



**Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”  
(UNISS)  
Dirección de Investigaciones Aplicadas  
Centro de Estudios Energéticos y Procesos Industriales (CEEPI)**

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER  
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TÍTULO:** Procedimiento para la planificación en la elaboración del Programa de  
Conservación en las Vías de Interés Nacional

**Autor:** Arlet Omar Castro Ramírez  
**Tutor:** Dr. C. Armando Boullosa Torrecilla

**2015  
“Año 57 de la Revolución”**

*PENSAMIENTO*

***“La calidad es el aspecto más revolucionario y cambiante de la producción y si se descuida puede convertirse en la forma más sutil del despilfarro.”***

***Che***

## *DEDICATORIA*

*A nuestro Comandante Fidel y la Revolución por darme la posibilidad de estudiar.  
A mis profesores por su paciencia, dedicación y esfuerzo porque llegara este momento.*

*A mis compañeros de estudio que en todo momento me apoyaron.*

*A mi tutor.*

*En especial a mi esposa por su comprensión y apoyo.*

*A mis hijos*

*A todo el que de una forma u otra contribuyó a la realización de este trabajo.*

*A todo aquel que me alentó en llegar al ansiado fin.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mis hijos, por el compromiso con el futuro de que sea cada día mejor.*

*A mi esposa por su paciencia, comprensión y apoyo.*

## *RESUMEN*

La presente investigación se realizó en el Centro Provincial de Vialidad de Sancti Spíritus, con el propósito de mejorar la calidad en el proceso que constituye la planificación en la elaboración del Programa de Conservación en las Vías de Interés Nacional. Se determinó un marco teórico referencial que abarca la gestión de procesos, los requisitos para mejorarlos, los principios básicos de la calidad y las herramientas a utilizar durante la investigación. También se mostró el procedimiento para la elaboración del Programa de Conservación en las Vías de Interés Nacional establecido por el Centro Nacional de Vialidad (CNV). Se realizó una caracterización del Centro Provincial de Vialidad de Sancti Spíritus como autoridad administrativa designada por el MITRANS para atender las Vías de Interés Nacional. Se propuso un procedimiento con enfoque de proceso para la planificación que abarca la inspección visual de pavimentos por catálogo de deterioros elaborados por el CNV en el año 2000, el cálculo de indicadores para la priorización de tramos de carreteras y la validación de éstos por criterio de expertos. Se utilizaron para la investigación varias herramientas básicas de la calidad como son: mapas de procesos, diagramas de flujos de procesos, diagramas causa-efecto, diagrama Pareto. También se utilizó, para robustecer el proceso de planificación, el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).

## SUMMARY

The present investigation was carried out in the Provincial Center of Vialidad of Sancti Spíritus, with the purpose of improving the quality in the process that constitutes the planning in the elaboration of the Program of Conservation in the Roads of National Interest. Was determined a mark theoretical referencial that include the administration of processes, the requirements to improve them, the basic principles of the quality and the tools to use during the investigation. The procedure was also shown for the elaboration of the Program of Conservation in the Roads of National Interest settled down by the National Center of Vialidad (NCV). Was carried out a characterization of the Provincial Center of Vialidad of Sancti Spíritus like administrative authority designated by the MITRANS to assist the Roads of National Interest. He intended a procedure with process focus for the planning that include the visual inspection of pavements for catalog of deteriorations elaborated by the NCV in the year 2000, the calculation of indicators for the prioritization of tracts of highways and the validation of these for experts approach. They were used for the investigation several basic tools of the quality like they are: maps of processes, diagrams of flows of processes, diagrams cause-effect, diagram Pareto. It was also used, to strengthen the process of planning, the Failure Modal Effects Analysis (FMEA).

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. Marco teórico referencial sobre la gestión de procesos y gestión de Seguridad Vial.....	7
1.1 . Gestión de procesos. Conceptos.....	8
1.1.1 . Principios básicos de la gestión de la calidad.....	11
1.1.2 . Requisitos para mejorar los procesos.....	13
1.1.3 . Fases de la mejora de procesos.....	14
1.1.4 . Procedimientos para la Gestión por procesos, como base al mejoramiento de la calidad.....	17
1.1.5 . Herramientas para la Gestión por procesos.....	18
1.2 . Seguridad Vial.Conceptos.....	21
1.2.1 . Elementos concurrentes en la Seguridad Vial: las personas, los vehículos y las vías.....	24
1.3 . Procedimiento para la elaboración del Programa Nacional de Conservación para las Vías de Interés Nacional.....	30
1.3.1 . Fases para la conformación del Programa Nacional de Conservación (PNC).....	30
1.4 . Conclusiones del capítulo.....	36
CAPÍTULO 2. Fundamentación teórica para el enfoque de proceso en la planificación del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional.....	38
2.1 . Procedimiento con enfoque de proceso para la planificación del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional como elemento concurrente de la Seguridad Vial.....	38
2.1.1. Identificación y secuencia del proceso de planificación de la conservación en Vías de Interés Nacional.....	39
2.1.2. Evaluación de tramos de carretera a partir de la inspección visual.....	41

2.1.3. Definir los indicadores necesarios para la priorización de tramos a intervenir en la red vial.....	44
2.1.4 Determinar el Orden de prioridad de intervención.....	47
2.2 . Análisis modal de fallos y efectos(AMFE).....	47
2.2.1. AMFE de proceso.....	49
2.3 . Validación de la investigación.....	57
2.3.1. Formación del grupo de expertos.....	57
2.3.2. Elección de la técnica para validar el procedimiento.....	59
2.3.3. Aplicación de la metodología Delphy.....	60
2.3.4. Análisis cualitativo de los indicadores para valorar el procedimiento.....	62
2.4 . Conclusiones del capítulo.....	62
<b>CAPÍTULO 3. Contribución a la proyección buen estado técnico de las vías de interés nacional del procedimiento propuesto con enfoque de proceso .....</b>	<b>63</b>
3.1 . Aplicación del procedimiento.....	63
3.1.1. Identificación y secuencia del proceso de planificación de la conservación en Vías de Interés Nacional.....	65
3.1.2. Evaluación de tramos de carretera a partir de la inspección visual.....	65
3.1.3. Definir los indicadores necesarios para la priorización de tramos a intervenir en la red vial.....	66
3.1.4. Determinar el Orden de prioridad de intervención.....	67
3.2 . Aplicación del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) al proceso de planificación de la conservación.....	68
3.3 . Método de expertos.....	72
3.3.1. Formación del grupo de expertos.....	73
3.3.2. Aplicación de la técnica para validar el procedimiento.....	74
3.4 . Conclusiones del capítulo.....	77



Conclusiones.....	79
Recomendaciones.....	80

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INTRODUCCIÓN

La Seguridad Vial (SV) es una preocupación global. Cada día, 3 000 personas, incluidos 500 niños, pierden la vida en las carreteras del mundo. Más de ocho de cada diez muertes se producen en los países de ingresos bajos y medianos, lo cual equivale a 1.200.000 defunciones por año. Alrededor de 50 millones de personas sufren traumatismos graves y muchas quedan discapacitadas de por vida. Cabe mencionar también que estas cifras, por asombrosas que parezcan, subestiman la auténtica escala del problema. Debido a las insuficiencias en la notificación y en la reunión de datos, muchos países de ingresos bajos y medianos no saben con exactitud cuántos de sus ciudadanos perecen o sufren traumatismos por causa del tránsito cada año (Lautrédou, 2010).

El sistema de gestión de la Seguridad Vial debe considerar tres elementos fundamentales: la vía, el hombre y el vehículo. Los datos estadísticos obtenidos de los partes de accidentes muestran que el “factor humano”, considerado aisladamente, es el responsable de entre el 80 y 90 por ciento de los accidentes de tráfico. Le sigue en orden de importancia el “factor vía”, con datos entorno al 5 por ciento. Los “vehículos”, generalmente fallos técnicos, están en el tercer escalón con porcentajes próximos al 2 por ciento. El resto de los accidentes serían debidos a interacciones conjuntas de uno, dos o de los tres elementos. No obstante conviene señalar que algunos accidentes, que se consideran provocados por fallos técnicos de vehículo, posiblemente sean debidos originariamente a un fallo humano (Lautrédou, 2010).

La infraestructura vial tiene una notable influencia en el desarrollo de una nación o región, tal como lo demuestran las fuertes correlaciones existentes entre la densidad de la red de carreteras y el Producto Interno Bruto (PIB) correspondiente a su área de influencia. Sin embargo, la condición o estado de la red resulta un aspecto clave para garantizar la materialización de esa relación, es decir, para que la inversión en infraestructura obtenga los resultados proyectados en términos de rentabilidad socioeconómica y de desarrollo y crecimiento.

La planificación e implementación de los planes de mantenimiento vial se traducen en beneficios significativos, tanto desde el punto de vista técnico, como económico (disminución de los costos globales de mantenimiento y de los costos de operación de los vehículos).

En la mayoría de los países ha aumentado significativamente la longitud de las redes troncales pavimentadas. Resulta entonces necesario abordar de manera eficaz la problemática del mantenimiento vial, en sus diferentes formas, incluidas las actividades de rehabilitación requeridas para asegurar las condiciones de tránsito y seguridad de dichas redes

Aquello de “más vale prevenir que curar” tiene en el mantenimiento vial una evidente y beneficiosa aplicación. La ejecución de actividades de mantenimiento preventivo permite conservar un camino en mejores condiciones durante más tiempo, y si las tareas preventivas se seleccionan y realizan adecuadamente –escogiendo las técnicas, los materiales y la oportunidad de aplicación en el marco de una visión de mediano y largo plazo, los beneficios económicos resultan significativos respecto a la alternativa de no ejecutarlas.

¿Qué es necesario hacer? ¿Cuándo conviene hacerlo? ¿Cómo debe hacerse? Resultarán estas interrogantes críticas y las decisiones adoptadas tendrán consecuencias significativas en el estado de las vías, en los costos asociados a su operación –de mantenimiento, de inversión en rehabilitación, de operación, entre otros y en su rentabilidad. Durante el proceso deben analizarse diferentes estrategias y planes alternativos técnicamente factibles, es decir, que permitan el logro de los objetivos perseguidos dentro de las restricciones imperantes y constituyan además aplicaciones técnicas adecuadas para las situaciones de deterioro observadas en la red, o para la prevención de determinados daños. El proceso debe hacerse en forma cuidadosa, seleccionando las alternativas y definiéndolas convenientemente, ya que las decisiones finalmente adoptadas como resultado del análisis de las mismas implicarán consecuencias significativas en el estado de la red y en los costos asociados a la operación de la misma (costos de mantenimiento, costos de inversión en rehabilitación, costos de operación, etc.) y por ende, en los resultados técnicos y socioeconómicos.

(Autores, 2010).

La vía es un importante elemento en la Seguridad Vial para lo cual el estado cubano destina anualmente un valor importante dentro del presupuesto al Centro Nacional de Vialidad (CNV) perteneciente al Ministerio del Transporte (MITRANS) entidad encargada de administrar dicho presupuesto para el mantenimiento y conservación de las Vías de Interés Nacional. Este debe planificarse en consonancia con los principales problemas que inciden con la seguridad y confort de los usuarios en la vía, tomando

como prioridad los tramos de alta concentración de accidentes y otras prioridades establecidas por el CNV. El Centro Provincial de Vialidad (CPV) es la autoridad administrativa designada por el Ministro de Transporte para atender las Vías de Interés Nacional en la provincia de Sancti Spíritus.

Después de más de 20 años de comenzado el período especial en Cuba, la red vial se ha visto afectada por este y ha recaído en el programa de conservación de las Vías de Interés Nacional todo el peso del mantenimiento de la infraestructura vial en la provincia al no contar con inversiones importantes para este elemento de la Seguridad Vial. El Centro Nacional de Vialidad tiene como objetivo lograr que el 80% de las Vías de Interés Nacional lleguen a estar en buen estado técnico en un período de 10 años encontrándose en la actualidad este indicador al 63% de vías en buen estado.

El proceso de conservación vial cuenta con un procedimiento confeccionado por el Centro Nacional de Vialidad para la elaboración del programa de conservación para las Vías de Interés Nacional. Teniendo en cuenta que la planificación del mismo reviste una gran importancia a la hora de lograr que el presupuesto asignado se distribuya según las prioridades, las principales necesidades existentes y que a la vez se incremente el buen estado técnico de las vías. Igualmente hay que tener en cuenta otros problemas que también inciden en la planificación (Autores, 2013), son ellos:

- Insuficiente presupuesto para la conservación de las Vías de Interés Nacional.
- Deterioro de las capacidades constructivas existentes en el territorio.
- Bajos niveles de aprobación de Hormigón Asfáltico Caliente para las Vías de Interés Nacional.
- Limitaciones económicas del país, acrecentadas por el bloqueo de Estados Unidos.
- Ocurrencia de eventos climatológicos que afectan la infraestructura vial.

Lo anteriormente expuesto demuestra la necesidad de estudios que impliquen de forma integral todos estos elementos al proceso de planificación en la elaboración del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional, aspectos que evidencian la **situación problemática** de la presente investigación.

Como **problema científico** se define que: la ineficiente elaboración del programa de conservación de las Vías de Interés Nacional limita la planificación del buen estado técnico de estas vías.

En correspondencia con el problema científico planteado el **objetivo general de la investigación** es: Proponer un procedimiento, con enfoque de proceso, para la planificación en la elaboración del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional que contribuya a proyectar el buen estado técnico de estas vías, y como **objetivos específicos**:

1. Analizar los elementos teóricos y prácticos que contiene la bibliografía disponible y otras fuentes de información relacionadas con temáticas sobre, gestión por procesos, herramientas de análisis para la práctica de la gestión empresarial, Seguridad Vial y el procedimiento para la elaboración del programa de conservación de las Vías de Interés Nacional entre otros, que permita la fundamentación de la investigación.
2. Adaptar el procedimiento para la planificación en la elaboración del programa de conservación en las Vías de Interés Nacional, a través de enfoque a proceso.
3. Evaluar la contribución a la proyección del buen estado técnico de las vías de interés nacional, a partir del procedimiento general propuesto para la planificación en la elaboración del programa de conservación de estas vías.

A partir del problema científico a solucionar, se plantea la **hipótesis de investigación** que queda definida de la forma siguiente: Si se propone un procedimiento, con enfoque de proceso, para la elaboración del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional se contribuye a la proyección del buen estado técnico de estas vías.

Se establece como **variable independiente** el procedimiento, con enfoque de proceso, para la planificación en la elaboración del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional y como **variable dependiente**: la proyección del buen estado técnico de estas vías.

El **objeto de estudio** de la investigación. Está centrado en la Gestión de procesos, Seguridad Vial. Su **campo de acción** abarca la planificación para la elaboración del programa de conservación en las Vías de Interés Nacional que contribuya a la Seguridad Vial.

### **Justificación de la investigación**

Está dado por la necesidad creciente de trabajar en función de la Seguridad Vial, en un elemento importante de la misma: las vías, donde el proceso de conservación es esencial desde sus inicios, cuando se comienza con la planificación del programa de conservación para las Vías de Interés Nacional proponiéndose para esta un procedimiento con enfoque de proceso que contribuya a incrementar el buen estado técnico de estas vías.

El **valor teórico** de la investigación se sustenta en la construcción del marco teórico referencial con bibliografía actualizada sobre los temas de Seguridad Vial y gestión de procesos y la aplicación de herramientas de calidad a la planificación en el procedimiento para la elaboración del programa de conservación para las Vías de Interés Nacional, así como el uso del cálculo del Índice de Condición para la actualización del registro de deterioros de las vías y la combinación de este con el índice de prioridad para el montaje del programa de conservación.

El **valor metodológico** de la investigación está dado por el aporte de un procedimiento con enfoque de proceso para la planificación en la elaboración del programa de conservación en las Vías de Interés Nacional que puede ser aplicado en los demás CPV del país y otras entidades que administren redes de vías.

Con el siguiente **aporte práctico**: la mejora de la planificación en el procedimiento para la elaboración del programa de conservación para las Vías de Interés Nacional permite el montaje del plan en función de las prioridades que establece el Centro Nacional de Vialidad y a la vez queda conformado el registro de deterioros, contribuyendo en la planificación y destino final de los recursos materiales y financieros disponibles en la provincia de Sancti Spíritus y en el país.

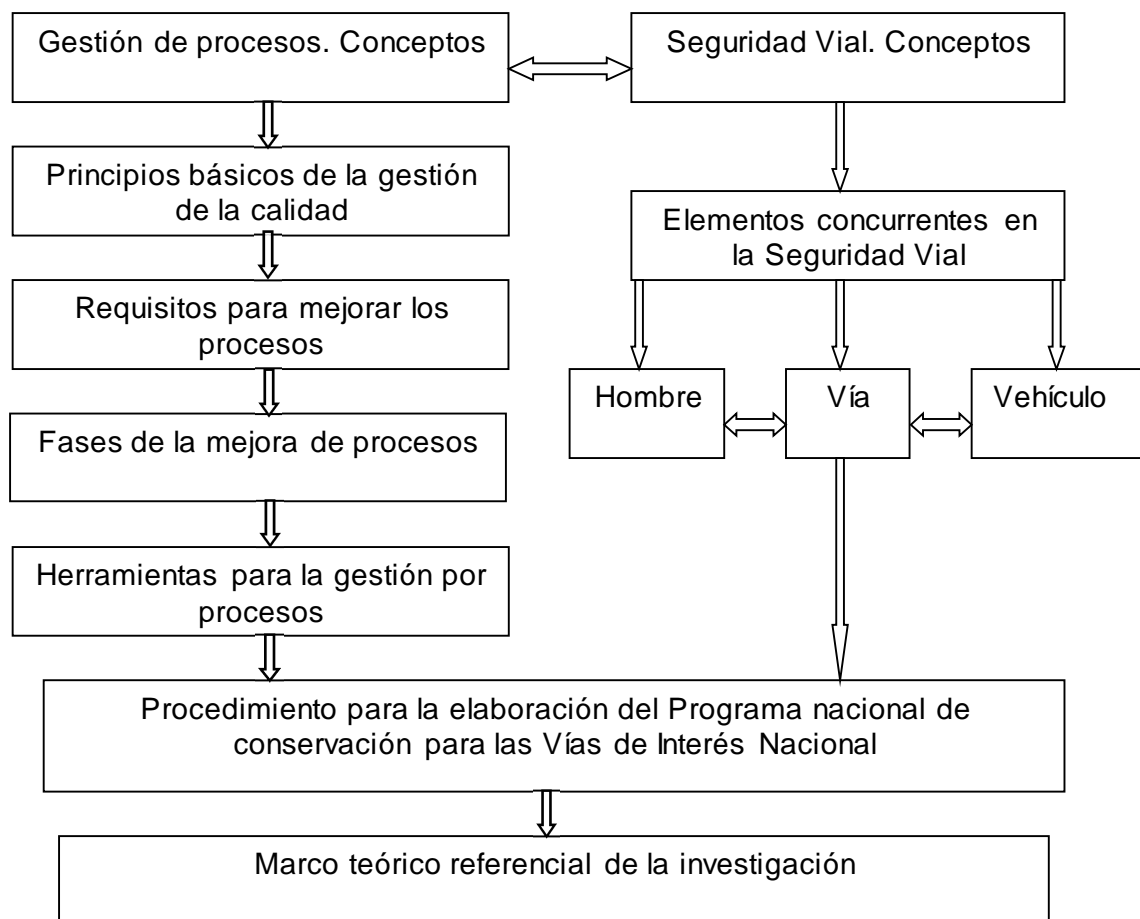
La presente tesis se estructuró de la forma siguiente: la introducción, donde se fundamenta el desarrollo del tema; el Capítulo I, que presenta un estudio del estado del “arte” y de la práctica sobre la gestión de procesos, la seguridad vial y el procedimiento existente para la elaboración de Programa de conservación de las vías de interés nacional, que constituye el marco teórico-referencial de la investigación; el

---

Capítulo II, en el cual se presenta la fundamentación teórica para un enfoque de procesos en la planificación del programa de conservación vías de interés nacional, se aplican herramientas de calidad como el AMFE proceso de planificación, el Capítulo III, muestra el procedimiento .propuesto y los resultados de la aplicación del mismo. Se incluyen además las conclusiones generales y las recomendaciones, para darle continuidad a la investigación. Por último se presenta la bibliografía consultada y los anexos que contribuyen a la mejor comprensión del trabajo.

## CAPÍTULO 1. Marco teórico referencial sobre la gestión de procesos y gestión de Seguridad Vial

Este capítulo se estructura según el hilo conductor que se muestra en la figura 1.1, el autor se ha dado a la tarea de diseñar una estrategia de forma tal que facilite el análisis del estado del arte y de la praxis en el tema objeto de estudio que se analiza, a través de la revisión de la literatura especializada y de otras fuentes de información disponibles, permitiendo sentar las bases teórico-prácticas del proceso de investigación. Para la construcción de este apartado se han tenido en cuenta los conceptos de gestión por procesos, Seguridad Vial, herramientas para lograr organizar los procesos, así como el Procedimiento para la elaboración del programa de conservación de las Vías de Interés Nacional, entre otros elementos, que permitirán sustentar esta investigación.



**Figura 1.1.** Hilo conductor seguido en la construcción del marco teórico y referencial de la investigación.



### 1.1. Gestión de procesos. Conceptos

La palabra proceso viene del latín *processum* aunque significa avance y progreso, algunas definiciones al respecto, se introducen por autores como (Amozarrain, 1999), (Zaratiegui, 1999), (Nogueira, 2002), (Beltrán & Carrasco, 2006), (Brut, 2011), “(NC-ISO 9000: 2005. Sistema de Gestión de la calidad. Principios Fundamentales y Vocabulario,”) (“NC-ISO 9000:2005. Sistema de Gestión de la calidad. Principios Fundamentales y Vocabulario,”), entre otros. Prácticamente en todas estas definiciones en mayor o menor grado se coincide en fundamentar que un proceso es un conjunto de recursos y actividades interrelacionadas, orientados a generar valor añadido sobre una entrada para conseguir una salida (resultado) que satisfaga los requerimientos del cliente, y que estos recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos.

No todas las actividades que se realizan según (Toledo, 2002), son exactamente procesos, para determinar si una actividad realizada por una organización es un proceso o subproceso, debe cumplir los criterios siguientes:

- tener una misión o propósito claro;
- contar con entradas y salidas, así como identificar los clientes, proveedores y producto final;
- ser susceptible de descomponerse en operaciones o tareas;
- ser estabilizada mediante la aplicación de la metodología de gestión por procesos (tiempo, recursos, costos); y
- ser capaz de asignar la responsabilidad del proceso a una persona.

La clasificación de los procesos tiene una terminología muy amplia: procesos de producción y procesos de la empresa según (Harrington, 1993); estratégicos, operativos y de soporte como los denomina (Zaratiegui, 1999); relevantes y claves según (Amozarrain, 2005). El autor considera que la terminología a tener en cuenta en la presente investigación es la de Zaratiegui, en la cual se expone que:

**Procesos estratégicos:** procesos destinados a definir y controlar las metas de la empresa, sus políticas y estrategias, estos son gestionados directamente por la alta dirección en conjunto. Generalmente sus elementos de entrada son información sobre

el entorno, disponibilidad de recursos y sus salidas son los propios planes operativos o de gestión.

**Procesos operativos:** procesos cuya finalidad es desarrollar las políticas y estrategias de la organización para obtener un bien u ofrecer un servicio a los clientes.

**Procesos de soporte o apoyo:** procesos no directamente ligados a las acciones de desarrollo de las políticas, pero cuyo rendimiento influye en el nivel de los procesos operativos. Básicamente, se identifican cuatro grandes grupos de recursos: personas, instalaciones, financiación y documentación. En este tipo se encuadran los procesos necesarios para el control y la mejora del sistema de gestión, que no puedan considerarse estratégicos ni claves.

Para (Bernal, 2005) la aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado, puede denominarse como enfoque basado en procesos". Un enfoque de este tipo enfatiza en la importancia de los aspectos siguientes:

- comprensión y cumplimiento de los requisitos;
- necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor;
- obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso; y
- la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

En la actualidad cada una de las organizaciones debe estar dotada de una estructura que permita cumplir con la misión y la visión establecidas. La implantación de la gestión por procesos se ha revelado como una de las herramientas de mejora de la gestión más efectivas para todos los tipos de instituciones. Diversos autores se refieren a este tema como se expone a continuación:

- (Amozarrain, 1999): es la forma de gestionar toda la organización basándose en los procesos, entendiendo estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada para conseguir un resultado y una salida que a su vez satisfaga los requerimientos del cliente.
- (Rodríguez & Quiñones, 2004) plantean que la gestión basada en procesos no es un fin en sí mismo, sino un medio para que la organización pueda alcanzar eficaz y eficientemente sus objetivos. Por esto, los procesos deben formar parte de un

sistema que permita la obtención de resultados globales en la organización orientados a la consecución de sus objetivos, los cuales podrán estar vinculados a uno o varios grupos de interés en la organización.

- Para (Tejedor & Carmona, 2005), la gestión por proceso en una organización es una concepción horizontal de esta, que se contrapone a la concepción tradicional funcional vertical. Para que una organización pueda implementar correctamente la gestión por proceso, la totalidad del grupo que la compone debe invertir tiempo y esfuerzo en las áreas: liderazgo, participación de los empleados, formación. La gestión por proceso es la metodología adecuada para la implantación de un sistema de mejora continua, que es la base sobre la que se sustenta un sistema integral de calidad.
- (Medina, Nogueira, Hernández, & Viteri, 2010): la gestión por procesos es el modo de gestionar toda la organización basándose en los procesos y percibe la organización como un sistema interrelacionado.
- (Brocke & Rosemann, 2010): es la forma que tienen las empresas actuales de supervisar, corregir y modificar el diseño de sus procesos continuamente, para alcanzar ventajas competitivas y satisfacer las necesidades de los clientes.
- (Serrano & Gómez, 2012): es una estrategia que le brinda a las instituciones las herramientas claras para focalizar su accionar en la satisfacción del usuario; a partir de la búsqueda de soluciones que tengan en cuenta aquellos elementos que pueden influenciar en el buen funcionamiento, la eficiencia, la flexibilidad y la eficacia en sus resultados.

Luego de revisar criterios de autores como (Amozarrain, 1999), (Rodríguez & Quiñones, 2004), (Tejedor & Carmona, 2005), (Medina, et al., 2010), (Brocke & Rosemann, 2010); (Serrano & Gómez, 2012); el autor considera que la gestión por procesos no es más que una herramienta que brinda una visión clara sobre las áreas de resultados claves dentro de cualquier empresa que se desee analizar y perfeccionar, que permite rediseñar y mejorar el flujo de trabajo, para hacerlo cada día más eficiente y adaptar la institución a las necesidades de los clientes, logrando con ello su satisfacción total. Además es necesario definir claramente algunos términos sobre gestión por procesos,

que según (Bernal, 2005), son de gran importancia para lograr una adecuada organización en proceso dentro de cualquier entidad, estos son los siguientes:

**Subprocesos:** son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.

**Procedimiento:** forma específica de llevar a cabo una actividad. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad.

**Actividad:** es la suma de tareas, normalmente se agrupan en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de actividades brinda como resultado un subproceso o un proceso.

**Indicador:** es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.

**Documentación de procesos:** es un método estructurado que utiliza un manual preciso para comprender el contexto y los detalles de los procesos operativos. En esta documentación se incluyen los elementos necesarios para el buen funcionamiento de la organización como son: responsables, registros, flujos de procesos, recursos e indicadores.

La Gestión por procesos aporta un nuevo enfoque de gestión, al superar la tradicional organización jerárquica en la que cada integrante tiene una tarea relacionada con su departamento funcional, para introducir una nueva organización orientada al cliente final a través del conocimiento, control, y mejora de los procesos internos que se desarrollan y cuyo resultado es el servicio o producto ofrecido, logrando eliminar aquellas actividades que no aportan valor pero generan costo (AECA, 2011).

### **1.1.1 . Principios básicos de la gestión de la calidad**

La familia ISO, específicamente la 9000: 2005, establece ocho principios para implementar un sistema de gestión de la calidad, en este aspecto existen dos principios fundamentales que suponen una especie de “efecto halo” para el cumplimiento del resto de los principios, lo cual no significa una jerarquía pero si una impresión lógica a partir del análisis de la bibliografía consultada (Tejedor & Carmona, 2005). Según este autor, el principio de liderazgo es el que rige el resto, el líder es el que dirige e impulsa la política y estrategias, las personas de la organización, los recursos y los procesos

para el logro de buenos resultados. Del mismo modo, el enfoque basado en proceso deviene como un principio de gestión fundamental para obtener resultados adecuados. Estos principios se mencionan seguidamente:

**Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

**Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

**Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

**Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

**Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

**Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.

**Toma de decisiones basada en hechos:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.

**Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, así como una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Por lo antes expuesto queda claro la necesidad que tienen las organizaciones de hoy en día de aplicar la gestión por procesos en su actuar diario, trabajando sobre los principios básicos de la gestión de la calidad para lograr buenos resultados empresariales y logrando a la vez la satisfacción de los clientes y demás grupos de interés.

### 1.1.2. Requisitos para mejorar los procesos

La mejora continua de los procesos es una estrategia que permite a las organizaciones generar valor de modo continuo, adaptándose a los cambios en el mercado y satisfaciendo permanentemente las necesidades y expectativas cada vez más exigentes de sus clientes. Las mejoras en los procesos podrán producirse de dos formas, de manera continua o mediante reingeniería de procesos. La mejora continua de procesos optimiza los procesos existentes, eliminando las operaciones que no aportan valor y reduciendo los errores o defectos del proceso. La reingeniería, por el contrario, se aplica en un espacio de tiempo limitado y el objetivo es conseguir un cambio radical del proceso sin respetar nada de lo existente. Para la mejora de los procesos, la organización deberá estimular al máximo la creatividad de sus empleados y además deberá adaptar su estructura para aprovecharla al máximo (Tejedor & Carmona, 2005). Algunos de los requisitos para la mejora de procesos se describen a continuación:

- **Apoyo de la Dirección:** Nadie va a poner todo su entusiasmo en algo que a la Dirección le resulte indiferente y pocas personas se comprometerán a algún cambio si éste no está respaldado por la cúpula de la organización. Por ello, el primer requisito para una mejora de los procesos en cualquier organización es que la Dirección de ésta lo respalde y apoye totalmente.
- **Compromiso a largo plazo:** Resulta muy difícil obtener resultados satisfactorios y comprobables a corto plazo. Es necesario saber que surgirán muchos problemas y dificultades que habrá que solucionar, lo cual requiere tiempo.
- **Metodología disciplinada y unificada:** Es necesario que todos los integrantes de cada proceso trabajen con la misma metodología y que se cumpla ésta. Surgirán momentos de desaliento y frustración en los que algunos pensarán “tirar por su lado” y “hacerlo a su manera”, pero. ¿qué ocurriría si todos hicieran lo mismo pero cada persona actuara de forma distinta? ¿No es verdad que difícilmente se alcanzarían resultados satisfactorios? Por ello, es aconsejable que todos trabajen con igual metodología y que ésta sea lo más disciplinada posible.
- **Debe haber siempre una persona responsable de cada proceso (propietario).**

- **Se deben desarrollar sistemas de evaluación y retroalimentación:** Todos los trabajadores tienen derecho a saber “cómo lo están haciendo” y si van en el camino correcto y todos los directivos tienen la obligación de hacérselo saber a sus subordinados o, al menos, de facilitarles las herramientas para que ellos mismos se autoevalúen.
- **Centrarse en los procesos y éstos en los clientes:** Esta forma de trabajar está basada en que los resultados esperados para cualquier organización provienen de determinados “procesos” y, por tanto, son éstos los que hay que mejorar, antes que el trabajo individual de cada persona. Por otra parte, si una organización de transporte disminuye sus costos al máximo, obtiene una excelente producción con unos mínimos recursos. O sea, es muy productiva, pero si sus clientes prefieren los servicios de transporte de otras organizaciones, ¿de qué le vale disminuir sus costes y aumentar su productividad? Llegará a ser la organización de transporte en quiebra más productiva del mundo. Por ello hay que centrarse en el cliente, en la satisfacción de sus necesidades y deseos, antes que nada.

### 1.1.3. Fases de la mejora de procesos

El concepto de mejora continua se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Cada proceso de cambio se encuentra en vías de desarrollo y con posibilidades de mejorar, es un ciclo interrumpido, a través del cual se identifica un área de mejora, se planea cómo realizarla, se implementa, se verifican los resultados y se actúa de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer otra meta más retadora. Este ciclo permite la renovación, el desarrollo, el progreso y la posibilidad de responder a las necesidades cambiantes del entorno, para dar un mejor servicio o producto a los clientes o usuarios (Morales, 2010). Actualmente no es posible hablar de calidad ni de su gestión si no se incluyen criterios asociados sobre la mejora de la calidad que según la ISO 9000: 2000 es “la parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de calidad” (ISO 9000: 2000, p.9).

(Juran & Gryna, 1993) Definen la mejora de la calidad como “la creación organizada de un cambio ventajoso que representa el paso de un grado de calidad a uno superior. No tiene, por tanto, el mismo significado que eliminar los picos esporádicos de mala calidad, que es el fin del control de calidad. El objeto de la mejora de la calidad es pasar

del nivel ordinario de ejecución a un nivel superior, pues el desempeño habitual se considera siempre mejorable”. Añade también que la mejora de la calidad pretende conducir los productos y servicios hacia la perfección, hacia el objetivo “cero defectos”, de tal forma que la zona de control de calidad quede definida de nuevo y que las lecciones aprendidas durante este proceso se incorporen al de planificación de la calidad. Una gran contribución a este tema fue la realizada por Juran, al establecer la Trilogía para la Gestión de la Calidad donde se presentan los tres elementos componentes Planificación, Control y Mejora, así como el contenido de cada uno (ver tabla 1.1).

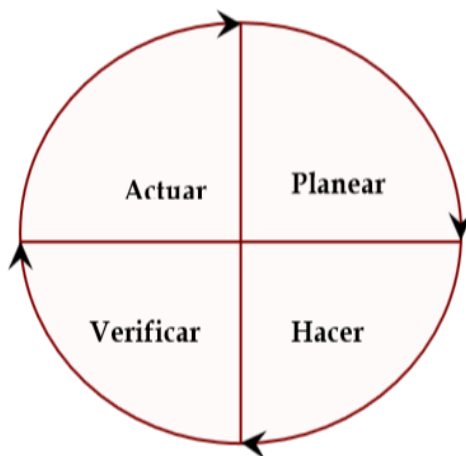
**Tabla 1.1:** Trilogía de Gestión de la Calidad.

<b>Planificación de la calidad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1-Identificación de los clientes internos y externos.</li> <li>2-Determinación de las necesidades de los clientes.</li> <li>3-Desarrollo de un producto que responda a las necesidades.</li> <li>4-Planteamiento de objetivos de calidad que respondan a las necesidades.</li> <li>5-Desarrollo de un proceso que elabore un producto adecuado.</li> <li>6-Determinación de la aptitud del proceso.</li> </ul>
<b>Control de la calidad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1-Selección del objetivo de control.</li> <li>2-Determinación de las unidades de medición.</li> <li>3-Ejecución de las medidas.</li> <li>4-Elaboración e implementación de normas.</li> <li>5-Interpretar la diferencia entre lo normal y lo real.</li> <li>6-Acción sobre la diferencia.</li> </ul>
<b>Mejoramiento del proceso</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1-Prueba de las necesidades.</li> <li>2-Identificación de los proyectos.</li> <li>3-Organización para guiar los proyectos.</li> <li>4-Organización para diagnóstico.</li> <li>5-Diagnóstico.</li> </ul>

Fuente: (Juran & Gryna, 1993).



Para (Harrington, 1993), mejorar un proceso significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso; mientras que para (Deming, 1986) los procesos de mejoramiento de la calidad se definen en un sencillo diagrama donde su ciclo es: planear, hacer, verificar y actuar, como se muestra en la figura 1.2.



**Figura 1.2:** Ciclo de planear, hacer, verificar y actuar.

Fuente: (Deming, 1986).

**Planificar:** implica establecer qué se quiere alcanzar (objetivos) y cómo se pretende alcanzar (planificación de las acciones), según las subetapas siguientes:

- Identificación y análisis de la situación.
- Establecimiento de las mejoras a alcanzar (objetivos).
- Identificación, selección y programación de las acciones.

**Hacer:** implantación de las acciones planificadas según la etapa anterior.

**Verificar:** se comprueba la implantación de las acciones y la efectividad de las mismas para alcanzar las mejoras planificadas (objetivos).

**Actuar:** en función de los resultados de la comprobación anterior, en esta etapa se realizan las correcciones necesarias (ajuste) o se convierten las mejoras alcanzadas en una «forma estabilizada» de ejecutar el proceso (actualización), de la etapa de Planificar (Aragón, 2004).

Al respecto (Moen, Nolan, & Thomas, 2010), establece el mejoramiento como la realización de la orientación continua de los esfuerzos, para saber acerca del sistema de causas en un proceso, y usar este conocimiento en cambiarlo, reducir la variación y complejidad.

Por su parte (Boltic, Jovanovic, Petrovic, & Bozanic, 2015), refieren que al mejorar continuamente también hay un aprendizaje continuo: adaptación a los cambios, lo que conduce a metas y procedimientos nuevos, que debe ser parte integral de la administración en todos los sistemas y procesos. A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las instituciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse. Además actúa sobre la calidad del trabajo del hombre en general, debido al criterio de calidad a todo lo ancho de la empresa, en el que los recursos humanos representa el factor más importante en este programa ya que pone un énfasis especial en la responsabilidad y compromiso individual por la calidad y su mejoramiento permanente (Aragón, 2004).

Al respecto la autora considera que en cualquier organización la mejora continua de la calidad debe involucrar a todos los integrantes de la organización, y enfocar el trabajo, en minimizar los efectos negativos y a maximizar los efectos positivos traducidos en requisitos de calidad, que frenan de cierta forma que el producto o servicio satisfaga las necesidades de los clientes. Finalmente no es más que lograr un nuevo nivel de rendimiento superior al nivel anterior, coincidiendo con el criterio expuesto por (Juran & Gryna, 1993). En este sentido, para lograr alcanzar el mejoramiento continuo en la Empresas Pesquera no solo de la provincia; sino del resto de las de su tipo en el país, es fundamental estudiar todos los procesos detalladamente, sus entradas, salidas, actores que intervienen, descripción de los mismos, actividades que añaden valor, documentación asociada, para lograr organizarlos adecuadamente y luego gestionar las entidades a través de sus procesos. Es por esto importante hacer énfasis en algunas definiciones al respecto.

#### **1.1.4. Procedimientos para la Gestión por procesos, como base al mejoramiento de la calidad**

Para gestionar los procesos dentro de una institución, como base para el mejoramiento de la calidad existen diferentes metodologías y/o etapas propuestas por diferentes autores como (Amozarrain, 1999), (Nogueira, 2002), (L. González, 2002), (Tejedor & Carmona, 2005), (Negrín, 2002), (R. Hernández, 2010), (Pérez, 2014), entre otros. Para poder realizar una selección del instrumento que se ajusta a las características del objeto de estudio, se elabora una tabla resumen con los procedimientos consultados

como se muestra en el anexo 1. Al analizar la información recopilada en la consulta bibliográfica se decide realizar una nueva propuesta donde se integren algunas etapas de los procedimientos analizados, específicamente el de (Tejedor y Carmona 2005), por ajustarse al proceso objeto de estudio y por ser viable para su aplicación.

Para respaldar un procedimiento, es necesario tener en cuenta las normas vigentes en el tema y para su aplicación se debe emplear una serie de herramientas que faciliten la recopilación, el procesamiento y análisis de la información, potenciando

### **1.1.5. Herramientas para la Gestión por procesos**

Una vez identificados, jerarquizados y clasificados los procesos es conveniente representarlos gráficamente, de forma que se pueda tener una imagen global de las interrelaciones existentes entre las entradas y salidas de los grupos de procesos. Las técnicas gráficas para representar las operaciones en las empresas han sido utilizadas ampliamente desde épocas pasadas, dando respuesta a la dificultad que representaba el registrar los hechos relacionados con la actividad productiva en forma escrita cuando estos eran extensos o indicaban un nivel de detalle o complejidad elevado. Esta situación fue solucionada con el desarrollo de instrumentos de notación estandarizados, que permitieron consignar informaciones variadas en un formato comprensible para la mayoría de las personas. Algunas de las herramientas que más se utilizan para lograr eficazmente la gestión de sus procesos dentro de una empresa son: los mapas de procesos, diagramas y fichas de procesos.

#### **Mapas de procesos**

Los mapas de procesos según (Zaratiegui, 1999) y (L. González, 2002), son dentro de las técnicas gráficas de uso empresarial, una de las que han alcanzado mayor difusión y popularidad internacional, en buena medida fundamentado en la revitalización en los últimos años del enfoque en procesos, además de la utilidad práctica y los beneficios que reporta su uso. Mediante estos mapas se pueden detectar los procesos que no agregan valor a la organización. Según (Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas, & Tejedor, 2008) es la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión. Para la elaboración de un mapa de procesos, con el fin de facilitar la interpretación del mismo, es necesario reflexionar previamente en las posibles agrupaciones en las que pueden encajar los procesos identificados. La agrupación de

los procesos dentro del mapa permite establecer analogías entre procesos, al mismo tiempo que facilita la interrelación y la interpretación del mapa en su conjunto.

Una característica importante según (Torres, 2014) que se manifiesta en el mapa, es que las actividades que lo constituyen no pueden ser ordenadas de una manera predeterminada, atendiendo a criterios solo de jerarquía o de adscripción departamental. Se puede decir que el proceso cruza transversalmente el organigrama de la organización. En este sentido, (Portero, 2009) en coincidencia con la autora de la investigación, afirma que son la imagen mediante la cual la organización expresa su estructura de gestión, por lo que debe ser un ejercicio que prime la claridad y la expresión de una firme identidad, frente a la ortodoxia sobre ciertas normas de representación gráfica. Por su parte, (A. Hernández, 2010) en concordancia con (Rummler & Ramias, 2015), resumen los beneficios que proporcionan aplicarlo en las organizaciones, algunos de estos son:

- al trabajar individuos en los mapas se gana mayor comprensión de las tareas y problemas de la organización;
- muy utilizables, ya que explican los procesos más claro que las palabras; pues pueden ofrecer descripciones útiles y relativamente baratas, que ayudan a mejorar y rediseñar los procesos de negocio;
- son herramientas útiles en la reingeniería de procesos; y
- la identificación, análisis, diseño y mantenimiento de los procesos es el motivo de atención de la Gestión de procesos que contempla varias fases entre las que se encuentra la representación y elaboración de mapas de procesos.

En la entidad objeto de estudio esta herramienta facilitaría la toma de decisiones, ya que al definir la empresa como un sistema de procesos interrelacionados, los mapas de procesos impulsan a los empresarios a poseer una visión más allá de los límites geográficos y funcionales de sus entidades, muestran cómo las actividades que se desarrollan están relacionadas con los grupos de interés de la empresa, y posibilitan la estructuración de los sistemas empresariales de forma tal que todos los grupos que tengan que ver con su funcionamiento sean reconocidos por su contribución al exitoso desempeño organizacional, manteniendo un equilibrio entre sus necesidades (Medina, et al., 2010).

## **Diagramas de procesos**

Los diagramas de procesos facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, debido a que se muestra una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso.

La elaboración de un diagrama de proceso requiere de un importante esfuerzo, por lo que la representación de las actividades a través de este esquema, facilita el entendimiento de la secuencia e interrelaciones de las mismas y favorece la identificación de la “cadena de valor” así como de las interfaces entre los diferentes actores que intervienen en la ejecución del mismo. Un aspecto esencial en la elaboración de diagramas de proceso es la importancia de ajustar el nivel de detalle de la descripción (y por tanto la documentación) sobre la base de la eficacia de los procesos. Es decir, la documentación necesaria será aquella que asegure o garantice que el proceso se planifica, se controla y se ejecuta eficazmente, por lo que el diagrama se centrará en recoger la información necesaria para ello (Beltrán, et al., 2008) La literatura recoge una gran gama de herramientas para lograr la representación de procesos, con la característica de que hoy en día se alternan enfoques tradicionales como los diagramas OTIDA y OPERIN, con otros tipos de representaciones como los diagramas As-Is o de la cadena de valor, en circunstancias donde el análisis del valor añadido como instrumento de mejora ha cobrado gran fuerza en el accionar de las empresas del mundo (Medina, et al., 2010).

Los diagramas As-Is se han ganado la popularidad en el mundo empresarial de hoy, por su posibilidad de detallar cada una de las actividades que ocurren dentro de un proceso y constituyen prácticamente un requisito en la mayoría de los métodos para la mejora de los mismos (Trischler, 1998); (Medina, et al., 2010). El despliegue del diagrama del flujo del proceso permitirá representar gráficamente los flujos de clientes, trabajo e información, de manera que los miembros del equipo posean mejor perspectiva del proceso y entiendan la secuencia de este. Según (Trischler, 1998), este diagrama muestra las etapas a seguir para producir los resultados del proceso y para documentar las políticas, procedimientos e instrucciones de trabajo en uso. La simbología recomendada para la confección del diagrama de flujo del proceso se muestra en anexo 2. Dentro de cada símbolo se colocará la descripción de la actividad y para simplificar su confección se recomienda utilizar una técnica basada en una estructura de frases

sencillas para identificar cada una de las etapas del diagrama.

### **Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)**

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos, es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo del producto que permite, de una forma sistemática, asegurar que han sido tenidos en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles. Es decir, el AMFE permite identificar las variables significativas del proceso/producto para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce, evitando que productos defectuosos o inadecuados lleguen al cliente.

La definición exacta por lo tanto, según Manual de FMEA, es la siguiente:

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Lograr una apropiada organización en procesos según la opinión del autor, constituye un modo de gestionar toda la organización basándose en los procesos y se percibe la misma como un sistema interrelacionado, logrando un cambio de la forma en que se llevan a cabo las actividades en la empresa, mediante la verificación de que los procesos, que siempre han estado presentes, sean eficientes y racionales, y alineando las metas u objetivos funcionales con las metas de los procesos. Cada persona que interviene en el proceso no debe pensar siempre en cómo hacer mejor lo que está haciendo, sino por qué y para quién lo hace puesto que la satisfacción del cliente interno o externo viene determinada por el coherente desarrollo del proceso en su conjunto, más que por el correcto desempeño de cada función individual o actividad. Por esta razón, para desempeñar mejor esta meta es necesario tener en cuenta un método de trabajo lógico que facilite el cumplimiento de los objetivos propuestos, el que generalmente se realiza a través de procedimientos vinculados al tema.

### **1.2. Seguridad Vial. Conceptos**

Al realizar una búsqueda en la bibliografía relacionada con el tema encontramos varios conceptos sobre la Seguridad Vial donde se plantea que:

- 
- La seguridad (del latín *securitas*) se refiere a aquello que está exento de peligro, daño o riesgo. El concepto de Seguridad Vial, por lo tanto, supone la prevención de siniestros de tránsito con el objetivo de proteger la vida de las personas, o la minimización de sus efectos.
  - Es la reducción del riesgo de accidentes y lesiones en las carreteras, lograda a través de enfoques multidisciplinarios que abarcan ingeniería vial y gestión del tráfico, educación y formación de los usuarios de las carreteras y diseño de los vehículos (Radelat, 1964)
  - Es el resultado material de disponer a las personas y las cosas en las condiciones que exige el constante mantenimiento de los equilibrios del movimiento y la posición de los cuerpos en el sistema vial (Botasso, 1989). Por tanto, la Seguridad Vial no es más que la reducción del riesgo de accidentes y lesiones en las carreteras, lograda a través de enfoques multidisciplinarios que abarcan ingeniería vial y gestión del tráfico, educación y formación de los usuarios de las carreteras y diseño de los vehículos.
  - Consiste en la prevención de accidentes de tráfico o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un accidente. También se refiere a las tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier vehículo de transporte terrestre (camión, automóvil, motocicleta y bicicleta) (Díaz, 1989).
  - Conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta, bien sea como peatón, pasajero o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito.(Ramírez, 2004). Este autor refiere que “cuando hablamos de tráfico y Seguridad Vial, hablamos de técnicas empíricas en sentido estricto. En ellas no tienen cabida las creencias, las suposiciones, las incoherencias ni la arbitrariedad, porque la técnica es la aplicación lógica y prudente del saber”.
  - Según(J. Martín, 2005) “Seguridad Vial, es el efecto de (las causas finales: el fin, la realidad hacia la cual algo tiende a ser) asegurar la disposición de la estructura material y la organización funcional del sistema de tráfico viario, en las condiciones

que exige su correcto funcionamiento, bajo el paradigma estructura-adaptación-función y las pautas que lo rigen”.

- La ("Ley No. 109 "Código de Seguridad Vial", aprobada en Cuba en agosto de 2010 en su artículo 2. (2010). articulo 2,") define que: "la Seguridad Vial es un sistema integral que comprende el conjunto de actividades, funciones e instituciones jurídicas, íntimamente vinculadas entre sí, que tiene como finalidad el máximo aprovechamiento y duración de las inversiones, el desplazamiento fluido, seguro y eficiente de vehículos y peatones en las vías”.
- En el libro "Conducir es un privilegio, nunca un derecho"(Correa, 2010) se establece que: "se dice que hay Seguridad Vial, cuando los distintos actores: ciudadano en su condición de conductor, pasajero o peatón, están conscientes de los riesgos que involucra el tránsito y conocen, manejan y practican los elementos que ayudan a minimizar los riesgos y el impacto de estos sobre los individuos”.
- Tony Bliss y Jeanne Breen en "Country guidelines for the conduct of Road Safety Management Capacity Reviews and the Specification of Lead Agency Reforms, Investment Strategies and Safe System Project" en el año 2009, el enfoque que argumentan entiende a la Seguridad Vial como algo que se produce. De la misma forma que se produce un bien o un servicio (T. Bliss, 2009).
- Por Seguridad Vial se puede entender como el producto o resultado de una serie de intervenciones sistémicas en diferentes niveles o ámbitos (normativo, informativo, formativo, educativo, técnico, tecnológico y de investigación) de forma inicial y permanente, que incide sobre la propia sociedad, sobre los usuarios de las vías y sobre los medios relacionados con el fenómeno circulatorio.

La Seguridad Vial puede dividirse en primaria (o activa), secundaria (o pasiva) y terciaria.

**Seguridad activa o primaria:** es aquella que asiste al conductor para evitar un posible accidente interviniendo de manera permanente durante la circulación, por ejemplo:

- Sistema retrovisor: visibilidad del conductor de la circulación que sucede detrás, espejos, eliminación de puntos ciegos y otras ayudas de control como radares, comunicación de seguridad inalámbrica del vehículo y visión nocturna.
- Sistemas de suspensión.



- Sistema de frenado, entre los que se pueden encontrar distintos tipos.
- Sistema de dirección.
- Sistema de iluminación. El uso de las luces es un punto fundamental dentro de la seguridad activa en la circulación ya que por intermedio de las mismas los conductores y usuarios de la vía pública se comunican entre sí.

**Seguridad secundaria:** es aquella encargada de minimizar las consecuencias negativas de un accidente después de que éste haya sucedido.

- Cierre automático de la inyección de combustible para impedir incendios.
- Depósito de combustible y elementos auxiliares diseñados para evitar el derrame de combustible en caso de colisión.
- Aviso automático a centro de emergencias después de un accidente (opcional en algunos vehículos estadounidenses).
- Puertas diseñadas para una fácil apertura después del accidente.
- Hebillas del cinturón de seguridad de fácil apertura.
- Llevar herramientas de seguridad en caso de emergencia.

**La seguridad terciaria** intenta minimizar las consecuencias después de que ocurre el accidente (como el corte del suministro de combustible para evitar incendios).

Según (J. Martín, 2005), la seguridad activa o funcional ya descrita, “es eliminar o disminuir en lo posible las causas del riesgo, o sea, disponer a las personas y las cosas para asegurar los imprescindibles equilibrios que se han de dar en el movimiento y en la posición de los cuerpos en el espacio y el tiempo”.

Además de la seguridad funcional o activa, está la seguridad pasiva, “que es el resultado de eliminar o disminuir en lo posible los efectos del riesgo, lo que tiene que asegurar la vida y la integridad de las personas en caso de que falle la seguridad activa.”

### **1.2.1. Elementos concurrentes en la Seguridad Vial: las personas, los vehículos y las vías**

#### **Concurrencia e importancia de cada uno de los elementos del tráfico**

Tres son fundamentalmente los factores que intervienen en el tráfico. Las personas (factor humano), los vehículos y las vías. Factores, cuyo examen es indispensable para comprender los problemas de la circulación, pero cuya importancia es sustancialmente

distinta. En efecto, tanto la vía como el vehículo son meros medios o instrumentos materiales puestos al servicio de la persona quién, al hacer uso de ellos adecuadamente, tiene en sus manos el conseguir una circulación segura, fluida y ordenada (J. Martín, 2005).

De estos tres elementos, las personas son el factor capaz de tomar decisiones y actuar de acuerdo con la situación y circunstancias de las otras dos, de forma que de su “comportamiento” se van a derivar determinadas consecuencias dependiendo de si éste ha sido correcto o no.

Las personas, consideradas como: conductores, viajeros o peatones, son el verdadero protagonista de la circulación. De su comportamiento depende, en definitiva, la seguridad de ella.

La circulación es un sistema multifactorial, en el que se integran estos tres elementos e interaccionan entre sí. En los accidentes de circulación aparecen bien aisladamente o bien interactuando entre sí estos tres factores. Sin embargo, el peso relativo de cada uno de ellos es muy diferente.

Los datos estadísticos obtenidos de los partes de accidentes muestran que el FACTOR HUMANO, considerado aisladamente, es el responsable de entre el 80 y 90 por ciento de los accidentes de tráfico. Le sigue en orden de importancia el FACTOR VÍA, con datos en torno al 5 por ciento. Los VEHÍCULOS generalmente fallos técnicos están en el tercer escalón, con porcentajes próximos al 2 por ciento. El resto de los accidentes serían debidos a interacciones conjuntas de uno, dos o de los tres elementos. No obstante conviene señalar que algunos accidentes, que se consideran provocados por fallos técnicos de vehículo, posiblemente sean debidos originariamente a un fallo humano.

Otros accidentes, que se suelen considerar provocados por defectos de las vías, o por las condiciones meteorológicas adversas, no lo son tales, sino que son provocados por desajuste en la conducta humana a las condiciones de la vía en ese momento.

### **El factor humano**

El comportamiento de los usuarios de las carreteras es, en verdad, la causa principal de los choques en carreteras y de los traumatismos y muertes causados por el tránsito. Entre los numerosos factores de riesgo que causan choques en carreteras o

intensifican la gravedad de los traumatismos, los cuatro más comunes son los siguientes:

- La omisión del uso de cinturones de seguridad.
- La omisión del uso de cascos protectores.
- La conducción de automóviles a velocidades excesivas o inadecuadas.
- La conducción bajo los efectos del alcohol.

Cada uno de estos factores primarios de riesgo está implicado en un porcentaje que oscila entre el 30 y el 50 por ciento de las colisiones fatales o discapacitantes en todo el mundo, con independencia del país de que se trate. Los países que han adoptado planes de acción focalizados para combatir por lo menos uno de los factores de riesgo antedichos han logrado reducir la mortalidad causada por el tránsito entre un 20 y un 40 por ciento en unos pocos años, incluso cuando la tendencia anterior exhibía aumentos pronunciados.

Naturalmente, hay otros factores de riesgo sustanciales, tales como la fatiga de los conductores (que afecta en particular a los conductores del transporte comercial interurbano), el uso de teléfonos móviles, la conducción bajo los efectos de las drogas, la inobservancia de las distancias de seguridad y la falta de ayudas visuales para los conductores. Ninguno de estos factores de riesgo se debe pasar por alto.

También hay normas básicas del Código de Vialidad que deben observar los usuarios, por ejemplo las normas para ceder el paso o adelantar a otros vehículos, los semáforos y las señales que prohíben la entrada. Por razones de brevedad y mayor impacto, en el presente informe nos hemos concentrado deliberadamente en los cuatro grandes factores de riesgo que son la causa de la mayoría de las muertes (Lautrédou, 2010).

### **El vehículo**

Es el medio que utilizan las personas para desplazarse por las vías. (La Ley 109 Código de Seguridad Vial) lo define como “artefacto o aparato apto para circular por las vías o terrenos a que se refiere el artículo 2”.

Los vehículos modernos son mucho más seguros que los modelos más antiguos. Los fabricantes consideran, en general, que llevará tiempo hasta que los adelantos tecnológicos futuros se plasmen en mejoras de seguridad avanzadas. Las normas de

seguridad técnica y la inspección anual de vehículos son obligatorias en los países de altos ingresos.

En cambio, los países de ingresos bajos y medianos suelen tener un parque automotor deficiente, circunstancia que agrava el problema de la Seguridad Vial. Así ocurre, en especial, con vehículos comerciales como taxis, autobuses y camiones, que por término medio representan el 50 por ciento de todos los vehículos en esos países. Es necesario introducir sistemas de inspección técnica eficaces e independientes, lo antes posible, en particular para el parque de vehículos comerciales. La inspección debe ser estricta en lo que concierne a las funciones de seguridad vitales de los vehículos, como el frenado, la amortiguación y la iluminación. Otra preocupación en los países de ingresos bajos y medianos es la sobrecarga de los vehículos comerciales que transportan mercancías o pasajeros (o ambos a la vez, como suele ocurrir). Es esencial adoptar reglamentos sobre cargas máximas e inspecciones periódicas. Una mayor mejora del sector del transporte público y comercial es uno de los medios más adecuados para evitar esas sobrecargas. Aunque la calidad de los elementos de seguridad de un vehículo es un componente crítico del sistema de Seguridad Vial, los vehículos deficientes son todavía sólo la tercera causa más importante de las colisiones en carreteras. La infraestructura vial es la segunda (Lautrédou, 2010).

La capacidad de respuesta y toma de decisiones del conductor vendrá limitada en general por el estado del vehículo. Para ello el conductor deberá realizar las operaciones necesarias para circular con total seguridad y que, al menos, serán las siguientes: Neumáticos, frenos, amortiguadores, batería, puesta a punto del encendido, alimentación del motor, refrigeración, lubricación y alumbrado (J. Martín, 2005).

### **La Vía**

La vía constituye el entorno y el soporte físico del sistema del tráfico en su totalidad. Es el elemento estable y permanente de la circulación, pero al mismo tiempo cambiante, porque cambiantes y diversas son las situaciones que en ella se presentan.

Según (Ley No. 109 "Código de Seguridad Vial) vía es: Superficie completa de toda autopista, carretera, camino o calle, utilizada para el desplazamiento de vehículos y personas. Cuando están abiertas a la circulación se consideran públicas. Son componentes de la vía los elementos que se construyen o instalan para cumplir los objetivos de circulación, tales como: faja de emplazamiento, calzada, corona,

separadores, parterres, cunetas, paseos, aceras, defensas, explanaciones, puentes, alcantarillas, túneles, muros de contención, elementos de señalización y pasos viales y peatonales.

El conductor de un automóvil, además de conocer las posibilidades de su vehículo y sus limitaciones, debe ser consciente de sus propias limitaciones como conductor, todo ello con independencia de conocer las normas y señales de circulación, estando al corriente de las últimas modificaciones normativas. Pero tampoco esto es suficiente, hay que captar, interpretar y dar respuesta a los mensajes que transmitan la vía, el entorno y el propio tráfico.

La conducción de un vehículo, impone unas exigencias, las cuales son diversas y cambiantes y que, para que la conducción sea segura, hay que adaptar la actuación o el comportamiento al nivel exigido por las diversas y cambiantes situaciones de la vía. Este nivel de exigencias requiere en cada momento una respuesta adecuada por parte del conductor.

Desde el punto de vista de la vía, el nivel de exigencias para el conductor vendrá impuesto:

- Por las características geométricas y físicas de la vía. Evidentemente, no es lo mismo conducir por tramos rectos que por curvas, por una calzada con pavimento de adoquines que por otra de asfalto, por tramos deslizantes que por otros que presenten buena adherencia.
- Por las condiciones meteorológicas o ambientales. La conducción es distinta según que el pavimento esté seco o mojado, helado o nevado, limpio o con gravilla u hojas caídas de los árboles, de día o de noche, en condiciones normales de visibilidad o en condiciones adversas que la disminuyen sensiblemente, sin viento o con viento fuerte, etc.
- Por la circulación. También influyen en la conducción la densidad y la fluidez y la composición de la circulación. En efecto, la circulación es más difícil cuando circulan muchos vehículos pesados que cuando no lo hacen, por una travesía estrecha que por otra amplia por una calle estrecha y sin aceras que por otra amplia y con ellas, etc.

Por las normas y las señales reguladoras de circulación. Las situaciones del tráfico son más fáciles cuando están reguladas en el Reglamento General de Circulación que cuando no lo están, cuando la vía está señalizada que cuando no lo está, cuando está bien señalizada que cuando lo está deficientemente, etc. (J. Martín, 2005).

La infraestructura vial, considerada en su conjunto (con inclusión de la superficie de la carretera, las señales y el diseño), es un importante factor de seguridad. En el diseño de las carreteras se debe tener en cuenta el error humano y se debe tratar de reducir al mínimo sus consecuencias.

Se ha demostrado que algunas mejoras infraestructurales de bajo costo pueden reducir sustancialmente las colisiones en carreteras y su gravedad. Como ejemplos de mejoras cabe mencionar la separación de distintos tipos de tráfico, el mejoramiento de la marcación y las señales de las carreteras, los senderos más seguros para peatones y vehículos de dos ruedas, la construcción de aceras y cruces más visibles para peatones y la reducción de las velocidades del tránsito (mediante el uso de badenes, bandas sonoras y rotondas). En las carreteras existentes, estas mejoras se deben hacer primero en los puntos de alto riesgo, donde se producen muchos choques, especialmente en la entrada y salida de zonas urbanizadas y de gran actividad (tales como mercados y escuelas). Las mismas mejoras se deben incorporar en el diseño de las nuevas carreteras para evitar que puedan convertirse en causa de choques en el futuro. Es esencial que en los presupuestos de construcción vial de futuras carreteras se incluyan partidas destinadas a la seguridad, práctica que en modo alguno es común en todo el mundo. Ya se han publicado guías técnicas prácticas Aunque la peligrosidad de la infraestructura vial es una importante causa de las colisiones en carreteras, de ningún modo es la principal (Lautrédou, 2010).

Queda claro que el principal factor que incide en la Seguridad Vial es el humano, aunque no se puede dejar de prestar atención a los demás; la vía y el vehículo. La vía es un importante factor que siempre se debe tener presente por ser el soporte del tráfico y por consiguiente es vital el mantenimiento y conservación de las mismas para mantener la seguridad y confort de los usuarios que las emplean.

El Centro Nacional de Vialidad (CNV) es la entidad encargada de: dirigir, controlar y ejecutar, de acuerdo con las instrucciones e indicaciones del Ministerio del Transporte, lo relativo a la aplicación de la Política del Estado y el Gobierno respecto al tránsito, que

comprende los estudios sistemáticos sobre el diseño, la señalización vial, los semáforos, así como los demás medios de prevención y advertencia. Para ello en cada provincia existe un Centro Provincial de vialidad encargado de gestionar la vialidad en su territorio a partir de los procesos fundamentales con que cuenta esta entidad: proceso inversionista y proceso de conservación para las vías de Interés Nacional. Para este último el CNV ha elaborado un procedimiento por el cual se debe trabajar en la elaboración del programa de conservación vial.

### **1.3 . Procedimiento para la elaboración del Programa Nacional de Conservación para las Vías de Interés Nacional**

El proceso de conservación será concebido para un periodo de ejecución de un año, teniendo un carácter territorial, con una propuesta en valores expresada en moneda total, cuyo monto estará en correspondencia con los indicadores físicos definidos para ejecutar en las Vías de Interés Nacional, tomándose como base la proyección a mediano plazo realizada por cada provincia. Al efecto su montaje abarca distintas fases a desarrollar a partir del mes de enero, del año que le antecede.

Cada año el vicedirector de planeamiento y conservación vial del CNV bajo la aprobación del Director General, emitirá oficialmente las indicaciones que definan los plazos establecidos mediante cronograma indicado por la dirección de inversiones del Ministerio de Transporte.

#### **1.3.1. Fases para la conformación del Programa Nacional de Conservación (PNC)**

##### **Fase I: Conformación de la propuesta inicial del Programa Nacional de Conservación**

- Revisar en los Centros Provinciales de Vialidad (CPV) el Registro de deterioro de las vías para conformar listado de necesidades. Modelos EV-1 y EV-2.
- Tomar como prioridad la ejecución de la totalidad del plan de mezcla asfáltica (HAC) que se defina preliminarmente para la conservación en la provincia.
- Realizar en cada provincia el montaje de los registros de obras desglosados por constructor. Con valores estimados en moneda total e indicadores físicos definidos. Utilizar registros RPC-1 y RPC-2.
- Realizar evaluación de carga – capacidad con cada entidad constructora del territorio.

- Realizar el chequeo de la propuesta inicial del programa entre directivos provinciales y especialistas del Centro Nacional de Vialidad (CNV).
- Firmar actas de conciliación con las entidades constructoras de la provincia comprometidas con este programa.
- Definir los recursos e insumos necesarios, cumpliendo las especificaciones del CNV al respecto.
- Enviar al CNV la propuesta de programa con sus valores, soporte de recursos materiales y actas de conciliación con las entidades constructoras, en coordinación con el grupo de logística del CNV y en los modelos nacionales establecidos.

### **Fase II: Presentación de la propuesta del Programa de Conservación a la Dirección de la Economía del MITRANS para su posterior aprobación por el MEP**

- Confeccionar en la vicedirección de planeamiento y conservación vial y entregar a la vicedirección de economía la propuesta de la cifra económica para la conservación, especificando la demanda en moneda total y su componente en CUC, debidamente fundamentada y desglosada por conceptos de ejecución, en correspondencia con la propuesta presentada a la dirección de inversiones del ministerio.
- Una vez recibida de la vicedirección de economía la aprobación de cifras del Plan Económico para el CNV aprobado por el MEP, se desglosa la cifra del programa de conservación por provincias y organismo ejecutor, poniéndose a la firma del director general mediante registro RNC-1, con copia a la vicedirección de economía del CNV para su notificación territorial y simultáneamente son enviadas a través de la vicedirección de planeamiento y conservación vial las indicaciones referidas al proceso de presentación, discusión y aprobación de los programas territoriales a cada CPV, Centro Municipal Isla de la Juventud (CMIJ) y Grupos de Túneles (GT), acompañadas de las cifras que correspondan.

### **Fase III: Revisión, ajustes y preparación técnica del Programa**

- Revisar con cada territorio, participando directivos del CNV con homólogos del CPV, CMIJ y GT para ratificar: Prioridades de obras del programa, alcance de los indicadores físicos y cronogramas de ejecución. (Mínimo en 2 etapas).
- Concluir la preparación técnica de las obras seleccionadas.



**Fase IV: Presentación del Programa de Conservación territorial a la dirección del CNV para su aprobación**

- Los CPV, CMIJ Y GT enviaran a través de esta vice dirección la propuesta de Programa Anual de Conservación de vías, en valores e indicadores físicos, con su correspondiente desglose mensual. Utilizar registros RPC-3, RPC-4 y RPC-4.1 (2 ejemplares).
- Revisados por el vicedirector de planeamiento y conservación vial y aprobado por el director general del CNV, se archiva un ejemplar como evidencia en la vicedirección de planeamiento y conservación vial del CNV y otro se envía para su archivo a los CPV, CMIJ y GT respectivamente.

**Fase V: Presentación, discusión y firma de los contratos de ejecución**

- Revisar y pactar con cada organismo ejecutor los parámetros de calidad.
- Exigir a cada entidad ejecutora que interviene en el programa de presentación de las propuestas de proforma de contrato para su revisión.
- Discutir y firmar con cada entidad constructora los contratos de ejecución sobre la base de las cifras aprobadas por el organismo superior para el año y en correspondencia con los valores del programa consignados por el CNV.
- Los contratos para la ejecución del programa de conservación deben estar elaborados y firmados al comenzar el año de trabajo, a partir de que se cuente con la notificación de las cifras oficiales del año precedente.

**Fase VI: Proceso de asignación del componente CUC para insumo del constructor e insumo de obra**

- Los CPV, CMIJ y GT enviarán a través de la vicedirección de planeamiento y conservación vial la relación nominal de obras contratadas por cada entidad constructora con la propuesta de insumo del constructor e insumo de obra respectivamente, según indicaciones del CNV. Utilizar registros RPC-6 y RPC-7.
- Revisados por el vicedirector de planeamiento y conservación vial y aprobado por el director general del CNV, se emiten registros RNC-2 y RNC-2.1, destinándose un ejemplar como evidencia a las vicedirecciones del ingeniero principal y de economía del CNV respectivamente y se remite un ejemplar a los correspondientes CPV, CMIJ y GT para su conocimiento y archivo.

**Fase VII: Ejecución y control del Programa de conservación vial**

- Los CPV, CMIJ y GT teniendo en cuenta la base contractual suscrita por los ejecutores, verificarán mensualmente a través de los especialistas e intendentes municipales el cumplimiento del programa de conservación vial, tanto en valores como en físico. En caso de existir incumplimiento de alguno de los parámetros pactados con el constructor, se indicarán oportunamente las correcciones o medidas que correspondan y que permitan llevar a feliz término el cumplimiento de los trabajos planificados con la calidad requerida, dentro del marco del presupuesto aprobado para cada ejecutor y en caso necesario se recogerán los descuentos que correspondan en el registro RPC-11.
- Entre los días 25 y 30 de cada mes, las partes (Especialistas Principales del CPV, CMIJ, GT y directivo representante de la entidad constructora), realizarán el análisis de cierre de mes en curso y puntualizarán los trabajos a ejecutar el mes siguiente, sobre la base de la información obtenida de los intendentes municipales y de los cronogramas de ejecución previstos en los contratos, pudiéndose evaluar para su inclusión aquellos trabajos que cumplan el objetivo de recuperar los descuentos recogidos en el registro RPC-11 y/o atrasos que hayan podido producirse, dentro del marco de las actividades contratadas e incluidas en el programa anual aprobado. Serán firmados entre las partes el programa mensual próximo a ejecutar (registro RPC-5) y la ejecución real del mes vencido para cada entidad constructora, previa conciliación con el área económica correspondiente del efecto contable de estas acciones. De este análisis quedarán elaborados los registros RPC-8 y RPC-9 y sólo en cierre de trimestre el RPC-10, para su envío a la vice dirección de planeamiento y conservación vial.
- La vice dirección de planeamiento y conservación vial del CNV controlará mensualmente el desarrollo del programa de conservación de las Vías de Interés Nacional de cada provincia a través del especialista del área, tomando como base las informaciones emitidas por los CPV, CMIJ y GT a través de los registros referidos en el inciso anterior.
- La vice dirección de planeamiento y conservación vial a través del especialista de conservación, controlará cada mes el desarrollo del programa en valores a nivel

nacional así como el cumplimiento de los indicadores físicos respecto a lo planificado para el país, procesando y evaluando los registros RNC-3, RNC-4, RNC-4.1 y sólo trimestralmente los RNC-5 y RNC-5.1. Como resultado se podrán emitir consideraciones y proposiciones a través del vicedirector de planeamiento y conservación vial a la dirección general, cuando sea necesaria.

- Los directivos de los CPV y CMIJ tienen la responsabilidad de velar y chequear mensualmente de manera diferenciada que el cumplimiento en Km. del acumulado del indicador físico "Longitud de vías en conservación" sea a **nivel provincial 95%** ya que constituye uno de los dos indicadores condicionales requeridos para el otorgamiento de la estimulación a sus trabajadores, que en caso de no cumplirse deben notificar en los cinco primeros días del mes al área de recursos humanos de la vicedirección administrativa del CNV.
- La vicedirección de planeamiento y conservación vial tienen la responsabilidad de velar y chequear mensualmente de manera diferenciada que el cumplimiento en kilómetros del acumulado del indicador físico "Longitud de vías en conservación" sea a **nivel nacional 95%** ya que constituye uno de los dos indicadores condicionales requeridos para el otorgamiento de la estimulación a los trabajadores del CNV, notificándose su resultado al área de recursos humanos de la vicedirección administrativa en los diez primeros días del mes, mediante el modelo establecido por ésta (modelo 1).
- La vicedirección de planeamiento y conservación vial recibirá las informaciones mensuales del cumplimiento de los programas de conservación enviados por los CPV, CNIJ y GT los días 3 de cada mes y rendirá la información a la Dirección general los días 8 de cada mes, después de compatibilizar las cifras con la vice dirección económica. La información primaria será presentada por los especialistas principales de los CPV, CMIJ y GT con un comentario avalado por el director, donde se reflejen los principales aspectos que inciden en la ejecución del programa, adjuntado al mismo los registros RPC-8, RPC-9 y sólo en cierre de trimestre el RPC-10.
- En los casos en que el día 3 coincida con los días sábados, domingos, días feriados u otros en que ocurra una afectación nacional, la vicedirección de planeamiento y

conservación vial del CNV emitirá oficialmente indicaciones, definiendo nuevos plazos de entrega de la información así como de la rendición de información de la dirección general.

- La vicedirección de planeamiento y conservación vial verificará a través de sus representantes el cumplimiento de los programas de conservación vial y demás componentes organizativos de la actividad durante las visitas de supervisión y control planificadas a los CPV, CMIJ y el GT; así como en visitas de control o despachos programados por la propia vicedirección.

#### **Fase VIII: Solicitud de modificación del programa de conservación por las dependencias del CNV**

- Cualquier modificación a las cifras aprobadas en moneda total, provocada por causas excepcionales o en períodos establecidos por la dirección del CNV, será solicitada mediante fundamentación de los directores de los CPV, CMIJ y especialista principal del GT y dirigida por escrito al director general del CNV, acompañada de los registros RPC-3, RPC-4 y RPC-4.1. El director general del CNV resolverá su aprobación o negación según proceda, a través de la firma de los registros mencionados, previa revisión de los mismos por vicedirector de planeamiento y conservación vial.
- Los CPV, CMIJ y el GT no podrán realizar acciones que propicien modificaciones del programa de conservación inicialmente aprobado, hasta tanto no reciban la respuesta oficial a la solicitud de modificación presentada, mediante notificación de la vicedirección de economía del CNV.
- Aprobada la modificación del programa en moneda total, se procederá a efectuar la revisión y depuración del componente en CUC asignado al territorio para los insumos del constructor y de obras, a fin de enviar a la dirección general del CNV a través de la vicedirección de planeamiento y conservación vial la propuesta de modificación de las cifras inicialmente aprobadas, mediante el uso de los registros RPC-6 y RPC-7, según proceda. El proceso de aprobación y notificación será similar al utilizado en la modificación del programa expresado en moneda total.
- Los directores y especialistas principales de los CPV, el CMIJ y GT quedan encargados de una vez notificada por la vicedirección económica del CNV la

modificación del Programa (en ambas monedas), proceder a efectuar la revisión, actualización y adecuación de los contratos de ejecución con las entidades ejecutoras implicadas, previo acuerdo entre las partes y la corrección de los registros RPC-1 y RPC-2 con los especialistas e intendentes municipales que correspondan, a fin de mantener actualizada la ejecución de las diferentes actividades por carreteras y ejecutores, evaluados durante el proceso de discusión del programa.

El autor considera que en la fase de planificación del procedimiento para elaboración del programa de conservación para las Vías de Interés Nacional se toma solo como prioridad la ejecución de la totalidad del plan de mezcla asfáltica (HAC) que se defina para la conservación, cuando también es necesario tener en cuenta otras prioridades también dadas por el Centro Nacional de Vialidad como son los tramos de alta concentración de accidentes y los principales ejes de carga. La planificación de la conservación de las vías es un proceso que se retroalimenta de las informaciones obtenidas con anterioridad, ya sea de los desperfectos técnicos que aparecen en el registro de deterioros como de la accidentalidad ocurrida en las Vías de Interés Nacional.

La conservación de las vías se debe gestionar con un enfoque basado en procesos teniendo en cuenta los principios básicos de gestión de la calidad si se quiere lograr buenos resultados en la administración de las Vías de Interés Nacional, principal tarea del Centro Provincial de Vialidad de S. Spíritus.

#### **1.4. Conclusiones del capítulo**

A partir del análisis realizado en este capítulo se puede concluir que:

- La revisión de la literatura científica especializada sobre la gestión por procesos y su contribución al mejoramiento de la calidad permitió determinar que este enfoque, es un reto que se impone en la actualidad y al mismo tiempo constituye una necesidad para la sociedad, al contribuir al establecimiento de mejoras que conduzcan a la seguridad y confort de los usuarios de la vía.
- La utilización de herramientas aplicables al proceso, objeto de estudio accedió a dar cumplimiento al objetivo de la investigación como son, los diagramas de flujos y mapas de procesos que constituyen un componente básico dentro de las técnicas gráficas de uso empresarial. También se utilizó para la mejora del proceso, el Análisis Modal de Fallos y Efectos un método de ingeniería basado en la estadística,

fundamental para el presente estudio en cuestión porque está encaminado a garantizar la mejora continua.

- Para la confección del Programa Nacional de Conservación Vial existe un procedimiento elaborado por el Centro Nacional de Vialidad, sin embargo no existen precedentes de la integración de herramientas como el AMFE en esta metodología a aplicar en el objeto de estudio que aborda esta investigación; por lo que se considera que el problema científico planteado no ha sido resuelto; de ahí que no exista en la actualidad un procedimiento con enfoque de procesos para la planificación en la elaboración del Programa de Conservación en las Vías de Interés Nacional.

## **CAPÍTULO 2. Fundamentación teórica para el enfoque de proceso en la planificación del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional**

### **2.1. Procedimiento con enfoque de proceso para la planificación del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional como elemento concurrente de la Seguridad Vial**

Según la Ley 109 “Código de Seguridad Vial”, las vías se clasifican:

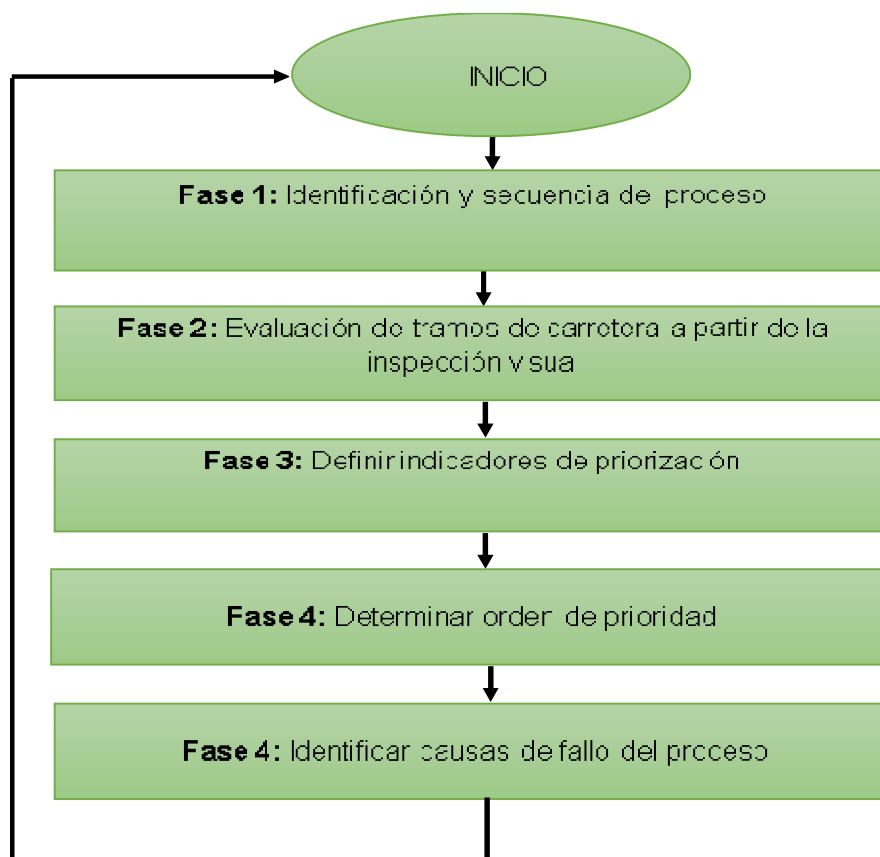
- Atendiendo a su ubicación en:
  - Urbanas: cuando están dentro de zonas urbanas.
  - Rurales: cuando están fuera de los perímetros urbanos.
- Atendiendo al interés socioeconómico en:
  - Nacionales: aquellas que tienen un interés nacional, con independencia de su ubicación geográfica. Corresponde al Ministerio del Transporte determinar las Vías de Interés Nacional y su administración.
  - Provinciales: las que tienen un interés para la provincia en que estén enmarcadas. Corresponde al Consejo de la Administración Provincial del Poder Popular su determinación y administración.
  - Municipales: las que tienen un interés para el municipio en que estén enmarcadas y no estén clasificadas como nacionales o provinciales. Corresponde al Consejo de la Administración Municipal del Poder Popular su determinación y administración.
  - De interés específico: aquellas requeridas por órganos y organismos del Estado y Gobierno, empresas y otras entidades para el desarrollo de su labor. Corresponde a la entidad específica su determinación y administración.

Con respecto a la conservación de las vías la (Ley 109 “Código de Seguridad Vial”), plantea:

Artículo 25.- Las obras de conservación se realizan para subsanar los deterioros progresivos y normales originados por la explotación de la vía, la acción de la naturaleza o el hombre. Tienen como objetivo mantener la vía en el estado en que fue construida, sin modificar de forma extensa o generalizada el diseño original de la obra. Por su complejidad se dividen en obras de reparación y de mantenimiento.

Artículo 26.- La reparación es la obra de conservación que tiene como objetivo subsanar las destrucciones ocurridas en la vía durante el proceso de explotación.

Al analizar la información recopilada en la consulta bibliográfica se decide realizar una nueva propuesta donde se integren algunas etapas de los procedimientos analizados, específicamente el de (Tejedor y Carmona 2005), por ajustarse al proceso objeto de estudio y por ser viable para su aplicación: ver figura 2.1



**Figura 2.1** Procedimiento para la planificación de la conservación de las Vías de Interés Nacional. Fuente: Adaptado de (Tejedor y Carmona 2005),

### **2.1.1. Identificación y secuencia del proceso de planificación de la conservación en Vías de Interés Nacional**

La planificación de la conservación vial, como toda planificación de actividades relacionadas con la infraestructura de transporte, es un proceso continuo y dinámico.

En el caso de la conservación vial, la planificación involucra, al menos, las siguientes actividades:



- Definición de metas y objetivos.
- Identificación de necesidades en la red vial.
- Priorización y optimización de actividades.
- Definición de un plan.
- Análisis y establecimiento de estrategias de financiamiento.
- Programación de actividades y utilización de recursos
- Ejecución, seguimiento y control.

La planificación del mantenimiento requiere una interacción recurrente, “de ida y vuelta”, en varios de sus pasos o etapas y aún entre las mismas, a fin de asegurar la consistencia del plan desarrollado con las metas y objetivos propuestos, y la consecuente eficacia en el mantenimiento de condiciones mínimas admisibles en la red vial como resultado de la implementación del plan concebido.

Asimismo, las condiciones cambiantes, propias de la utilización de la red vial y de la acción de los agentes climáticos sobre la infraestructura realzan aún más la dinámica del proceso de planificación, además de las incertidumbres en la determinación de las variables intervinientes a largo plazo y con frecuencia aún en el mediano plazo, así como las actividades que se vayan llevando a cabo en la red y la eficacia y eficiencia logradas en cada caso y la alteración de objetivos o inclusión de otros como consecuencia de cambios en las condiciones del entorno (económicas, sociales, políticas, etc.). En efecto, aun manteniendo los mismos objetivos, la implementación de ciertas actividades implicará el mejoramiento de la condición en ciertos tramos de la red. La información actualizada de su estado permitirá disponer de nueva información para determinar necesidades futuras y los resultados obtenidos permitirán ajustar los modelos de proyección o modelos de deterioro para establecer un nuevo plan.

Este proceso continuo y dinámico, suele representarse como un círculo, usualmente calificado como “círculo virtuoso” (figura 2.2), precisamente porque al recorrerlo en forma continua, aunque a partir de parámetros dinámicos, permite lograr que el proceso de planificación resulte eficaz y se logren los objetivos propuestos, optimizando a la vez los recursos utilizados para ello.



**Figura 2.2.** Círculo virtuoso. Fuente: (Autores, 2010)

La identificación de las necesidades en la red vial, para lograr y mantener la condición mínima deseada para la misma, es sin duda un aspecto crítico para la planificación y requiere de información actualizada y confiable de todos los elementos que componen la infraestructura física de la red, así como de su estado o condición en el momento previo al proceso de planificación propiamente dicho. Igualmente, la proyección futura del estado de todos aquellos elementos de la red resulta clave para la determinación de las necesidades y la consecuente planificación a mediano y largo plazo del mantenimiento, lo que implica la necesidad de disponer de modelos de proyección o estimación de esa condición futura, dadas las características físicas y de uso correspondientes y su condición actual, comúnmente denominados modelos de deterioro. Para la actualización de los registros de deterioros se emplea la evaluación de tramos de carretera a partir inspección visual por Catálogo de deterioro de pavimentos flexibles.

### **2.1.2. Evaluación de tramos de carretera a partir de la inspección visual**

La metodología propuesta para evaluar o calificar el estado de un tramo de carretera emplea el “Catálogo de Deterioros en Pavimentos Flexibles” (Anexo 3) (Cecilia, Paine,

& Rodríguez, 2000), que se ajusta a los establecidos por el Consejo de Carreteras de Iberoamérica y que ha sido aprobado para su uso en el país.

En el catálogo se agrupan los deterioros en cuatro familias:

- Deformaciones.
- Fisuras.
- Segregaciones.
- Otros deterioros.

Aparece el concepto de Severidad de deterioro, partiendo de su causa, origen y dimensiones. El método da calificación al tramo de carretera a partir de los deterioros que en el mismo se encuentran y su respectiva severidad en función del área con que aparecen estos dentro de la muestra, teniéndose para cada caso específico un coeficiente de influencia. En esta metodología aparecen las mejores alternativas en cuanto a actividades a realizar según deterioros. Para la Tramificación y unidad de muestreo se utiliza el Método del Centro Nacional de Vialidad. (Anexo 4) (Horta, 1997).

Puede verse entonces, la necesidad de disponer de información confiable, en tiempo y forma para poder llevar a cabo una planificación eficaz, ejecutar lo planificado por etapas y realimentar de manera continua el proceso, lo que permite una actualización permanente del plan.

Tanto la eficacia (logro de los objetivos propuestos) como la eficiencia (utilización racional de los recursos disponibles) constituyen aspectos críticos del proceso. Ningún plan será bueno si no resulta eficaz, pero un plan eficaz podrá no ser tan beneficioso desde el punto de vista económico para la sociedad en su conjunto, si no se implementa de manera eficiente.

Los aspectos técnico, económico, institucional y ambiental, relacionados con la red vial a mantener, deben ser considerados conjuntamente en el proceso de planificación, apuntando a los dos conceptos mencionados: eficacia y eficiencia en la utilización de los recursos disponibles.

El proceso debe contestar las siguientes interrogantes:

- ¿Qué es necesario hacer?
- ¿Dónde es necesario hacerlo?
- ¿Cuándo conviene ejecutarlo?
- ¿Cuánto cuesta realizarlo?

Las respuestas correspondientes varían también con el tiempo, para los diferentes ciclos del círculo de la figura 2.2, dada la dinámica propia del proceso, tal como ya se ha comentado anteriormente.

Durante el proceso deben analizarse diferentes estrategias y planes alternativos técnicamente factibles, es decir, que permitan el logro de los objetivos perseguidos dentro de las restricciones imperantes y constituyan además aplicaciones técnicas adecuadas para las situaciones de deterioro observadas en la red, o para la prevención de determinados daños. El proceso debe hacerse en forma cuidadosa, seleccionando las alternativas y definiéndolas convenientemente, ya que las decisiones finalmente adoptadas como resultado del análisis de las mismas implicarán consecuencias significativas en el estado de la red y en los costos asociados a la operación de la misma (costos de mantenimiento, costos de inversión en rehabilitación, costos de operación, etc.) y por ende, en los resultados técnicos y socioeconómicos.

Para cada situación en particular (tipo de pavimento, materiales componentes, condición, tipo de deterioro observado, severidad y extensión del daño, etc.), existirán entonces diferentes actividades que resuelven la situación desde el punto de vista técnico, cada una de ellas con diferentes costos, durabilidades y facilidades de ejecución. Asimismo, en una red vial existirán diferentes vías, cada una de las cuales tendrá secciones en diferente condición, así como tramos de mayor o menor importancia desde el punto de vista económico o de utilización, etc. Y aún más, existirán diferentes categorías de redes, desde las troncales o principales hasta las redes terciarias o alimentadoras y las habrá de carácter rural, suburbano o urbano.

Consecuentemente, para planificar de manera adecuada el mantenimiento es necesario establecer previamente los niveles mínimos de servicio o la peor condición tolerada para cada caso, es decir, para cada tipo de deterioro y para cada categoría y tipo de vía considerada, comúnmente denominados umbrales. Resulta conveniente entonces analizar la sensibilidad de la planificación del mantenimiento para los diferentes umbrales posibles, en aras de tomar las mejores decisiones, tanto en materia de nivel de servicio que prestará la red vial como en los beneficios económicos resultantes de los recursos invertidos en la misma. En el corto, mediano y largo plazo existirán también ciertas restricciones de diversa índole (técnicas, presupuestarias, de disponibilidad de equipamiento o recursos humanos, institucionales, de capacidad de ejecución y/o control tanto del sector público como del privado, etc.), que deberán ser consideradas

adecuadamente. De ello dependerá que el plan sea realmente factible de ser ejecutado y controlado con el nivel deseado, aspectos imprescindibles para alcanzar los objetivos planteados. La priorización y optimización de actividades debe realizarse entonces en el marco de las restricciones imperantes, escogiendo la mejor alternativa (conjunto de actividades a realizar en cada grupo de tramos de la red) desde el punto de vista económico, que sean técnicamente factibles y siempre de manera consistente con los objetivos perseguidos. Priorización y optimización constituyen técnicas diferentes, cada una de las cuales deberá utilizarse según el tipo de análisis a efectuar o en diferentes etapas del proceso, en función de los resultados que se busquen en cada una de ellas.

La priorización de tramos a intervenir se realiza generalmente mediante la determinación de parámetros o el cálculo previo de indicadores, donde se establece un orden de importancia o *ranking* de tramos en función del valor de dichos parámetros o indicadores. Por ejemplo, pueden determinarse mediante una evaluación de estado del pavimento, ciertos parámetros de condición para cada tramo homogéneo de la red (existencia de baches, rugosidad, fisuración, ahuellamiento, etc.), combinándose luego esos valores en un Índice de Condición (IC) que pondere la importancia de estos parámetros respecto a la necesidad de efectuar tareas de conservación rápidamente. De esta forma, pueden ordenarse luego los tramos de la red, según el valor de dicho IC, colocando en primer término el de mayor deterioro (menor IC) y consecuentemente el que requiere mayor urgencia en su intervención, siguiendo el orden ascendente del IC hasta llegar incluso a los tramos que no requieren intervención alguna.

Para el cálculo de IC existen diferentes métodos partiendo de la Metodología para la evaluación del pavimento flexible de tramos de carretera a partir de la inspección visual.

### **2.1.3. Definir los indicadores necesarios para la priorización de tramos a intervenir en la red vial**

#### **Método para el cálculo del Índice de Condición (estado del pavimento)**

Para el cálculo del Índice de condición (Estado del Pavimento) de la unidad muestreada y de la carretera se aplica la expresión 2.1.:

$$IC = 100 - \sum_j \sum_s C_{j_{max}} * NS_{sj} * (AD_{sj} / AT) \quad (2.1)$$

Donde:

IC= Índice de condición superficial del pavimento de la unidad o carretera evaluada, con resultado entre 0 y 100 puntos. De acuerdo a éste se le puede asociar la calificación cualitativa estipulada por la Dirección Nacional de Vialidad que aparece en la tabla siguiente:

**Tabla 2.1.** Clasificación según el índice de condición (IC)

Márgenes de puntos	Clasificación
0 – 20	Pésimo
20 – 40	Malo
40 – 60	Regular
60 – 85	Bueno
85 – 100	Muy Bueno

Fuente:(Horta, 1997)

$C_{j_{max}}$ : Valor máximo de calificación para la familia a la que pertenece el deterioro tipo  $j$ , según lo establecido por la Dirección Nacional de Vialidad.

**Tabla 2.2.** Valores de  $C_{j_{max}}$  según tipo de deterioro

Familia de deterioro	$C_{j_{max}}$
Deformaciones	20
Fisuras	10
Segregaciones	45
Otros deterioros	25

Fuente:(Horta, 1997)

$NS_{sj}$  = Factor correspondiente a un nivel de degradación  $s$  (bajo, medio, alto) de deterioro  $j$  a los que se llega, para pavimento flexible, mediante criterio de expertos.

Este Método tiene como limitación que utiliza el Catálogo de Desperfectos en Pavimentos, el cual no tiene especificado la severidad de los deterioros. A su vez, tiene como ventaja que al ser aplicado, los resultados obtenidos coinciden con otros Métodos de Inspección Visual (PCI) y por inspección de criterios de expertos, por lo que su factor de nivel de severidad es confiable.

Por tal motivo se propone un Método unificado donde se utilice:

- Para la inspección visual del pavimento: el Catálogo de deterioro en pavimentos flexibles, elaborado por el Centro Nacional de Vialidad, en el año 2000.
- Cálculo del Índice de condición (Estado del Pavimento) mediante la expresión 2.1.

Si se utiliza este ordenamiento, *ranking* o priorización de tramos, puede elaborarse un listado de actividades a realizar, que incluya un cierto número de tramos hasta que se alcance el monto correspondiente al presupuesto disponible para el período considerado. Sin embargo, esta forma de planificar, basada en una priorización sencilla, no contempla la totalidad de las variables necesarias, ya que puede darse el caso de tramos en muy mala condición y consecuente con prioridad alta, pero casi sin utilización, o vías con tráficos elevados en condición regular que no aparecen como de las más prioritarias o incluso quedan fuera del plan debido a las restricciones presupuestarias imperantes, siendo obvia su mayor importancia económica frente a las anteriores. Una mayor sofisticación en el desarrollo del índice a utilizar en la priorización permite manejar mejor estos aspectos. Por ejemplo, la combinación del IC con el índice de prioridad (IP), que está dado por las prioridades que establece el CNV.

### **Método para determinar el Índice de Prioridad**

El Centro Nacional de Vialidad establece cuatro prioridades a tener en cuenta para el montaje del Programa de conservación, son ellas:

- Los tramos de alta concentración de accidentes.
- Los ejes viales que aseguran la transportación de cargas y pasajeros a nivel nacional.
- Los viales vinculados al desarrollo de los sectores priorizados de la economía.
- Los viales vinculados al Plan Turquino.

Para establecer esta combinación es necesario calcular el Índice de Prioridad (IP) a partir de la ponderación de las prioridades establecidas por el CNV, que se definen en un trabajo en equipo, conformado por especialistas del CPV.

Existe el caso de vías en las que se encuentren varias prioridades para lo cual se emplea la expresión 2.2 para la obtención del IP:

$$IP = 1 - \sum p \quad (2.2)$$

Donde:

IP= Índice de Prioridad

p= Prioridad ponderada

#### **2.1.4 Determinar el Orden de prioridad de intervención**

Para determinar el orden de prioridad es necesario combinar el resultado del IC con el resultado del IP dado por las prioridades establecidas por el CNV

Para determinar el orden de prioridad (OP) de las Vías de Interés Nacional a intervenir se emplea la expresión 2.3.

$$OP = IC * IP \quad (2.3)$$

El menor resultado al combinar el índice de condición (IC) con el índice de prioridad (IP), se considera el tramo de mayor prioridad a la hora de la elaboración del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional.

#### **2.2. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)**

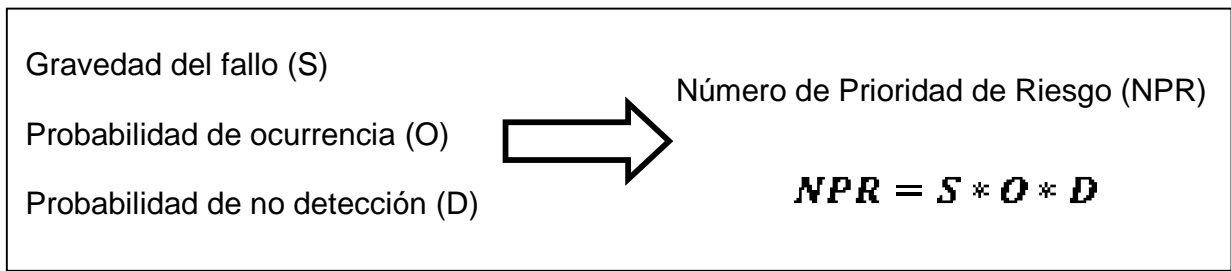
El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos, es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo del producto que permite, de una forma sistemática, asegurar la incorporación y análisis de todos los fallos potenciales concebibles. El AMFE permite identificar las variables significativas del proceso/producto, para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias en la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce, y evitar que productos defectuosos o inconformes lleguen al cliente.

La definición exacta por lo tanto, es la siguiente:

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Los siguientes términos, que aparecen en la definición anterior, son los llamados parámetros de evaluación. Más adelante se analizarán cada uno de ellos.





**Figura 2.3.** Parámetros de evaluación del AMFE.

Con la realización del AMFE se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- Satisfacer al cliente.
- Introducir en las empresas la filosofía de la prevención.
- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección.
- Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del producto, en diseño o proceso.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso.

#### ¿Cuándo se realiza un AMFE?

Por definición el AMFE es una metodología orientada a maximizar la satisfacción del cliente mediante la reducción o eliminación de los problemas potenciales o conocidos. Para cumplir con este objetivo el AMFE se debe comenzar tan pronto como sea posible, incluso cuando aún no se disponga de toda la información.

En concreto, el AMFE se realiza:

- Cuando se diseñen nuevos procesos o diseños.
- Cuando cambien procesos o diseños actuales sea cual fuere la razón.
- Cuando se encuentren nuevas aplicaciones para los productos o procesos actuales.
- Cuando se busquen mejoras para los procesos o diseños actuales.

Dentro del proceso de diseño de un producto, el AMFE es de aplicación durante las fases de diseño conceptual, desarrollo y proceso de producción. En estas fases el AMFE se complementa con otras herramientas de ingeniería de calidad como QFD, *benchmarking*, estudio de quejas y reclamaciones, fiabilidad y CEP.

EL AMFE se puede dar por finalizado cuando se ha fijado la fecha de comienzo de producción en el caso de AMFE de diseño o cuando todas las operaciones han sido

identificadas y evaluadas y todas las características críticas se han definido en el plan de control, para el caso del AMFE de proceso. En cualquier caso, siempre se puede reabrir un AMFE para revisar, evaluar o mejorar un diseño o proceso existente, según un criterio de oportunidad que se fijará en la propia empresa. Como regla general los archivos del AMFE habrán de conservarse durante el ciclo completo de vida del producto (AMFE de diseño) o mientras el proceso se siga utilizando (AMFE de proceso).

Existen dos tipos definidos de AMFE:

- AMFE de diseño: diseño de nuevos productos.
- AMFE de proceso: Diseño del proceso de fabricación.

### **2.2.1. AMFE de proceso**

Es el “Análisis de modos de fallos y efectos” potenciales de un proceso de fabricación, para asegurar su calidad de funcionamiento y en cuanto de él dependa, la fiabilidad de las funciones del producto exigidas por el cliente. En el AMFE de proceso se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente. Se analizan, por tanto, los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo influyen éstos en el producto resultante.

Hay que tener claro que la fiabilidad del producto final no depende sólo del AMFE de proceso final, sino también de la calidad del diseño de las piezas que lo componen y de la calidad intrínseca con que se hayan fabricado las mismas. Sólo puede esperarse una fiabilidad óptima cuando se haya aplicado previamente un AMFE de diseño y un AMFE de proceso en proveedores externos e internos.

#### **Descripción del método**

A continuación se indican los pasos necesarios para la aplicación del método AMFE de forma genérica, tanto para diseños como para procesos. Los pasos siguen la secuencia indicada en el formato AMFE que se presenta en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Modelo para el análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS											HOJA	REVI. Nº	FECHA	POR			
DE PROCESO <input type="checkbox"/> DE DISEÑO <input type="checkbox"/>											de						
PRODUCTO:				PROCESO:							RESPONSABLE:						
ESPECIFICACIÓN:				OPERACIÓN:							FECHA:						
FECHA DE EDICIÓN:				ACTUAR SOBRE NPR> QUE:							REVISADO:						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	VALORACIÓN			18
													N				
													15	16	17		

**Leyenda:**

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1: Nombre del producto.            | 12: Acción correctora.                           |
| 2: Operación o función.            | 13: Definir responsables.                        |
| 3: Modo de fallo.                  | 14: Acciones implantadas.                        |
| 4: Efectos del fallo.              | 15: Nuevo valor de gravedad del fallo.           |
| 5: Gravedad del fallo.             | 16: Nuevo valor de probabilidad de ocurrencia.   |
| 6: Características críticas.       | 17: Nuevo valor de probabilidad de no detección. |
| 7: Causa del fallo.                | 18: Nuevo número de prioridad de riesgo.         |
| 8: Probabilidad de ocurrencia.     |  |
| 9: Controles actuales.             |  |
| 10: Probabilidad de no detección.  |  |
| 11: Número de prioridad de riesgo. |  |

**Paso 1: Nombre del producto y componente**

En la primera columna del formato AMFE se escribe el nombre del producto sobre el que se va a aplicar. También se incluyen todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto o del proceso que se vaya a utilizar para la fabricación.

**Paso 2: Operación o función**

La segunda columna se completa con distinta información según se esté realizando un AMFE de diseño o proceso.

Para el AMFE de diseño se incluyen las funciones que realiza cada uno de los componentes, además de las interconexiones existentes entre los componentes.

Para el AMFE de proceso se reflejan todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso de fabricación de cada componente incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

**Paso 3: Modo de fallo**

Para cumplimentar la tercera columna se recomienda comenzar con una revisión de los informes realizados en AMFEs anteriores, relacionados con el producto o proceso que se está analizando. Un modo de fallo significa que un elemento o sistema no satisface o no funciona de acuerdo con la especificación, o simplemente no se obtiene lo que se espera de él. El fallo es una desviación o defecto de una función o especificación. Con esa definición, un fallo puede no ser inmediatamente detectable por el cliente y sin embargo hemos de considerarlo como tal.

**Paso 4: Efectos del fallo**

Suponiendo que el fallo potencial ha ocurrido, en esta columna se describirán los efectos del mismo tal como lo haría el cliente. Los efectos corresponden a los síntomas. Generalmente hacen referencia al rendimiento o prestaciones del sistema.

Cuando se analiza una parte o componente se tendrá también en cuenta la repercusión en todo el sistema, lo que ofrecerá una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirá el más grave.

Entre los efectos típicos de fallo podrían citarse los siguientes:

- Diseño: ruido, acabado basto, inoperante, olor desagradable, inestable, etc.
- Proceso: no puede sujetar, no puede alinearse, no puede perforar, no se puede montar, etc.

Para la obtención de los efectos se utiliza mucho el “Diagrama causa-consecuencia” entendiéndose por consecuencia el efecto.

### Paso 5: Gravedad del fallo

Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo. El valor del índice crece en función de:

- La insatisfacción del cliente. Si se produce un gran descontento, el cliente no comprará más.
- La degradación de las prestaciones.
- La rapidez de aparición de la avería.
- El coste de la reparación.

El índice de gravedad o también llamado de severidad (S) es independiente de la frecuencia y de la detección. Para utilizar unos criterios comunes en la empresa ha de utilizarse una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo, de forma que se objetivice la asignación de valores de S. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo en que se relacionan los efectos del fallo con el índice de Severidad. En cada empresa se debería contar con tablas similares adaptadas al producto, servicio, diseño o proceso concreto para el que se vaya a utilizar.

**Tabla 2.4.** Cuadro de clasificación según Gravedad o Severidad de fallo

<b>Criterio</b>	<b>Valor de S</b>
<b>Ínfima.</b> El defecto sería imperceptible por el usuario	1
<b>Escasa.</b> El cliente puede notar un fallo menor, pero sólo provoca una ligera molestia	2 - 3
<b>Baja.</b> El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo	4 - 5
<b>Moderada.</b> El fallo produce disgusto e insatisfacción al cliente	6 - 7
<b>Elevada.</b> El fallo es crítico, originando un alto grado de insatisfacción en el cliente	8 - 9
<b>Muy elevada.</b> El fallo implica problemas de inseguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor	10

Fuente: (Ramiro & Gonzalez 2005)

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones de diseño y no se ve afectado por los controles actuales. Como la clasificación de gravedad está basada únicamente

en el efecto de fallo, todas las causas potenciales del fallo para un efecto particular de fallo, recibirán la misma clasificación de gravedad.

### **Paso 6: Características críticas**

Siempre que la gravedad sea 9 ó 10 y que la frecuencia y detección sean superiores a 1, consideraremos el fallo y las características que le corresponden como críticas. Estas características, que pueden ser una cota o una especificación, se identificarán con un triángulo invertido u otro signo en el documento de AMFE, en el plan de control y en el plano si le corresponde. Aunque el NPR resultante sea menor que el especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo.

### **Paso 7: Causa del fallo**

En esta columna se reflejan todas las causas potenciales de fallo atribuibles a cada modo de fallo. La causa potencial de fallo se define como indicio de una debilidad del diseño o proceso cuya consecuencia es el modo de fallo. Las causas relacionadas deben ser lo más concisas y completas posibles, de modo que las acciones correctoras y/o preventivas puedan ser orientadas hacia las causas pertinentes.

Entre las causas típicas de fallo pueden citarse las siguientes:

- en diseño: porosidad, uso de material incorrecto, sobrecarga.
- en proceso: daño de manipulación, utillaje incorrecto, sujeción, amarre.

Al igual que en la obtención de los efectos, se hace uso del diagrama “causa-efecto”. A la hora de detectar las causas de un fallo se hace uso del “Árbol de fallos” que permite obtener las causas origen de un fallo.

### **Paso 8: Probabilidad de ocurrencia**

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. El índice de la ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se disponga de datos históricos de fiabilidad, o se hayan modelizado y previsto éstos. En esta columna se pone un valor de probabilidad de ocurrencia de la causa específica.

Tal y como se acaba de decir, este índice de frecuencia está íntimamente relacionado con la causa de fallo y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia en una escala del 1 al 10, como se indica en la tabla 2.5.

**Tabla 2.5.** Cuadro de clasificación según la probabilidad de ocurrencia

<b>Criterio</b>	<b>Valor de <math>\sigma</math></b>
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2 - 3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente	4 - 5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia	6 - 7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	8 - 9
Muy elevada probabilidad de fallo. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	10

Fuente: (Ramiro & Gonzalez 2005)

Cuando se asigna la clasificación por ocurrencia, deben ser consideradas dos probabilidades:

- La probabilidad de que se produzca la causa potencial de fallo. Para esto, deben evaluarse todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa de fallo en el elemento designado.
- La probabilidad de que, una vez ocurrida la causa de fallo, ésta provoque el efecto nocivo (modo) indicado. Para dicho cálculo debe suponerse que la causa del fallo y del modo de fallo son detectados antes de que el producto llegue al cliente.

Para reducir el índice de frecuencia, hay que emprender una o dos acciones:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que la causa de fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

El consejo que se da para reducir el índice de frecuencia de una causa es atacar directamente la “raíz de la misma”. Mejorar los controles de vigilancia debe ser una acción transitoria, para más tarde buscar alguna solución que proporcione una mejora de dicho índice.

**Paso 9: Controles actuales**

En esta columna se reflejarán todos los controles existentes en la actualidad para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

**Paso 10: Probabilidad de no Detección**

Este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente. Se está definiendo la “no-detección”, para que el índice de prioridad crezca de forma análoga al resto de índices a medida que aumenta el riesgo. Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa. A continuación se muestra un ejemplo en la tabla 2.6 que, relaciona la probabilidad de que el defecto alcance al cliente y el índice de no detección.

**Tabla 2.6.** Cuadro de clasificación según la Probabilidad de no detección

Criterio	Valor de $D$
<b>Muy escasa.</b> El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
<b>Escasa.</b> El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado	2 - 3
<b>Moderada.</b> El defecto es una característica de bastante fácil detección	4 - 5
<b>Frecuente.</b> Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente	6 - 7
<b>Elevada.</b> El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo	8 - 9
<b>Muy elevada.</b> El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil detectable	10

Fuente: (Ramiro & Gonzalez 2005)

Es necesario no confundir control y detección, pues una operación de control puede ser eficaz al 100%, pero la detección puede resultar nula si las piezas no conformes son finalmente enviadas por error al cliente.



Para mejorar este índice será necesario mejorar el sistema de control de detección, aunque por regla general aumentar los controles signifique un aumento de coste, que es el último medio al que se debe recurrir para mejorar la calidad. Algunos cambios en el diseño también pueden favorecer la probabilidad de detección.

### **Paso 11: Número de Prioridad de Riesgo (NPR)**

El Número de Prioridad de Riesgo (NPR) es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, la probabilidad de no detección y debe ser calculado para todas las causas de fallo. El NPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctoras. El NPR también es denominado IPR (índice de prioridad de riesgo).

### **Paso 12: Acción correctora**

En este paso se incluye una descripción breve de la acción correctora recomendada. Para las acciones correctoras es conveniente seguir un cierto orden de prioridad en su elección. El orden de preferencia en general será el siguiente:

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o de la inspección.

Para un mismo nivel de calidad o un mismo valor del índice de prioridad NPR en dos casos, suele ser más económico el caso que no emplea ningún control de detección. Es en general más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo (si se encuentra la manera de conseguirlo) que dedicar recursos a la detección de fallos. Es conveniente considerar aquellos casos cuyo índice de gravedad sea 10, aunque la valoración de la frecuencia sea subjetiva y el NPR menor de 100 o del valor considerado como límite.

Cuando en un modo de fallo intervienen muchas causas que no son independientes entre sí, la primera medida correctora puede ser la aplicación del Diseño de Experimentos (DDE), que permitirá cuantificar objetivamente la participación de cada causa y dirigir acciones concretas. Es un medio muy potente y seguro para reducir directamente la frecuencia de defectos.

### **Paso 13: Definir responsables**

En esta columna se indicarán los responsables de las diferentes acciones propuestas y, si se cree preciso, las fechas previstas de implantación de las mismas.

**Paso 14: Acciones implantadas**

En esta columna se reflejarán las acciones realmente implantadas que pueden, en algunos casos, no coincidir con las propuestas inicialmente recomendadas.

**Paso 15: Nuevo Número de Prioridad de Riesgo**

Como consecuencia de las acciones correctoras implantadas, los valores de la probabilidad de ocurrencia (*O*), la gravedad (*S*) y/o la probabilidad de no detección (*D*) habrán disminuido, reduciéndose, por tanto, el Número de Prioridad de Riesgo. Los nuevos valores de *S*, *O*, *D* y NPR se reflejarán en las columnas 15, 16, 17 y 18.

Si a pesar de la implantación de las acciones correctoras, no se cumplen los objetivos definidos en algunos Modos de Fallo, es necesario investigar, proponer el implantar nuevas acciones correctoras, hasta conseguir que el NPR sea menor que el definido en los objetivos. Una vez conseguido que los NPR de todos los modos de fallo estén por debajo del valor establecido, se da por concluido el AMFE.

**Implantación del AMFE**

Como requisito previo necesario para implantar el AMFE en una empresa hay que contar con el apoyo de la gerencia, lo cual es de vital importancia, ya que la elaboración del AMFE:

- se realiza en horas de trabajo.
- implica cambios (y los cambios cuestan dinero y no son fáciles de hacer).
- se llega a conclusiones que requieren el apoyo de la dirección.

La gerencia tiene que conocer el método, apoyar su aplicación y animar al equipo de trabajo, ya que la persistencia en el esfuerzo es uno de los factores de éxito.

**2.3. Validación de la investigación**

Para evaluar la efectividad del procedimiento se utilizó el criterio de expertos. El objetivo de aplicar este método es que permite consultar a un conjunto de especialistas sustentados por sus conocimientos, investigaciones, experiencia, estudios bibliográficos.

**2.3.1. Formación del grupo de expertos**

Para la selección de los expertos se utiliza el procedimiento de (Hurtado, 2003):

- Confeccionar una lista inicial de los especialistas que puedan cumplir los requisitos para ser expertos en el tema motivo de investigación.

- Realizar una valoración sobre el nivel de experiencia, evaluando de esta forma los niveles de conocimiento que poseen sobre la materia. Para ello se realiza una primera pregunta para una autoevaluación de los niveles de información y argumentación que tienen sobre el tema en cuestión.  
En esta pregunta se les pide que marquen con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema a estudiar, como se muestra en el anexo 5.

- A partir de aquí se calcula el Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc), a través de la ecuación 2.4:

$$Kc_j = r * (0,1) \quad (2.4)$$

Donde:

$Kc_j$ : Coeficiente de Conocimiento o Información del experto  $j$ .

$r$ : Rango seleccionado por el experto  $j$ .

- Se realiza una segunda pregunta que permite valorar un grupo de aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar, el cual se muestra en el anexo 5.
- Aquí se determinan los aspectos de mayor influencia. Las casillas marcadas por cada experto en la tabla se llevan a los valores de una tabla patrón, que se muestra en el propio anexo 5.
- Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar permiten calcular el Coeficiente de Argumentación (Ka) de cada experto según la ecuación 2.5:

$$K_a = \sum_{i=1}^n r_i \quad (2.5)$$

Donde:

$K_a$ : Coeficiente de Argumentación.

$r_i$ : Valor correspondiente a la fuente de argumentación “ $i$ ” ( $i = 1; \dots; 6$ ).

- Una vez obtenidos los valores de Kc y Ka se procede a obtener el valor del Coeficiente de Competencia (K), que finalmente es el coeficiente que determina en

- realidad qué experto se toma en consideración para trabajar en esta investigación. Este coeficiente (K) se calcula según la ecuación 2.6:

$$K = 0,5(K_c + K_a) \quad (2.6)$$

Donde:

K: Coeficiente de Competencia.

K<sub>c</sub>: Coeficiente de Conocimiento.

K<sub>a</sub> Coeficiente de Argumentación.

- Posteriormente obtenidos los resultados se valoran en la siguiente escala:
  - 0,8 < K < 1,0 Coeficiente de Competencia Alto (A)
  - 0,5 < K < 0,8 Coeficiente de Competencia Medio (M)
  - K < 0,5 Coeficiente de Competencia Bajo (B)
- El investigador debe utilizar para su consulta a expertos de competencia alta, nunca se utilizarán expertos de competencia baja.

Para el cálculo del número de expertos se aplica la fórmula 2.7 de (Cuesta, 2005):

$$N = p(1 - p) * K / i^2 \quad (2.7)$$

Donde:

N: Número de expertos necesarios.

p: Máximo error que se tolera en el juicio de los expertos.

i: Nivel de precisión a utilizar.

K: Constante que cambia según el nivel de confianza.

Se consideran como datos los siguientes:

Datos:

i = 0,10;      p = 0,01;      K = 6,6564

1 -	K= (Z <sub>1-α/2</sub> ) <sup>2</sup>
99	6,6564
95	3,8416
90	2,6896

### 2.3.2. Elección de la técnica para validar el procedimiento

Una vez seleccionados los expertos, se procede a elegir el método a aplicar para la validación de la propuesta. Dentro del criterio de evaluación a través de expertos se encuentran tres metodologías:

1. De preferencia.
2. De comparación por pares.
3. Delphy.

Se seleccionó el método Delphy por su adecuación para la validación de los indicadores establecidos.

### 2.3.3. Aplicación de la metodología Delphy

Después de seleccionados los expertos, se les explica a cada uno de forma individual cómo se va a desarrollar el Método de Expertos (Delphi por rondas) y lo que se pretende en cada uno de ellos. También se realiza un cronograma de trabajo donde se acuerdan las fechas para la realización de cada ronda.

El primer cuestionario está dirigido a obtener información de carácter estadístico; de él se calcula si existe concordancia (C) entre las opiniones de los expertos, según la formulación correspondiente. Si se alcanza  $C \geq 60\%$  para cada  $R_j$ , se acepta un buen nivel de consenso. Si no existe consenso se realiza una segunda ronda, en la que se le informa a cada experto algunas indicaciones sobre la distribución estadística de las respuestas, que le permite a estos modificar su juicio (si lo considera) y le exige los argumentos que justifican sus opiniones.

Si continúa siendo  $C < 60\%$ , continúa sin haber concordancia entre los especialistas y se realizará una tercera ronda, donde se les muestran los argumentos unificados de sus opiniones en la ronda anterior, para que puedan examinar con más detalles los aspectos del problema y reconsideren sus criterios. Se podrá realizar un cuarto o un quinto cuestionario, hasta que se llegue a un consenso del tema, pero la mayoría de los autores consideran que desde el tercer o cuarto cuestionario los expertos comienzan a mantener sus criterios, por lo que se descarta esa variable.

La expresión para el cálculo de C se expresa en la ecuación 2.8:

$$C = \left(1 - \frac{V_n}{V_t}\right) * 100 \quad (2.8)$$

Donde:

C: Concordancia expresada en porcentaje.

$V_n$ : Cantidad de expertos en contra del criterio predominante.

$V_t$ : Cantidad total de expertos.

Se somete a la consideración de los expertos los posibles indicadores o variables, que serán los que caractericen el procedimiento con enfoque de proceso para la planificación para el programa de conservación en las Vías de Interés Nacional, y sobre los cuales interesa conocer sus valoraciones. En el anexo 6 se detalla este paso.

A continuación se explican las categorías en las que podrán ser evaluados los indicadores o variables propuestas, los que después de pasar por el proceso de selección serán los encargados de describir la etapa de preparación del registro de deterioro de las vías, según la escala que ofrece el método Delphi, mostrada en la tabla 2.7.

**Tabla 2.7.** Escala para evaluar los indicadores propuestos, según categorías

<b>Categorías</b>	<b>Escala</b>
Muy Adecuado (MA)	5
Bastante Adecuado (BA)	4
Adecuado (A)	3
Poco Adecuado (PA)	2
Inadecuado (I)	1

Las categorías para evaluar los indicadores se explican a continuación:

**Muy Adecuado (MA):** Se considera aquel aspecto que es óptimo y abarca todos y cada uno los componentes del objeto a evaluar, siendo capaz de resumir por sí solo las cualidades del mismo en el contexto donde tiene lugar el hecho o fenómeno en el que se manifiesta. El mismo es un reflejo de la realidad objetiva en sus relaciones con los distintos componentes del proceso con los que interactúa.

**Bastante Adecuado (BA):** Se considera aquel aspecto que aborda en casi toda su generalidad al objeto, siendo capaz de abordarlo en un grado bastante elevado, pero que puede ser considerado con elevada certeza en el momento de tomarlo en cuenta en el contexto donde tiene lugar.

**Adecuado (A):** Tiene en cuenta una parte importante de las cualidades del objeto a evaluar, las cuales pueden aportar juicios de valor, teniendo en cuenta que puede ser susceptible de perfeccionar partiendo de la complejidad de los hechos a tener en cuenta y sus manifestaciones.

**Poco Adecuado (PA):** Recoge solamente algunos de los rasgos distintivos del hecho o fenómeno a evaluar, los que aportan pocos elementos valorativos.

Inadecuado (I): Procesos, aspectos, hechos o fenómenos que por su poco valor o inadecuación en el reflejo de las cualidades del objeto, no proceden ser evaluados.

#### **2.3.4. Análisis cualitativo de los indicadores para valorar el procedimiento**

En este paso se describen las valoraciones emitidas por los expertos respecto a cada uno de los indicadores evaluados bajo su consideración.

### **2.4. Conclusiones del capítulo**

- Se propone un procedimiento con enfoque de procesos para la planificación en la elaboración del programa de conservación de la Vías de Interés Nacional que permite combinar los Índices de condición y prioridad para determinar el Orden de Prioridad de las vías a intervenir.
- Se propone el empleo del método expertos para la validación del procedimiento y los pasos que lo integran así como determinar a través del Análisis Modal de Fallos y Efectos, las causas con mayor nivel de prioridad de riesgo.

### **CAPÍTULO 3. Contribución a la proyección buen estado técnico de las vías de interés nacional del procedimiento propuesto con enfoque de proceso**

El presente capítulo tiene como objetivo aplicar las etapas del procedimiento escogido para la planificación del programa de conservación en las Vías de Interés Nacional, se comenzará a aplicar el mismo partiendo de una caracterización del Centro Provincial de Vialidad por ser éste el encargado de procesar las informaciones necesarias para elaborar el Programa de conservación, pasando después por varias etapas que permiten la familiarización con la situación actual del objeto de estudio práctico asociado a los procesos, para identificar, clasificar, interrelacionar y elaborar la documentación necesaria para este tipo de actividad.

Se toman como muestra 22,9 km de la Carretera Central que se encuentran ubicados, del kilómetro 407 en El Majá, al kilómetro 429,9 en el límite con la provincia de Ciego de Ávila. En este tramo se combinan importantes elementos para la Seguridad Vial, al exhibir tramos de alta concentración de accidentes y ser de los principales ejes de carga y pasajeros del país, que conlleva a una alta presencia de vehículos pesados y de gran porte en este tramo de vía.

Posteriormente se implementa un AMFE donde se identifican las principales causas de fallo que inciden sobre el proceso, en el mismo se proponen acciones encaminadas al mejoramiento de la calidad del proceso; luego se evalúa por criterio de expertos los principales indicadores que se proponen en esta investigación.

#### **3.1. Aplicación del procedimiento**

El Centro Provincial de Vialidad (CPV) es la autoridad administrativa designada por el Ministro de Transporte para atender las Vías de Interés Nacional en la provincia de Sancti Spíritus, con total de 707,5 Km, de los cuales solo el 63% se encuentra en buen estado, debido a la carencia de una conservación sistemática, al aumento del volumen de tránsito por carretera y las nuevas tecnologías introducidas por el país para el ahorro de combustible, aumentando el peso de la carga por eje, no acorde con el diseño geométrico y estructural de las carreteras. La autoridad administrativa tiene la obligación de proteger y mantener en buen estado las vías que le han sido asignadas y en tal sentido planifica el presupuesto y los recursos necesarios para ello. Para cumplir su misión el CPV cuenta con una mano de obra compuesta como se muestra en la tabla 3.1.:



**Tabla 3.1.** Recursos humanos disponibles en el CPV

Plantilla	Cubierta	De ellos:				
		Nivel superior	Técnico medio	Nivel medio	Mujeres	Hombres
20	17	9	7	1	7	10

Fuente: Elaboración propia.

Las Vías de Interés Nacional cuentan con varios elementos que se deben tener en cuenta al elaborar el plan de conservación como son: estado de las vías, estado técnico de los puentes y obras de fábrica, cunetas, taludes y contrataludes, la señalización horizontal y vertical, entre otros, quedando recogido su estado en el registro de deterioro de las vías existentes en el CPV. A continuación se muestra el estado actual de estos elementos de las Vías de Interés Nacional en la provincia de Sancti Spíritus.

**Tabla 3.2:** Estado actual de los elementos de la red vial

Elementos de la vía	U/M	Cantidad	Estado					
			Bueno		Regular		Malo	
			Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Estado de las vías	km	707,5	446,7	63	231,7	33	29,1	4
Estado técnico de los puentes	u	400	397	99	3	1	0	0
Estado técnico de las obras de fábrica	u	1047	1003	96	32	3	12	1
Estado de las cunetas	km	629	474,9	75	114,5	18	42,6	7
Estado de los taludes y contrataludes	m <sup>2</sup>	9130728	9119887	99	10841	1	0	0
Estado de las defensas	km	28,62	20	69	59	21	2,9	10
Estado de la señalización horizontal	km	707,5	152,9	22	99,6	14	455	64
Estado de la señalización vertical	u	3860	3673	95	98	3	0	0

Fuente: Elaboración propia

Además con la aplicación de técnicas ingenieriles se elabora el mapa de procesos, donde se representan los procesos operativos, de soporte y estratégicos con que cuenta el centro, ver anexo 7.

### **3.1.1. Identificación y secuencia del proceso de planificación de la conservación en Vías de Interés Nacional**

Estratégicamente para el país, las Vías de Interés Nacional tienen prioridad debido a que por estas circulan el 90% del total del tránsito y la provincia de Sancti Spíritus constituye por su posición geográfica un vínculo importante en la transportación entre las zonas occidental y oriental del país. Para ello el Centro Provincial de Vialidad debe crear un programa estratégico integrador de mantenimiento que permita el mejoramiento de las Vías de Interés Nacional de la provincia, con el objetivo de alcanzar el 80% de los kilómetros en buen estado y el 20% de los kilómetros restantes en regular o mal estado. En la actualidad queda pendiente para lograr este objetivo 119.3 km de carreteras que representa el 17% del total de las Vías de Interés Nacional en la provincia.

Para lograr este objetivo es necesario trabajar acorde al Procedimiento para la elaboración del programa de conservación de las Vías de Interés Nacional elaborado por el Centro Nacional de Vialidad. Al aplicar este procedimiento es necesario realizar un meticuloso trabajo en la planificación de las obras que serán objeto de reparación y mantenimiento, teniendo en cuenta el registro de deterioro de las vías que existe en el centro el cual debe ser actualizado periódicamente y otros elementos que habitualmente no se tienen en cuenta para lograr un plan de conservación que permita llegar al estado deseado por el CPV y satisfaga las necesidades de seguridad y confort de los usuarios de las vías de la provincia.

Con la identificación y secuencia del proceso se elabora el diagrama de flujo de la planificación del Programa de conservación de las Vías de Interés nacional. Este permite la interpretación de las actividades en su conjunto, debido a que se muestra una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso, ver anexo 8.

### **3.1.2. Evaluación de tramos de carretera a partir de la inspección visual**

Esta evaluación se efectuó en el tramo de carretera propuesto como muestra en este trabajo ya que cumple con varios requisitos que lo hacen un tramo homogéneo, como puede ser: tipo de pavimento, ancho de la calzada, etc.

Al aplicar la metodología se establece que son necesarias para realizar la inspección visual 39 unidades muestrales en este tramo, se determinan directamente en el terreno

los diferentes tipos de deterioros existentes en el pavimento, el área afectada y su severidad y son clasificados según la familia de deterioros a que pertenecen. Posteriormente con esta información se calcula el Índice de Condición del pavimento.

### 3.1.3. Definir los indicadores necesarios para la priorización de tramos a intervenir en la red vial

#### Cálculo del Índice de Condición (estado del pavimento)

Para el cálculo del Índice de condición del pavimento se utilizó una hoja de Excel preparada previamente para ello basado en la tabla de calificación que aparece en el anexo 4.

A continuación en la tabla 3.3 se presentan los resultados del cálculo del Índice de condición y la evaluación cualitativa correspondiente a cada una de las 32 unidades muestrales determinadas en el paso anterior.

**Tabla 3.3:** Valor del Índice de Condición (estado del pavimento) calculado

No. de muestra	IC. Calculado	Evaluación	No. de muestra	IC. Calculado	Evaluación
1	65.6	bueno	17	88.3	Muy bueno
2	66.5	bueno	18	90.1	Muy bueno
3	70.5	bueno	19	92.3	Muy bueno
4	72.6	bueno	20	85.6	Muy bueno
5	73.4	bueno	21	84.5	bueno
6	80.3	bueno	22	81.3	bueno
7	82.3	bueno	23	80.4	bueno
8	81.6	bueno	24	78.8	bueno
9	83.4	bueno	25	75.6	bueno
10	83.3	bueno	26	70.3	bueno
11	55.4	Regular	27	36.5	Malo
12	58.6	Regular	28	35.4	Malo
13	50.8	Regular	29	38.3	Malo
14	45.6	Regular	30	76.5	Bueno
15	47.5	Regular	31	80.4	Bueno
16	50.3	Regular	32	83.5	Bueno

Fuente: Elaboración propia

### Determinar el Índice de Prioridad

Para determinar el Índice de Prioridad (IP) es necesario calcular el IP a partir de la ponderación de las prioridades establecidas por el CNV (ver tabla 3.4), que se definen en un trabajo en equipo, conformado por especialistas del CPV.

**Tabla 3.4.** Ponderación de prioridades que establece el CNV

Prioridades que establece el CNV	Nivel de prioridad (p)
Los tramos de alta concentración de accidentes.	0,25
Los ejes viales que aseguran la transportación de cargas y pasajeros a nivel nacional.	0,25
Los viales vinculados al desarrollo de los sectores priorizados de la economía.	0,20
Los viales vinculados al Plan Turquino.	0,20
Otros viales.	0,10

Fuente: Elaboración propia

En el tramo que se toma como muestra están presentes dos de las prioridades que establece el CNV: tramo de alta concentración de accidentes y eje vial que asegura la transportación de cargas y pasajeros a nivel nacional.

Al emplear la fórmula para determinar el Índice de Prioridad a partir de las ponderaciones de las prioridades establecidas por el CNV se obtiene que el  $IP=0,5$ , valor que se combina con el IC para determinar el orden de prioridad de intervención.

#### 3.1.4. Determinar el Orden de prioridad de intervención

Después de calculado el índice de condición del pavimento y el índice de prioridad en el tramo se procede a determinar el orden de prioridad de intervención a partir de la combinación de ambos indicadores. Para ello nos apoyamos en un modelo Excel.

**Tabla 3.5:** Cálculo del orden de prioridad

No.muestra	IC	IP	OP	No.muestra	IC	IP	OP
1	65,6	0,5	<b>32,80</b>	17	88,3	0,5	<b>44,15</b>
2	66,5	0,5	<b>33,25</b>	18	90,1	0,5	<b>45,05</b>
3	70,5	0,5	<b>35,25</b>	19	92,3	0,5	<b>46,15</b>
4	72,6	0,5	<b>36,30</b>	20	85,6	0,5	<b>42,80</b>
5	73,4	0,5	<b>36,70</b>	21	84,5	0,5	<b>42,25</b>
6	80,3	0,5	<b>40,15</b>	22	81,3	0,5	<b>40,65</b>
7	82,3	0,5	<b>41,15</b>	23	80,4	0,5	<b>40,20</b>
8	81,6	0,5	<b>40,80</b>	24	78,8	0,5	<b>39,40</b>
9	83,4	0,5	<b>41,70</b>	25	75,6	0,5	<b>37,80</b>
10	83,3	0,5	<b>41,65</b>	26	70,3	0,5	<b>35,15</b>
11	55,4	0,5	<b>27,70</b>	27	36,5	0,5	<b>18,25</b>
12	58,6	0,5	<b>29,30</b>	28	35,4	0,5	<b>17,70</b>
13	50,8	0,5	<b>25,40</b>	29	38,3	0,5	<b>19,15</b>
14	45,6	0,5	<b>22,80</b>	30	76,5	0,5	<b>38,25</b>
15	47,5	0,5	<b>23,75</b>	31	80,4	0,5	<b>40,20</b>
16	50,3	0,5	<b>25,15</b>	32	83,5	0,5	<b>41,75</b>

Fuente: Elaboración propia

El menor resultado al combinar el índice de condición (IC) con el índice de prioridad (IP), se considera el tramo de mayor prioridad a la hora de la elaboración del Programa de conservación de las Vías de Interés Nacional. Las muestras que mayor prioridad poseen para estar incluidas en el plan de conservación son: 27; 28; 29 con un orden de prioridad de 18.25; 17.70; 19.15 respectivamente.

### 3.2. Aplicación del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) al proceso de planificación de la conservación

Para la aplicación del AMFE utilizó el “Diagrama causa-consecuencia” entendiéndose por consecuencia el efecto, ver anexo 9.

**Figura 3.3.** Diagrama causa-efecto aplicado al proceso de planificación de la conservación.

Los resultados de la aplicación del AMFE al proceso de planificación en la elaboración de programa de conservación en las Vías de Interés Nacional se presentan en la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Aplicación del AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE PROCESO <u>X</u> DE DISEÑO ____							HOJA	REV.Nº	FECHA	POR
							de			
<b>PRODUCTO:</b> PMCV			<b>PROCESO:</b> Planificación de la conservación			<b>RESPONSABLE:</b> Dtor. CPV Sancti Spiritus				
<b>ESPECIFICACIÓN:</b>			<b>OPERACIÓN:</b> Planificación			<b>FECHA:</b> 10/6/2015				
<b>FECHA DE EDICIÓN:</b> 15/1/2015			<b>ACTUAR SOBRE NPR</b> : 100			<b>REVISADO:</b>				
Pasos del proceso	Modo de fallo	Efectos del fallo	S	Causas del fallo	O	Controles actuales	D	NPR	Acción correctora	Responsables
Conformar listado de necesidades	Error al conformar el listado de necesidades	No incluir en el PMCV las vías de mayor interés del CPV (según importancia y nivel de deterioro)	8	No tener en cuenta el est. Técnico de las vías	3	NO SE REALIZA CONTROL	3	72	Tener en cuenta el est. Téc. de las vías	Dtor. CPV
				Desactualización del "Registro de deterioro de vías"	3		5	120	Aplicar insp. Visual por cat.d deterioros	Dtor. CPV
				No tomar en cuenta las prioridades establecidas por el CNN	1		4	32	Determinar prioridades mediante cálculo de índices	Dtor. CPV
		No incluir en la planificación de la conservación la totalidad del plan de HAC	8	No tomar como prioridad el plan de HAC	1		1	8	Trabajar por el Procedimiento de elaboración del PMCV	Dtor. CPV

Pasos del proceso	Modo de fallo	Efectos del fallo	S	Causas del fallo	O	Controles actuales	D	NPR	Acción correctora	Responsables
Llenar el registro de obras desglosado por constructor	Error en el desglose de las obras	Incorrecta planificación de las actividades para la ejecución de la obra	7	Falta de información sobre los deterioros existentes en las vías.	5	NO SE REALIZA CONTROL	3	105	Utilizar como base los resultados de la inspección visual.	Dtor. CPV
		Incorrecta planificación del presupuesto y los recursos materiales para cada obra	6	Problemas en la medición de los indicadores físicos	3		4	84	Realizar muestreos de las mediciones realizadas	Dtor. CPV
				Error al estimar el valor de cada una de las obras	3		5	90	Controlar que se emplee personal altamente calificado y con experiencia en la actividad	Dtor. CPV
Evaluar carga – capacidad con el constructor	Error al realizar la evaluación de carga y capacidad con cada entidad constructora	Incumplimiento del PMCV	6	El constructor no cumple con el PMCV por falta de capacidad	3		4	72	Capacitar y entrenar al especialista	Dtor. CPV

Pasos del proceso	Modo de fallo	Efectos del fallo	S	Causas del fallo	O	Controles actuales	D	NPR	Acción correctora	Responsables
Firmar actas de conciliación con los constructores	Error en las conciliaciones con los constructores	El constructor no incluya en su plan el PMCV	7	No firmar actas de conciliación con los constructores	5	NO	2	70	Control de las conciliaciones	Dtor. CPV
Definir recursos e insumos del constructor	Error en la definición de los recursos e insumos del constructor	No se cumple con la obra en conservación por falta de insumos	8	Falta de conocimientos del especialista	3	SE REALIZA	2	48	Capacitar al especialista	Dtor. CPV
				Error en las mediciones preliminares de los trabajos	2	CONTROL	2	32	Realizar control de las mediciones preliminares	Dtor. CPV

Fuente: Elaboración propia

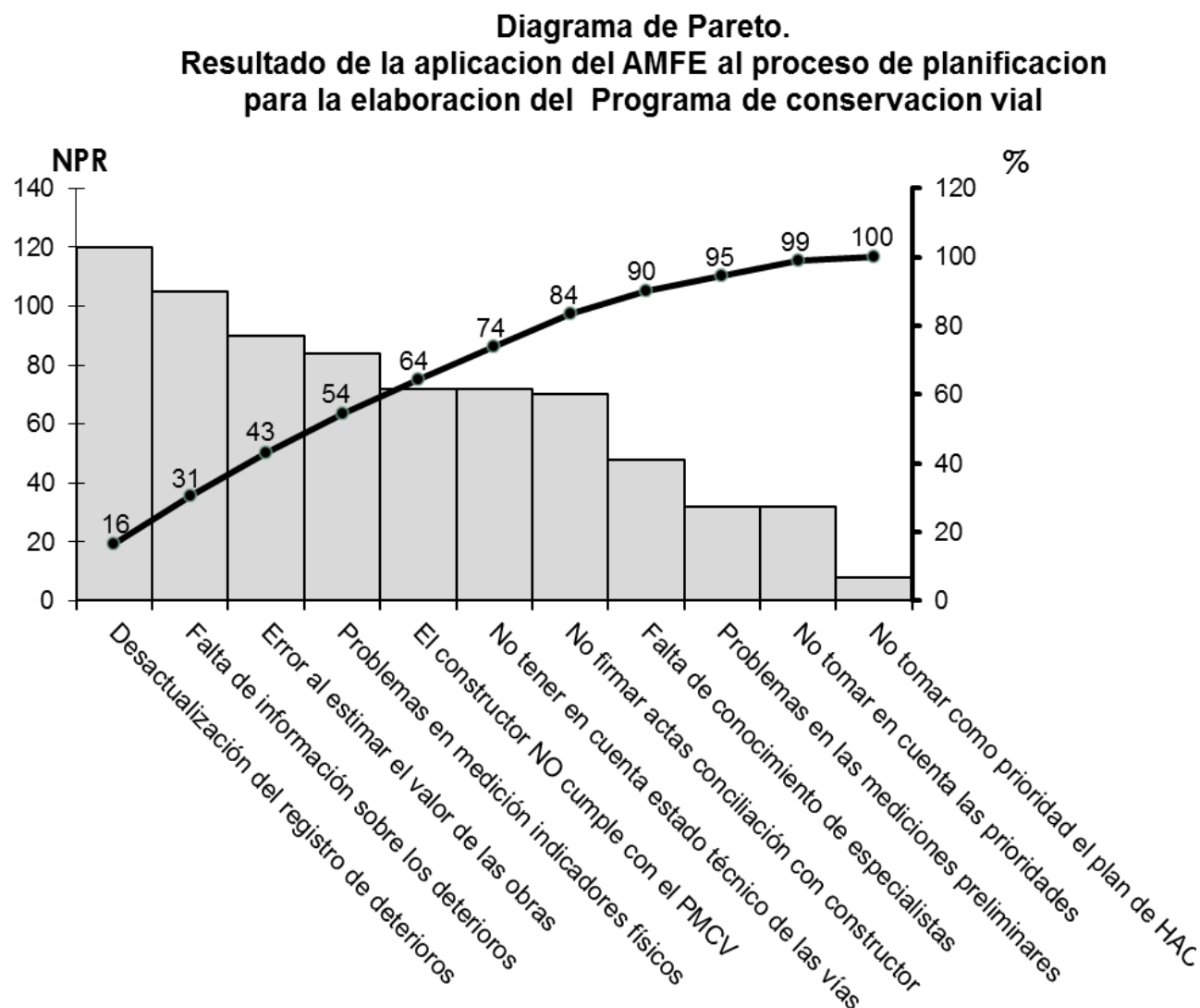
PMCV – Programa de Mantenimiento y Conservación Vial

CPV – Centro Provincial de Vialidad

HAC – hormigón asfáltico caliente



Los resultados del AMFE son reflejados para su mejor comprensión en la figura 3.4.



**Figura 3.4.** Diagrama de Pareto. Resultado de la aplicación del AMFE al Proceso de planificación para la elaboración de Programa de conservación vial.

### 3.3. Método de expertos

Se emplea el método de expertos con el fin de seleccionar, dentro de las variables escogidas, las más adecuadas para el estudio. Este método tiene como ventajas que recoge el criterio de los técnicos y/o individuos cuya habilidad y experiencia puedan hacer confiables dichos criterios y que se puede trabajar con valores numéricos y admite análisis estadístico.

Su desventaja radica en que es un método subjetivo, pues depende fundamentalmente del criterio de cada experto y se corre el riesgo de sufrir falsa información, cuando se realiza por puro formalismo; de ahí la necesidad de la buena selección del personal que interviene en el panel de expertos. (R. González, 1995)

### 3.3.1. Formación del grupo de expertos

El cálculo del coeficiente de competencia de los posibles expertos se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 3.7.** Resultados de los coeficientes de Conocimiento, Argumentación y Competencia de los posibles expertos.

Fuentes de argumentación	Expertos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Análisis teóricos realizados	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
Experiencia obtenida	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
Trabajos nacionales consultados	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Trabajos extranjeros consultados	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Conocimiento del estado del problema en el extranjero	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Intuición	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Ka	0,9	1	0,9	0,7	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9
Kc	0,7	1	0,8	0,6	0,8	0,7	1	0,9	1	0,9
K	0,8	1	0,85	0,65	0,85	0,75	1	0,9	0,95	0,9

Fuente: Elaboración propia

**Valoración de los resultados obtenidos.** El resumen de este paso se muestra en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8.** Valoración de los resultados del Coeficiente de Competencia de los posibles expertos.

Coeficiente de competencia	Expertos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$K$	0,8	1	0,85	0,65	0,85	0,75	1	0,9	0,95	0,9
Valoración de $K$	A	A	A	M	A	M	A	A	A	A

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizados todos los pasos, quedan como posibles elegidos para el trabajo como expertos: 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9 y 10.

Después de calculado el número de expertos resulta necesaria la opinión de 7 expertos, para poder determinar las variables que mejor describan el clima de la organización; de los ocho posibles elegidos se seleccionan los siete que poseen el grado de competencia más alto y estos son: 2, 3, 5, 7, 8, 9 y 10.

### 3.3.2. Aplicación de la técnica para validar el procedimiento

Con la aplicación del método Delphi para validar la investigación fue necesario realizar una ronda solamente en la cual se logró una concordancia de los expertos superior al 60%.

En la tabla 3.9 se muestran los resultados correspondientes a la valoración de los expertos por cada uno de los indicadores puestos a su consideración.

**Tabla 3.9.** Resultados de la valoración de los indicadores por los expertos

No.	Indicadores	Expertos							Rj
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Inspección visual por Catálogo de deterioros	5	5	5	5	5	5	5	35
2	Determinar la mejor alternativa	4	4	4	3	4	4	4	27
3	Cálculo del IC	4	4	4	4	4	4	3	27
4	Cálculo del IP	3	5	4	5	5	5	5	32
5	Determinar el orden de prioridad	5	3	5	5	5	4	5	32
6	Procedimiento para la planificación	3	4	4	4	4	5	4	28

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla aparece el orden de importancia de los Indicadores y concordancia de los expertos.

**Tabla 3.10:** Orden de importancia de los Indicadores y concordancia de los expertos

No.	Indicadores	$\bar{R}_j$	Orden	C (%)
1	Inspección visual por Catálogo de deterioros	5,0	1	100
2	Determinar la mejor alternativa	3,9	5 - 6	86
3	Cálculo del IC	3,9	5 - 6	86
4	Cálculo del IP	4,6	2 - 3	71
5	Determinar el orden de prioridad	4,6	2 - 3	71
6	Procedimiento para la planificación	4,0	4	86

Fuente: Elaboración propia

Cuando ocurre, como en este caso, que los expertos al menos por coincidencia mínima de un 60% o más, están de acuerdo en ubicar cada variable en la categoría que entienden le corresponde, el siguiente paso consiste en señalar la frecuencia con la que éstas intervienen en la valoración, como se muestra en la tabla 3.11.

**Tabla 3.11.** Frecuencias absolutas de las categorías por indicador.

No.	Indicadores	Categorías					Total
		MA	BA	A	PA	I	
1	Inspección visual por Catálogo de deterioros	7	0	0	0	0	7
2	Determinar la mejor alternativa	0	6	1	0	0	7
3	Cálculo del IC	0	6	1	0	0	7
4	Cálculo del IP	5	0	2	0	0	7
5	Determinar el orden de prioridad	5	0	2	0	0	7
6	Procedimiento para la planificación	1	5	1	0	0	7

Fuente: Elaboración propia

Por último, en la tabla 3.12 se mide cada indicador por la categoría en la que mayor concuerdan los expertos, lo cual constituye la culminación de su trabajo, ya que ahora existe suficiente evidencia para emplear las que ellos consideran, son los más adecuados para el estudio.

**Tabla 3.12:** Relación entre indicadores, concordancia y categorías.

No.	Indicadores	Concordancia (%)	Categorías				
			MA	BA	A	PA	I
1	Inspección visual por Catálogo de deterioros	100	X				
2	Determinar la mejor alternativa	86		X			
3	Cálculo del IC	86		X			
4	Cálculo del IP	71	X				
5	Determinar el orden de prioridad	71	X				
6	Procedimiento para la planificación	86		X			

Fuente: Elaboración propia

Es bueno destacar que los expertos solo necesitan de una ronda para seleccionar las variables que ellos entienden como fundamentales para la realización del estudio.

Tres de los seis indicadores o variables propuestas, con una concordancia de criterios superior al 60%, han sido ubicados dentro de la categoría de Muy Adecuado (MA), los tres restantes logran una concordancia de criterios también superior al 60% y fueron situados en la categoría de Bastante Adecuado (BA); se puede apreciar que todos los indicadores evaluados son de gran importancia para la planificación en la elaboración del programa de conservación en las Vías de Interés Nacional.

El 100% de los expertos coinciden en valorar la Inspección visual por Catálogo de deterioros como Muy Adecuado (MA), siendo el indicador que más peso se le otorga en el estudio, ya que de él depende la determinación de la mejor alternativa y el cálculo del IC.

En resumen, el grupo de expertos evalúa los indicadores de la siguiente forma:

- La Inspección visual por Catálogo de deterioros, con una concordancia unánime del 100%, es valorada como Muy Adecuado.
- Cálculo del IP, con el 71% de concordancia es catalogado de Muy Adecuado.
- Determinar el orden de prioridad (OP) es ubicada dentro de la categoría de Muy Adecuado, con un 71% de concordancia.
- Determinar la mejor alternativa, con una concordancia del 86%, es valorada como Bastante Adecuada.
- El cálculo del IC, con una concordancia del 86%, es valorada como Bastante Adecuado.
- El Procedimiento para la planificación, con una concordancia del 86%, fue ubicado dentro de la categoría de Bastante Adecuado.

#### **3.4. Conclusiones del capítulo**

- La aplicación del procedimiento propuesto, con enfoque de proceso, para la planificación en la elaboración del Programa de conservación en las Vías de Interés Nacional demuestra la factibilidad del mismo, se utilizan herramientas ingenieriles como mapas de procesos, diagramas de flujo y gráficos de Pareto, los que facilitan una mejor comprensión del proceso analizado, permitiendo describir y detallar cada uno de los elementos que lo integran.

- 
- Con la aplicación del método de expertos se demuestra la validez del procedimiento con enfoque de proceso para la planificación en la elaboración del programa de conservación de las Vías de Interés Nacional

---

## Conclusiones

1. Se realizó una amplia revisión bibliográfica sobre la gestión de procesos, gestión de Seguridad Vial y el procedimiento para la elaboración del Programa de conservación para las Vías de Interés Nacional donde se precisan fundamentos esenciales que se han tenido en cuenta para la confección del marco teórico referencial de la investigación.
2. Se propuso un procedimiento, con enfoque de proceso, para la planificación en la elaboración del Programa de Conservación en las Vías de Interés Nacional que propicie incrementar el buen estado técnico de las vías, este cuenta con cuatro fases tomándose como fundamento teórico lo expuesto por (Tejedor & Carmona, 2005), adaptado al proceso objeto de estudio.
3. Al aplicar el procedimiento se logra identificar el proceso de planificación en la elaboración del Programa de Conservación en las Vías de Interés Nacional Además se documentan a través de mapas de proceso, diagramas de flujo el proceso objeto de estudio; se identifican las causas y efecto de fallo que inciden en el proceso y se proponen medidas que garantizan mejoras de la calidad en el mismo.



---

**Recomendaciones**

1. Implementar el procedimiento propuesto, con enfoque de proceso, para la planificación en la elaboración del Programa de Conservación en las Vías de Interés Nacional, en los diferentes CPV y en otras entidades del país que administran las vías de interés provincial, municipal y específico, como contribución a la Seguridad Vial.
2. Presentar los resultados de este trabajo en el Forum de Ciencia y Técnica del CPV, del territorio y el ramal del MITRANS, así como divulgarlos en publicaciones del Sector del Transporte y de la temática de Seguridad Vial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.AECA. (2011). La contabilidad de Gestión en el Sistema Portuario Español. Madrid, España.
- 2.Amozarrain, M. (2005). Métodos para la Identificación de Procesos.
- 3.Amozarrain, M. (Ed.). (1999). La gestión por procesos. España: Editorial Mondragón Corporación Cooperativa.
- 4.Aragón, N. (2004). Procedimientos de mejoramiento de la calidad. Resultado científico. Universidad "Marta Abreu" de Las Villas.
- 5.Aragón, N. (2005). Herramientas para organizar en procesos. Resultado científico. Universidad "Marta Abreu" de Las Villas.
- 6.Autores, C. (2010). Mantenimiento vial. Informe sectorial, Editor CAF.
- 7.Autores, C. (2013). Plan estratégico nacional de seguridad vial(2013-2016).
- 8.Beltrán, J., Carmona, C., Carrasco, P., Rivas, Z., & Tejedor, P. (2008). Guía para una gestión basada en procesos.
- 9.Beltrán, J., & Carrasco, P. (2006). Guía para una gestión basada en procesos.
- 10.Bernal, Y. P. (2005). Definición de elementos para gestionar por procesos.
- 11.Bernillon, A., & Cerutti, O. (Eds.). (1993). Implantar y Gestionar la Calidad Total (Segunda Edición ed.): Ediciones Gestión 2000.S.A.
- 12.Bliss, T. (2009). Elementos de un sistema de gestión de la seguridad vial y evolución del "enfoque en resultados".
- 13.Bliss, T., & Raffo, V. (2013). Improving global road Safety: towards equitable and Sustainable development. Guidelines for Country Road Safety Engagement.
- 14.Bliss, T. B. (2009). Country guidelines for the Conduct of Road Safety Management Capacity Reviews and the Specification of Lead Agency Reforms. Investment Strategies and Safe System Projects.
- 15.Boltic, Z., Jovanovic, M., Petrovic, S., & Bozanic, V. (2015). Continuous improvement concepts as a link between quality assurance and implementation of

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- cleaner production: Case study in the generic pharmaceutical industry. *Revista Científica*.
16. Botasso, G. (1989). Sistema de gestión de seguridad vial por medio de redacción de planes de ordenamiento. 1-135.
17. Brocke, J., & Rosemann, M. (Eds.). (2010). *Handbook on Business Process Management. Introduction, Methods, and Information Systems*.
18. Brut, E. (2011). El proceso A112: Implantar la Gestión de procesos. Disponible en Cuadernos de Gestión.
19. Castellanos, A. (2012). Procedimiento para la mejora del control de proceso en la Empresa Mixta Alimentos Río Zaza, Planta Sancti Spíritus. UNISS, Sancti Spíritus. Cuba.
20. Cecilia, B., Paine, G., & Rodriguez, L. S. (2000). Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles.
21. Correa, A. G. (2010). Conducir es un privilegio, nunca un derecho.
22. Crosby, P. (1994). *Calidad total para el siglo XXI*. McGraw Hill Interamericana de México S.A de C.V., Pp 275
23. Cuatrecasas, L. (1999). *Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación*. Ediciones gestión 2000, S.A.
24. Cuesta, A. (Ed.). (2005). *Tecnología de la Gestión de Recursos Humanos*. Ciudad de La Habana. Cuba.
25. Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
26. Díaz, E. E. (1989). *Ingeniería del tránsito*. Ciudad de la Habana
27. Feigenbaum, A. V. (Ed.). (1987). *Total quality control*. New York.
28. Feigenbaum, A. V. (1997). *Changing concepts and management of quality worldwide*. Qualityprogress.
29. García, A. (2007). *La Mejora de Procesos. Más allá del valor añadido*.
30. González, L. (2002). *El Enfoque de Procesos*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

31. González, R. (1995). Aplicación del método de expertos en el sistema de control de la calidad de las cremas dental nacionales. Revista Centro Azúcar.
32. Gutiérrez, E., Sosa, T., & Comas, R. (2013). Contribución al desarrollo del Sistema de Gestión de la Seguridad vial en Cuba.
33. Harrington, H. (1993). Mejoramiento de los procesos de la empresa. McGraw Hill Book Co.
34. Hernández, A. (2010). Contribución a la gestión y mejora de procesos en instalaciones hospitalarias del territorio matancero. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas.
35. Hernández, A., & Medina, A. (2012). Procedimiento para la elaboración de mapas de procesos. Revista electrónica Avanzada Científica.
36. Hernández, R. (2010). Procedimiento para la mejora de procesos con enfoque al cliente externo en empresas de base tecnológica de producciones por proyecto. Caso EIPH-VC. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas.
37. Herrera, R. J., & Fontalvo, T. J. (2012). Seis sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones.
38. Horta, S. L. (1997). Catálogo de desperfectos en pavimentos. Cuba.
39. Hurtado, S. (2003). Criterio de expertos, su procesamiento a través del método Delphy.
40. Jiménez, M., Angarita, M., Guerra, M., & Dumar, O. (2015). Caracterización ocupacional del subsector de acuicultura, FAO.
41. Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1993). Manual de Control de la Calidad. Madrid.
42. Lautrédou, G. (2010). Guía práctica de seguridad vial.
43. Ley No. 109 "Código de Seguridad Vial", aprobada en Cuba en agosto de 2010 en su artículo 2. (2010). artículo 2.
44. Mantilla, H., & Ureña, J. (2012). Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma ISO para la estandarización de Procesos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

45. Martín, J. (2005). Concepto amplio de seguridad vial. Elementos concurrentes de la seguridad vial: La persona, el vehículo y la vía. Pla Catalá de Seguretat Viária.
46. Martín, P., & Martín, S. (2013). La excelencia operativa de la orden pública, creando valor público. Guía para la implementación de la gestión basada en procesos.
47. Medina, A. (2008). Selección de los procesos claves de una instalación hotelera como parte de la gestión y mejora de procesos. Revista Retos Turísticos, Volumen VII.
48. Medina, A. (2013). La importancia de las fichas en la gestión por procesos. Revista Electrónica de la Universidad de Matanzas.
49. Medina, A., Nogueira, D., Hernández, A., & Viteri, J. (2010). Relevancia de la gestión por procesos en la planificación estratégica y la mejora continua. Revista Eídos, 2.
50. Moen, D., Nolan, W., & Thomas, L. (2010). Improvement of Quality.
51. Morales, J. A. (2010). La mejora continua. La red de Psicología Organizacional. Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
52. NC- ISO 9000:2005. Sistema de Gestión de la calidad. Principios Fundamentales y Vocabulario. Ginebra, Suiza.
53. NC -ISO 9000:2000 . Sistema de gestión de la calidad. Principios Fundamentales y Vocabulario. Secretaría General ISO
54. Ginebra, Suiza.
55. NC -ISO 9004:2000. Sistema de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño.
56. Negrín, S. (2002). El Mejoramiento de la Administración de Operaciones en Empresas de Servicios Hoteleros. Universidad de Matanzas, Matanzas. Cuba.
57. Nogueira, D. (2002). Modelo conceptual y herramientas de apoyo para potenciar el control de gestión en las empresas cubanas. Universidad de Matanzas, Matanzas. Cuba.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

58. Pérez, D. (2014). Organización en procesos de la empresa pesquera (PESCASPIR). UCLV, Santa Clara. Cuba.
59. Pires, M. (2011). Gestión por procesos en el diseño de las organizaciones. Revista de Información tecnológica, vol. 17.
60. Portero, O. (2009). Gestión por procesos: herramienta para la mejora de centros educativos.
61. Quintero, D. (2010). Evaluación del grado de alineamiento entre las características del proceso de servicio de Telefonía Pública y los requisitos del cliente como base de la Planificación de la Calidad. UCLV, Santa Clara. Cuba
62. Radelat, G. (1964). Manual de Ingeniería del tránsito.
63. Ramírez, L. A. (2004). Artículo Seguridad Vial revista "Tráfico", No. 165 (marzo-abril).
64. Ramiro, M. C., & González, J. M. (2005). Estudio de la situación actual en España del diseño robusto y aplicación de su metodología a una empresa del sector aeronáutico a través de las herramientas VMEA y diseño de experimentos. Escuela superior de ingenieros de Sevilla, España.
65. Rodríguez, A., & Quiñones, E. (2004). Sistema de Control de Gestión con enfoque en proceso, basado en el Cuadro de Mando Integral en una Empresa de producción del Tabaco.
66. Rummier, G., & Ramias, A. (2015). Handbook on Business Process Management 1. A framework for defining and designing the structure of work.
67. Serrano, G., & Gómez, O. (2012). Characterization of the Performance Level of Processes Management in Ips-Clinics and Hospitals of Bucaramanga and AMB.
68. Tejedor, F., & Carmona, M. A. (2005). Guía para una Gestión basada en los procesos. Instituto Andaluz de Tecnología, España.
69. Toledo. (2002). La gestión por procesos.
70. Torres, C. A. (2014). Guidelines to implement a process based management. Revista Ingeniería Industrial de la Cujae XXXV.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

71. Trischler, W. E. (1998). Mejora del valor añadido en los procesos. Barcelona. España.
72. Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa.
73. Zhao, M. A. (2010). An Analysis Method for Robustness of Mechanical Process Scheme Based on VMEA and TRIZ.

## ANEXOS

### Anexo 1. Procedimientos o metodologías para la gestión de los procesos

Fuentes	Etapas de los procedimientos
<p>Guía para la identificación e implantación de los procesos, Amozarrain (1999)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formación del equipo y planificación del proyecto.</li> <li>2. Identificación de los procesos.</li> <li>3. Priorización de los procesos.</li> <li>4. Seleccionar los procesos claves.</li> <li>5. Nombrar el responsable del proceso.</li> <li>6. Constitución del equipo de trabajo.</li> <li>7. Delimitar el proceso y subprocesos.</li> <li>8. Establecer los objetivos básicos del proceso.</li> </ol>
<p>Procedimiento específico propuesto para la Gestión por Procesos, Nogueira Rivera (2002)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formación del equipo y planificación del proyecto.</li> <li>2. Listado de los procesos de la empresa.</li> <li>3. Identificación de los procesos relevantes.</li> <li>4. Selección de los procesos claves.</li> <li>5. Nombrar al responsable del proceso.</li> <li>6. Constitución del equipo de trabajo.</li> <li>7. Definición del proceso empresarial.</li> <li>8. Confección del diagrama As- Is.</li> <li>9. Análisis del valor añadido.</li> <li>10. Establecer indicadores.</li> <li>11. Implantación, seguimiento y control.</li> </ol>



**Anexo 1. Procedimientos o metodologías para la gestión de los procesos. Continuación**

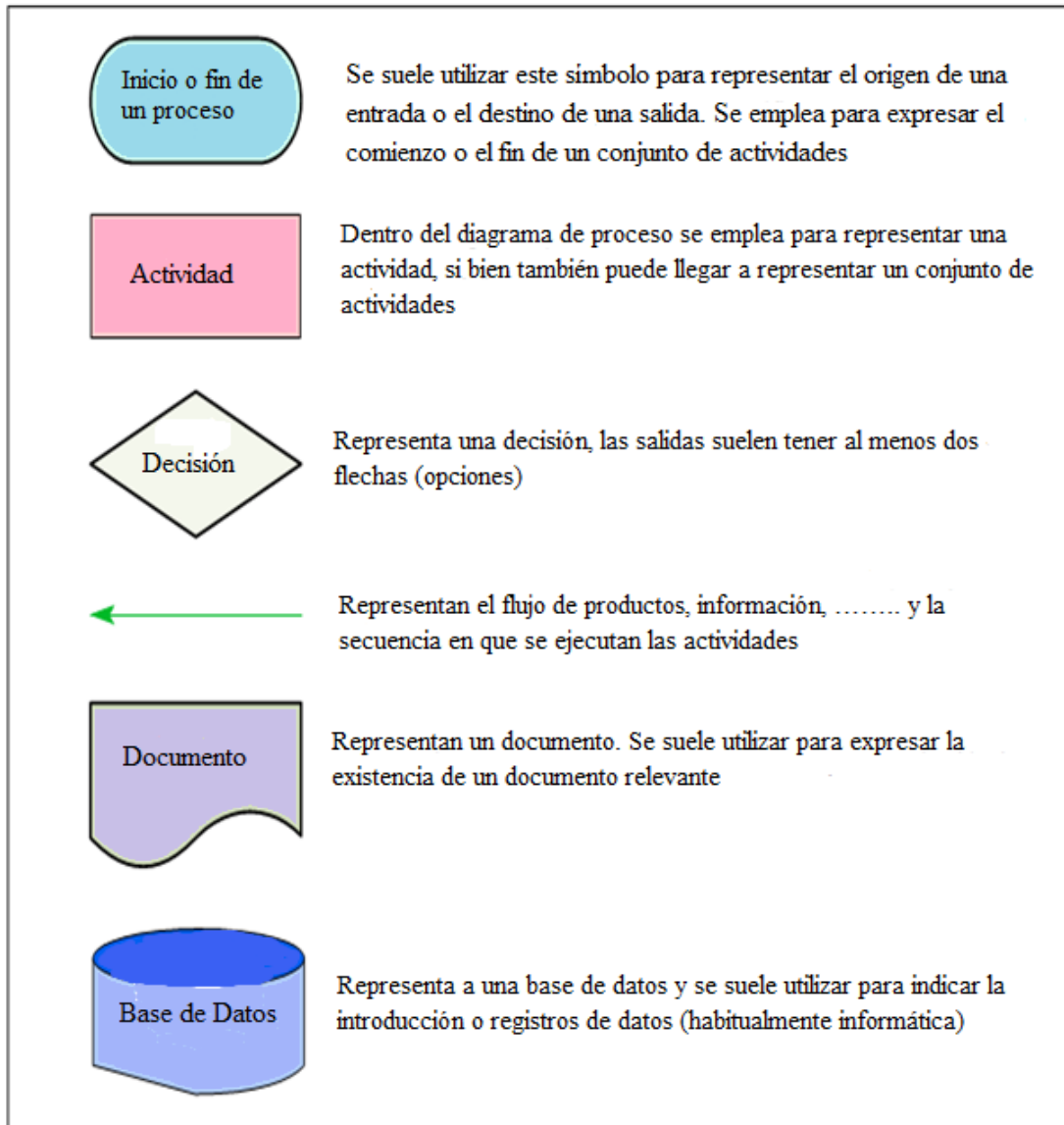
<p>Metodología para la institucionalización del enfoque y gestión de procesos en una organización, González Méndez (2002)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enfoque y Gestión de Procesos.</li> <li>2. Determinación del Plano de Análisis.</li> <li>3. Confección y actualización de la Cartera de Procesos.</li> <li>4. Confección de la Ficha Técnica de cada Proceso.</li> <li>5. Construcción y actualización de la Cartera de Temas Claves (TECLA).</li> <li>6. Selección de un TECLA de la Cartera de Temas Claves.</li> <li>7. Determinación de los Procesos involucrados en la solución del TECLA</li> <li>8. Confección y actualización de la Cartera de Proyectos y Acciones de Reingeniería.</li> <li>9. Selección del Proyecto o Acción de Reingeniería a ejecutar.</li> <li>10. Planeamiento y ejecución del Proyecto o Acción de Reingeniería seleccionado.</li> <li>11. Evaluación y retroalimentación.</li> <li>12. Pasar a otro Tema Clave.</li> </ol>
<p>Procedimiento propuesto por Tejedor y Carmona (2005)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La identificación y secuencia de los procesos.</li> <li>2. La descripción de cada uno de los procesos.</li> <li>3. El seguimiento y la medición para conocer los resultados que se obtienen.</li> <li>4. La mejora de los procesos con base en el seguimiento y la medición realizados.</li> </ol>
<p>Procedimiento propuesto por Aragón González (2004)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Definir los tipos de productos o servicios que presta la organización, a partir de su objeto social</li> <li>. Confeccionar el diagrama de flujo de cada tipo de producto o servicio a partir de las actividades que actualmente se realizan.</li> <li>. Ubicar sobre el lazo de calidad propuesto las actividades definidas en el diagrama de flujo de cada producto o servicio.</li> <li>. Determinar las actividades con las cuales no se cumple en su organización y que son necesarias.</li> <li>. De existir procesos que se repitan considerarlos como uno solo.</li> <li>. Definir los responsables para cada uno de los procesos.</li> <li>7. Identificar entradas y salidas necesarias y los requisitos para cumplir los objetivos del proceso.</li> </ul>

**Anexo 1. Procedimientos o metodologías para la gestión de los procesos. Continuación**

<p>Procedimiento para el mejoramiento de los procesos operacionales hoteleros, Negrín Sosa (2008)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar el equipo de trabajo para la mejora de los procesos.</li> <li>2. Análisis interno y externo.</li> <li>3. Estudio general de los procesos.</li> <li>4. Identificar objetivos del proceso a evaluar.</li> <li>5. Definir factores claves a medir (indicadores).</li> <li>6. Definir el patrón de comparación.</li> <li>7. Comparación de los patrones y el desempeño.</li> <li>8. Evaluar y seleccionar alternativas de mejora.</li> <li>9. Establecer el plan de mejoras.</li> <li>10. Ejecutar el plan de mejoras.</li> <li>11. Supervisar y evaluar los resultados.</li> </ol>
<p>Procedimiento para la mejora y gestión de procesos a partir del análisis del valor añadido, Hernández Nariño (2010)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagnóstico de la organización. <ul style="list-style-type: none"> <li>•Formación del equipo y planificación del proyecto.</li> <li>•Caracterización y clasificación.</li> <li>•Determinación de la casuística hospitalaria.</li> <li>•Diagnóstico del sistema de servicio.</li> </ul> </li> <li>2. Análisis de los procesos. <ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificación de los procesos.</li> <li>•Confección del mapa general.</li> <li>•Selección de los procesos a mejorar.</li> <li>•Formación del equipo de mejora.</li> </ul> </li> <li>3. Mejora de procesos. <ul style="list-style-type: none"> <li>•Diagnóstico del proceso.</li> <li>•Mejoramiento del proceso.</li> <li>•Evaluación del nivel alcanzado.</li> </ul> </li> <li>4. Implantación y control. <ul style="list-style-type: none"> <li>•Implantación del proceso mejorado.</li> <li>•Retroalimentación y control.</li> </ul> </li> </ol>

**Anexo 1. Procedimientos o metodologías para la gestión de los procesos. Continuación**

<p>Procedimiento propuesto por Hernández Oro, (2010)</p>	<p>1. Análisis del proceso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Formación del equipo y planificación del proyecto</li> <li>•Listado de los procesos de la empresa</li> <li>•Identificación de los procesos relevantes</li> <li>•Identificación de los procesos claves para la mejora</li> <li>•Nombrar al responsable del proceso</li> </ul> <p>2. Diseño o rediseño del proceso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Constitución del equipo de mejora de procesos</li> <li>•Definición del proceso empresarial</li> <li>•Confección del diagrama del proceso</li> <li>•Análisis del valor añadido</li> <li>•Establecer indicadores</li> </ul> <p>3. Implementación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Implementación, seguimiento, control y mejora</li> </ul>
<p>Procedimiento propuesto por Pérez Mendoza, (2014)</p>	<p>1-Formación del equipo de trabajo</p> <p>2-Diagnóstico de la situación actual</p> <p>3-Identificación de los procesos</p> <p>4-Interrelación de los procesos</p> <p>5-Documentación</p> <p>6- Implementación, seguimiento y control</p>

**Anexo 2:** Símbolos más habituales en la representación de diagramas.

**Fuente:** (Negrin, 2009)

### **Anexo 3: Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles**

#### **INTRODUCCIÓN**

El Centro Nacional de Vialidad se encuentra inmerso en las tareas de conservación vial aplicando acciones que faciliten la toma de decisiones en los trabajos a ejecutar para lograr una red vial segura y confortable.

A partir de la experiencia obtenida con el estudio y aplicación del “Catálogo de Desperfectos en Pavimentos” se realiza esta propuesta que contiene una reorganización de los deterioros que mayor incidencia tienen en nuestros pavimentos.

Por la importancia que tiene la inspección visual de los pavimentos en la toma de decisiones que permite la evaluación del nivel de servicio de la carreteras y por los datos que aporta, la misma requiere de unificación de criterios en cuanto a nombres, causas e intervenciones a realizar en los deterioros, a lo que se da respuesta en el presente catálogo.

Para ello los deterioros se agruparon en cuatro familias:

1. Deformaciones
2. Fisuras.
3. Segregaciones.
4. Otros deterioros.

Además se agregan una fotografía a cada deterioro, lo que facilita su identificación en el pavimento.

#### **1. FAMILIA DE LAS DEFORMACIONES**

##### **DETERIORO: 1.1. Surco (Roder)**

##### **DESCRIPCIÓN**

Depresiones a lo largo de la huella de los vehículos, produciéndose cordones a ambos lados de la rodera.

Se mide en m<sup>2</sup>

##### **CAUSAS:**

- Mala calidad de los áridos en el hormigón asfáltico caliente
- Dosificación incorrecta de la mezcla
- Resistencia insuficiente del pavimento

**Anexo 3: Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación**

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

- Defectos de compactación durante la construcción
- Sobre compactación bajo la acción de un tráfico pesado, lento y canalizado
- Calidad deficiente de la base

**SEVERIDAD:**

Baja: La profundidad del surco es < 2 cm

Media: La profundidad del surco entre 2 cm y 4 cm

Alta: La profundidad del surco es > 4 cm

**INTERVENCIÓN:**

1. Nivelación con hormigón asfáltico caliente si la profundidad del surco es > 2 cm
4. Bacheo superficial si la profundidad del surco está entre 2 cm y 4 cm.
5. Fresado si la profundidad del surco es mayor de 4 cm. Después repavimentar con hormigón asfáltico caliente.

**DETERIORO: 1.2. Depresión**

**DESCRIPCIÓN:**

Áreas bajas localizadas, de tamaño limitado, que pueden presentarse acompañadas o no de grietas.

Se mide en m<sup>2</sup>

**CAUSAS:**

- Desplome de cavidad subterránea
- Nivel muy elevado del manto freático
- En vías urbanas la rotura de la red soterrada de acueducto y alcantarillado.
- Poca estabilidad de los materiales bituminosos.
- Asentamiento de las capas inferiores.
- Tránsito de mayor peso que el considerado en el diseño del pavimento.
- Ausencia de drenaje interno.

**SEVERIDAD:**

Baja: La depresión es < 3 cm

Media: La depresión se encuentra entre 3 cm y 5 cm

Alta: La depresión es > 5 cm.

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**INTERVENCIÓN:**

1. Nivelación con hormigón asfáltico caliente si la profundidad de la depresión es  $\leq 3$  cm.
2. Bacheo profundo si la profundidad de la depresión es  $> 3$  cm

**DETERIORO: 1.3. Sapo (Blandón)**

**DESCRIPCIÓN:**

Zonas débiles en la superficie del pavimento con deformaciones elásticas al paso del tránsito

Se mide en  $m^2$

**CAUSAS:**

- Degradación de capas inferiores en un punto sensible.
- Contaminación local.
- Deficiente resistencia de la base.
- En vías urbanas rotura de redes técnicas soterradas.
- Falta de drenaje por ausencia o rotura de éste.
- Evolución de la piel de cocodrilo o red de grietas.

**SEVERIDAD:**

Baja: La deformación es  $< 2$  cm

Media: La deformación se encuentra entre 2 cm y 4 cm

Alta: La deformación es  $> 4$  cm.

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo profundo cuando la zona afectada sea menor de  $2 m^2$
2. Cuando la zona afectada sea mayor de  $2 m^2$  se elimina la capa de rodadura y parte de la base, para incorporar material nuevo y estabilizarla. Luego colocar nueva capa de rodadura.

**DETERIORO: 1.4. Desniveles (Ondulaciones)**

**DESCRIPCIÓN:**

Diferencias de nivel de la sección transversal y/o longitudinal de la vía con respecto a su perfil original de construcción.

Se mide en  $m^2$

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**CAUSAS:**

- Mala ejecución en la reparación de otros deterioros.
- Deformaciones diferenciales del suelo en profundidad.
- Tránsito pesado para la estructura del pavimento y frenado de este en intersecciones.
- Edad de la vía
- Inadecuada dosificación del ligante

**SEVERIDAD:**

Baja: El desnivel es  $< 1$  cm

Media: Los desniveles oscilan entre 1 cm y 3 cm

Alta: El desnivel es  $> 3$  cm

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo superficial cuando los desniveles no excedan los 3 cm.
2. Bacheo profundo cuando los desniveles sean mayores de 3 cm.

**2. FAMILIA DE LAS FISURAS**

**DETERIORO: 2.1. Red de grietas**

**DESCRIPCIÓN:**

Conjunto de fisuras que forman una malla con diagonales superiores a 0.20 m de longitud.

Se mide en  $m^2$

**CAUSAS:**

- Mala calidad de algunas capas del pavimento
- Falta de capacidad portante del pavimento
- Falta de espesor o fatiga de las capas del pavimento
- Cargas repetidas que exceden la capacidad del pavimento
- Deficiente Subdrenaje



**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la profundidad del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 10%

Media: 10% - 50%

Alta: > 50%

**INTERVENCIÓN:**

1. Sellado de fisuras cuando sean superficiales y muy finas.
2. Bacheo superficial cuando solamente afecte la capa de hormigón asfáltico.
3. Bacheo profundo cuando la afectación incluye deformaciones en la base.

**DETERIORO: 2.2. Piel de cocodrilo.**

**DESCRIPCIÓN:**

Conjunto de fisuras que forman una malla semejante a la piel de cocodrilo o tela metálica de gallinero, con diagonales menores de 0.20 m de longitud.

Se mide en m<sup>2</sup>

**CAUSAS:**

- Mala calidad de algunas capas del pavimento.
- Soporte inestable generalmente por base o subrasante granular saturada.
- Fatiga excesiva y envejecimiento del pavimento
- Deflexión excesiva de la superficie.
- Deficiente Subdrenaje.

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 10%

Media: 10% - 50%

Alta: > 50%

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo superficial cuando solamente afecte la capa de hormigón asfáltico y se vea desintegración en los bordes.
2. Bacheo profundo cuando la afectación incluye deformaciones en la base y muestra partículas sueltas.

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**DETERIORO: 2.3. Fisura longitudinal**

**DESCRIPCIÓN:**

Fisura o grieta a lo largo de la vía

Se mide en m

**CAUSAS.**

- Subdimensionamiento de una o varias capas de hormigón asfáltico
- Reflejo de grieta longitudinal de la capa de base
- Disminución de la resistencia del suelo de sustentación
- Discontinuidad de estructura en pavimentos
- Fatiga excesiva de la vía
- Deficiente drenaje subterráneo
- Compactación insuficiente
- Baja calidad de los materiales
- Contracción del asfalto debido a cambios de temperatura y al envejecimiento

**SEVERIDAD.**

Baja: Grietas con un ancho < 1 cm

Media: Grietas entre 1 cm y 7 cm de ancho

Alta: Grietas con un ancho > 7 cm

**INTERVENCIÓN:**

1. Sellado de fisura cuando la grieta es superficial
2. Bacheo superficial cuando la grieta afecta la capa de hormigón asfáltico.
3. Bacheo profundo cuando la afectación incluye deformaciones en la base

**DETERIORO: 2.4. Fisura transversal**

**DESCRIPCIÓN:**

Línea de rotura transversal o perpendicular al eje de la vía que comprende todo o parte del ancho del pavimento de la calzada.

Se mide en m

**CAUSAS:**

- Retracción térmica de las capas subyacentes tratadas con hormigón hidráulico.
- Retracción térmica de la capa de rotura.

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

- Espesor insuficiente de la capa de rodadura.
- Reflejo de fisuras o juntas de las capas inferiores (losas de hormigón o bases estabilizadas)
- Baja calidad de los materiales

**SEVERIDAD:**

Baja: Grietas con un ancho < 1 cm

Media: Grietas entre 1 cm y 7 cm de ancho

Alta: Grietas con un ancho > 7 cm

**INTERVENCIÓN**

1. Sellado de fisura cuando la grieta es superficial
2. Bacheo superficial cuando la grieta afecta la carpeta de hormigón asfáltico
3. Bacheo profundo cuando la afectación incluye deformaciones en la base

**DETERIORO: 2.5. Fisuras finas**

**DESCRIPCIÓN:**

Pequeñas y finas fisuras superficiales muy próximas, tanto en forma transversal, longitudinal como curvas.

Se mide en m<sup>2</sup>

**CAUSAS:**

- Mala dosificación del ligante
- Base inestable durante la compactación
- Compactación de la mezcla asfáltica muy caliente
- Exceso de compactación
- Exceso de finos en la superficie
- Reflejo de fisuras en bases estabilizadas
- Terraplenes con taludes inestables
- Asentamiento de la capa de base

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 10%

Media: 10% - 50%

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

Alta: > 50%

**INTERVENCIÓN:**

1. Sellado de fisuras
2. Tratamiento superficial en el área afectada
3. Repavimentar el área afectada

**3. FAMILIA DE LAS SEGREGACIONES**

**DETERIORO: 3.1. Pérdida de ligante.**

**DESCRIPCIÓN:**

Separación de la película del ligante de los áridos en la superficie de rodadura.

Se mide en m<sup>2</sup>.

**CAUSAS:**

- Empleo de áridos de mala calidad.
- Baja calidad de la mezcla asfáltica.
- Efecto del tránsito.
- Mala calidad o insuficiente ligante.
- Ejecución defectuosa de los trabajos.

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 20 %.

Media: 20 % - 50 %.

Alta: > 50 %.

**INTERVENCIÓN:**

1. Tratamiento superficial

**DETERIORO: 3.2. Disgregación (Pérdida de agregados)**

**DESCRIPCIÓN:**

Desprendimiento de áridos en la parte superior de la capa de rodadura o en pavimentos con tratamiento superficiales.

Se mide en m<sup>2</sup>.

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**CAUSAS:**

- Dosificación inadecuada, escasa en ligante.
- Mala calidad del ligante bituminoso.
- Compactación insuficiente.
- Ejecución defectuosa y en malas condiciones climatológicas.
- Solicitaciones tangenciales demasiado importantes.
- Agregado sucio.

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total por banda de circulación será:

Para tratamientos superficiales:

Baja: < 5 %.

Media: 5 % - 30 %.

Alta: > 30 %.

Para capas asfálticas:

Baja: < 5 %.

Media: 5 % y 10 %.

Alta: > 10 %.

**INTERVENCIÓN:**

1. Lechada bituminosa cuando la afectación es localizada.
2. Bacheo superficial cuando la afectación es a toda la carpeta asfáltica de forma localizada.
3. Repavimentación cuando la afectación comprenda un área grande.

**DETERIORO: 3.3. Deterioro de borde.**

**DESCRIPCIÓN:**

Desintegración a lo largo del borde del pavimento produciendo una diferencia de nivel entre la superficie del pavimento y el paseo o el badén, según sea el caso.

Se mide en mí.

**CAUSAS:**

- Compactación insuficiente de los bordes del pavimento.
- Acción del agua.
- Calzada estrecha.
- Descenso de la cuneta debido a la erosión.

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

- Cuneta no estabilizada en la parte baja.

**SEVERIDAD:**

Baja: Bajo efecto sobre la circulación del tránsito.

Media: Circulación con problemas debido a la pérdida de sección.

Alta: Circulación insegura.

**INTERVENCIÓN:**

1. Restauración del pavimento y del paseo.

**DETERIORO: 3.4. Peladura**

**DESCRIPCIÓN:**

Desprendimiento de la capa de rodadura en áreas localizadas.

Se mide en m<sup>2</sup>.

**CAUSAS:**

- Insuficiente espesor o estabilidad de la capa de rodadura.
- Mala adherencia de la capa de rodadura.
- Ligante inadecuado.
- Dosificación inadecuada de la mezcla de hormigón asfáltico.
- Limpieza insuficiente antes de aplicar el tratamiento superficial.

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total por la banda de circulación será:

Baja: < 5%.

Media: 5 % - 30 %.

Alta: > 30 %.

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo superficial cuando la afectación se encuentra en un área localizada.
2. Fresado y repavimentación cuando la afectación comprende un área extensa.

**DETERIORO. 3.5. Bache cazuela**

**DESCRIPCIÓN:**

Cavidad localizada en el pavimento, generalmente de forma redondeada, en zonas con grietas, deformaciones o pérdidas de áridos. Se miden en m<sup>2</sup>.

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**CAUSAS:**

- Evolución de la peladura u otro deterioro, con desintegración y desprendimiento de los materiales provocados por el tránsito.
- Mala calidad de los materiales que componen el hormigón asfáltico.
- Mala ejecución de la obra.
- Drenaje vial deficiente.
- Disminución de la resistencia del pavimento.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura.

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 1%.

Media: 1 % - 10 %.

Alta: > 10 %.

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo Profundo.

**DETERIORO: 3.6. Furnia**

**DESCRIPCIÓN:**

Cavidad profunda de forma irregular que afecta la base e impide la utilización de uno o más carriles en la vía.

Se mide en m<sup>2</sup>.

**CAUSAS:**

- Evolución del bache cazuela u otros deterioros con la desintegración y desprendimiento de los materiales provocados por el tránsito.
- Mala calidad en la elaboración de la mezcla de hormigón asfáltico.
- Mala ejecución de la obra.
- Deficiente drenaje vial.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura.

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 10%

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

Media: 10% - 50%

Alta: > 50%

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo profundo con estabilización de la base.

**4. FAMILIA OTROS DETERIOROS**

**DETERIORO: 4.1. Exudación**

**DESCRIPCIÓN:**

Subida de ligante a la superficie de rodadura.

Se mide en m<sup>2</sup>.

**CAUSAS:**

- Sobredosificación del ligante en la mezcla de hormigón asfáltico.
- Riego de adherencia excesivo.
- Asfalto de muy baja viscosidad.
- Sobrecompactación por tránsito excesivo y pesado.
- Derrame del solvente.

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 10%

Media: 10% - 50%

Alta: > 50%

**INTERVENCIÓN:**

1. Riego de arena caliente.
2. Lechada bituminosa (slurry) con áridos absorbentes.
3. Fresado de la superficie

**DETERIORO: 4.2. Áridos Pulidos (Desgaste de áridos)**

**DESCRIPCIÓN:**

Desgaste de los áridos que componen la mezcla de hormigón asfáltico provocando superficies lisas y pulidas.

Se mide en m<sup>2</sup>.



**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**CAUSAS:**

- Acción del tránsito.
- Mala calidad de los áridos.
- Hundimiento de los áridos gruesos en la mezcla.
- Exceso de compactación.

**SEVERIDAD:**

No se mide severidad.

Se mide el coeficiente de fricción en forma continua o puntual.

Cuando el coeficiente de fricción DIVA no cumpla con los siguientes valores el pavimento debe ser atendido de inmediato:

Mínimo absoluto = 0.31

Mínimo recomendable = 0.33

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo superficial cuando el deterioro es de forma localizada.
2. Fresado y después repavimentación cuando el deterioro abarque el área de un carril o más.

**DETERIORO:** 4.3. Deterioro por mala ejecución de construcciones y/o reparaciones.

**DESCRIPCIÓN:**

- Deterioros que se producen producto de defectos en la construcción del pavimento.
- Deterioro que aparece en el área o cerca de una reparación realizada al pavimento y que su ejecución fue de mala calidad.

Se mide en m<sup>2</sup>.

**CAUSAS:**

- Restitución insuficiente de la estructura original de la base y/o la capa de rodadura.
- Uso inadecuado de materiales para relleno.
- Insuficiente calidad en la reparación de la red técnica soterrada.

**Anexo 3:** Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles. Continuación

**SEVERIDAD:**

En tramos de 100 m la proporción del área afectada respecto al área total será:

Baja: < 10%

Media: 10% - 30%

Alta: > 30%

**INTERVENCIÓN:**

1. Bacheo superficial cuando el deterioro es de forma localizada y solo afecta la capa de rodadura.
2. Fresado y después repavimentación cuando el deterioro abarque el área grande y no sea profunda.
3. Bacheo profundo cuando el deterioro sea localizado y afecte la capa de rodadura y la de base.

**Anexo 4:** Tramificación de unidades a muestrear para el cálculo del IC

Las vías son divididas en tramos de 700 m<sup>2</sup> de área –como se ha indicado anteriormente- y haciendo uso de procedimientos estadísticos se determina de forma aleatoria cuántos y cuáles deben ser inspeccionados para obtener la evaluación de la carretera, pues la inspección de todas las unidades muestrales puede requerir excesivos costos y tiempo.

El número mínimo de muestras a considerar se obtendrá a partir de:

$$n = \frac{\left( \frac{z * \sigma}{e} \right)^2 + 1}{\frac{\left( \frac{z * \sigma}{e} \right)^2 + 1}{N} + 1}$$

Donde:

n- Número de unidades a muestrear de 700 m<sup>2</sup>.

N- Número total de unidades contenidas en las vía, según la longitud y ancho de carriles.

<sup>2</sup>- Varianza estimada de la calificación de la carretera.

- Desviación Standard. Se recomienda tomar inicialmente  $\sigma = 15$  para vías en estado homogéneo (sea bueno o malo) y  $\sigma = 25$  para casos contrarios.

e- Error absoluto en la estimación de la calificación. Se recomienda tomar  $e = 5$ .

z- Coeficiente de confianza según distribución normal que se fija de acuerdo al nivel de confianza en la estimación de la calificación.

Para un 95% de confianza,  $Z = 2$ .

Luego de determinado el número mínimo de unidades a muestrear deben estas ubicarse en la vía, identificando cada una de estas de forma totalmente aleatoria dentro del tramo, por selección propiamente aleatoria o sistemática, siendo este un paso importante antes de realizar los trabajos de campo, para obtener resultados fidedignos.

**Anexo 4:** Tramificación de unidades a muestrear para el cálculo del IC. Continuación

El muestreo sistemático puede brindar una mejor evaluación de la vía, pues se garantiza la distribución de las muestras a lo largo de toda la longitud, evitando la posibilidad de que las muestras, aun cuando han sido obtenidas al azar de tablas de números aleatorios o de calculadores, queden agrupadas en determinadas zonas de la vía. Para el procedimiento de muestreo sistemático se calcula la razón muestral como:

$$\frac{n}{N}$$

O lo que es lo mismo:

$$\left(\frac{N}{n}\right) = \frac{1}{k}$$

El valor de k se redondea al valor inferior más próximo, indicando esto cada cuántas muestras deberá realizarse la inspección.

De forma aleatoria se tomara un número (p) que se encuentre entre 1 y k, siendo p el orden de la primera unidad de muestreo. El orden de las demás unidades a muestrear será p+k, p+2k,....., p+(n-1)\*k.

Si el ancho de la vía se mantiene uniforme, también lo hará el ancho y longitud (L) de las muestras, pudiendo obtenerse la ubicación del inicio de las mismas con respecto al inicio de la vía.

Así entonces:

MUESTRA	Posición Según	
	Orden de la Unidad en el Total de Muestras	Distancia desde el inicio de la muestra al inicio de la vía
1	p	(p-1)*L
2	p+k	(p+k-1)*L
3	p+2k	(p+2k-1)*L
.	.	.
.	.	.
.	.	.
n	p+(n-1)*k	(p+(n-1)*k-1)*L

**Anexo 4:** Tramificación de unidades a muestrear para el cálculo del IC. Continuación

Para resumir la evaluación de la vía puede entonces calcularse:

$$\overline{\text{Cal.}} = \frac{\sum \text{Cal}_i}{n}$$

$\overline{\text{Cal.}}$  - Media de la calificación estimada a partir de la muestra.

$\text{Cal}_i$  - Calificación de las distintas unidades muestreadas.

Siendo posible enmarcar la misma dentro de un intervalo de confianza para lo cual se calculará:

$$\sigma = \sqrt{\sum (\text{Cal}_i - \overline{\text{Cal}})^2}$$

$$\text{Cal}_{\text{vía}} = \overline{\text{Cal}} \pm \sigma$$

Es necesario destacar que al calcular la desviación estándar ( ) a partir de los resultados de campo ya procesados, si la misma da superior al valor asumido inicialmente, será un indicador de que el número de muestras analizadas ha sido insuficiente para caracterizar correctamente la vía, calculándose con este valor de una nueva cantidad de muestras a analizar y repitiendo entonces todo el procedimiento descrito con anterioridad.

Para facilitar los trabajos de campo y gabinete, se trabaja con el modelo que se indica a continuación, obteniéndose para cada muestra la calificación ( $\text{Cal}_i$ ) así como la evaluación cualitativa de la misma.

Se indicará en la fila de deterioros cada uno de los deterioros que se encuentren en la muestra, acotando el área de los mismos según la severidad. Se obtiene entonces un subtotal para cada una de las severidades que me permite de igual forma el cálculo de cada una de las densidades. El producto de estas por los correspondientes coeficientes de severidad aportará el Sub Total y de hecho el Total.

Elaboración de un nuevo modelo de cálculo de calificación y evaluación de la muestra, mostrado a continuación:



**Anexo 4:** Tramificación de unidades a muestrear para el cálculo del IC. Continuación

DETERIORO	Cj máx.	DENSIDAD			FACTOR			SUB TOTAL			TOTAL
		Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	
<b>TOTAL</b>											

100 - Total

**CALIFICACIÓN**

\_\_\_\_\_

**EVALUACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo 5:** Selección de los expertos. Fuente: (Hurtado de Mendoza, 2003)

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
...										
...										
...										
n										

**Grado de conocimiento del posible experto, según autoevaluación**

Fuentes de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

**Nivel de argumentación sobre el tema del posible experto**

Fuentes de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0,3	0,2	0,1
Su experiencia obtenida	0,5	0,4	0,2
Trabajos de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Trabajos de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición	0,05	0,05	0,05

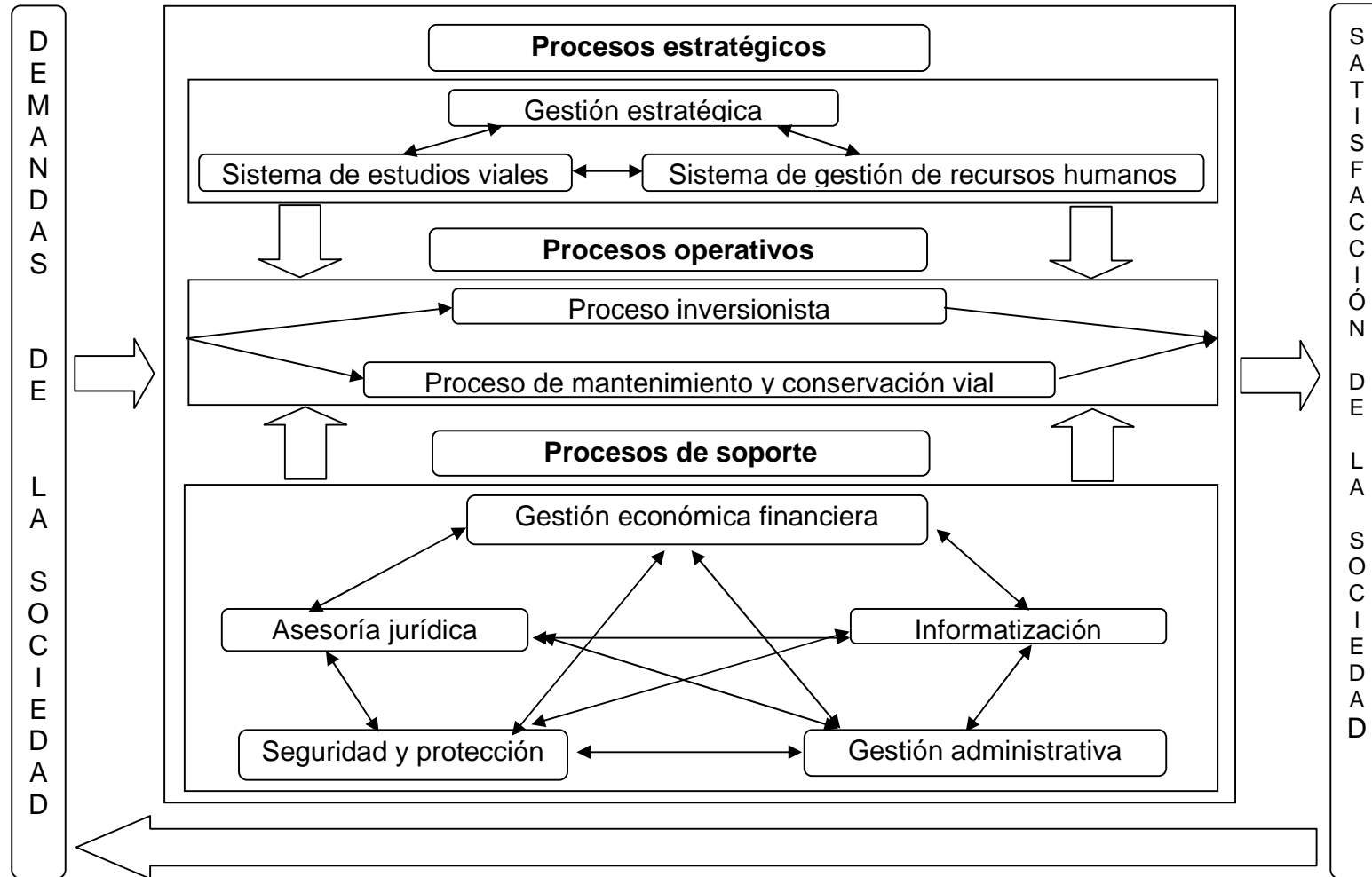
**Patrón del nivel de argumentación del posible experto**



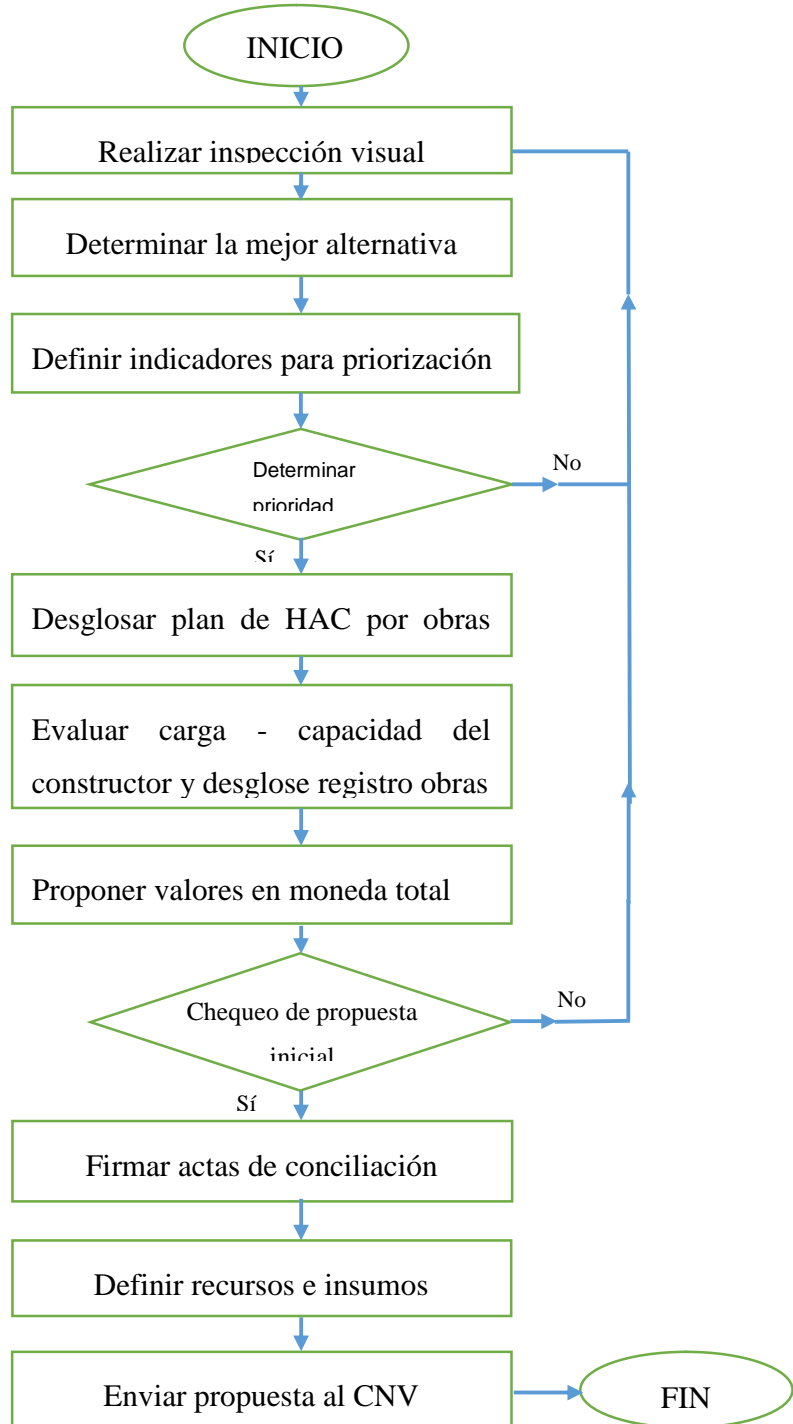
**Anexo 6:** Valoración de los expertos sobre los posibles indicadores.

No.	Indicadores para la evaluación de la propuesta	Escala					Argumente su selección
		MA	BA	A	PA	I	
1	Inspección visual por Catálogo de deterioros						
2	Determinar la mejor alternativa						
3	Cálculo del IC						
4	Cálculo del IP						
5	Determinar el orden de prioridad						
6	Procedimiento para la planificación						

Anexo 7: Mapa de procesos del Centro Provincial de vialidad



Anexo 8: Diagrama de flujo del proceso planificación de la conservación



**Anexo 9: Diagrama causa-efecto del proceso de planificación de la conservación**

