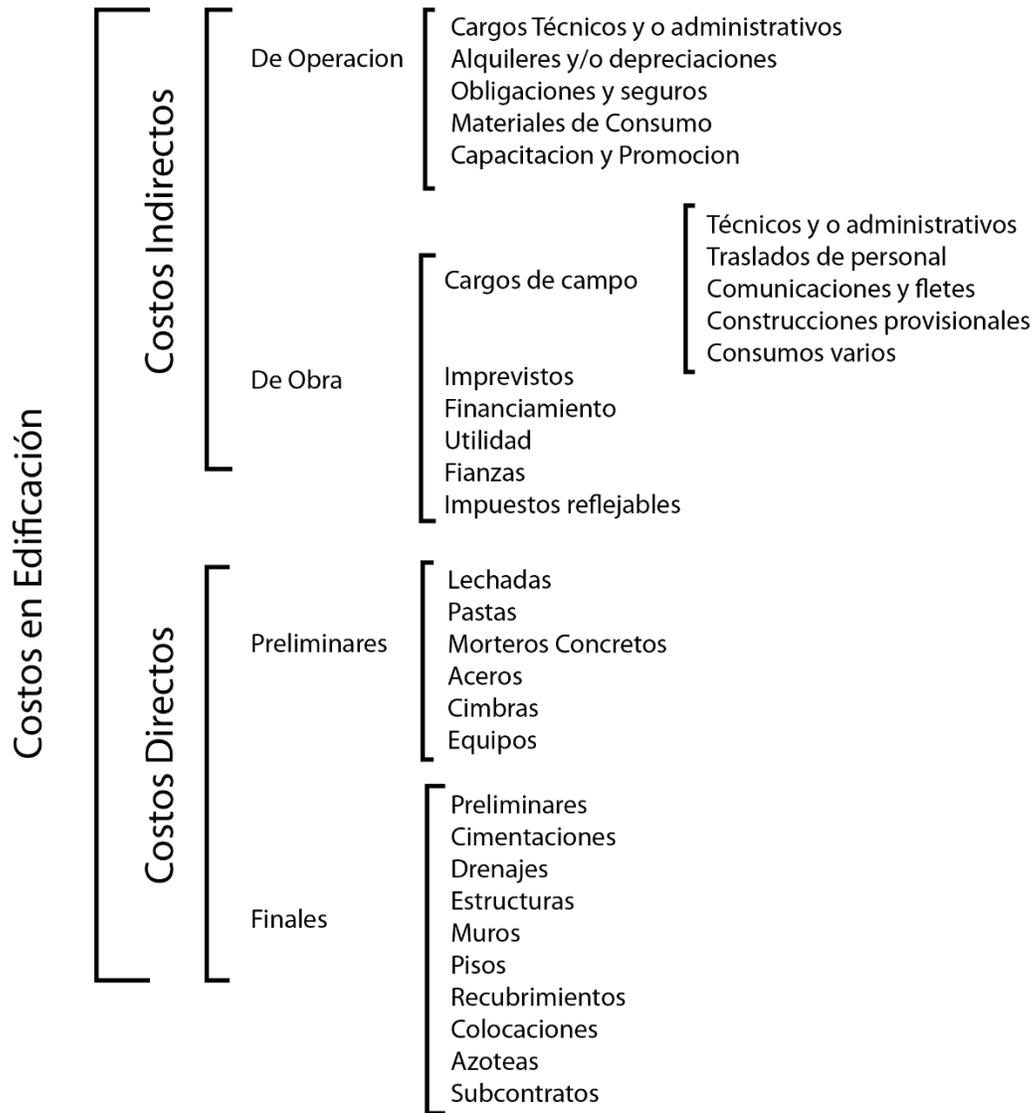


Figura 4 Costos en Edificación

Costo Unitario

Es la suma total de todos los elementos que componen los costos directos y los costos indirectos, cabe mencionar que los costos también pueden considerarse como variables y fijos.

Los Costos Indirectos

“Son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra”(CAPECO, s. f., p. 242)

Los costos Indirectos de Operación

Son específicos de cada empresa ya que depende enteramente de su estructura organizativa, su tamaño y otros elementos inherentes a ella

Los costos Indirectos de Obra

Son específicos de cada obra, también conocidos como gastos de ventas algunos ejemplos son: permisos de construcción, gastos de licitación, fianzas, tasa de interés, entre otros

Costos Directos

Capeco define costos directos como “ la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra.”(CAPECO, s. f., p. 15)

2.3.8 Criterios de Decisión

En el análisis de costos unitarios es necesario establecer criterios de aceptación del producto, para ellos se utilizan dos técnicas muy útiles, el punto de equivalencia y la elección entre alternativas tecnológicas.

Punto de Equivalencia

El punto de equivalencia es similar al punto de equilibrio se aplica como factor de decisión y encuentra el punto en el cual dos productos tienen el mismo costo, se representan gráficamente las ecuaciones de costo de los productos en comparación, luego se encuentra el punto de intersección entre ambas curvas y se determina la región de viabilidad.

Elección entre alternativas tecnológicas

Este indicador se utiliza cuando el costo es un factor de decisión, su principal premisa es producir la misma cantidad y calidad con tecnologías diferentes y comparar sus costos. Se analizan los costos unitarios de ambas opciones y se elige la opción tecnológica con el menor costo actualizado.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Congruencia Metodológica

En toda investigación es primordial determinar el enfoque de investigación para obtener una guía clara.

3.1.1 El Método Mixto de investigación

Con el objetivo de aprovechar las bondades tanto del enfoque cualitativo como el cuantitativo, la investigación mixta predominantemente cuantitativa es adecuada para la investigación,

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio, Méndez Valencia, & Mendoza Torres, 2014, p. 534)

En simples palabras el método mixto de investigación es una mezcla del enfoque cuantitativo con el enfoque cualitativo, a continuación, se presenta el diagrama de los tres enfoques de investigación que predominan actualmente.

En la parte cualitativa, es necesario definir las propiedades del plástico a utilizar, así como las características del mercado y de los equipos a utilizar, en relación a las propiedades cuantitativas, el estudio de la proporción de dosificación, los costos y las cantidades son fundamentales para este estudio, así como para los aspectos financieros.

3.2 Operacionalización de Variables

Las variables definidas son:

- Porcentaje de Plástico
- Costo Unitario

3.2.1 Porcentaje de Plástico

Con esta variable se responderá la pregunta; ¿Qué porcentaje de plástico se utiliza en la mezcla asfáltica?, su nivel de medición es “razón” ya que se determina una cantidad.

3.2.2 Costo Unitario

Con esta variable se responderá la pregunta, ¿Es más económico un pavimento con plástico reciclado que un pavimento convencional?, su nivel de medición es nominal ya que es necesario determinar cantidades.

3.2.3 Diagrama Sagital

Se presenta un diagrama sagital resumiendo las variables independientes relacionadas con la variable dependiente

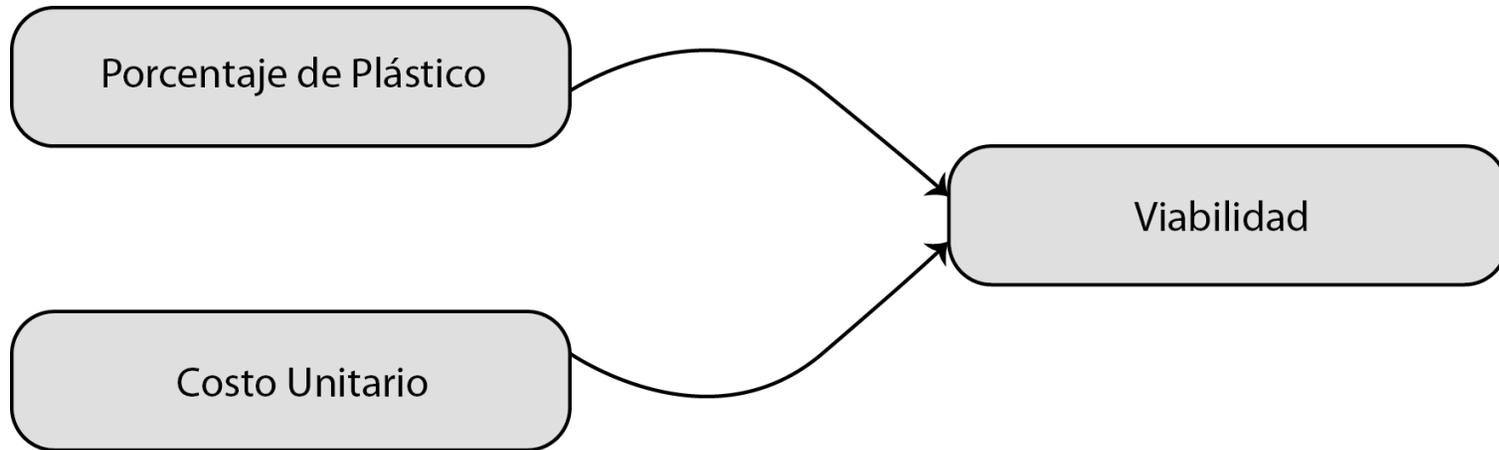


Figura 5 Diagrama Sagital

3.3 Matriz Metodológica

Tabla 2 Matriz Metodológica

OBJETIVO GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE X (Variables independientes en las que se divide "X")	NIVEL DE MEDICIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	NIVEL DE MEDICIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	OBJETIVOS ESPECIFICOS	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	CONCLUSIONES ADMINISTRATIVAS (RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN)	CONCLUSIÓN GENERAL
ESTUDIO TÉCNICO Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PAVIMENTOS CON PLÁSTICO RECICLADO EN LA RED VIAL DE HONDURAS	Porcentaje de Plastico	Razon	Viabilidad	Nominal	Fundamentar el estudio técnico que permita determinar los componentes de la mezcla asfáltica	¿Qué porcentaje de plástico se utiliza en la mezcla asfáltica?	Entre el 5 y el 15% de plastico utilizado en la mezcla asfaltica cumple con las propiedades mecanicas	El pavimento con plastico reciclado si es viable
	Costo Unitario	Nominal			Desarrollar el análisis de costos directos para la elaboración del pavimento con plástico reciclado	¿Es más económico un pavimento con plástico reciclado que un pavimento convencional?	Si, es levemente mas economico que el convencional el cual representa un 0.15% de diferencia en los costos	

Fuente: Elaboración propia

3.4 Población

Los Ingenieros Civiles son el gremio que posee el conocimiento técnico específico para el diseño y construcción de carreteras, actualmente existen más de 6,000 agremiados en el Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras, dicha cifra determina nuestra población de estudio.

Por Universo se entenderá el conjunto de individuos objeto de nuestro Universo interés o estudio. La especificación del universo, en general, no es trivial, pues es necesario que no haya ambigüedad respecto a quien forma parte o no forma parte de este conjunto.(Rustom Antonio, s. f., p. 11)

Por Población se entenderá el conjunto de datos de una característica medida en cada individuo del universo. Así, asociado a un mismo universo se podrán tener varias poblaciones.(Rustom Antonio, s. f., p. 11)

Es importante recalcar que solamente los ingenieros colegiados forman parte de la población ya que son las personas que cumplen con los requisitos técnicos y legales para poder ejercer la profesión en el país.

Por lo tanto, la población de estudio es de 6,000 ingenieros civiles debidamente colegiados.

3.5 Muestra

Debido a lo anterior se define la muestra como *No probabilística por conveniencia*, No probabilística ya que dentro de las personas agremiadas en este colegio profesional, muchos se encuentran fuera del país, otro porcentaje falleció y no se tienen registros y muchos ya no ejercen la profesión y llámese por conveniencia, ya que se acceso al departamento de infraestructura de la Alcaldía Municipal del Distrito Central (A.M.D.C.) y a la sede del Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras (C.I.C.H.), en vista de que dichas instituciones nos facilitaron el acceso y

son frecuentemente visitadas profesionales que poseen el conocimiento, capacidades y habilidades especiales sobre el tema de pavimentos comprendidos dentro del gremio de Ingenieros Civiles colegiados del país, en total se logró alcanzar a 151 personas.

Por muestra se entiende cualquier subconjunto de la población. Existen distintas formas de elegir una muestra. Las dos más opuestas son: las muestras dirigidas donde la selección de los individuos de la población se efectúa al gusto del investigador; las muestras aleatorias, que son las que tienen validez estadística y son aquellas donde los individuos son seleccionados mediante un procedimiento regido por el azar(Rustom Antonio, s. f., p. 11)

3.6 Tiempo de la investigación

La investigación tiene una duración de seis meses iniciando en el mes de abril de 2018, los primeros tres meses se realiza la parte teórica, definiendo el marco teórico y los enfoques metodológicos, definición de variables, población y muestra del estudio.

Así mismo, la planificación de la aplicación de la encuesta para poder definir la demanda potencial y la elección de las preguntas que permitan concluir en ello, adicionalmente se define una calendarización para contactar a las empresas y/o investigadores pioneros en relación al tema.

Una vez recopilada la información se procede a analizarla y responder las preguntas formuladas en la matriz metodológica para finalmente en el mes de septiembre de 2018 estructurar el informe y presentar los datos de una manera ordenada y estructurada.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Los métodos y técnicas de recolección de datos son una parte fundamental de toda investigación, la tecnología actual ha avanzado de tal manera que las encuestas puedan ser aplicadas de manera electrónica por medio de redes sociales o email.

Además, se realizaron aplicaciones en forma directa en el Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras (C.I.C.H.) y en el departamento de Infraestructura de la Alcaldía Municipal del Distrito Central (A.M.D.C.) una vez recolectados los datos se revisaron, prepararon y ordenaron para su respectivo análisis.

La encuesta fue aplicada específicamente a 151 personas pertenecientes al gremio de Ingenieros Civiles en Honduras.

4.1 Resultados

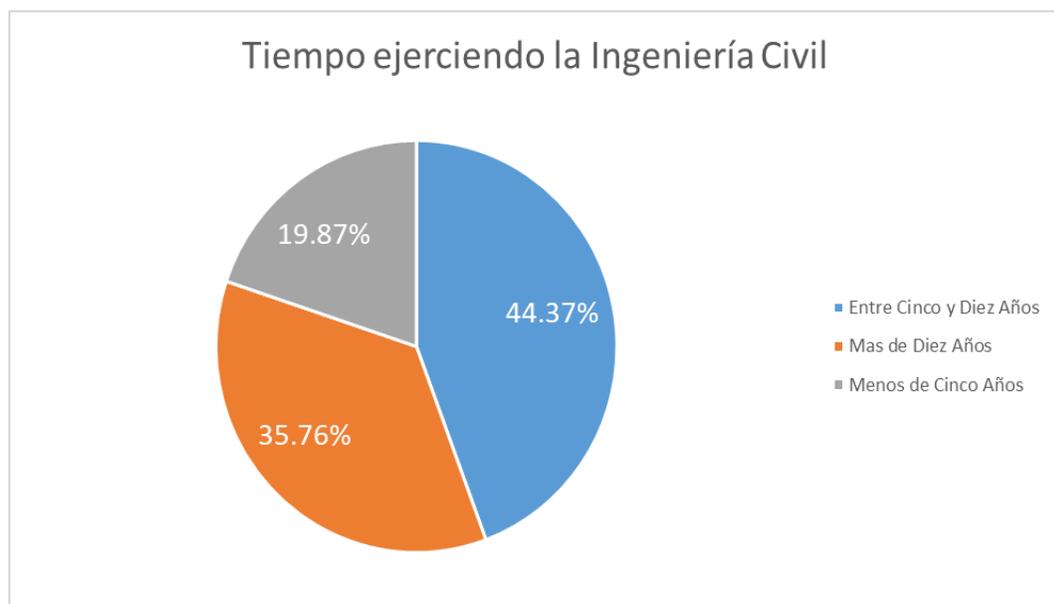
4.1.1 Calidad de los Datos

Para asegurar que las personas encuestadas de manera directa pertenezcan al gremio de los Ingenieros Civiles se aplicó la encuesta en lugares visitados por profesionales de este gremio, adicionalmente las encuestas aplicadas electrónicamente se enviarán solo a correos electrónicos corporativos con extensión cichorg.org

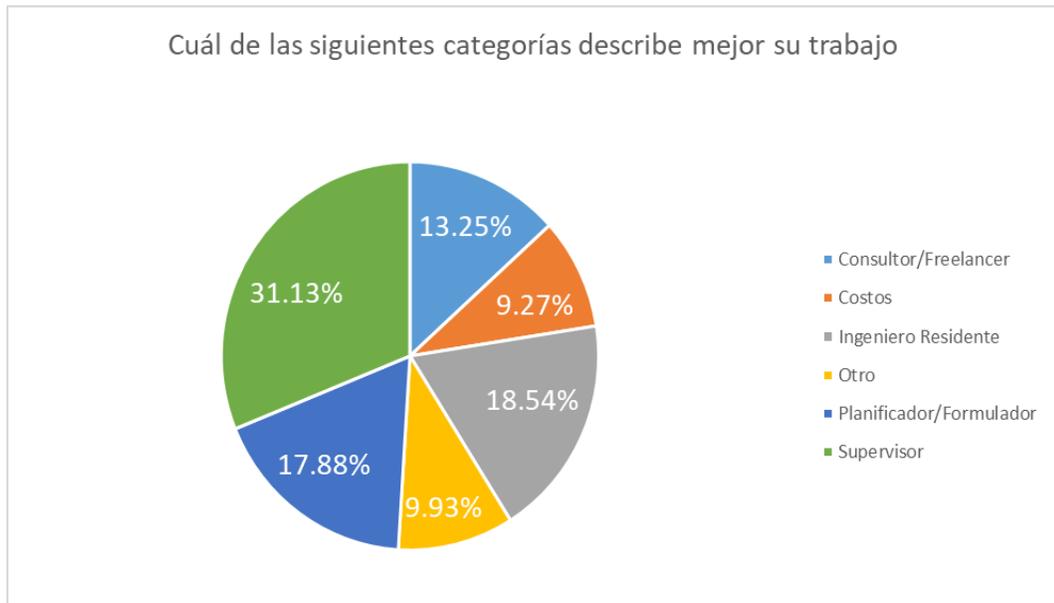
4.1.2 El Cuestionario

El cuestionario es generado mediante la aplicación de Microsoft Forms, la cual es una herramienta económica y de fácil distribución. A continuación, se presentan los resultados obtenidos, seguidamente se presenta el análisis e interpretación de los mismos.

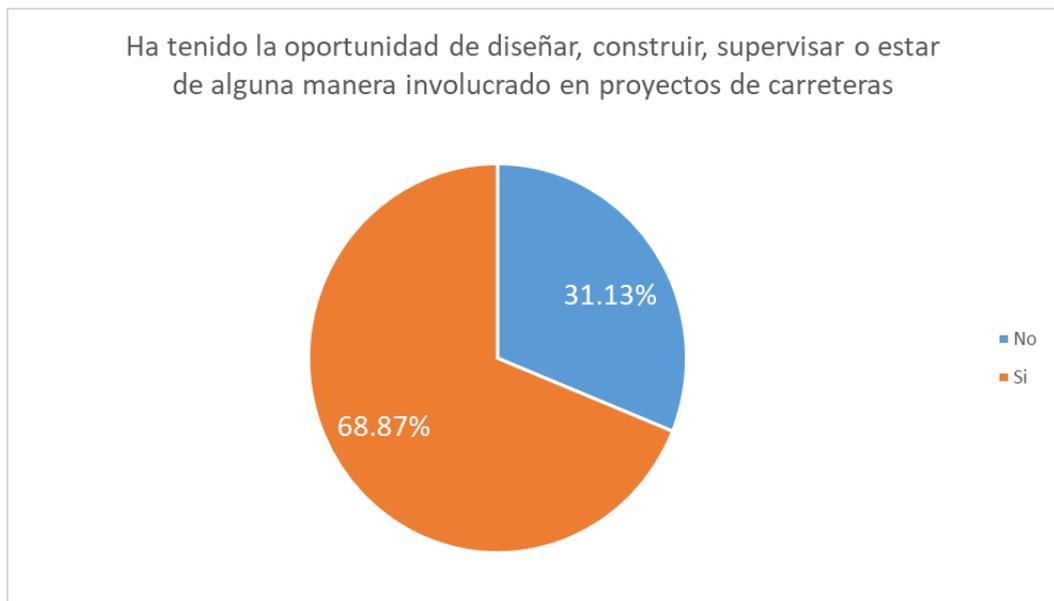
Pregunta 1



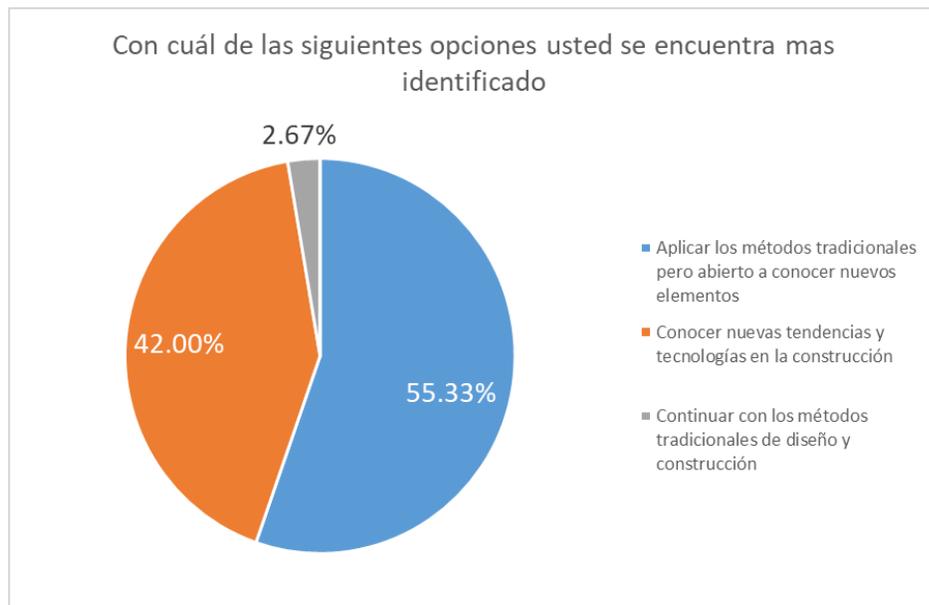
Pregunta 2



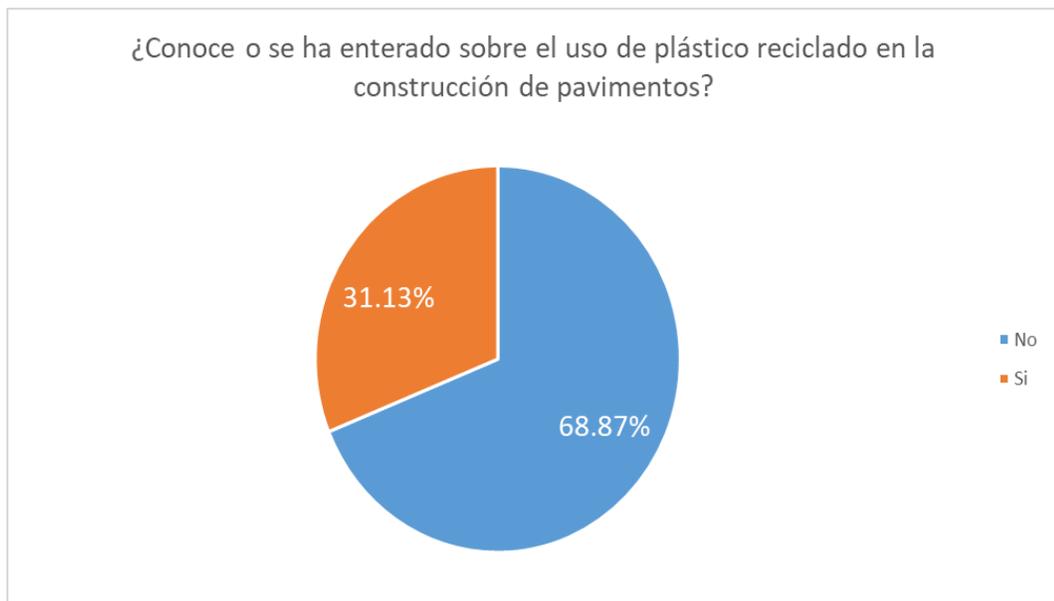
Pregunta 3



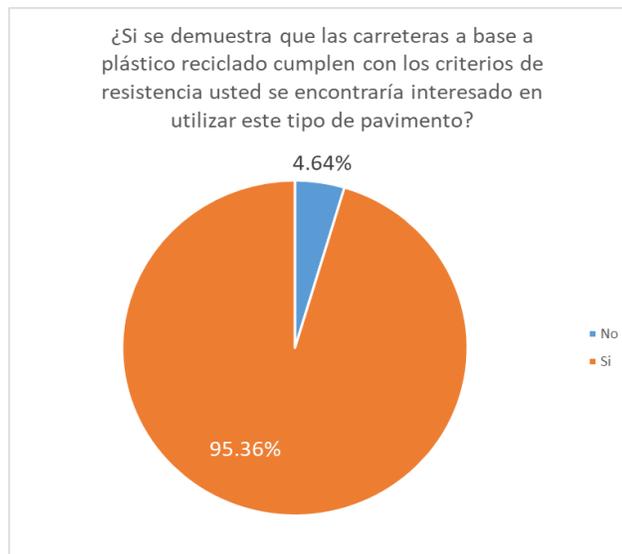
Pregunta 4



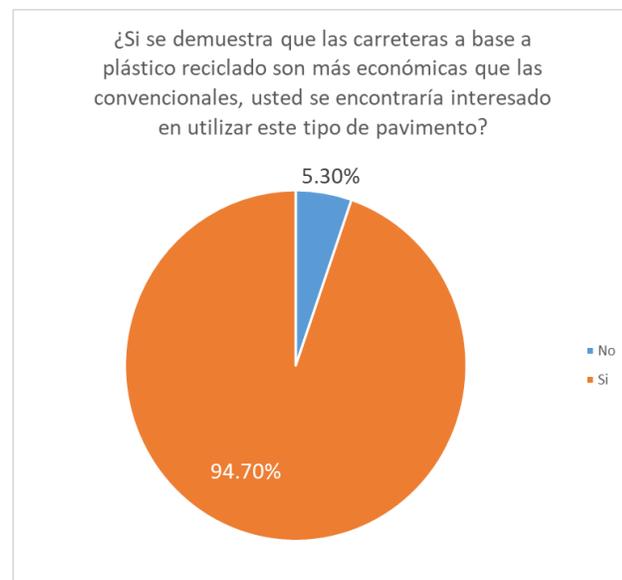
Pregunta 5



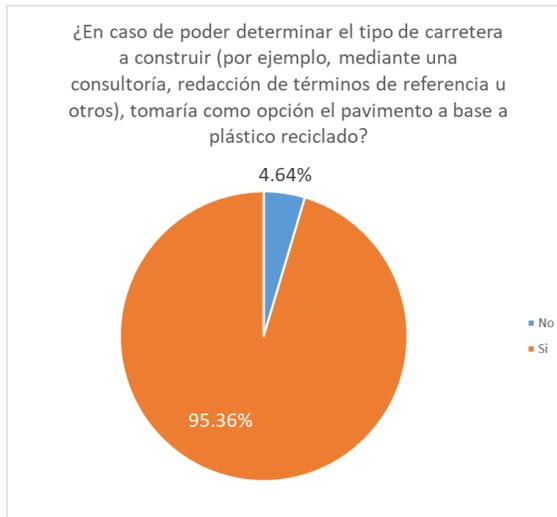
Pregunta 6



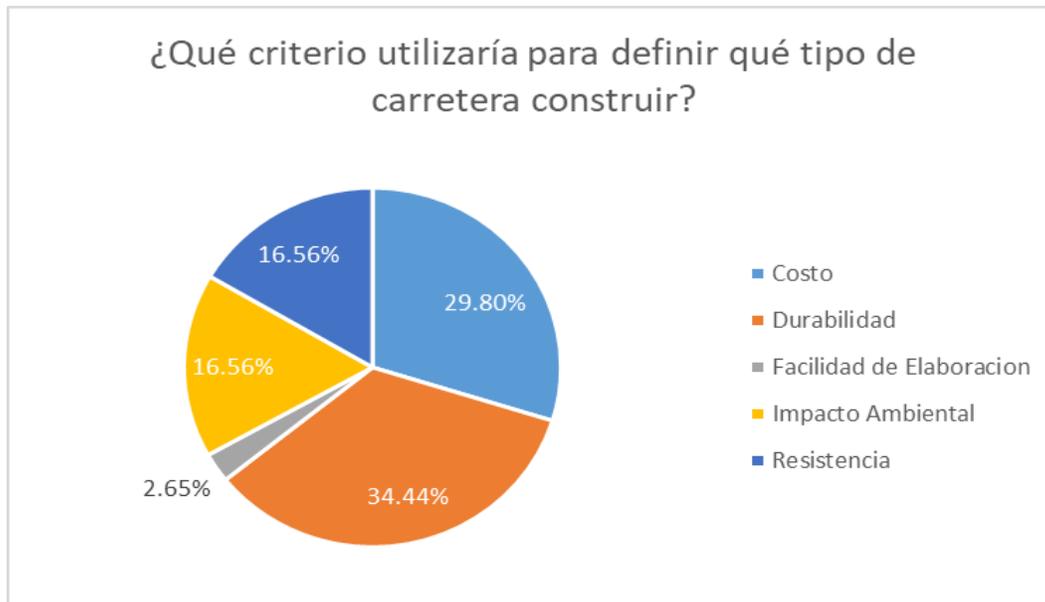
Pregunta 7



Pregunta 8



Pregunta 9



Las preguntas uno (1), dos (2) y tres (3), se elaboraron para poder conocer las características de las personas encuestadas en cuanto a su experiencia y si en algún momento se han involucrado en proyectos de carreteras.

La pregunta cuatro (4) es un caso peculiar ya que es muy subjetiva, su intención es tratar de conocer si el gremio es susceptible o si presenta resistencia al cambio, en cuanto a las nuevas tendencias o nuevos materiales en la construcción.

En el caso de la pregunta número cinco (5), se pretende conocer cuál es el porcentaje de las personas encuestadas que se encuentra enterada acerca del tema de asfaltos modificados con plástico reciclado

Las preguntas seis (6), siete (7) y ocho (8) son específicas para determinar la demanda o la oportunidad de penetración del asfalto modificado con polímeros y finalmente la pregunta número nueve es específica en cuál es el criterio que el gremio de ingenieros Civiles considera más importante al momento de decidir qué tipo de carretera construir.

4.1.3 Análisis de datos

- El 68.87% de los encuestados a estado de alguna manera involucrado en proyectos de carreteras
- El 97.33% está dispuesto a conocer nuevas formas de construcción
- El 68.87% de los encuestados desconoce el uso de plástico reciclado en carreteras
- El 95.36% de los encuestados utilizaría el pavimento con plástico reciclado si cumple con los criterios de resistencia
- El 94.70% de los encuestados utilizaría el pavimento con plástico reciclado si es más económico que el convencional

- El 95.36% de los encuestados tomaría como opción el pavimento con plástico reciclado

4.2 Aplicabilidad de la Investigación

4.2.1 Análisis del Entorno

En toda evaluación de proyectos es fundamental poder identificar y definir cuál es el mercado en el cual el producto tiene mayor impacto.

Como lo define Orjuela Córdova "Mercado es el área física o virtual en el cual se reúnen los ofertantes y los demandantes para realizar transacciones de venta y compra" (Soledad Orjuela Córdova & Paulina Sandoval Medina, s. f., p. 23), para poder describir el mercado es necesario valerse de las cinco partes que lo definen

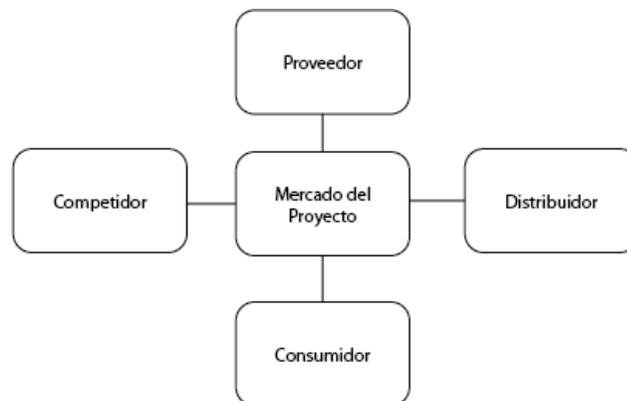


Figura 6. Elementos que definen el mercado

Fuente: (Soledad Orjuela Cordova & Paulina Sandoval Medina, s. f., p. 25)

4.2.1.1 Demanda o Consumidor

Se ha identificado dos actores como consumidores en la implementación de pavimentos con plástico reciclado en el país, el primero es cualquier organización interesada en promover el desarrollo de una comunidad y que al mismo tiempo desee apoyar el medio ambiente o simplemente reducir los costos de construcción en carreteras, por ejemplo alcaldías municipales y la Secretaria de Infraestructura y Servicios Públicos (INSEP) y el segundo, el gremio de los Ingenieros Civiles de Honduras, siendo este último el de nuestra mayor atención ya que debido al conocimiento técnico y poder de decisión en este tema, se transforman en los actores que tienen mayores posibilidades de elección para definir el tipo de carretera a construir.

Mediante la encuesta aplicada se demuestra que:

- Actualmente la población de Ingenieros que se encuentran más cercanos a determinar o recomendar el tipo de carretera corresponden a 13.25% para Consultores y 17.88% para Planificador/Fórmulador
- El 68.87% ha estado involucrado en proyectos de carreteras y el mismo porcentaje conoce o se ha enterado acerca del uso de plástico en pavimentos
- Más del 94% de los encuestados utilizaría el pavimento con plástico reciclado si cumple con los requerimientos mecánicos y es más económico que el convencional
- El 29.80% y 34.44% de los encuestados considera que el costo y la durabilidad respectivamente son los criterios de mayor consideración para definir el tipo de carretera a construir

- El 95.36 % de los encuestados tomaría como opción el pavimento con plástico reciclado.

4.2.1.2 Actores Relevantes

Patrocinadores potenciales

En el caso de Honduras, las alcaldías municipales se perfilan como principales patrocinadores para la construcción de carreteras y en menor medida se realiza como iniciativa de patronatos o comunidades en desarrollo.

Proveedores de plástico

Las recicladoras del país tomarían el papel principal de proveedor de plástico ya que son centros de acopio de esta materia prima, adicionalmente las empresas que ofrecen el servicio de triturado podrían verse involucradas ya que son complementarias para cumplir con los requisitos de granulometría.

Proveedores de bitumen

En el caso de los proveedores de bitumen se identifican todas las transnacionales involucradas en la producción de los derivados del petróleo:

- Uno bitumen
- Puma bitumen
- Shell Bitumen

4.2.2 Estudio Técnico

4.2.2.1 Prueba de estabilidad y flujo de Marshall

Los estudios realizados en relación a pavimentos modificados con plástico reciclado se han basado en la prueba de estabilidad y flujo de Marshall

La prueba de Marshall es un método que se utiliza para diseñar una mezcla asfáltica en caliente en la cual se determina la cantidad óptima de asfalto que garantice el mejor rendimiento del pavimento y una manejabilidad adecuada para su colocación

Tabla 3 Propiedades de la mezcla bitumen-plástico

Mezcla	Densidad (g/cm ³)	Estabilidad kN	Flujo (mm)
Sin Plastico	2.405	11.35	4.5
con 5% de Plastico	2.354	14.03	4.1
con 10% de Plastico	2.325	14.80	3.3
con 15% de Plastico	2.375	14.60	3.6

Fuente: (Nkanga, Joseph, Adams, & Uche, 2017, p. 5)

- La densidad de la mezcla disminuye a medida que el porcentaje de plástico aumenta
- Con el incremento de porcentaje de plástico reciclado la estabilidad de la mezcla aumenta
- “Se observa que el flujo se encuentra entre el rango de tres a cuatro milímetros, lo que implica el cumplimiento de los valores requeridos entre dos a cuatro milímetros”(Nkanga et al., 2017)

El estudio técnico realizado por Nkanga demuestra que la adhesión de plástico reciclado en la mezcla asfáltica cumple con los criterios establecidos e incluso se considera que mejora sus propiedades mecánicas ya que se observa que la estabilidad se incrementa con el incremento del plástico reciclado.

Con una estabilidad de 14.60 Kn y un flujo de 3.6 el cual se encuentra entre los valores aceptables, el mayor porcentaje de plástico en la mezcla que cumple con los requerimientos mecánicos es seleccionado, en este caso el 15% ya que es la mayor cantidad que puede reemplazar el bitumen.

4.2.2.2 Proceso de Producción

“El plástico reciclado es triturado entre 2.36mm y 4.75mm”(Jethwani, Jha, & Sangtiani, 2017b, p. 2), las partículas deben ser de tamaño necesario para que puedan pasar por los tamices número ocho y número cuatro, incluyendo todos los tamices intermedios.

“Inicialmente se calienta betún aproximadamente entre 140°C a 160°C en el cual el plástico triturado es agregado”(Jethwani et al., 2017b, p. 2), este rango de temperaturas permite que tanto el asfalto como el plástico se fundan y conformen un líquido maleable adecuado para la combinación.

Balances

Tabla 4 Balances de Máquinas, Personal y Materiales

Balance de Máquinas	Balance de Personal	Balance de Materiales
Compactadora DD24	Capataz	Mezcla bituminosa de pavimento asfáltico
Volqueta	Peón	Emulsión
Compactadora Neumática	Rastrillero	

Fuente: (Constructora ECO, s. f.)

4.2.3 Análisis de Costos

Debido a que el objeto de estudio es la modificación de un producto existente para mejorar sus propiedades y encontrar un sustituto, se enfatiza que este estudio financiero está enfocado en determinar si existe un aumento o disminución de costos en la producción de pavimento con plástico reciclado.

Para ello indicadores como punto de equivalencia y elección entre alternativas tecnológicas son adecuados para la evaluación, estos indicadores se basan en la comparación de los costos y la determinación del punto en el cual ambas alternativas son iguales, adicionalmente se determina la región rentable.

Inicialmente se determina la línea base que para este caso se establece como el costo unitario para el asfalto convencional, seguidamente se modifica aplicando los elementos diferentes para determinar el costo unitario delo asfalto con plástico reciclado.

4.2.3.1 Costos de Pavimento Convencional

Tabla 5. Ficha Costo Directo Asfalto Convencional

Pavimento Asfaltico				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
1-Materiales				
Mezcla Asfáltica	Tonelada	1.0000	L2,900.00	L2,900.00
Emulsión	Galón	0.6000	L86.25	L51.75
Total Materiales				L2,951.75
2-Mano de Obra				
Capataz	Hora	0.0100	L68.00	L0.68
Peón	Hora	1.5000	L35.00	L52.50
Rastrillero	Hora	0.7500	L42.00	L31.50
Total Mano de Obra				L84.68
3-Equipo Maquinaria y Herramientas				
Compactadora DD24	Hora	0.0400	L450.00	L18.00
Volqueta	Hora	0.2000	L800.00	L160.00
Compactadora Neumática	Hora	0.0500	L550.00	L27.50
Herramienta	%	10.0000	L84.68	L8.47
Total Equipo Maquinaria y Herramientas				L213.97
Total Costos Directos				L3,250.40

Fuente: (Constructora ECO, s. f.)

Los costos actualizados del asfalto convencional es de Lps. 3,250.40 por tonelada, el cual es la línea base de comparación para determinar la viabilidad, el precio unitario expuesto se modifica para calcular el precio unitario del asfalto con plástico reciclado.

4.2.3.2 Memoria de Cálculo

Numero	Descripción
4.2.3.2.1	<p data-bbox="345 436 1430 541">Ya que el componente modificado es la mezcla asfáltica, los importes de los balances de Mano de Obra y Equipo, Maquinaria y Herramientas se mantienen constantes, por lo tanto:</p> <p data-bbox="345 583 1430 636" style="text-align: center;"><i>Total de Mano de Obra: Lps. 84.68</i></p> <p data-bbox="345 657 1430 709" style="text-align: center;"><i>Total de Equipo Maquinaria y Herramientas: Lps. 213.97</i></p>
4.2.3.2.2	<p data-bbox="345 821 1430 894">Dentro de los Materiales el único componente que no se modificará es la emulsión, resultando:</p> <p data-bbox="345 894 1430 947" style="text-align: center;"><i>Emulsión: Lps.51.75</i></p>
4.2.3.2.3	<p data-bbox="345 1052 1430 1125">El elemento de interés dentro de la mezcla asfáltica es el bitumen, por lo tanto el costo se dividirá en solamente dos elementos: bitumen y agregados</p> <p data-bbox="345 1199 1430 1251" style="text-align: center;"><i>Mezcla Asfáltica=Bitumen + Agregados</i></p>
4.2.3.2.4	<p data-bbox="345 1356 1430 1461">“Se observó que la mezcla de bitumen al 5% en peso era una muestra preferible para usar en un diseño de mezcla bituminosa de plástico”(Nkanga et al., 2017, p. 494) por lo tanto:</p> <p data-bbox="345 1514 1430 1587" style="text-align: center;"><i>Mezcla Asfáltica=Bitumen (5% del peso de la mezcla) + Agregados(95% del peso de la mezcla)</i></p> <p data-bbox="345 1587 1430 1640">Debido a que el peso de la mezcla asfáltica es una tonelada, Entonces;</p> <p data-bbox="345 1661 1430 1713" style="text-align: center;"><i>Bitumen: 0.05 Ton</i></p> <p data-bbox="345 1734 1430 1787" style="text-align: center;"><i>Agregados:0.95 Ton</i></p>

4.2.3.2.5	<p>El costo del bitumen es el equivalente en lempiras de 300 US\$ por toneladas a una tasa de cambio de Lps. 24.1656 por dólar (Banco Central de Honduras, Gobierno de la Republica de Honduras, s. f.), por lo tanto el importe del bitumen en la mezcla es:</p> <p><i>Bitumen: 0.05ton * Lps. 7,249.68 /ton</i></p> <p><i>Bitumen= Lps. 362.48</i></p>
4.2.3.2.6	<p>Para determinar el importe de los agregados se calcula la diferencia entre el costo total de la mezcla asfáltica y el importe del bitumen</p> <p><i>Agregados: Mezcla Asfáltica-Bitumen</i></p> <p><i>Agregados: Lps. 2,900- Lps. 362.48</i></p> <p><i>Agregados: Lps. 2,537.52</i></p>
4.2.3.2.7	<p>“La densidad de la mezcla con 15% de plástico reciclado es 2.375 gramos por centímetro cubico”(Nkanga et al., 2017, p. 494), lo que equivale a 2375 Kilogramos por metro cubico o 2.375 Toneladas por metro cubico</p> <p><i>Cantidad de plástico: Peso del bitumen en la mezcla*0.15 ton</i></p> <p><i>Cantidad de plástico:0.05*0.15</i></p> <p><i>Cantidad de plástico:0.0075 toneladas</i></p> <p><i>Cantidad de plástico: 16.53 libras</i></p>
4.2.3.2.8	<p>Para calcular el nuevo importe del bitumen se resta el 15% del peso en la mezcla (sustituido por el plástico)</p> <p><i>Bitumen después de sustituido : 0.85Peso del bitumen en la mezcla</i></p> <p><i>Bitumen después de sustituido : 0.85(0.05)</i></p>

	<i>Bitumen después de sustituido : 0.0425 Ton</i>
4.2.3.2.9	Importe del bitumen después de modificar la mezcla
	<i>Importe Bitumen después de sustituido: Peso bitumen después de ser sustituido* Precio Bitumen</i>
	<i>Importe Bitumen después de sustituido: 0.0425* Lps. 7,249.68 /ton</i>
	<i>Importe Bitumen después de sustituido: Lps. 308.11</i>
4.2.3.2.10	Importe del plástico después de modificar la mezcla (ver Anexo B)
	<i>Importe del Plástico: Peso del Plástico* Precio Plástico</i>
	<i>Importe del Plástico: 16.53libras* Lps. 3.00 /lbs</i>
	<i>Importe del Plástico: Lps. 49.60</i>
4.2.3.2.11	Resumen de Importes para la mezcla asfáltica
	<i>Importe Bitumen después de sustituido: Lps. 308.11</i>
	<i>Importe del Plástico: Lps. 49.60</i>
	<i>Agregados: Lps. 2,537.52</i>
4.2.3.2.12	Importe total de la mezcla asfáltica después de ser modificada es de Lps. 2,895.23

Tabla 6 Ficha Costo Directo Asfalto/Plástico

Actividad	Pavimento Asfáltico con plástico reciclado			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
1-Materiales				
Mezcla Asfáltica	Tonelada	1.0000		L2,895.23
Emulsión	Galón	0.6000	L86.25	L51.75
Total Materiales				L2,946.98
2-Mano de Obra				
Capataz	Hora	0.0100	L68.00	L0.68
Peón	Hora	1.5000	L35.00	L52.50
Rastrillero	Hora	0.7500	L42.00	L31.50
Total Mano de Obra				L84.68
3-Equipo Maquinaria y Herramientas				
Compactadora DD24	Hora	0.0400	L450.00	L18.00
Volqueta	Hora	0.2000	L800.00	L160.00
Compactadora Neumática	Hora	0.0500	L550.00	L27.50
Herramienta	%	10.0000	L84.68	L8.47
Total Equipo Maquinaria y Herramientas				L213.97
Total Costos Directos				L3,245.63

La diferencia de costo por tonelada entre el pavimento de mezcla bituminosa convencional y el pavimento con plástico reciclado es de -0.15%; lo que significa que el pavimento con plástico reciclado es levemente más económico que el convencional.

4.2.3.3 Beneficios

Se enfatiza que con el uso de plástico reciclado en la construcción de pavimentos se obtienen beneficios que con pavimentos convencionales no se logra capitalizar:

- Incrementa el ahorro de materia prima en la construcción de carreteras lo que a su vez influye en la reducción de importación de bitumen sustituido por un material producido en el país.
- “Carretera más fuerte, mejora las propiedades mecánicas de la mezcla” («Advantages and Disadvantages of Plastic Roads», s. f.)
- “Se genera empleo para mano de obra no calificada” («Advantages and Disadvantages of Plastic Roads», s. f.)
- Se genera una nueva utilidad para los desechos plásticos
- Reduce el costo del pavimento

4.2.4 Impacto de combustión de plástico y asfalto

Es innegable que la combustión de plásticos produce la emisión de gases de efecto invernadero “Al incinerar plásticos se producen importantes emisiones contaminantes, como grandes cantidades de CO₂ y metales pesados, aún con el uso de filtros.” («¿Qué sucede cuando se incineran plásticos?», s. f.)

Sin embargo, para el caso propuesto de utilización de un 15% en peso de bitumen en la mezcla, la cantidad de plástico solamente representa el 4.25% del peso total de la mezcla, lo que puede considerarse irrelevante en cuanto al aumento o disminución de CO₂ en comparación a la producción de un asfalto convencional, además, “Independientemente de la opción de asfalto que se elija, las opciones de pavimento de asfalto sólo producen alrededor del 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero comparables al de pavimentos de hormigón.” (Fernández, 2012)

4.2.5 Indicadores de decisión

La toma de decisiones en proyectos a menudo es determinada en base a indicadores financieros los cuales son muy diversos y aplicables según sea el caso de estudio, dos indicadores han sido seleccionados para definir la rentabilidad de la construcción de pavimentos con plástico reciclado, la elección entre alternativas tecnológicas y el punto de equivalencia

4.2.5.1 Elección entre alternativas tecnológicas

Al definir las características de un producto o proyecto es posible que exista más de una forma de producir con la calidad y cantidad requerida en la cual se utilicen diferentes tipos de tecnologías

La elección entre alternativas tecnológicas explica que “la única exigencia que se le hará a cada alternativa es que sean capaces de producir en calidad y cantidad el número de unidades definidas”(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008b, p. 164)

Mediante el estudio técnico realizado por Nkanga, se demuestra que la aplicación de plástico reciclado como sustituto del bitumen cumple con los requerimientos mecánicos del asfalto por lo tanto esta modificación, se considera como una alternativa tecnológica en comparación a los métodos convencionales de construcción de carreteras

“Guadagni8 propone elegir la alternativa que tenga el menor valor actualizado de sus costos”(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008b, p. 164)

Tabla 7 Alternativas Tecnológicas

Alternativas		
	Pavimento Asfáltico Convencional	Pavimento Asfáltico con Plástico Reciclado
Unidad de Medida	Ton	Ton
Valor Actualizado de Costos	L3,250.40	L3,245.63
Diferencia de Costo por Tonelada	L4.77	

La suma total de los costos directos actualizados del pavimento asfáltico convencional tiene un valor de Lps. 3,250.40 y los costos directos del pavimento asfáltico con plástico reciclado es de Lps. 3,245.63, por lo tanto, se establece que el pavimento con plástico reciclado tiene el menor valor actualizado de costos y como resultado se concluye que es rentable.

4.2.5.2 Punto de Equivalencia

El punto de Equivalencia “se aplica como modelo de decisión ante la perspectiva de un producto nuevo”(«6. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS», s. f.) la técnica del punto de equivalencia es adecuada ya que determina un parámetro y las condiciones en las cuales un producto o proyecto es o no rentable.

“Punto de equivalencia: es el valor de la variable de decisión común para el cual, los costos de ambas alternativas son iguales.”(«6. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS», s. f.)

Para determinar el punto de equivalencia se determina la función de costo del producto nuevo como una función lineal y el costo actual del producto a contrastar se considera constante, entonces, el costo del pavimento asfáltico convencional se considera constante.

Determinación de la Fórmula de costo

La función de costo tiene la forma:

$$C = ax + b$$

Donde

a=es el rendimiento del plástico (cantidad de libras por tonelada 16.5347)

b=es el importe de los valores constantes

x=es la variable independiente (el costo por libra del plástico)

Determinación de b

Tabla 8 Importe de Valores Constantes

Descripcion	Importe
Agregados	L2,537.52
Emulsion	L51.75
Mano de Obra	L84.68
Equipo	L213.97
Bitumen	L308.11
Total	L3,196.03

Por lo tanto, la fórmula de costo para el pavimento con plástico reciclado es:

$$C = 16.5347x + 3196.03$$

Ecuación 1 Costo del asfalto con plástico reciclado

El punto de equivalencia calculado determina que para un costo por libra del plástico menor a Lps. 3.28 el asfalto con plástico reciclado si es rentable, el costo actual del insumo es de Lps 3.00 que es menor al punto de equivalencia, por lo tanto el producto es viable

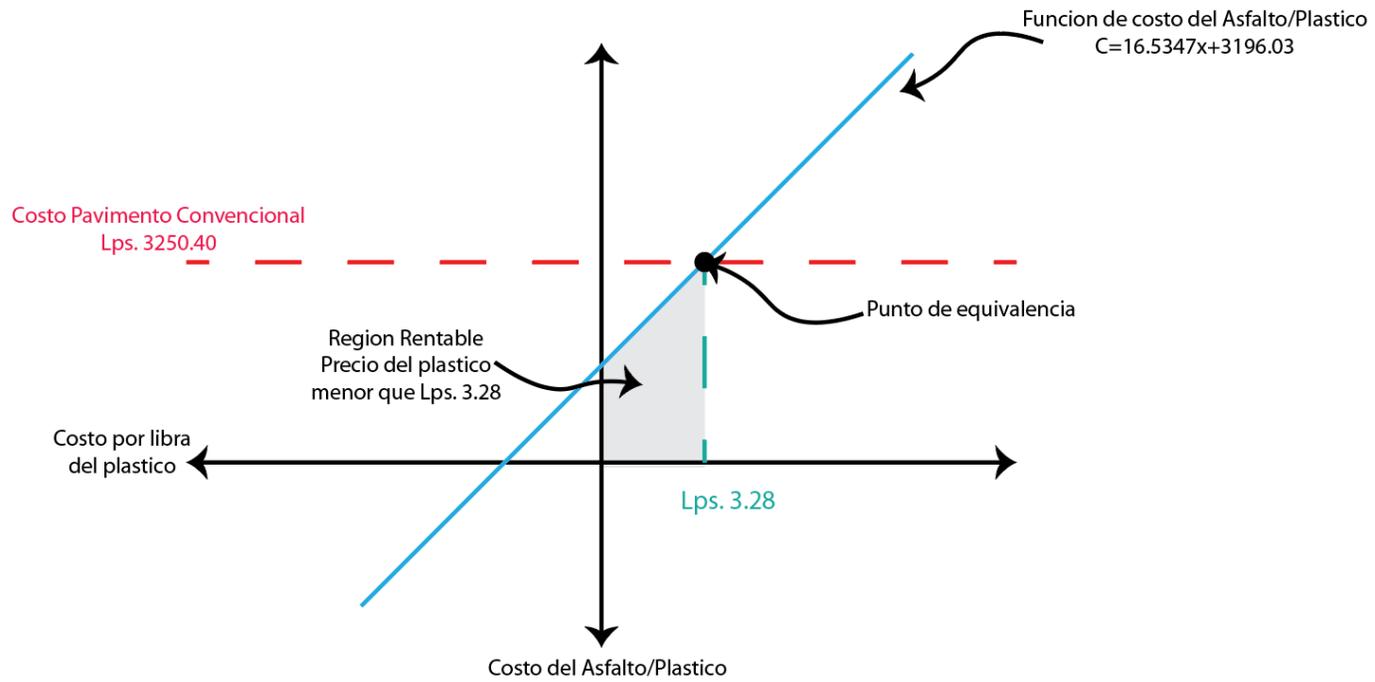


Figura 7 Punto de Equivalencia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El pavimento con plástico reciclado reduce el costo por tonelada en “0.15%” con respecto al convencional.
- Más del 94% del gremio de Ingenieros Civiles tomaría como opción el pavimento con plástico reciclado si cumple con los criterios de costo y resistencia por lo que se determina que **“si existe interés por la utilización del producto”**
- La construcción de pavimentos con plástico aumentaría en gran escala la demanda de plástico reciclado del país, generando ingresos adicionales en sectores vulnerables y disminuyendo considerablemente las 5,000 toneladas diarias de basura que contaminan el país y de las cuales, hasta un 79% se podrían reutilizar para reducir este foco de contaminación.
- En base a la elección entre alternativas tecnológicas donde se demuestra que el pavimento con plástico reciclado tiene el menor valor actualizado de los costos y el punto de equivalencia donde el costo actual del insumo es menor que el punto de equivalencia, se determina que el producto **“es rentable”**.
- La construcción de pavimentos con plástico reciclado **“si es viable”** pero cabe destacar que las razones financieras no representarían los criterios de mayor peso en la toma de esa decisión, temas de responsabilidad social y ambiental tomarían mayor relevancia.

- La adición de plástico en la mezcla asfáltica mejora las propiedades mecánicas, así como su vida útil ya que multiplica su durabilidad.
- Programas como en el pasado se realizaban a través de fondo vial los cuales trataban acerca de la generación de empleo en pequeñas comunidades mediante el emprendimiento con la reparación de carreteras pueden verse beneficiadas ya que no solamente pueden generar empleo en el mantenimiento de pavimentos, adicionalmente empresas de reciclaje se beneficiarían.

5.2 Recomendaciones

- El bitumen es el componente de cohesión entre los agregados del asfalto y al ser las empresas transnacionales las principales proveedoras de este material y con la finalidad de promover la generación de nuevas empresas, se recomienda limitar la participación de las transnacionales a solamente proveer el bitumen, pero el componente de plástico reciclado sea exclusivo de empresas nacionales para así generar más empleos y disminuir las cantidades de plástico que tanto contaminan principalmente las grandes ciudades.
- Debido a que Honduras es un país importador de petróleo y sus derivados el gobierno y/o las universidades deben promover la investigación de productos sustitutos, por ejemplo: el plástico; el cual presenta la ventaja que es un producto que Honduras produce en grandes cantidades y presenta características mecánicas favorables para ser considerado un sustituto del bitumen en la construcción de carreteras.

REFERENCIAS

6. ANALISIS Y SELECCION DE ALTERNATIVAS. (s. f.). Recuperado 18 de septiembre de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s08.htm#6.1.2%20punto%20de%20equivalencia>

Advantages and Disadvantages of Plastic Roads. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2018, de <http://earthuntouched.com/plastic-roads-revolutionary-idea/>

CAPECO. (s. f.). Costos y Presupuestos en Edificacion.

Carlos Suarez Salazar. (s. f.). Costo y Tiempo en Edifricacion.

Con ley pretenden formalizar la labor de reciclaje en la capital. (s. f.). Recuperado 11 de mayo de 2018, de <http://www.elheraldo.hn/tegucigalpa/1038487-466/con-ley-pretenden-formalizar-la-labor-de-reciclaje-en-la-capital>

CONAMIPYME. (s. f.). Guia requisitos para operar-una empresa en Honduras.

Constructora ECO. (s. f.). Ficha de Costos de Pavimento.

Crespo Villalaz, C. (2007). *Vías de comunicación. caminos,ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*. (Tercera). Mexico: Noriega editores.

Fernández, R. E. B. (2012, enero 8). Pavimentos Sustentables.....Caminando hacia ellos!: (8) Construcción de Pavimentos Sostenibles y la Huella de Carbono. Recuperado 21 de octubre de 2018, de <http://ligante-asfaltico.blogspot.com/2012/01/8-construccion-de-pavimentos.html>

Fondo Vial. (2010, diciembre). Informe de Avance Físico y Financiero.

GAWANDE, A., ZAMRE, G. S., RENGE, V. C., BHARSAKALE, G. R., & TAYDE, S. (2012). UTILIZATION OF WASTE PLASTIC IN ASPHALTING OF ROADS, 11.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Education.

Jamshedpur's Plastic Roads Initiative Is A Lesson For All Indian Cities! (s. f.). Recuperado 12 de mayo de 2018, de <http://www.indiatimes.com/news/india/every-indian-city-needs-to-learn-from-juscos-plastic-roads-in-jamshedpur-232246.html>

Jethwani, S., Jha, S. A., & Sangtiani, D. (2017a). Utilization & Specification of Plastic Waste in Bituminous Roads. *International Journal of Engineering Research*, 4.

Jethwani, S., Jha, S. A., & Sangtiani, D. (2017b). Utilization & Specification of Plastic Waste in Bituminous Roads. *International Journal of Engineering Research*, 4.

La capital, rezagada en el manejo adecuado de los desechos sólidos. (s. f.). Recuperado 22 de octubre de 2018, de <https://www.elheraldo.hn/tegucigalpa/960200-466/la-capital-rezagada-en-el-manejo-adecuado-de-los-desechos-sólidos>

Medios, por B. S. (2018, abril 24). En Honduras se generan a diario unas 840 toneladas de plástico. Recuperado 19 de octubre de 2018, de <https://fidesdiariodigital.com/2018/04/24/en-honduras-se-generan-a-diario-unas-840-toneladas-de-plastico/>

Nkanga, U. J., Joseph, J. A., Adams, F. V., & Uche, O. U. (2017). Characterization of Bitumen/Plastic Blends for Flexible Pavement Application. *Procedia Manufacturing*, 7, 490-496. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2016.12.051>

Nov 15, C. N. · P., November 15, 2012 1:32 PM PT | Last Updated:, & 2012. (2012, noviembre 15). Vancouver first city to use recycled plastic in asphalt | CBC News. Recuperado 12 de mayo de 2018, de <http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/vancouver-first-city-to-use-recycled-plastic-in-asphalt-1.1145071>

¿Qué sucede cuando se incineran plásticos? | Varinia.es. (s. f.). Recuperado 20 de octubre de 2018, de <http://varinia.es/blog/2010/01/22/%c2%bfque-sucede-cuando-se-incineran-plasticos/>

Reciclaje de plástico, negocio en Honduras. (s. f.). Recuperado 11 de mayo de 2018, de <http://www.laprensa.hn/economia/551077-97/reciclaje-de-plastico-negocio-en-honduras>

Rustom Antonio. (s. f.). ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA, PROBABILIDAD E INFERENCIA.

Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & e-libro, C. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Soledad Orjuela Cordova, & Paulina Sandoval Medina. (s. f.). Tesis Guia del Estudio de Mercado para la Evaluacion de Proyectos.

THE PRODUCT | MacRebur. (s. f.). Recuperado 11 de mayo de 2018, de <http://www.macrebur.com/the-product/>

Urbina, G. B. (s. f.-a). Evaluacion de Proyectos, 333.

Urbina, G. B. (s. f.-b). Evaluacion de Proyectos, 333.

Wright, P. H., & Dixon, K. (2017). *Ingeniería de carreteras* (segunda). Mexico.

ANEXOS

6.1 Anexo A Paquetes de la empresa McRebur



The Bronze Package

Our MacRebur Bronze Package includes a sample box with the following:

- 3kg of our MR 6 product bagged
- 3kg of our MR 8 product bagged
- 3kg of our MR 10 product bagged
- An instruction manual along with data sheets of each of our products.
- MacRebur products will be sent by air to your part of the world.

This will allow you to make 1T of Asphalt for each product used.

This package comes at a cost of £500



The Silver Package

Our MacRebur Silver Package includes the following:

- 60kg of our MR 6 product bagged
- 60kg of our MR 8 product bagged
- 60kg of our MR 10 product bagged
- An instruction manual along with data sheets of each of our products.
- MacRebur products will be sent by air to your part of the world.

This will allow you to make 20T of Asphalt for each product used.

This package comes at a cost of £3000



The Gold Package

The Gold Package includes the following:

- A MacRebur representative will visit your country
- A pallet containing 60kg of each product which will allow you to make 20 tonne of Asphalt for each MR product. This would normally come at a cost of £3000
- A technical presentation to yourself and to those who you would think would benefit from this
- Attendance of a representative at asset owner meetings i.e. the local Council or Government
 - Assistance with trials and the production of asphalt.
 - Advice on product testing
 - Provision of bitumen conformity testing
 - Provision of bespoke testing (additional cost)
 - Discussion of future contracts & exclusivity

Prices start from £6000

Please note that 8 week's notice is required for the Gold Package.

6.2 Anexo B Adquisición de plástico triturado



ABREVIACIONES

CICH: Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras.

INSEP: Secretaria de Infraestructura y Servicios Públicos.

AMDC: Alcaldía Municipal del Distrito Central.

DOCUMENTO DE TESIS FINAL PAVIMENTOS



Garcia Lezcano Mina Cecilia

Hoy, 9:22

Gerardo Antonio Perez <g3rar284@gmail.com>; +1 destinatarios v



Responder a todos | v

Tegucigalpa 27 de septiembre 2018

Estimados:

GUILLERMO ANTONIO DACCARETT CABAÑAS

GERARDO ANTONIO PEREZ MONTOYA

Una vez concluida la etapa final de revisiones y constatado que el documento de tesis está conforme a las mejoras indicadas en el proceso de revisión final del documento, de acuerdo con la normativa de forma y fondo de UNITEC les comunico que pueden iniciar sus trámites para solicitar terna e iniciar tramites de graduación.

Deseándoles suerte en este proceso reciban mis felicitaciones por haber alcanzado esta meta,

Att.

Dra. Mina Cecilia Garcia Lezcano

Catedrático Tesis II, Sección 10106