

**TESIS**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA  
PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN DE  
CARRETERAS ASFÁLTICAS: PROYECTO  
CHOCAS – CHOCAS ALTO – CANTA –  
LIMA PROVINCIAS - 2015”**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER**

**MARAYAHUA CALDERÓN DYANDRA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA – PERÚ**

**2015**

Dedico a mis padres por sus enseñanzas, apoyo y amor incondicional.

Agradezco a mis maestros por las enseñanzas del día a día en las aulas, por compartir su experiencia en cada ejemplo teórico y práctico de las clases.

# ÍNDICE

CARÁTULA.	I
DEDICATORIA.	II
AGRADECIMIENTO.	III
ÍNDICE.	IV
RESUMEN.	VII
ABSTRACT.	IX
INTRODUCCIÓN	XI
<b>Capítulo I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	15
1.1.1. Caracterización del problema.	15
1.1.2. Definición del Problema	18
1.2. Formulación del Problema	19
1.2.1. Problema General	19
1.2.2. Problemas Específicos	19
1.3. Objetivos de la Investigación	20
1.3.1. Objetivo General	20
1.3.2. Objetivos Específicos	20
1.4. Justificación de la investigación	20
1.4.1. Justificación Teórica	20
1.4.2. Justificación metodológica	21
1.4.3. Justificación Práctica.	21

1.5. Importancia	21
1.6. Limitaciones	22

## **Capítulo II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1. Marco referencial	23
2.1.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.2. Referencias históricas.	28
2.2. Marco legal	30
2.3. Marco conceptual.	35
2.4. Marco teórico.	44

## **Capítulo III**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

3.1. Tipo y Nivel	69
3.1.1. Tipo de la Investigación	69
3.1.2. Nivel de la Investigación	69
3.2. Método.	69
3.3. Diseño de la Investigación.	69
3.4. Cobertura del Estudio de Investigación	70
3.4.1. Universo.	70
3.4.2. Población.	70
3.4.3. Muestra.	70
3.4.4. Muestreo.	70
3.5. Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos.	71
3.5.1. Técnicas de la Investigación.	71

3.5.2. Instrumentos de la Investigación.	71
3.5.3. Fuentes de Recolección de Datos.	71
3.6. Procesamiento estadístico de la información.	71
3.6.1. Estadísticos.	71
3.6.2. Representación.	71
<b>Capítulo IV</b>	
<b>ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
4.1. Presentación de resultados.	72
4.1.1. Resultados parciales.	72
4.1.2. Resultados generales.	80
CONCLUSIONES.	XIII
RECOMENDACIONES.	XV
BIBLIOGRAFÍA	XVII
LINCOGRAFÍA	XIX
ANEXOS	XXI

## **RESUMEN**

En el Perú actual, una de las actividades de construcción más frecuente y de buen potencial son las carreteras asfálticas o asfaltadas, las mismas que reflejan una interesante inversión, por cierto el rubro de construcción es un área que mayor problemática ambiental ocasiona o genera, puesto que la cantidad y diversidad de los residuos sólidos que se producen es alto.

Entender cómo gestionarlos, su problemática, la caracterización misma del proceso, va a ser un valioso aporte a una gestión integral de calidad esto irá en favor de la construcción de las obras y será una demostración del compromiso y responsabilidad que toda empresa debe manifestar con el ambiente.

Se aprecia en el presente estudio una ruta que parte de analizar de manera teórica la realidad y la práctica que la misma construcción de las

pistas señala, además de indicar de forma concreta como son sus características, para poder entender la problemática real de tamaño obra.

El autor.

Palabras Clave: Construcción, carreteras asfálticas, residuos sólidos, caracterización.

## **ABSTRACT**

In today's Peru, one of the most common construction activities and are good potential tar or asphalt roads, they reflect an interesting investment, indeed the area of construction is an area that causes more environmental problems or generates, since that the amount and diversity of solid waste produced is high.

Understand how to manage them, their problems, the same characterization of the process, will be a valuable contribution to a comprehensive quality management this will go towards the construction of the works and will be a demonstration of the commitment and responsibility that every company must state the ambient.

a route shown in this study that analyzed theoretically reality and practice the same building tracks notes, as well as specific regarding how

their characteristics in order to understand the real problems of so much work.

The author.

Keys words: Construction, asphalt road, solid waste, charactization

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación está dirigida a intervenir en el sector de la construcción, que es una actividad que consume muchos recursos naturales, manufacturados y de energía, de maneras distintas, es una actividad, podría decirse, industrial desarrollada en diferentes escenarios, y cuando se refiere a la construcción de carreteras o pistas asfálticas es el área que no está siendo observada, por tanto es un área que requiere identificar cuál es su potencial, pero también cuál es su problemática, por cierto, en los últimos años la industria ha mejorado su desempeño, de forma que es más responsable en su interacción con el ambiente, sin embargo aún se tiene problemas con la generación de los residuos que este consumo advertido

inicialmente realiza, esta construcción en cuanto dura es una fuente constante de generación de residuos, estos proceden de la intervención y la realización de los mismos, pues el movimiento de suelos ya es de por sí un problema, pero el presente estudio está dirigido a los problemas mayores que son los de generación de los residuos mismos, que por naturaleza química, física u orgánica afectan, sobre todo porque además generan polvo en demasía, es decir, material particulado en diferentes dimensiones, todo ello afecta a la vida, al ambiente, por lo que es necesario comprender su exacta naturaleza y la forma como afecta, ese es el objetivo de la presente investigación. La caracterización tiene que ver con la composición de residuos varía según la construcción, los residuos serán diferentes, en el que el proyecto de residuos de construcción, en que se encuentre el proyecto y el tipo de materiales utilizados, debido a la naturaleza de la construcción, y dependiendo de la zona en el que se encuentre lo que se está realizando.

Entonces se encuentra en esas condiciones tierras de diferente naturaleza, piedras, restos de hormigón, ladrillos, cristales, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, plásticos, yesos y maderas.

En cuanto a la realización de una carretera asfáltica los residuos que se generan son de manejo complicado, son intermitentes, y no son posible involucrarlos concretamente porque la carretera aun cuando se construye tiene la intervención de otras personas, además que la ley no faculta o responsabiliza a las municipalidades a realizar su manejo.

El problema ambiental que conlleva a la producción de residuos de construcción de carreteras va en aumento y su manejo requiere ser

controlado, porque las zonas por donde la carretera discurre son necesariamente afectadas por estos residuos que cada vez son más incontrolables, en cuanto la magnitud de la obra y los costos así lo demanda.

La presente investigación cumple con los requisitos que la universidad establece y se mantiene el control de los residuos de construcción de la pista asfáltica, para ello se ha organizado el informe, de acuerdo a lo indicado:

- A. Aspectos iniciales: Carátula, Dedicatoria, Agradecimiento, Índice, Resumen, Abstract e Introducción.
- B. Contenido temático: compuesto de cuatro capítulos:
  - a. Capítulo I: Presenta desde la Caracterización del problema, hasta las Limitaciones, considerando la Formulación del problema y Objetivos, además de establecer la Justificación e Importancia del estudio.
  - b. Capítulo II: Considera los aspectos teóricos básicos, fundamentales y específicos que determinan el fundamento del informe, para ello cita Antecedentes de estudio y Referentes teóricos, además de un Marco legal y otro a modo de Glosario considerado Marco conceptual y el referido Marco Teórico.
  - c. Capítulo III: En el que se considera todo el aspecto metodológico, que refiere el Método, Tipo y Nivel de la investigación, además de las Variables, Hipótesis, Población y Muestra, además de los Instrumentos y la forma como se acopia la información, además de la manera como se ha procesado la información.

- d. Capítulo IV: Que tiene como referencia los datos o información que se tiene y se ha procesado para mostrar la problemática correspondiente.
- C. Aspectos complementarios: Conclusiones, Sugerencias, Referencias bibliográficas y Anexos.

Se visualiza entonces toda la problemática, se reconocen los impactos negativos al ambiente que ello provoca, y destaca las formas como se contamina los suelos y en muchos casos los acuíferos se convierten en vertederos, en ocasiones incontrolados, además del deterioro paisajístico, y la disposición en el borde de vías públicas, además de la mezcla con otros residuos tales como urbanos y peligrosos, que pueden llegar a la zona y que en ocasiones se abandonan o se “sepultan” por decir que se encapsulan.

Esta tesis expone el diseño de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición en la carretera asfáltica para ser aplicado a proyectos empleando una metodología que apunte a la prevención y reducción en la generación de estos en el futuro. Al final se alcanzará una práctica de recomendaciones y acciones para el manejo integral de desechos de estos casos. La tesis incluye el análisis de una obra identificando los problemas detectados y recomendaciones para su solución.

Queda en vuestras manos y a su consideración para efectos de la revisión y recomendaciones que sean útiles para el desarrollo del mismo.

El autor.

## Capítulo I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

##### 1.1.1. Caracterización del problema.

La generación de residuos producto de la construcción de carreteras asfálticas, como es el caso del tramo del **Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias** donde la problemática poco observada en la ingeniería ambiental y en control de la contaminación, pues aparentemente su presencia es poco significativa, sin embargo el tipo de residuos que se generan no solo es de escombros, que ya de por sí generan una serie de problemas, sino de residuos de brea, alquitrán, asfalto y otros elementos cuya descomposición es lenta.

La construcción de carreteras está ligada al sector de la construcción, como tal es necesario comprender que se generan residuos desde el momento en que se diseña o traza la ruta, se prepara la plataforma y se realiza la impregnación del asfalto, la colocación de las capas, por lo que supone en el movimiento y desarrollo de la obra, la generación de una serie de elementos.

Se consideran residuos de construcción de carreteras asfálticas (en adelante RCCA) aquellos que se generan en el entorno de la labor misma, sea por el traslado de los materiales al lugar de trabajo, sea por el movimiento de suelo, la zona de almacenamiento, entonces existirán una serie de residuos sólidos, que no solo se circunscriben a escombros, sino también a los residuos domésticos que se generan en la actividad propia del consumo y de la misma construcción de la carretera, intervienen entonces una serie de productos que generan residuos a lo largo de la misma construcción, considerando la composición cuantitativa y cualitativa de la construcción.

Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, plásticos, yesos, fierros, maderas y en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y

construcción de la carretera asfáltica, además que la propia actividad humana genera.

El auge experimentado en este sector, ha implicado la generación de importantes cantidades de RCCA, los cuáles, debido a la falta de planificación para una adecuada gestión final de los mismos, se han ido depositando a lo largo de la misma carretera perjudicando el entorno. Al realizar estos abandonos de RCCA, no sólo se está perdiendo o desaprovechando energía y material potencialmente reutilizable, reciclable o valorizable, sino que además, se afecta de manera muy negativa al entorno.

Era importante afección de los depósitos de RCCA, se debe a que llegan a verterse sin haber realizado separación de componentes catalogados como residuos peligrosos, y en emplazamientos no acondicionados para inmovilizar la contaminación, por tanto, el impacto no sólo es paisajístico, sino también de contaminación química sobre el suelo, aguas subterráneas, etc., con los efectos que esto pudiera tener para la salud de las personas.

Ante tal perspectiva, el estudio enfoca aspectos que deben ser considerados luego como medidas legales y económicas tendentes a la reutilización, reciclaje y correcta eliminación de RCCA peligrosos, sin embargo, aún resultan insuficientes, tanto que con respecto a otros países europeos,

ocupamos las últimas posiciones en materia de reciclaje y reutilización.

### **1.1.2. Definición del Problema.**

Los impactos más importantes relacionados con la construcción de carreteras asfálticas son aquellos que corresponden a la limpieza, nivelación o construcción de la plataforma, además de significar la pérdida de la capa vegetal y la exclusión de otros usos para la tierra; modificación de patrones naturales de drenaje; cambios en la elevación de las aguas subterráneas; deslaves, erosión y sedimentación de ríos y lagos; degradación del paisaje o destrucción de sitios culturales; e interferencia con la movilización de animales silvestres, ganado y residentes locales. Muchos de estos impactos pueden surgir no sólo en el sitio de construcción sino también en las pedreras, canteras apropiadas y áreas de almacenamiento de materiales que sirven al proyecto.

Adicionalmente, pueden darse impactos ambientales y socioculturales adversos en proyectos tanto de construcción como de mantenimiento, como resultado de la contaminación del aire y del suelo, proveniente de las plantas de asfalto, el polvo y el ruido del equipo de construcción y la dinamita; el uso de pesticidas, derrame de combustibles y aceites; la basura; y, en proyectos grandes, la presencia de mano de obra no residente.

Todo ello es necesario caracterizarlo para poder identificar cuál es la real problemática del desempeño de una empresa y cómo es que afecta al entorno la realización de una carretera asfáltica para poder establecer una propuesta de gestión de residuos sólidos que resulte eficiente en el tiempo, de eso se trata el estudio del Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **1.2.1. Problema General.**

¿Qué características presentan los residuos sólidos que se generan durante la construcción de la carretera asfáltica: Proyecto Chocas Alto – Canta – Lima Provincias 2015?

### **1.2.2. Problemas Específicos.**

- a. ¿Qué tipos de residuos se generan durante la construcción de carretera asfáltica Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias?.
- b. ¿Cuáles son las características del impacto ambiental de los residuos de construcción de carreteras asfálticas como el Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias?

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

Caracterizar los residuos que se generan durante la construcción de una carretera asfáltica como el Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- a. Describir los tipos de residuos que se generan durante la construcción de una carretera asfáltica como el Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias.
- b. Caracterizar el impacto ambiental de los residuos de construcción de carreteras asfálticas como el Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Justificación teórica.**

El estudio de esta naturaleza o magnitud tendrá como resultado la incorporación de nuevos enfoques en el desarrollo de los proyectos de construcción de carreteras con carpeta asfáltica, este resultado tendrá como visión asumir nuevas decisiones que mejoren las condiciones del proceso, con una menor afectación del entorno en el que se desarrolla el proyecto de construcción de la carretera asfáltica.

#### **1.4.2. Justificación metodológica.**

A partir del desarrollo de los conocimientos, se tendrá en cuenta plantear nuevos procedimientos de trabajo que eviten o minimicen los impactos ambientales, lográndose el desarrollo de proyectos con una visión de responsabilidad social, esta propuesta de nuevos procesos será beneficioso para el entorno, la empresa y la calidad de vida de las personas.

#### **1.4.3. Justificación práctica.**

El logro permitirá minimizar los costos, y evitar los conflictos sociales que por lo general entorpecen o anulan los proyectos, al asumir la responsabilidad social como un hecho visible y concreto, las personas o poblaciones aledañas a los proyectos se sentirán mejor frente a estos procesos y serán visiblemente favorecidos con una mejor calidad de vida, a lo que se suma la verdadera finalidad de una mejora en las vías de comunicación que es ayudar al desarrollo social de los pueblos.

#### **1.5. IMPORTANCIA.**

La investigación reviste su importancia en la urgente necesidad de contar con una visión clara del mismo proceso que ayude al desarrollo de procesos de mejores condiciones que coadyuven al verdadero desarrollo en armonía con el ambiente y con una verdadera visión de responsabilidad social.

## **1.6. LIMITACIONES.**

- a. Tiempo, acceso a la información y la permanencia en el lugar será corto debido al tiempo que se demora en llegar a la zona.
- b. Distancia, proyectos de este tipo conllevan zonas alejadas, el estudio debe ser objetivo y claro para poder concretizar en el tiempo el estudio de forma detallada y clara.
- c. Economía, los recursos financieros son limitados.

## Capítulo II

# FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. MARCO REFERENCIAL.

#### 2.1.1. Antecedentes de la investigación.

VALENZUELA, María (2003), en la Tesis: **EL ASFALTO, EN LA CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS**, presentado en la Universidad Austral de Chile, presenta las siguientes conclusiones:

- (...)
- Las inspecciones no necesariamente deben estar orientadas a verificar el estado de todos los elementos del camino simultáneamente ya que, normalmente, no sólo diferentes elementos requieren de periodicidades distintas, sino que el tiempo que demora el trabajo en unos y otros también es diferente. Como criterio general

puede resultar adecuado destinar una inspección a cubrir el sistema de drenaje y obra básica en su conjunto, otra a pavimentos o carpetas de rodadura granulares y bermas, otra para establecer las condiciones en que se encuentran los elementos de seguridad vial y, por último, otra a inspeccionar estructuras.

- La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema. Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente.
- (...)
- Desde el día en que un pavimento nuevo es abierto al tránsito, comienza a deteriorarse gradualmente debido a las cargas vehiculares y a defectos del clima; por esta razón es importante un correcto mantenimiento para así prolongar la vida útil del pavimento.
- (...)
- La mantención deficiente de las obras de drenaje, nos lleva indudablemente al deterioro progresivo de los pavimentos, lo que una mantención rutinaria y la limpieza de éstos ayuda a tener caminos en buen estado y con una vida útil mucho mas larga.

DEL VAL MEUS, Miguel Ángel (1985) en su tesis **ESTUDIO DE LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN COMO MATERIAL DE FIRMES DE CARRETERAS DE LOS PLÁSTICOS PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**, presentado en la Universidad Politécnica de Madrid, se extrae del resumen lo siguiente:

*“En la actual situación de crisis económica, marcada por la escasez de recursos energéticos en particular y de materias primas en general, se inscriben las problemáticas relativas a los desechos y subproductos, por un lado, y a la construcción de firmes de carreteras, por otro. Su asociación está en el origen del trabajo que se ha realizado, En él, por primera vez se utilizan desechos plásticos obtenidos en un proceso industrializado de tratamiento de residuos sólidos urbanos, avanzando en una doble dirección: la incorporación de los desechos a las mezclas bituminosas, no buscando una modificación de ligante, como se había venido haciendo hasta la fecha, sino una cohesión adicional que permita la disminución de las cantidades de betún empleadas; por otro lado, la utilización de los desechos como agente de estabilización de materiales granulares sin ningún otro tipo de conglomerante.*

*Una vez expuestos la problemática planteada en torno al aprovechamiento de residuos sólidos y de la fracción plástica de los residuos sólidos urbanos en particular, una serie de ejemplos de utilización de residuos sólidos en formas de carreteras y el estado actual de conocimientos sobre la incorporación de productos plásticos a los materiales de construcción de firmes (...)*

CUSI BRAVO, David (2012). En la tesis **“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA PUMAMARCA – ABRA SAN MARTÍN DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN”**, presentada en la Universidad de Piura, alcanza las siguientes conclusiones:

- El Proyecto “Mejoramiento de la Carretera Pumamarca - Abra San Martín del Distrito de San Sebastián”, se encuentra en la microcuenca de Pumamarca ubicada en la Comunidad del mismo nombre, del distrito de San Sebastián, provincia, departamento y región de Cusco. La cuenca se ha convertido en un polo de atracción debido al atractivo turístico y comercio que la caracteriza y que se desarrolla en la zona, con lo cual se está generando un proceso de crecimiento urbano constante y acelerado. Asimismo, se encuentra una gran necesidad de contar con un área que permita el desarrollo y comunicación

adecuada, lo cual permita una integración y relaciones con los poblados vecinos.

- El propósito del Proyecto “Mejoramiento de la Carretera Pumamarca - Abra San Martín del Distrito de San Sebastián”, es dar solución al problema de inadecuado servicio de transitabilidad en la zona de la microcuenca de Pumamarca.
- El objetivo del Estudio de Impacto Ambiental es proporcionar y establecer una base de información, sobre los factores ambientales existentes que podrían resultar afectados por los impactos del proyecto, para poder evaluar los impactos ambientales del mismo durante todas las fases de su implementación. Realizada esta evaluación se recomienda medidas para evitar o mitigar los impactos ambientales negativos.
- Las actividades más impactantes del proyecto, desde el punto de vista de los impactos negativos son: El movimiento de tierras, la construcción del pavimento y la construcción de los drenes de la vía, debido a los trabajos necesarios que se realizarán que principalmente impactan en el componente paisaje entre otros.
- Los factores ambientales más impactados serán el suelo y la calidad del paisaje. Para el caso del suelo, durante la construcción de los componentes del proyecto se

producirán niveles altos de movimiento de tierras y compactación de suelos. Cabe mencionar que estos impactos son de carácter temporal y fácil de prevenir y mitigar con medidas adecuadas. También se generarán residuos sólidos durante el proyecto, lo cual producirá un impacto negativo indirecto sobre la calidad del paisaje.

- La ejecución del proyecto también traerá una serie de impactos ambientales positivos, especialmente sobre los factores sociales, entre ellos destacan la mayor cobertura de servicios básicos (impacto directo), que se traducirá en un uso más eficiente del recurso hídrico, y en una menor incidencia de enfermedades (impacto indirecto), y por ende una mejor salud de los usuarios. Adicionalmente, durante el proyecto se generarán puestos de trabajo para la población local, especialmente durante la etapa de construcción.

### **2.1.2. Referencias históricas.**

El Ing. Pablo del Águila Rodríguez en página “Camineros” alcanza un texto “Experiencias sobre el diseño y criterios para la construcción de pavimentos en zonas de altura”, del que se extrae:

*“La solución “todo asfáltica” para el diseño estructural del pavimento, se empleó por primera y única vez, para la construcción del tramo carretero San Mateo-Morococha*

(Montalvo, M. "Proyecto de Carreteras en Zonas Andinas". Memorias del I Congreso Nacional del Asfalto. Asociación Peruana de Caminos, Lima, 1997), *sector de la Carretera Central que atraviesa la Cordillera de Los Andes a una altitud de 4,818 m. Este diseño fue desarrollado en el marco del proyecto de Cooperación Técnica Perú-Finlandia, en el año 1991. El paquete estructural está conformado por un geotextil separador sobre la subrasante, una base drenante granular de 0.15 m de espesor, una base asfáltica de 0.10 m de espesor, una carpeta asfáltica de 0.05 m de espesor y una carpeta de rodadura asfáltica de 0.05 m de espesor.*

*El proyecto se construyó entre los años 1992 y 1993. A fines de 1994, el pavimento ya reportaba fisuramiento térmico en la capa asfáltica superficial, sin embargo, se observó que las capas asfálticas subyacentes actuaban como elementos impermeabilizantes de las capas inferiores, facilitando el mantenimiento de la vía al no producirse deformaciones permanentes al nivel del suelo de subrasante".<sup>(1)</sup>*

Manuel Vizuarreta, escribe un artículo en la Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña, escribe:

*El asfalto es un componente natural de la mayor parte de los petróleos. La palabra Asfalto, derivada del acadio, lengua hablada en Asiría, en las orillas del Tigris superior, entre los*

---

(1) <http://www.camineros.com/docs/cam008.pdf>. p. 5. 12/02/2015.

años 1400 y 600 A.C. En esta zona se encuentra en efecto la palabra “Sphalto” que significa “lo que hace caer”. Luego la palabra fue adoptada por el griego, pasó al latín y, más adelante, al francés (asphalte), al español (asfalto) y al inglés (asphalt). Estos estudios arqueológicos, indican que es uno de los materiales constructivos más antiguos que el hombre ha utilizado.

En el sector de la construcción, la utilización más antigua se remonta aproximadamente al año 3200 A.C. excavaciones efectuadas en TellAsmer, a 80 Km. Al noreste de Bagdad, permitieron constatar que los sumerios habían utilizado un mastic de asfalto para la construcción de pavimentos interiores de 3 a 4 cm. de espesor. A continuación se muestra un cuadro donde se puede observar cronológicamente el desarrollo de la utilización del asfalto como material de construcción.<sup>2</sup>

## **2.2. Marco legal.**

### **2.2.1. D.S. N° 034 – 2008 – MTC “Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura vial”.**

**Artículo 27º Del contenido del manual de ensayo de materiales.**

---

(2) [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_130\\_181\\_83\\_1178.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_130_181_83_1178.pdf). p. 3. 13/01/2014.

El manual de ensayo de materiales contiene los métodos y procedimientos que deben desarrollarse para ensayar los diferentes materiales a emplear o incorporar en las diferentes fases de la gestión de la infraestructura vial. Incluye los equipos y/o aparatos a utilizarse, el tipo de ensayo, cálculos e informes a reportar.

**Artículo 28º Del contenido del manual de estudios socio ambientales.**

El manual de estudios socio ambientales contiene las normas, guías, procedimientos y especificaciones técnicas para una eficiente gestión socio ambiental de los proyectos de infraestructura vial considerando el riesgo ambiental que ocasionarían los impactos ambientales negativos generados durante las fases de estudios, ejecución, mantenimiento y operación; incluyendo los sistemas de supervisión y control en concordancia con los dispositivos legales vigentes sobre la materia. Asimismo, contiene las normas, guías y procedimientos relativos al reasentamiento involuntario y temas relacionados con el desarrollo de pueblos indígenas y arqueología del área de trabajo.

**2.2.2. Ley N° 28611. Ley General del Ambiente.**

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

**2.2.3. Ley N° 27314 y su Reglamento. Ley General de Residuos Sólidos.**

Establecen las competencias de los gobiernos locales provinciales y Distritales con respecto a la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción, el cual involucra los sistemas de disposición final; asimismo, establecen las competencias sectoriales en la gestión y manejo de los residuos sólidos de origen industrial.

**2.2.4. Ley N° 27972. “Ley Orgánica de Municipalidades”.**

Las municipalidades, tienen como función regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito de su respectiva provincia

**2.2.5. Ley N° 26842. “Ley General de Salud”**

Establece que toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente. Si la contaminación del ambiente significa riesgo o daño a la salud de las personas, la Autoridad de Salud dictará las

medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos o hechos.

**2.2.6. Resolución de Contraloría N° 155-2005-CG**

Mediante esta norma legal, se modifican la Normas de Control Interno para el Sector público, incorporando las Normas de Control Interno Ambiental, con el propósito de coadyuvar al fortalecimiento de la gestión ambiental de las entidades gubernamentales y la protección del medio ambiente y los recursos naturales.

**2.2.7. Ley N° 28256. “Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos”.**

Regula las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

**2.2.8. Ley N° 27746. “Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental”.**

**Art. 11°** (párrafo final).

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en el ejercicio de sus funciones vinculadas con el desarrollo de infraestructura de vivienda y saneamiento, así como con la regulación del desarrollo urbano, dictará las medidas necesarias para minimizar y controlar los impactos

ambientales negativos, de conformidad con las leyes de la materia.

### 2.2.9. Resolución Ministerial Nº 157 - 2011 – MINAM.

Aprueban primera actualización del listado de inclusión de los proyectos de inversión sujetos al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Sector	Gobierno Nacional – Sectorial	Gobierno Regional	Gobierno Local
Transportes	Ministerio de Transportes		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construcción de proyectos de Infraestructura de transportes de alcance nacional: carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles y helipuertos.</li> <li>2. Rehabilitación y mejoramiento de infraestructura de transportes de alcance nacional y/o macroregional: carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles y helipuertos.</li> <li>3. Construcción de Puentes y/o túneles pertenecientes a la red vial nacional.</li> <li>4. Rehabilitación y/o mejoramiento de puentes y túneles pertenecientes a la red vial nacional.</li> <li>5. Obras de menor envergadura dentro del derecho de vía.</li> <li>6. Mantenimiento de proyectos de infraestructura de transportes en operación.</li> <li>7. Actividades de dragado en instalaciones portuarias.</li> <li>8. Infraestructura de transporte urbano, tales como Vía Expresa o Semi Expresa, Ferrocarriles Urbano y Suburbano, túneles e intercambios viales.</li> </ol> <p>El D.S Nº 019-2011-MTC aprueba la Matriz de delimitación de competencias y distribución de funciones de los Sectores Transporte y Comunicaciones, en los niveles de Gobierno Nacional, Regional y Local</p>	No ha recibido la función de certificación ambiental en el marco del proceso de descentralización. El MTC, en coordinación con el MINAM, precisará la lista de proyectos en el nivel Regional en el marco del D.S. Nº 019 - 2009-MINAM.	Ver Nota (*****) al final del listado. El MTC, en coordinación con el MINAM, precisará la lista de proyectos en el nivel Local en el marco del D.S. Nº 019 - 2009-MINAM

(...)

Nota (\*\*\*\*\*):

Las Municipalidades Provinciales son las autoridades competentes, conforme al Art. 18º de la Ley del SEIA, respecto a los proyectos señalados a continuación:

1. Depósitos, almacenes, instalaciones de embalaje, embolsado y similares, no comprendidos en las competencias sectoriales –nacionales o regionales.
2. Proyectos sociales, productivos y de construcción a nivel local, de acuerdo con la normatividad vigente.

El listado de las actividades comerciales y de servicios de nivel municipal que deben ingresar al SEIA adicionales a lo señalado, será aprobado por cada Municipalidad Provincial, mediante Ordenanza Municipal, con opinión previa favorable del MINAM (Art. 7º, literal d) del Reglamento del SEIA).

**2.2.10. D.S. N° 003 – 2013 – Vivienda. “Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición”.**

**Art. 15°. Origen.**

Los residuos sólidos de la construcción y demolición tienen su origen en las actividades relacionadas con la construcción de edificaciones, infraestructura vial, de equipamiento en las actividades de demolición, excavación, movimiento de tierras, entre otros. Para las mismas actividades, se incorporan los residuos generados en una situación de desastre natural, antrópico y emergencia ambiental. La gestión de estos residuos se realizará de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 057 –2004 – PCM, Reglamento de la Ley.

**2.3. Marco conceptual.**

**2.3.1. Aire:**

Espacio de la atmósfera de la Tierra que consiste en una capa delgada de gases que la cubre y está conformado principalmente por nitrógeno, oxígeno y otros gases, entre bióxido de carbono, vapor de agua y gases inertes. Es necesario para todo ser vivo, se requiere 14.000 litros de aire al día para cada ser humano.

**2.3.2. Ambiente:**

Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condiciona la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

### **2.3.3. Atmósfera:**

Es la envoltura gaseosa del planeta Tierra. Está conformada por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y otros elementos como el argón, dióxido de carbono, trazos de gases nobles como neón, helio, kriptón, xenón, además de cantidades aún menores de hidrógeno libre, metano, y óxido nitroso.

### **2.3.4. Biodegradable:**

Sustancia que puede descomponerse a través de procesos biológicos realizados por acción de la digestión efectuada por microorganismos aerobios y anaerobios. La biodegradabilidad de los materiales depende de su estructura física y química. Así el plástico es menos biodegradable que el papel y este a su vez menos que los detritos. Biodiversidad: Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta.

Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

#### **2.3.5. Cambio climático:**

Alteraciones de los ciclos climáticos naturales del planeta por efecto de la actividad humana, especialmente las emisiones masivas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera provocadas por las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

#### **2.3.6. Contaminación: (Del latín *contaminare* = manchar).**

Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

Contaminación biológica: Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meningoencefalitis, colitis y otras infecciones. Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo. Contaminación atmosférica: Es la presencia en el ambiente de cualquier sustancia

química, objetos, partículas, o microorganismos que alteran la calidad ambiental y la posibilidad de vida. Las causas de la contaminación pueden ser naturales o producidas por el hombre. Se debe principalmente a las fuentes de combustible fósil y la emisión de partículas y gases industriales. El problema de la contaminación atmosférica hace relación a la densidad de partículas o gases y a la capacidad de dispersión de las mismas, teniendo en cuenta la formación de lluvia ácida y sus posibles efectos sobre los ecosistemas.

#### **2.3.7. Degradación de suelos:**

Reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada en zonas áridas, semiáridas y semihúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento.

#### **2.3.8. Desarrollo sostenible:**

Es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Al mismo tiempo que distribuye de forma más equitativa las ventajas del progreso económico, preserva el medio ambiente local y global y

fomenta una auténtica mejora de la calidad de vida. Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

#### **2.3.9. Erosión:**

Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene un lugar en lapsos muy cortos y esta favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

#### **2.3.10. Impacto ambiental:**

Es la repercusión de las modificaciones en los factores del Medio Ambiente, sobre la salud y bienestar humanos. Y es respecto al bienestar donde se evalúa la calidad de vida, bienes y patrimonio cultural, y concepciones estéticas, como elementos de valoración del impacto.

Saneamiento ambiental:

Una serie de medidas encaminadas a controlar, reducir o eliminar la contaminación, con el fin de lograr mejor calidad de vida para los seres vivos y especialmente para el hombre.

#### **2.3.11. Smog:**

Tipo de contaminación atmosférica que se caracteriza por la formación de nieblas de sustancias agresivas para la salud y el medio ambiente, combinadas con una gran condensación de vapor de agua. La palabra smog es la contracción de las palabras inglesas smoke (humo) y fog (niebla). Se produce a causa de la inversión térmica en épocas de estabilidad atmosférica. Sostenibilidad: Proceso de racionalización de las condiciones sociales, económicas, educativas, jurídicas, éticas, morales y ecológicas fundamentales que posibiliten la adecuación del incremento de las riquezas en beneficios de la sociedad sin afectar al medio ambiente, para garantizar el bienestar de las generaciones futuras. También puede denominarse sustentabilidad.

#### **2.3.12. Asfalto:**

El asfalto es un material viscoso, pegajoso y de color negro, usado como aglomerante en mezclas asfálticas para la construcción de carreteras, la carpeta asfáltica es la última capa de asfalto que se construye en una vialidad.

#### **2.3.13. Granulometría:**

Cantidad y tamaño de los agregados, los cuales son importantes debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto

#### **2.3.14. Pavimento:**

Es un suelo o superficie artificial formada por diversos materiales y con distintas soluciones constructivas, que tienen la misión de conseguir que el piso de las calles, viviendas y edificios en general sea sólido, resistente y que cumpla las condiciones necesarias para un uso perfecto.

#### **2.3.15. Escombrera:**

Área destinada para la eliminación de escombros y restos de demolición no aprovechables (materiales inertes), que pueden ser naturales (por ejemplo, hondonadas o depresiones) o creadas por el hombre (por ejemplo, canteras abandonadas).  
Escombro. Desecho proveniente de las construcciones y demoliciones de casas, edificios y otro tipo de edificaciones.

#### **2.3.16. Residuos sólidos.**

Cualquier material incluido dentro de un gran rango de materiales sólidos, también algunos líquidos, que se tiran o rechazan por estar gastados, ser inútiles, excesivos o sin valor. Normalmente, no se incluyen residuos sólidos de instalaciones de tratamiento. Residuo sólido especial. Residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye los residuos sólidos de establecimientos de salud, productos químicos y fármacos caducos, alimentos expirados, desechos de establecimientos que usan sustancias

peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales. Residuo sólido municipal. Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad gubernamental. Sinónimo de basura y desecho sólido. Residuo peligroso. Residuo sólido o semisólido que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables, explosivas o patógenas plantea un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al ambiente cuando su manejo se realiza en forma conjunta con los residuos sólidos municipales, con autorización o en forma clandestina. Residuo sólido domiciliario. Residuo que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar. 89 GLOSARIO Residuo sólido comercial. Residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado. Residuo sólido institucional. Residuo generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios,

religiosos, así como en terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras entidades. Residuo sólido industrial. Residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipos e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación. Residuo sólido patógeno. Residuo que, por sus características y composición, puede ser reservorio o vehículo de infección para los seres humanos. Residuo sólido tóxico. Residuo que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daño e incluso la muerte a los seres vivos o puede provocar contaminación ambiental. Residuo sólido combustible. Residuo que arde en presencia de oxígeno por acción de una chispa o de cualquier otra fuente de ignición. Residuo sólido inflamable. Residuo que puede arder espontáneamente en condiciones normales. Residuo sólido explosivo. Residuo que genera grandes presiones en su descomposición instantánea. Residuo sólido radiactivo. Residuo que emite radiaciones electromagnéticas en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.

#### **2.3.17. Reciclaje.**

Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de

consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. La palabra "reciclado" es un adjetivo, el estado final de un material que ha sufrido el proceso de reciclaje. En términos de absoluta propiedad se podría considerar el reciclaje puro sólo cuando el producto material se reincorpora a su ciclo natural y primitivo: materia orgánica que se incorpora al ciclo natural de la materia mediante el compostaje. Sin embargo y dado lo restrictivo de esta acepción pura, extendemos la definición del reciclaje a procesos más amplios. Según la complejidad del proceso que sufre el material o producto durante su reciclaje, se establecen dos tipos: directo, primario o simple; e indirecto, secundario o complejo.

## **2.4. MARCO TEÓRICO.**

### **2.4.1. Problemática Ambiental.**

#### **2.4.1.1. Impacto ambiental.**

Los impactos ambientales suelen ser de carácter natural o antrópico y de acuerdo al efecto causado, serán positivos o negativos, principalmente la actividad humana va en desmedro del ambiente, aunque en ocasiones se mejora el aspecto o condiciones del entorno, el hecho es entendido como **impacto ambiental**. La ecología, que estudia la relación entre los seres vivos y su ambiente, se encarga de medir dicho impacto y de tratar de enaltecerlo o minimizarlo.

Los impactos ambientales naturales, son los que causa un sismo, tsunami, deslizamiento, etc. Que causan cambios radicales en

el entorno o geografía, pero más se ajusta el concepto al acto del hombre cuando interviene un determinado espacio o entorno, es necesario considerar los efectos que ello causa, dependiendo de la acción. Los impactos ambientales siempre van a afectar a las personas, al aire y a la belleza paisajística.

Entonces el impacto ambiental es un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto puede ser positivo o negativo, el negativo representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando graves daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos. Por ejemplo, la contaminación del aire o de los mares con la basura o el petróleo, la contaminación acústica, las guerras, los desechos de la energía radioactiva, entre otros.

En los impactos ambientales hay que tener en cuenta:

- **Signo:** si es positivo y sirve para mejorar el medio ambiente o si es negativo y degrada la zona
- **Intensidad:** según la destrucción del ambiente sea total, alta, media o baja;
- **Extensión:** según afecte a un lugar muy concreto y se llama puntual, o a una zona algo mayor -parcial-, o a una gran parte del medio -impacto extremo- o a todo -total-. Hay impactos de ubicación crítica: como puede ser un vertido en un río poco antes de una toma de agua para consumo humano: será un impacto puntual, pero en un lugar crítico; el momento en que se manifiesta y así distinguimos impacto latente que se manifiesta al cabo del tiempo, como puede ser el caso de la contaminación de un suelo como consecuencia de que se vayan acumulando pesticidas u otros productos químicos, poco a poco, en ese lugar. Otros impactos son inmediatos o a corto plazo y

algunos son críticos como puede ser ruido por la noche, cerca de un hospital;

- **Persistencia.** Se dice que es fugaz si dura menos de 1 año; si dura de 1 a 3 años es temporal y pertinaz si dura de 4 a diez años. Si es para siempre sería permanente;

- **Recuperación.** Según sea más o menos fácil de reparar distinguimos irrecuperables, reversibles, mitigables, recuperables, etc.

- **Suma de efectos:** A veces la alteración final causada por un conjunto de impactos es mayor que la suma de todos los individuales y se habla de efecto sinérgico. Así, por ejemplo dos carreteras de montaña, pueden tener cada una su impacto, pero si luego se hace un tercer tramo que, aunque sea corto, une las dos y sirve para enlazar dos zonas antes alejadas, el efecto conjunto puede ser que aumente mucho el tráfico por el conjunto de las tres. Eso sería un efecto sinérgico;

- **Periodicidad.** Distinguimos si el impacto es continuo como una cantera, por ejemplo; o discontinuo como una industria que, de vez en cuando, desprende sustancias contaminantes o periódico o irregular como los incendios forestales.

#### **2.4.1.2. Clases de problemas ambientales.**

**A. Persistente.** En este grupo se encuentran los que tienen una influencia a lo que sería largo plazo.

**B. Temporal.** Como su propio nombre indica, es la clase de impacto ambiental que realmente no crea unas consecuencias grandes, lo que supone, por tanto, que el medio se pueda recuperar de manera relativamente rápida.

**C. Reversible.** A consecuencia del mencionado impacto, el medio se puede recuperar de los daños sufridos, en un tiempo más o menos corto, pero puede ocurrir que quizás no llegue a estar del todo como se encontraba anteriormente a que tuvieran lugar los hechos.

**D. Irreversible.** En este caso, como su nombre indica, es aquel impacto ambiental que tiene tanta trascendencia y gravedad que impide por completo que un escenario pueda recuperarse de los daños que él ha causado.

Para poder dictaminar tanto el tipo de impacto que es como para poder llevar a cabo las medidas oportunas, en base a aquel, es importante y fundamental el proceder a acometer su evaluación. En esta tarea, los expertos acometerán desde un análisis inicial hasta un estudio preliminar pasando por una concreta determinación de él.

De esa forma, y tras posteriores y exhaustivas investigaciones, se podrá determinar el impacto así como las medidas que necesariamente hay que tomar y también se dictaminará si se podrá recuperar del daño a corto, medio o largo plazo.

Así se conoce como evaluación de impacto ambiental al análisis que lleva a cabo una empresa o un gobierno sobre las consecuencias predecibles de una actividad. Dicho análisis deriva en una declaración de impacto ambiental, que es la comunicación previa creada bajo determinados supuestos sobre las consecuencias predichas por la evaluación.

#### **2.4.1.3. Medición del impacto ambiental.**

Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Este procedimiento jurídico administrativo se inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continúa con la realización del EsIA (Estudio de Impacto Ambiental) a cargo del promotor y su presentación al órgano

sustantivo. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del Órgano Ambiental.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y según el rigor con que ésta se aplique, yendo desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha ido extendiendo después a la de otros países. La Unión Europea la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido la normativa enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

#### **2.4.1.4. Tipo de estudio de impacto ambiental.**

De acuerdo a la envergadura del proyecto se realizan los tipos de EIA, estos se distinguen:

- **Informes medioambientales** que se unen a los proyectos y son simplemente indicadores de la incidencia ambiental con las medidas correctoras que se podrían tomar.
- **Evaluación preliminar** que incorpora una primera valoración de impactos que sirve para decidir si es necesaria una valoración más detallada de los impactos de esa actividad o es suficiente con este estudio más superficial;
- **Evaluación simplificada** que es un estudio de profundidad media sobre los impactos ambientales;
- **Evaluación detallada** en la que se profundiza porque la actividad que se está estudiando es de gran envergadura.

#### **2.4.1.5. Metodología del Estudio de Impacto Ambiental.**

Un Estudio de Impacto Ambiental analiza un sistema complejo, con muchos factores distintos y con fenómenos que son muy difíciles de cuantificar. ¿Cómo fijar objetivamente el impacto que una presa tiene sobre las aves o sobre el paisaje? O ¿Cómo concretar en números el impacto de una carretera que pasa por un monumento histórico o por un ecosistema de especial interés?. Para hacer estos estudios hay varios métodos y se usan unos u otros según la actividad de que se trate, el organismo que las haga o el que las exija.

Como ejemplo de uno de los métodos que se emplean en estos trabajos analizamos la llamada "matriz de Leopold" que fue el primer método utilizado para hacer estos estudios, en 1971, por el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

Este sistema utiliza un cuadro de doble entrada (matriz). En las columnas pone las acciones humanas que pueden alterar el sistema y en las filas las características del medio que pueden ser alteradas. En el original hay 100 acciones y 88 factores ambientales, aunque no todos se utilizan en todos los casos.

Cuando se comienza el estudio se tiene la matriz sin rellenar las cuadrículas. Se va mirando una a una las cuadrículas situadas bajo cada acción propuesta y se ve si puede causar impacto en el factor ambiental correspondiente. Si es así, se hace una diagonal. Cuando se ha completado la matriz se vuelve a cada una de las cuadrículas con diagonal y se pone a la izquierda un número de 1 a 10 que indica la magnitud del impacto. 10 la máxima y 1 la mínima (el 0 no vale). Con un + si el impacto es positivo y - si negativo. En la parte inferior derecha se califica de 1 a 10 la importancia del impacto, es decir si es regional o solo local, etc.

Las sumas de columnas y filas permiten hacer posteriormente los comentarios que acompañan al estudio.

#### **2.4.1.6. Estructura del Estudio de Impacto Ambiental.**

Por lo general las partes de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) son las siguientes:

##### **1º. Introducción.**

El primer elemento que define cómo ha de ser la estructura general de un EIA es el objetivo de dicha EIA. Los objetivos fundamentales de un EIA, por lo general, son:

- Describir y analizar el proyecto (tanto en sus contenidos como en su objetivo), dado que se trata de la perturbación que generará el impacto.
- Definir y valorar el medio sobre el que va a tener efectos el proyecto, dado que el objetivo de una Evaluación del Impacto Ambiental consiste en minimizar y/o anular las posibles consecuencias ambientales de los proyectos.
- Prever los efectos ambientales generados y evaluarlos para poder juzgar la idoneidad de la obra, así como permitir, o no, su realización en las mejores condiciones posibles de sostenibilidad ambiental.
- Determinar medidas minimizadoras, correctoras y compensatorias

##### **2º. Estructura de operación.**

A la hora de llevar a cabo un EIA habremos de dar los siguientes pasos:

###### **a. Decisión de realizar el EIA.**

Se trata de "descubrir" la necesidad (en general) de realizar una EIA para nuestro proyecto. En esta decisión intervienen los siguientes factores (situados de mayor a menor importancia porcentual en la decisión de los agentes que intervienen a la hora de realizar la EIA):

- La legislación vigente donde se especifique la necesidad de incluir un proyecto en un procedimiento de EIA), donde figuran los listados de actividades obligatoriamente sometidas a EIA, así como otras de

las que se recomienda su inclusión en dicho procedimiento. El hecho de que una actividad no figure en uno de estos listados no implica que no se pueda hacer una EIA de la misma.

- Exigencia de una administración. Las autoridades cuando convocan a concursos públicos de construcción u otros incluyen, entre otros, la necesidad de un EIA.
- Planificación dentro de otra legislación sectorial.
- Realización voluntaria, a fin de prevenir conflictos sociales o para obtener la licencia social plena.
- Integración en el proyecto. Integración de Sistemas de Gestión Ambiental dentro de la empresa y dentro de cada proyecto; exigencias de la empresa a sus empresas subcontratadas; propia conciencia ambiental de la empresa con respecto de las consecuencias de sus proyectos para conservación.

**b. Reunión del grupo de trabajo multidisciplinar que va a afrontar el EIA.**

El coordinador ha de ser capaz de definir la tipología de actividades a analizar, el ámbito territorial (escala del análisis, delimitación territorial, etc.), y enfoque del EIA, así como de coordinar a todos los elementos humanos que participen en el mismo para lograr los objetivos de éste (para más información acerca del coordinador-jefe de proyecto, ver "la muy importante contribución" del "muy importante jefe de proyectos" en la "muy importante asignatura de Organización y Gestión de Proyectos").

**c. Estructura metodológica de un EIA.**

Una vez tomada la decisión de realizar el proyecto se pasa a la fase de recogida de información acerca del proyecto y del medio afectado (encontrar factores a analizar y definir el ámbito de trabajo con precisión). Posteriormente se procede a la valoración del inventario realizado y al cruce de impactos con elementos del MA implicados (matrices).

Si se trata de un proyecto en el que existen alternativas, este sería el momento de la elección de la mejor de las alternativas (o de desestimar el proyecto por sus altos impactos). Si no existen alternativas tendremos que ponderar los impactos dentro de la alternativa que se nos plantea. El paso siguiente consiste en establecer medidas correctoras (en este proceso hay que tener siempre en cuenta el Principio de Precaución, es decir, siempre es mejor no causar el impacto y no tener que corregirlo, que causarlo y tener que invertir en medidas correctoras).

La siguiente fase consiste en un Plan de seguimiento de las medidas correctoras y de potenciales nuevos impactos que pudieran surgir (desviaciones de nuestros análisis), así como una evaluación de los impactos residuales (tras la realización de la obra) y establecimiento de medidas correctoras para dichos impactos (aquí ya no cabe prevención, la cual tendría que haber estado determinada en el EIA anterior, que para eso sirve).

También habría que seguir con detenimiento la fase de abandono y recuperación del proyecto (de la obra).

Por último, es posible que surgiera la necesidad de la realización de estudios complementarios a raíz de la vigilancia establecida o con el objeto de elaborar un buen seguimiento del proyecto.

- Recogida de información.
- Análisis proyecto.
- Análisis de variables.
- Identificación de acciones.
- Identificación de elementos susceptibles.
- Inventario del medio. Valoración.
- Identificación y predicción de impactos.
- Ponderación de impactos Medidas correctoras y valoración.
- Impactos residuales.
- Plan seguimiento.

#### **d. Contenido de un EIA.**

El contenido mínimo de un EIA se contempla en la legislación vigente. Es por esto que podríamos definir un índice tipo para cualquier EIA, el cual podría constar de las siguientes partes:

- Descripción del proyecto.
- Definición del ámbito del estudio.
- Inventario y Valoración Ambiental, así como síntesis (matriz de cruce).
- Previsión de Impactos.
- Evaluación de Impactos.
- Comparación de Alternativas.
- Medidas Correctoras.
- Impactos Residuales.
- Programa de Vigilancia y Control.
- Memoria de Síntesis (Resumen).

### **Descripción del proyecto.**

El proyecto es fundamental como fuente de datos para el EIA, debido a que en el mismo se contemplan todas las partes de la obra, y por tanto nos permite tener una idea clara de cada potencial impacto sobre el ambiente de ésta operación.

Se deben revisar los objetivos y justificación del proyecto. Los objetivos tendrán que ser evaluados tanto desde el punto de vista económico como social.

La justificación hace referencia a la verdadera necesidad del proyecto, así como a su posible superposición con otras iniciativas y su eficiencia y eficacia desde el punto de vista del cumplimiento de sus objetivos.

Se tendrá en cuenta las actividades del proyecto y sus posibles alternativas. Se plasman en un esquema con tres niveles (fase de proyecto, elementos que identifiquen partes homogéneas del proyecto, acciones concretas). Estas tendrán que ser: Concretas, relevantes, excluyentes / independientes, identificables, cuantificables.

Además se deberá tener en cuenta: Magnitud, Localización, Flujos asociados, Momento del proyecto en que se produce, Duración de la actividad.

Es necesario considerar los flujos de entrada-salida asociados a cada una de las actividades del proyecto, no quedándonos sólo en aquellos impactos que van a tener lugar directamente sobre la zona de estudio, sino también cuantificando aquellos que van asociados intrínsecamente a la actividad que se va a desarrollar (bloques diagrama de entrada-salida).

- También hay que definir claramente la localización y ocupación espacial del proyecto y de los impactos, teniendo en cuenta que cada actividad producirá unos efectos determinados propios.

Importante será tener claras las partes de nuestro proyecto y el programa de desarrollo del mismo (diseño, obra, explotación y abandono), así como los elementos físicos que lo forman.

No hay que olvidar los posibles factores de riesgo que afecten tanto al proyecto como a las posibles medidas correctoras (riesgos geológicos, riesgos de seguridad, etc.).

#### **Definición del ámbito.**

En cuanto al término ámbito hay que recurrir a la legislación vigente, donde se define el ámbito de actuación como el de la "cuenca afectada", término no precisado, pero del cual se puede concluir que se establece un ámbito mayor que el área afectada directamente por el proyecto, aunque sea tan solo por analogía con el término cuenca hidrológica (que hace referencia a todos los puntos que vierten hacia un mismo río).

Es importante también diferenciar entre el ámbito físico y biológico y el ámbito socio-económico, puesto que las variables físicas podremos tomarlas a nuestra conveniencia si no existen datos previos, pero las variables socio-económicas son tomadas con una serie de criterios administrativos muy definidos que no siempre pueden coincidir con el ámbito de nuestro estudio.

Por otro lado, también habremos de tener en consideración las diferentes escalas del trabajo intentando estandarizar las variables que tomemos para nuestro ámbito de estudio. Es por ello que debemos tener en cuenta las escalas geográficas, de precisión, temporales (sobre todo teniendo en cuenta las diferencias entre la escala temporal del proyecto y la escala temporal de sucesión de hechos en la naturaleza), etc.

En general, los criterios para la identificación espacial y temporal del ámbito de un EIA son:

- Criterio legislativo (ya visto).
- Los estudios precedentes que marquen empíricamente la extensión de los impactos en proyectos análogos al de nuestro estudio.
- Información disponible y ámbitos de esta información (tal y como ya hemos visto para la diferenciación entre los ámbitos físico y socio-económicos). Necesidad de homogeneizar lo máximo posible la información disponible (como muchos 2 ó 3 ámbitos presentes para un mismo estudio).
- Relevancia estadística y escala de los datos. Que el ámbito que escojamos nos permita diseñar un correcto EIA.
- El coste y el tiempo de ejecución.
- Otras posibles actuaciones. Relación entre focos de ámbito parecido en circunstancias geográficas similares, y que puedan dar lugar a efectos sinérgicos (acumulativos. Aquello de que el todo no es la suma de las partes sino algo más).

### **Inventario y valoración ambiental.**

#### **Definiciones.**

Esta tarea consiste en conocer el entorno afectado y entender su funcionamiento. De su elaboración correcta depende en gran medida la calidad del resto del EIA. Hay que seleccionar las variables adecuadas, inventariarlas, y hacer una síntesis y valoración de éstas. Como todo diagnóstico ha de contener:

- Descripción del estado actual del sistema (estado preoperacional).
- Interpretación de ese estado a la luz de las causas que lo han propiciado.
- Previsión de su evolución sin actuación. Esta previsión puede servir como referencia de los efectos de la actividad.
- Valoración ambiental de la situación actual y de su evolución.

### **Consideraciones y criterios previos.**

Se emplearán toda clase de medios posibles, que comenzarán por una recopilación de la información existente (que habrá de ser analizada para determinar su calidad, tanto intrínseca, de los propios datos, como externa, si se orientan más o menos a nuestras necesidades) y que se habrán de complementar con visitas de campo, entrevistas a expertos y/o muestreos de las variables que pretendamos introducir en el inventario.

La escala del trabajo ha de ser más o menos estandarizada (en la medida de lo posible) y cartografiable. Lo ideal para todas las variables sería disponer de una misma escala para poder superponer unos elementos con otros. La escala de trabajo viene de algún modo determinada por el presupuesto y los plazos que tenemos para entregar el trabajo y para llevar a cabo el proyecto, aunque a veces es posible determinar éstos después de la selección de la escala.

Es importante que de este primer análisis detectemos los elementos y factores más delicados y significativos para el EIA a través de los medios ya mencionados.

Las variables del inventario ambiental.

La selección de las variables del inventario (que, no olvidemos, han de ser los factores más significativos y que pueden ser objeto de alteración debido al proyecto), ha de atender a las siguientes condiciones:

- Significatividad. Las variables han de ser significativas para nuestro estudio.

- Operatividad. Las variables han de ser fácilmente utilizables e integrables en el proceso de estudio (en este sentido podemos clasificar las variables en dos tipos: aquellas que son el resultado de integrar otras más simples y aquellas que se explican por sí solas).
- Facilidad de obtención de los datos.
- Precisión. Hay que tener en cuenta qué grado de precisión podemos alcanzar en la medida de las variables que entran dentro del inventario.
- Modelizable. Aunque no es una característica muy común dentro de las variables que habitualmente se manejan, el conocimiento del funcionamiento del sistema (que, en definitiva, es lo que nos interesa en esta fase) se puede transformar en la posibilidad de predecir con mayor o menor fiabilidad el comportamiento futuro del mismo (de ahí la importancia de la precisión en nuestras medidas).

#### **Síntesis del inventario.**

No es posible trabajar con todas las variables, además de que sólo nos interesan las cuestiones de funcionamiento. El ejercicio de síntesis del inventario permite definir unidades homogéneas, tanto internamente como en la respuesta ante una determinada alteración. Para sintetizar el mejor método es realizar mapas temáticos.

Existen dos grandes enfoques para la síntesis:

- Enfoque fenosistémico. Determinar variables que dirigen el sistema y definir unidades a partir de éstas.
- Superposición. Hacer la determinación de unidades ambientales a partir de una superposición de mapas, más o menos a ciegas.

#### **Valoración del inventario.**

La valoración del inventario es un proceso que implica dar un grado de excelencia y/o mérito para ser conservado de un determinado elemento de dicho inventario. Se trata de descubrir el valor ecológico, paisajístico, productivo, científico, etc. de un determinado elemento. Los objetivos de este proceso son:

- Evaluar el valor de conservación.

- Estimar la pérdida de valor que supondría su eliminación.
- Clarificar el trabajo de equipo (homogeneizar las percepciones de unos y otros con respecto del medio).
- Permitir comparaciones entre factores, jerarquizándolos según su importancia y valoración.

Los criterios de valoración más importantes son los siguientes:

- Criterio legislativo. Teniendo en cuenta la legislación vigente en cuanto a que protege una serie de especies y/o ecosistemas y no otros, habremos de valorar necesariamente en mayor grado éstos frente a los otros (al menos inicialmente).
- Diversidad. Variabilidad de los organismos vivos a todos los niveles, así como las relaciones que entre éstos se establecen.
- Rareza y Representatividad. En sentido económico lo raro es valioso. Además lo raro es también más vulnerable. La representatividad mide además cuán cerca está este recurso del óptimo definible.
- Naturalidad. Aquello que no ha sido transformado por el hombre es natural. Sin embargo, debido a la dificultad de encontrar espacios con estas características habremos de extender la definición a aquellos espacios que, habiendo sido alterados por el hombre, conservan substancialmente su carácter.
- Productividad.
- Grado de aislamiento de este elemento con respecto de los demás de su especie.
- Imposibilidad de ser sustituido.
- Calidad (cumplimiento de las funciones que desempeña ese elemento del medio).
- Fragilidad o Vulnerabilidad (Susceptibilidad al cambio debida a perturbaciones externas al medio ecológico).
- Singularidad.
- Tendencia en el futuro. Evolución del elemento.

### **Previsión de impactos.**

La previsión de alteraciones ha de dejarnos bien claro qué impactos son notables frente a aquellos que son mínimos (criterio legislativo en esta clasificación). Ésta valoración se consigue mediante el cruce de los elementos del proyecto frente a los elementos que se verán afectados por el mismo en el medio natural.

Los impactos han de ser caracterizados (descritos), jerarquizados mediante un valor de gravedad del impacto sobre el MA y evaluados de modo global.

Los problemas que surgen son:

- Incertidumbre acerca de la respuesta real del sistema al impacto generado por el proyecto. Se puede estimar la respuesta pero en ocasiones es difícil precisar cuál será el comportamiento real del sistema a la alteración.
- Falta de información del proyecto o fuertes desviaciones del mismo que pueden ser significativas a la hora de determinar el impacto global de éste.

Para cuantificar de algún modo los impactos surgen los indicadores de impacto, los cuales han de ser:

- Relevantes.
- Fiables. Representativos del impacto que se quiere medir. Exclusivos, es decir, que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores.
- Realizable. Identificable y cuantificable (aunque el hecho de cuantificarlo todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categorías semicuantitativas o a medidas cualitativas)

Los indicadores de impacto pueden ser diseñados con dos enfoques:

- Reduccionista (simples: Temperatura, pH, concentración de contaminantes, superficie ocupada, etc.). Inconvenientes: alta cantidad de variables lo cual provoca una alta cantidad de indicadores y dificulta la síntesis de los impactos a la hora de la valoración global. Ventajas: simpleza, fáciles de medir.

➤ Holístico (índices estructurales: Diversidad, Riqueza, P/B, Complejidad cadenas tróficas, Curva de abundancia de especies, etc.). Inconvenientes: dilución de efectos en indicadores globales que enmascaren importantes impactos. Ventajas: índices con un carácter muy sintético.

### **Metodología de evaluación de impactos.**

- Identificación de acciones del proyecto:
  - ✓ Que modifiquen los usos del suelo.
  - ✓ Que exploten los recursos naturales.
  - ✓ Que emitan contaminantes.
  - ✓ Que induzcan impactos secundarios.
  - ✓ Que induzcan riesgos naturales.
- Identificación de factores del MA susceptibles.
  - ✓ Indicadores de impacto.
  - ✓ Índices de estructura.
- Cruce entre acciones-factores y causa -efecto.
- Descripción de los impactos

Existen muchas formas de afrontar estos problemas de elección. Entra ellas destacan principalmente:

- ✓ Modelización:
  - Empírica (de modo lógico y supositivo).
  - Matemática.
  - Pruebas de ensayo.
- ✓ Superposición de impactos.
- ✓ Escenarios comparados (por analogía con proyectos parecidos) y Listas de contraste de posibles afecciones (listados que ya existen con afecciones potenciales según el medio y según el tipo de proyecto).
- ✓ Consulta a paneles de expertos (Existe un método, conocido como Método Delphi de consultas a expertos que consiste en pasar cuestionarios a expertos, que estos respondan y luego pasar las

respuestas a otros expertos y que estos critiquen, de tal modo que se puede retroalimentar el proceso pasando dichas críticas a los primeros expertos y haciéndoles que las maticen).

- ✓ Lista de contrastes (sobre una lista de posibles impactos elaborar una lista con los impactos que se pueden dar y los que no se darán).Simplicidad.
- ✓ Óptimo en estudios preliminares. Inducen a soslayar efectos no inducidos de modo intuitivo.
- ✓ Redes de interacción (sobre una acción determinada del proyecto vemos a qué medio puede afectar y qué medios se pueden ver afectados de modo indirecto por esta afección).
- ✓ Visualización de la conexión causa-efecto.
- ✓ Complicación excesiva en grandes actuaciones. Posibles duplicidades.

#### **Medidas correctoras.**

Se trata de medidas que se hacen sobre el proyecto con el objeto de:

- Evitar, disminuir, modificar, curar o compensar el efecto del proyecto en el MA (rebajar los impactos intolerables, y minimizar todos en general).
- Aprovechar mejor las oportunidades que brinda el medio para el mejor éxito del proyecto.

Las medidas correctoras no deben constituirse en coartada para la aceptación de cualquier proyecto, en la idea de que los impactos van a obviarse con la medida correctora. **Siempre es preferible evitar el impacto que corregirlo.**

Según determinados criterios, podemos tener los siguientes tipos de medidas correctoras (que pueden darse tanto en la fase de construcción, explotación y/o abandono):

- Minimizadoras o precautorias: dedicada sobre todo a alteraciones dentro del proyecto (a la vez que se hace).
- Correctoras: aquellas que se generan para evitar impactos tras el desarrollo del proyecto.

- Compensatorias: impactos "inevitables" (je, je) que serán compensados en otras zonas (restituyendo lo destruido en otro lugar, siempre y cuando esto sea posible).

De estos tipos de medidas podemos sugerir los siguientes instrumentos de actuación:

- Actuaciones en el diseño y la ubicación del proyecto: modificación del proyecto.
- Selección de pautas y procedimientos de desarrollo de la obra: opciones en el proyecto (materiales, fechas de realización, etc.)
- Actuaciones específicas dentro del proyecto.

Un aspecto muy importante de las medidas correctoras es el coste de las mismas, ya que dicho coste no es marginal respecto al de la obra sustantiva y puede producir fuertes anomalías, por lo que es importante considerarlo lo antes posible. Pero no sólo es importante tener en cuenta la viabilidad desde el punto de vista económico sino también la técnica, económica, eficacia (reducir el impacto)/eficiencia (coste/impacto), facilidad de implantación y mantenimiento y control (dado que normalmente las medidas una vez implantadas se abandonan).

Las medidas correctoras han de especificar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Definición de la medida.
- Objetivo (sistemas afectados y tipos de impactos).
- Parámetros (representatividad, fiabilidad, número reducido y fácilmente medible).
- Eficacia.
- Muestreo (adecuada distribución espacio-temporal).
- Impacto residual.
- Elementos de impacto de la propia medida.
- Necesidad de mantenimiento.
- Precauciones de seguimiento.
- Entidad responsable de su gestión.

- Momento y documento de su inclusión: presupuesto, pliego de condiciones, del proyecto sustantivo o de otro específico para las medidas correctoras.
- Facilidad de ejecución y gestión.
- Costes de ejecución.
- Costes de mantenimiento.
- Prioridad.
- Retroalimentación (reconsideración de los objetivos, flexibilidad pero compromiso).
- Emisión de informes (tipos, periodicidad, organismo encargado, etc.).

#### **Plan de seguimiento y vigilancia.**

El Programa de Vigilancia Ambiental debe entenderse como el conjunto de criterios de carácter técnico que, en base a la predicción realizada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá realizar a la Administración un seguimiento eficaz y sistemático tanto del cumplimiento de lo estipulado en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), como de aquellas otras alteraciones de difícil previsión que pudieran aparecer.

Presenta una doble vertiente, representa un contrato del promotor con la Administración que le obliga a llevar a cabo lo dicho en el estudio de impacto ambiental y le hace responsable. La Administración no se hace cargo de las medidas correctoras ni del Plan pero atenderá a los informes derivados del plan de seguimiento.

Por tanto, los objetivos de dicho plan podrían enumerarse como sigue:

- Verificación, cumplimiento y efectividad de las medidas del EsIA.
- Seguimiento de impactos residuales e imprevistos que se produzcan tras el comienzo de la explotación, así como afecciones desconocidas, accidentales, indirectas...
- Base para la articulación de nuevas medidas en función de la eficacia y eficiencia de las medidas correctoras pertinentes que aparezcan en la DIA.

➤ Fuente de datos para futuros EIA, útil para el propio promotor también si se tienen experiencias sistematizadas.

Para cada medida correctora habremos de elaborar una ficha con unas características mínimas:

➤ Medida correctora a la que hace referencia.

➤ Indicadores, tanto de realización como de efectividad de la medida.

➤ Método de control, con un calendario de medida, unos puntos de muestreo fijos y un sistema de medición.

➤ Datos de referencia o establecimiento de umbrales (mínimos en cuanto a umbrales de intolerancia, umbrales de alerta y umbrales inadmisibles).

➤ Medidas de urgencia.

➤ Formación necesaria por parte de la persona que hace el control.

Dentro del Plan no sólo hay que analizar la medida correctora sino su influencia en elementos adyacentes para descubrir posibles sistemas afectados. Hay que hacer uso de indicadores representativos, fiables y relevantes de la influencia en el sistema, así como fáciles de medir y de número reducido.

En la interpretación de los resultados hay que tener en cuenta:

➤ Comparación ex ante/ ex post: comparar previsores de impacto antes de generar el proyecto con observaciones reales después de generarlo, para adecuar las medidas correctoras.

➤ Comparación con tendencias previas: variables que se tienen controladas antes del proyecto (en el inventario ambiental) o son modelizables para comparar lo que hay con lo esperable.

➤ Control de zonas testigo (zonas similares en todo salvo en el proyecto): útil sobre todo para variables con tendencias erráticas.

La retroalimentación consiste en la reconsideración de objetivos, si no ha habido efectos se puede decidir eliminar actividades del plan de seguimiento, para reducir costes, o se pueden incluir revisiones para

impactos no previstos. Debe existir cierta flexibilidad pero con compromiso, hay que trabajar con los objetivos.

**Análisis según elementos del medio físico.**

- El clima.
- Temperatura.
- Precipitaciones.
- Balance hídrico.
- Vientos.
- Clasificaciones climáticas
- Climogramas.
- Alteraciones micro y mesoclimáticas.
- Aumento de niveles de inmisión y emisión gaseosa o particulada.
- Aumento de los niveles sonoros (continuos/puntuales).
- Geología y geomorfología.
- Vegetación.
- Paisaje.

#### **2.4.2. Residuos sólidos de construcción.**

Son aquellos que se derivan de la actividad de construcción, de edificios, de casas, de obras públicas, estos están constituidos de aquellos que se emplean para el propósito y son desechados o retirados en caso de construcción o mejoramiento.

##### **2.4.2.1. Características de residuos sólidos de construcción.**

Los residuos sólidos de construcción tienen como características las siguientes:

- Componen un porcentaje alto de los residuos sólidos que se disponen a diario en rellenos sanitarios.
- Voluminosos.
- Reciclables o reutilizables.
- Es más económico reusar o reciclar que disponer los residuos.

##### **2.4.2.2. Composición estándar.**

Por lo general se encuentra en los escombros: Madera, cartón, concreto, paneles de yeso, plástico (rígido), metales ferrosos, metales no-ferrosos, residuos sólidos, materiales de techado, azulejos y otros.

##### **2.4.2.3. Manejo de residuos sólidos de construcción.**

- Determinar volumen, tipo y fuente de generación.
- Realizar proyecciones (prospectiva de uso)
- Identificar mercados: mercados existentes, necesidades, localización.
- Observar oportunidades.

##### **2.4.2.4. Tecnología de procesamiento.**

Existe tecnología para procesar los escombros:

- Tolvas vibrantes (segregación).
- Separación de plásticos (corrientes de aire).

- Separación de metales ferrosos (imanes).
- Separación manual.
- Equipo de trituración.
- Sernidores.

### **2.4.3. Construcción de carreteras.**

Para construir una carretera existen pasos básicos a cumplir.

#### **2.4.3.1. Estudio técnico.**

Se realiza con ayuda de expertos el desarrollo del trazado y orientación del proyecto.

#### **2.4.3.2. Movimiento de Tierras**

Una vez que se ha completado todo el trazado, adjudicación de propiedades y los estudios de tierra, el trabajo preparatorio puede comenzar. Los trabajadores colocan puntos de supervisión cada 100 pies (30 m) en la línea central de la nueva carretera y a la derecha de los límites del camino y la eliminación de árboles y maleza comienza. Después de que los trabajadores han limpiado la maleza, colocan estacas de construcción en la línea central, estacas de pendiente, estacas para alcantarillas, desagües pluviales, y cordón de la acera.

#### **2.4.3.3. Arquitectura del paisaje y pavimentación**

Los trabajadores colocan estacas azules cada 100 pies (30 m) y comienzan los trabajos de remover tierra para ajustar la elevación del terreno a los puntos de referencia antes trazados. Con las marcas en la superficie, los contratistas dan las modificaciones finales a la tierra de la carretera. Entonces los trabajadores comienzan a poner un agregado densamente empaquetado o una sustancia rocosa a la tierra del terreno como base, seguido después por asfalto y otros materiales de superficie.

#### **2.4.3.4. Toques Finales**

Los trabajadores aplican pintura a la carretera terminada y empiezan a trabajar en las laderas y fondos de zanjas para tratar y prevenir la erosión. Ellos ponen estacas para varios materiales de control de la erosión, así como paja y piedra. Los trabajadores aplican pintura a la nueva carretera. Medidas finales determinaran la calidad del trabajo de construcción de la carretera así como si la carretera cumple con los estándares legalmente requeridos. Estos factores desempeñan un papel determinante en la paga final del contratista.

#### **2.4.3.5. Mantenimiento**

A lo largo del tiempo, la nueva carretera experimentara daño debido al clima y al uso. Se desarrollarán daños en el pavimento debido al agua congelada, plantas invasoras, cadenas de nieve y más. Algunas veces las carreteras existentes necesitan expansión para poder soportar un incremento en el tráfico. Las carreteras necesitan repavimentación, ser pintadas de nuevo y más para estar en funcionamiento.

## **Capítulo III**

# **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### **3.1. TIPO Y NIVEL.**

**Tipo de la Investigación.**

Aplicada

**Nivel de la Investigación.**

Descriptivo

### **3.2. MÉTODO.**

Exploratorio.

### **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Descriptivo simple.

M O

Donde:

M = Muestra: Construcción de la carpeta asfáltica.

O = Observación del manejo de los escombros.

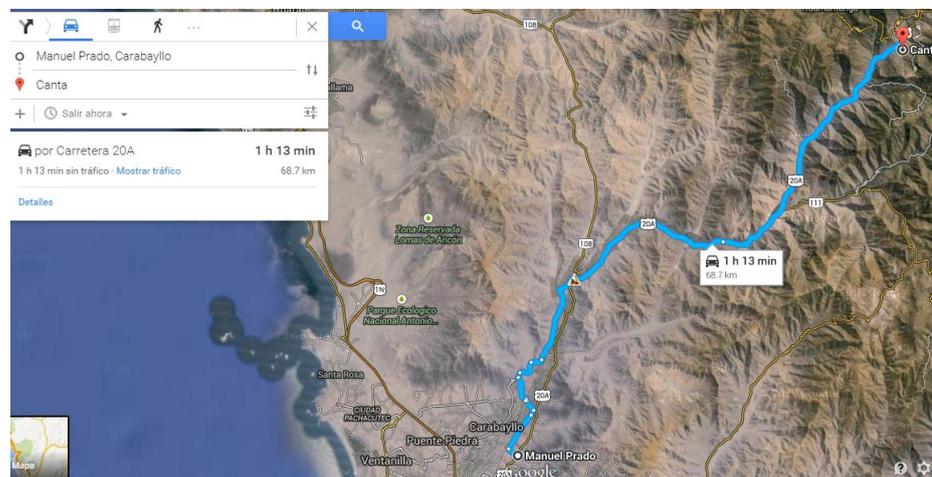
### 3.4. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.4.1. Universo.

Residuos sólidos generados en la construcción de la carretera  
Lima – Canta.

#### 3.4.2. Población.

Tramo Manuel Prado – Universitaria – Carabayllo – Lima hasta  
Canta. 68.9 km.



#### 3.4.3. Muestra.

Residuos sólidos generados en la construcción de la carretera  
Tramo Chocas – Chocas Alto: 1.9 km.



#### **3.4.4. Muestreo.**

Aleatorio – Circunstancial.

### **3.5. Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos.**

#### **3.5.1. Técnicas de la Investigación.**

- Observación sistemática.
- Análisis físico.

#### **3.5.2. Instrumentos de la Investigación.**

- Check list.
- Lista de observación.

#### **3.5.3. Fuentes de Recolección de Datos.**

- Carretera.

### **3.6. Procesamiento estadístico de la información.**

#### **3.6.1. Estadísticos.**

- Medidas de tendencia central.
- Medidas de posición.

#### **3.6.2. Representación.**

- Tablas de doble entrada.
- Diagramas de distribución.
- Bastones.

#### **3.6.3. Comprobación de la hipótesis.**

- Comparación simple.

## **Capítulo IV**

# **ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.**

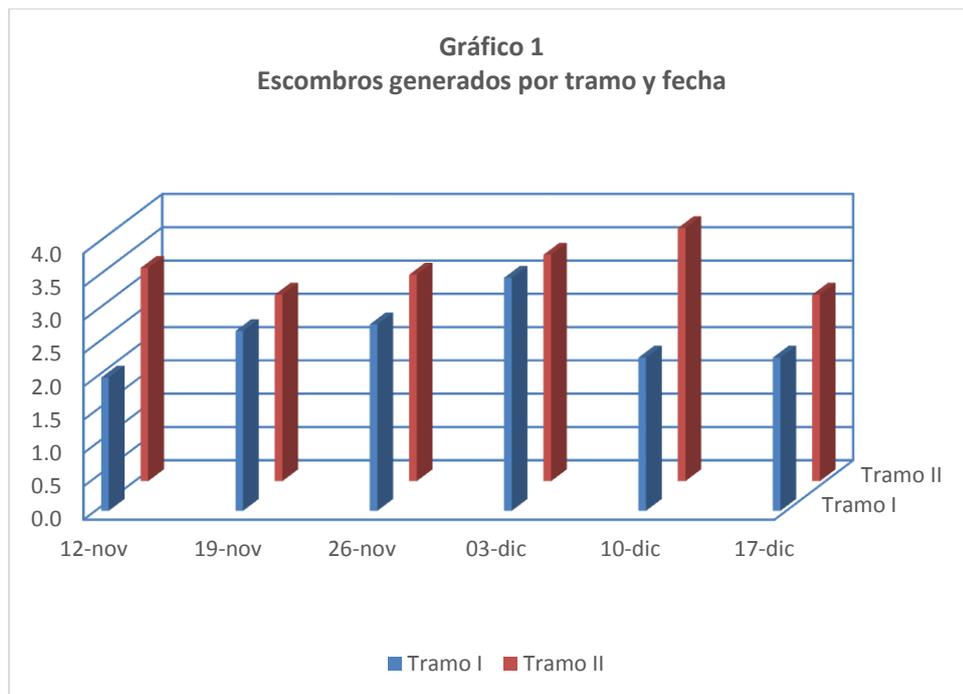
#### **4.1.1. Resultados parciales.**

El análisis viene de lo específico a lo general, determinando los resultados de manera que se pueda la caracterización de los escombros, a fin de que sea utilizado como modelo. Relacionado con Residuos Sólidos en general, Residuos Sólidos por tipo: orgánico – inorgánico, Residuos Sólidos por clase, Residuos Sólidos por origen y Residuos Sólidos inocuo – tóxico. Luego ver los niveles de afectación apreciados en el agua, suelo y aire a través de las mediciones respectivas.

**Tabla I**  
**RESIDUOS SÓLIDOS EN GENERAL**  
**POR FECHA**  
 (Expresado en m<sup>3</sup>)

Fecha	12-nov	19-nov	26-nov	03-dic	10-dic	17-dic	Total Promedio
Tramo I	2.0	2.7	2.8	3.5	2.3	2.3	2.6
Tramo II	3.2	2.8	3.1	3.4	3.8	2.8	3.2
Total	5.2	5.5	5.9	6.9	6.1	5.1	5.8

Fuente: Control en depósito por volquetes en obra



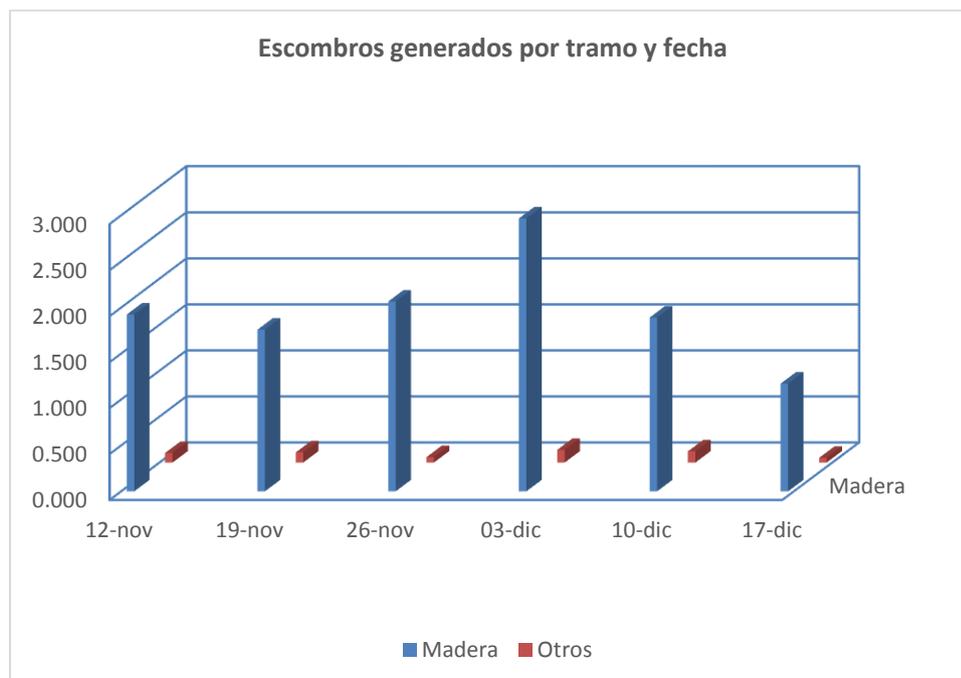
**Interpretación:**

Se aprecia en el presente cuadro que de un tramo a otro la generación de escombros es mayor en el Tramo II, en ninguno de los casos existe irregularidad en la generación, se aproximan en algunos casos alcanza los 4 metros cúbicos.

**Tabla II**  
**RESIDUOS SÓLIDOS POR TIPO**  
**POR FECHA**  
 (Expresado en m<sup>3</sup>)

Fecha	12-nov	19-nov	26-nov	03-dic	10-dic	17-dic	Total Promedio
Naturaleza							
Orgánico	1.9	1.8	2.1	3.0	1.9	1.2	2.0
Inorgánico	3.3	3.7	3.8	3.9	4.2	3.9	3.8
Total	5.2	5.5	5.9	6.9	6.1	5.1	5.8

Fuente: Control en depósito por volquetes en obra



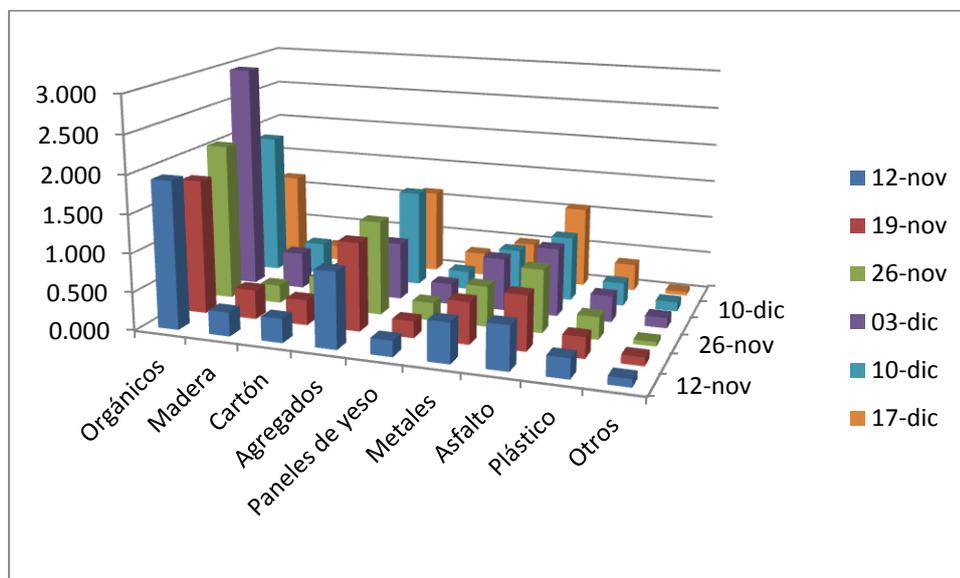
**Interpretación:**

Se aprecia en el presente cuadro que los escombros en mayor cantidad son de origen inorgánico, puesto que se trata de una obra de construcción y el empleo de estos materiales es mayor.

**Tabla III**  
**RESIDUOS SÓLIDOS POR CLASE**  
**POR FECHA**  
 (Expresado en m<sup>3</sup>)

Fecha	12-nov	19-nov	26-nov	03-dic	10-dic	17-dic	Total Promedio
<b>Naturaleza</b>							
Orgánicos	1.924	1.760	2.065	2.967	1.891	1.173	1.963
Madera	0.312	0.385	0.236	0.483	0.427	0.204	0.341
Cartón	0.312	0.330	0.413	0.345	0.366	0.306	0.345
Agregados	0.988	1.155	1.239	0.759	1.281	1.122	1.091
Paneles de yeso	0.208	0.220	0.236	0.276	0.244	0.306	0.248
Metales	0.520	0.550	0.531	0.690	0.610	0.510	0.569
Asfalto	0.572	0.715	0.826	0.897	0.854	1.071	0.823
Plástico	0.260	0.275	0.295	0.345	0.305	0.357	0.306
Otros	0.104	0.110	0.059	0.138	0.122	0.051	0.097
<b>Total</b>	<b>5.200</b>	<b>5.500</b>	<b>5.900</b>	<b>6.900</b>	<b>6.100</b>	<b>5.100</b>	<b>5.783</b>

Fuente: Control en depósito por volquetes en obra



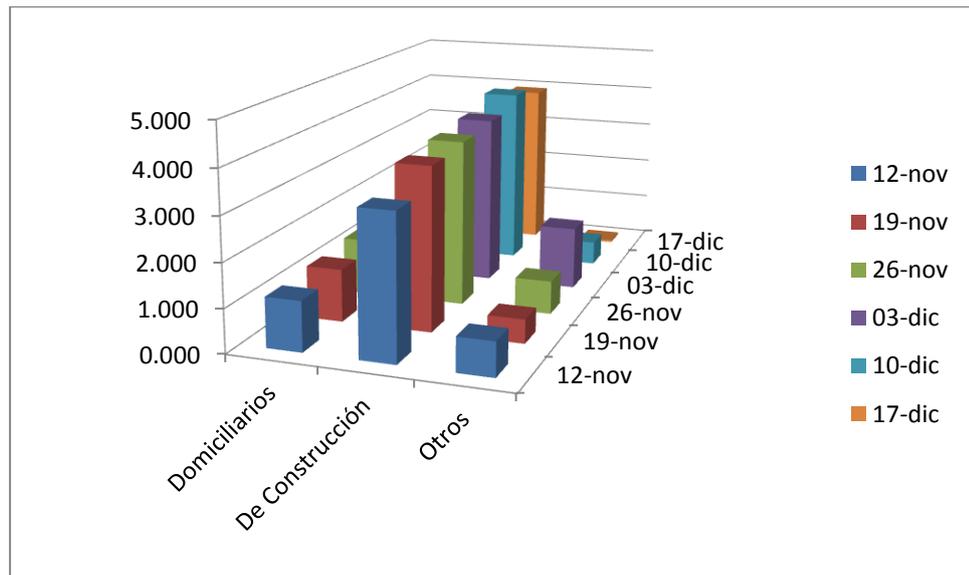
**Interpretación:**

En el cuadro al clasificar los residuos, los orgánicos en conjunto son mayores, pero los agregados (escombros) y los residuos de asfalto (brea, aditivos, etc) son mayores a los demás, por cierto que en casi todos los casos los agregados son mayores.

**Tabla IV**  
**RESIDUOS SÓLIDOS POR ORIGEN**  
**POR FECHA**  
 (Expresado en m<sup>3</sup>)

Fecha	12-nov	19-nov	26-nov	03-dic	10-dic	17-dic	Total Promedio
<b>Naturaleza</b>							
Domiciliarios	1.144	1.210	1.298	1.518	1.342	1.122	1.272
De Construcción	3.276	3.740	3.835	3.933	4.209	3.927	3.820
Otros	0.780	0.550	0.767	1.449	0.549	0.051	0.691
<b>Total</b>	<b>5.200</b>	<b>5.500</b>	<b>5.900</b>	<b>6.900</b>	<b>6.100</b>	<b>5.100</b>	<b>5.783</b>

Fuente: Control en depósito por volquetes en obra



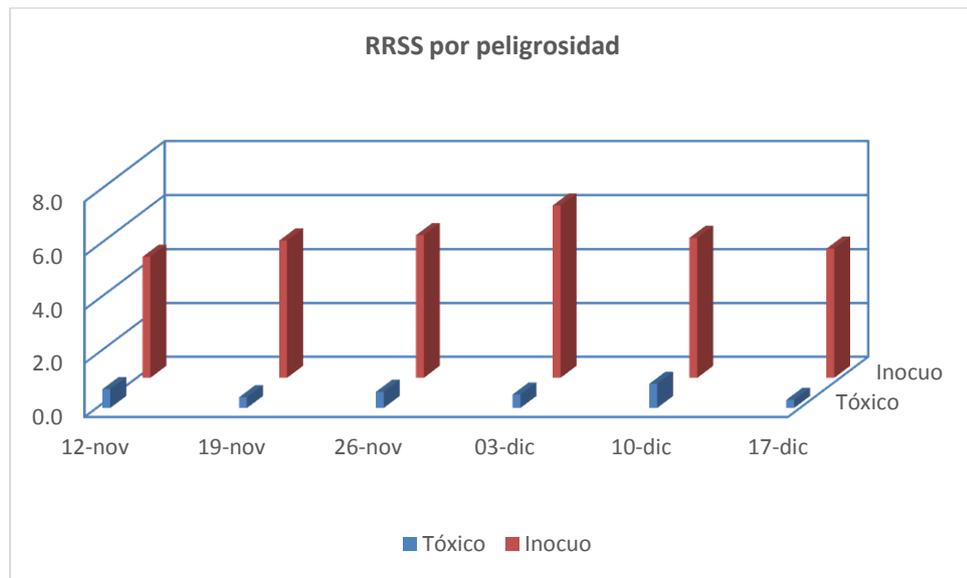
**Interpretación:**

En el cuadro al clasificar los residuos, los domiciliarios en relación a los de la obra son menores, existen otros residuos que no se precisa su origen, porque vienen del transporte, por pérdida del transporte u otras situaciones de ese tipo.

**Tabla V**  
**RESIDUOS SÓLIDOS POR PELIGROSIDAD**  
**POR FECHA**  
 (Expresado en m<sup>3</sup>)

Fecha	12-nov	19-nov	26-nov	03-dic	10-dic	17-dic	Total Promedio
Tóxico	0.7	0.4	0.6	0.5	0.9	0.3	0.6
Inocuo	4.5	5.1	5.3	6.4	5.2	4.8	5.2
Total	5.2	5.5	5.9	6.9	6.1	5.1	5.8

Fuente: Control en depósito por volquetes en obra



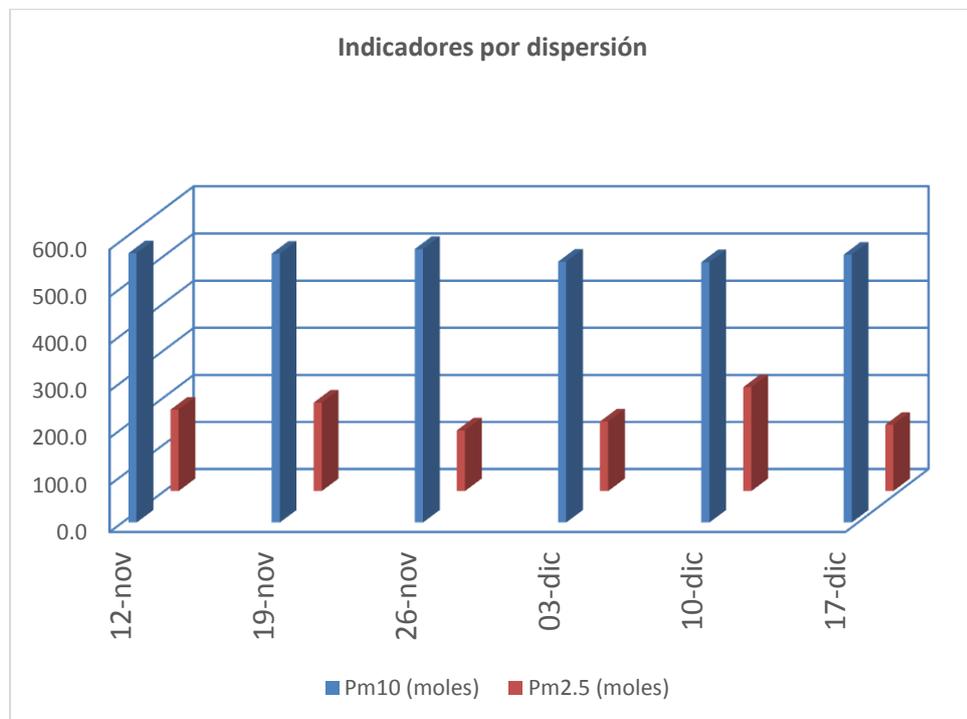
**Interpretación:**

Se aprecia que los resultados de elementos probablemente tóxicos o tóxicos alcanza niveles de casi un metro cúbico, como el día 10 de diciembre, y el promedio es relativamente alto cuando se habla de 0.6 metros cúbicos, son 600 kg diarios que se manipula.

**Tabla VI**  
**DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTÍCULADO EN EL AIRE**  
**POR FECHA**  
 (Expresado en m<sup>3</sup>)

Fecha	12-nov	19-nov	26-nov	03-dic	10-dic	17-dic	Total Promedio
Naturaleza							
Pm <sub>10</sub> (moles)	572.0	571.0	581.0	554.0	553.0	569.0	566.7
Pm <sub>2.5</sub> (moles)	173.0	188.0	129.0	148.0	221.0	141.0	166.7

Fuente: Control en depósito por volquetes en obra



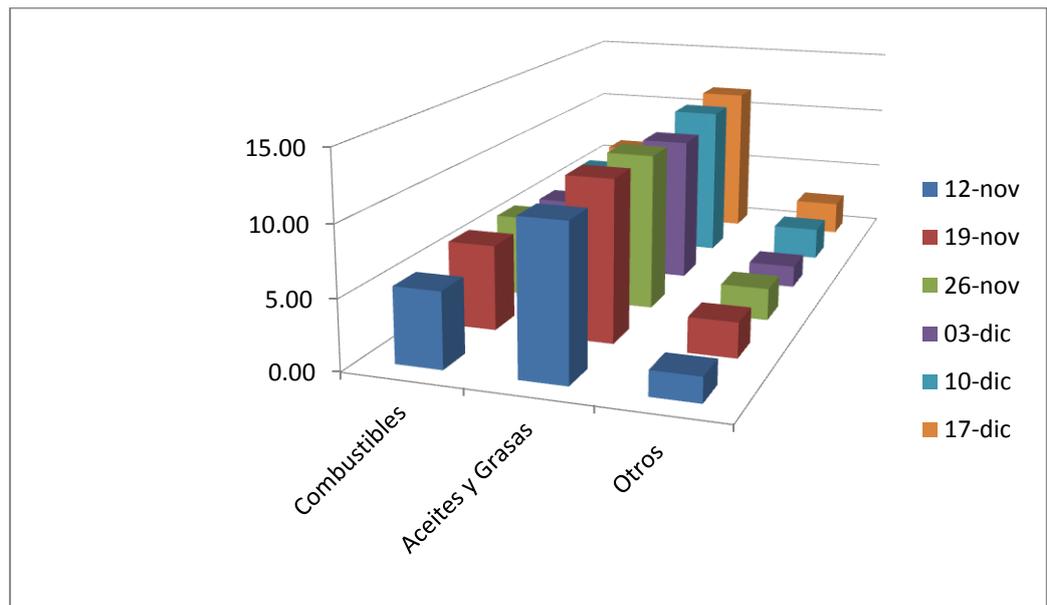
**Interpretación:**

En el caso del ECA para Pm<sub>10</sub> el índice es de 150µg y para Pm<sub>2.5</sub> el índice es de 50 µg en ambos casos la presencia de material particulado por el movimiento de suelos y la obra es alto, siendo un indicador negativo en el proceso de construcción.

**Tabla VII**  
**PRESENCIA DE COMBUSTIBLES, ADITIVOS Y OTROS EN EL SUELO**  
**POR FECHA**  
 (Expresado en m<sup>3</sup>)

Fecha	12-nov	19-nov	26-nov	03-dic	10-dic	17-dic	Total Promedio
Naturaleza							
Combustibles	5.40	6.16	5.96	5.24	6.01	6.16	5.82
Aceites y Grasas	10.90	11.66	11.46	10.74	11.51	11.66	11.32
Otros	1.78	2.54	2.34	1.62	2.39	2.54	2.20
Total	18.08	20.36	19.76	17.60	19.91	20.36	19.35

Fuente: Control en depósito por volquetes en obra



**Interpretación:**

La presencia de residuos de combustible en el suelo, es menor en relación a la de Aceites y grasas, otros residuos sus valores son ínfimos, pero no quiere decir que no representen un riesgo.

#### 4.1.2. Resultados Generales:

N°	Item	Situación
1.	Residuos sólidos promedio: 5,3 m <sup>3</sup>	Hay un exceso de residuos sólidos, puesto que significa casi 6 toneladas diarios, sobre todo son escombros.
2.	Residuos orgánicos promedio: 2 m <sup>3</sup>	Significan 2 toneladas es una posibilidad de obtener compostaje para beneficio de las comunidades.
3.	Los agregados y desechos asfálticos promedio: 1.91 m <sup>3</sup>	Significan 2 toneladas que si afectan por los niveles de toxicidad y dispersión de polvo.
4.	Residuos tóxicos aproximadamente suman 600 kg	Los residuos tóxicos tienen un nivel alto y presentan un riesgo para todas las personas y el contexto: fauna y flora.
5.	Alta dispersión de material particulado	La dispersión afecta, que son un problema para quienes trabajan y para los que moran en la zona.
6.	Existe un nivel de pérdida y saturación de suelos aceites y combustibles en la zona.	La presencia de aceites y combustible presentan un riesgo que afecta los suelos y por consecuencia, el aire y el agua.

## **CONCLUSIONES**

1. Los residuos sólidos que se generan durante la construcción de la carretera asfáltica como el Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias, son residuos orgánicos, domésticos, papel y cartón, plástico, metal, vidrio, generales, además de residuos de agregados y desechos asfálticos, así como también residuos tóxicos como residuos de combustibles, aceites y grasas.

2. La acumulación de residuos tiene como consecuencia alta presencia de elementos tóxicos y de difícil degradación. La acumulación de residuos también afecta a las aguas y al aire, la dispersión de material particulado por el movimiento de productos, la remoción de los mismos, la preparación de

los suelos provoca desplazamiento de material particulado, que afecta al ambiente en general. En su mayoría los residuos son inorgánicos, tóxicos y de difícil degradación, la reabsorción será complicada. El impacto ambiental que causan es fuerte al medio ambiente, los niveles de ECA y LMP en los casos requeridos son altos, así como también hay una alteración del paisaje.

3. Los tipos de residuos sólidos que se generan durante la construcción de la carretera asfáltica como el Proyecto Chocas – Chocas Alto – Canta – Lima Provincias, son residuos municipales y residuos no municipales.

## **RECOMENDACIONES**

- 1º. Desarrollar una Guía de gestión de residuos sólidos de carretera para el manejo eficiente de los mismos.
- 2º. Desarrollar un plan de manejo de los residuos sólidos para su aprovechamiento eficiente y productivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

CALVO OBESSO, Javier (2004). **ASFALTOS: APUNTES ENTREGADOS EN CLASES**. Caminos I y II. Editorial Winetka. Bogotá.

MONTIEL, Adolfo (2010). **UTILIZACIÓN DE ASFALTOS MODIFICADOS EN OBRAS VIALES**. Editorial Océano. España.

CONTRERAS, Margorie (2011). **Tesis LECCIONES DE ASFALTO PARA OBRAS VIALES**. Universidad Austral de Chile.

FUENTEALBA, Alex (2009). **Tesis MANEJO EFICIENTE DEL ASFALTO EN CONSTRUCCIONES VIALES**. Universidad Austral de Chile

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. (2004). **MANUAL DE CARRETERAS**. Volumen 5 y Volumen 7 Dirección de Vialidad. Chile.

ARREY, José. **TÉCNICA DEL HORMIGÓN I Y II**. Universidad Austral de Chile.

INSTITUTO CHILENO DEL ASFALTO (2005). **TECNOLOGÍA DEL ASFALTO Y PRÁCTICAS DE CONSTRUCCIÓN**. Instituto Chileno del Asfalto.

## **ANEXOS.**