



Ministerio de Transporte
y Obras Públicas



NEVI-12

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS
PÚBLICAS DEL ECUADOR**

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

**VOLUMEN N° 1
PROCEDIMIENTOS PARA PROYECTOS VIALES**

**NORMA ECUATORIANA VIAL
NEVI-12 - MTOP**

QUITO, 2013

ADMINISTRACIÓN DE:

Arq. María de los Ángeles Duarte Pesantez

MINISTRA DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS

Ing. Boris Córdova Gonzales

VICEMINISTRO DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTE

Ing. Milton Torres Espinoza

SUBSECRETARIO DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

COORDINADORES TÉCNICOS MTOP

REVISIÓN ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DE LAS NORMAS Y LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SECTOR DEL TRANSPORTE (VIAL) DEL MTOP

Ing. Milton Torres E.	Subsecretario de Infraestructura del Transporte Administrador del Contrato
Ing. Manuel Aizaga	Director de Construcciones Encargado
Ing. Juan Carlos Espinel	Director de Conservación Encargado
Ing. Mario González	Coordinador del Administrador de Estudios
Ing. Gerardo Jiménez	Coordinador Técnico - Geotecnia
Ing. Washington Morán	Coordinador de Diseño Vial
Ing. Carlos Caicedo A.	Coordinador de Estructuras Viales
Ing. Luis Fiallos	Coordinador de Hidrología – Hidráulica
Ing. Jorge Bustillos	Coordinador de Factibilidad
Lcda. Marcia Vizueté	Coordinador de Impactos Ambientales
Ing. Luis Salvador	Administrador - Técnico

EQUIPO TÉCNICO INDEPRO& COA – CONSULTORES ASOCIADOS

Dr. Ing. Rafael Pezo Z.	C.O.A Consultora
Ing. Gustavo Hidalgo Rivas.	INDEPRO Consultora
Ing. Mario Morán Proaño. CcD.	Coordinador Técnico

PREFACIO

La red vial del Ecuador es un pilar básico para el fomento de la productividad basada en los principios de equidad, equivalencia, excelencia, sostenibilidad ambiental y competitividad, que hace posible el cumplimiento del plan nacional de desarrollo y los principios del Buen Vivir o Sumak Kawsay.

En este marco, el Gobierno Nacional del Econ. Rafael Correa, cumpliendo el mandato de la Constitución del 2008, a través del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, ha desarrollado e implementado un plan estratégico para el mejoramiento y la excelencia en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de los proyectos viales, basado en la aplicabilidad en el Ecuador del conocimiento científico desarrollado en las mejores normativas internacionales y las experiencias tecnológicas ecuatorianas, a través de un proceso de generación de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, cuyo objetivo es la revisión, actualización y complementación de normas y especificaciones técnicas del sector del transporte vial, para factibilizar y garantizar el desarrollo nacional.

INTRODUCCION NEVI-12

La infraestructura vial en el Ecuador, ha mantenido una historia de afectaciones constantes, como paralizaciones y colapso de puentes y caminos, generadas tanto por el riesgo sísmico cuanto por los factores climáticos a los que por décadas los Gobiernos han tenido que afrontar con soluciones inmediatistas y onerosas para el erario nacional, sin ningún soporte tecnológico que garantice una seguridad adecuada para el desarrollo.

Las afectaciones de la red vial antes señaladas a su vez, de forma directa, han incidido negativamente al proceso de desarrollo económico y productivo del Ecuador, fomentando la pobreza y limitando el acceso a bienes, productos y servicios vitales garantizados por la Constitución.

Las regulaciones técnicas del MTOP (MOP-001-F y MOP-001-E), generadas en 1974 han contribuido tibiamente en solucionar los aspectos antes mencionados, en 1993 fueron actualizadas con mínimos cambios por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. A través de Acuerdos Ministeriales se ha tratado de homologar y regular aspectos no contemplados en las regulaciones antes señaladas y la formulación de Normas Interinas de 1999 (Ex CORPECUADOR) ha llegado a constituir una guía técnica referencial para reducir las probabilidades de fallas de las obras de reconstrucción de la red vial.

Actualmente, la globalización exige que la producción de bienes y prestación de servicios a través de la red vial, fomente el desarrollo productivo y la transformación de la matriz productiva basada en los principios de: equidad o trato nacional, equivalencia, participación, excelencia, información, sostenibilidad ambiental y competitividad sistémica.

En este sentido, el Ecuador a partir de la Constitución del 2008, y el gobierno del Presidente Rafael Correa Delgado, ha generado e implementado el cumplimiento de las regulaciones necesarias para garantizar los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas, entre ellas la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, (publicada en el Registro Oficial No. 26 el 22 de febrero de 2007).

Este nuevo marco regulatorio hace indispensable armonizar el ordenamiento jurídico con los convenios internacionales de los cuales el Ecuador es signatario y establece los requisitos y los procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad;

Así mismo se declara política de Estado la demostración y la promoción de la calidad, en los ámbitos público y privado, como un factor fundamental y prioritario de la productividad, competitividad y del desarrollo nacional.

Por lo dicho, corresponde a las entidades e instituciones públicas que en función de sus competencias, tienen la capacidad de expedir normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad; ante lo cual El Ministerio de Transportes y Obras Públicas, como

entidad competente para formulación de políticas, regulaciones, planes, programas y proyectos, que garanticen un Sistema Nacional del Transporte Intermodal y Multimodal, sustentado en una red de Transporte con estándares internacionales de calidad, alineados con las directrices económicas, sociales, medioambientales y el plan nacional de desarrollo; todo lo que ha generado en la iniciativa para la revisión, actualización y complementación de las normas y especificaciones técnicas del sector transporte (vial) del MTOP.

El proceso antes señalado ha generado **La Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12** que constituye un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y del transporte en el Ecuador bajo los principios de equidad o trato nacional, equivalencia, participación, excelencia, información, sostenibilidad ambiental y competitividad sistémica.

En esta normativa se establecen las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se deben cumplir en los proyectos viales para factibilizar los estudios de planificación, diseño y evaluación de los proyectos viales, así como para asegurar la calidad y durabilidad de las vías, mitigar el impacto ambiental y optimizar el mantenimiento del tráfico en las fases de contratación, construcción y puesta en servicio.

Las disposiciones de Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12, deberán ser observadas por proyectistas, constructores y por cualquier persona que desarrolle estudios y trabajos para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP. Estas disposiciones constituyen el reconocimiento de las prácticas, procedimientos y reglamentos técnicos internacionales, por ser convenientes para el Ecuador. En este sentido, la norma NEVI-12 ha sistematizado el conocimiento y criterio técnico de los diversos especialistas nacionales respecto de las mejores prácticas, procedimientos y normativa de otros países aplicables a realidad y necesidades tecnológicas ecuatorianas con proyecciones a largo plazo para un servicio vial sustentable y seguro.

El NEVI-12 está estructurado de tal forma que pueda prestar el soporte tecnológico necesario en campo y en gabinete para la solución de los problemas viales, aún para los más complejos; dentro de un marco científico adecuado para la intervención de los especialistas de alto nivel. Además, considerando que la ciencia de la ingeniería vial está en permanente cambio por las necesidades de servicio y seguridad, el NEVI-12 facilita la innovación del conocimiento ingenieril; mejorando, ampliando, sustituyendo y actualizando las disposiciones contenidas en esta normativa que se desarrollaron en forma consistente con las prácticas y principios de las normativas y especificaciones internacionales.

El NEVI-12 está conformado por seis (6) volúmenes, cuyos contenidos fueron seleccionados estratégicamente para conformar unidades coherentes con los requerimientos tecnológicos para el desarrollo de los proyectos viales en las fases de estudios, construcción, mantenimiento y contratación, dentro de un marco legal consistente con el ordenamiento jurídico del Ecuador y los principios internacionales y locales para la protección del patrimonio ecológico.

VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
VOLUMEN 1	Procedimientos para proyectos viales.	Enfoques y metodología para el desarrollo de proyectos viales.
VOLUMEN 2A-B	Norma para estudios y diseños viales.	Principios normativos para estudios viales.
VOLUMEN 3	Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes.	Especificaciones Técnicas regulatorias para la construcción de caminos y puentes.
VOLUMEN 4	Estudios y criterios ambientales para proyectos viales	Marco legal regulatorio específico para Estudios Ambientales viales.
VOLUMEN 5	Procedimientos de operación y seguridad vial.	Normativa y especificación para seguridad y operación vial.
VOLUMEN 6	Operaciones de mantenimiento vial.	Normativa y especificación para el mantenimiento vial.

A su vez, los Volúmenes del NEVI-12, constituyen tres unidades para el desarrollo de un Proyecto Vial; de la siguiente manera:

- a) Los Volúmenes 1, 2 A - B conforman una Unidad normativa que crea un marco científico suficiente para el planteamiento del Proyecto, los estudios ingenieriles y el diseño vial.
- b) El Volumen 3 constituye una Unidad de Especificaciones Técnicas dirigida a establecer procedimientos aplicables y características de materiales requeridos en los proyectos viales.
- c) El Volumen 4 constituye las especificaciones y normas ambientales.
- d) Los Volúmenes 5 y 6 pertenecen a una unidad de procedimientos y especificaciones operacionales de seguridad y de mantenimiento vial.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION NEVI-12	v
INDICE GENERAL.....	viii
CAPÍTULO 1.100 INFORMACION GENERAL	10
ÍNDICE CAPÍTULO 1.100	11
CAPITULO 1.100 INFORMACIÓN GENERAL	12
SECCIÓN 1.101 CAPITULO INTRODUCTORIO (OBJETIVOS Y ALCANCES DEL VOLUMEN)	12
1.101.1 INTRODUCCIÓN.....	12
1.101.2 OBJETIVOS Y ALCANCES.....	12
SECCIÓN 1.102 ORGANIZACIÓN Y CONTENIDO DEL VOLUMEN	13
SECCIÓN 1.103 NOMENCLATURA	14
CAPÍTULO 1.200 INTRODUCCIÓN A LOS PROYECTOS VIALES.....	16
INDICE CAPÍTULO 1.200	17
CAPITULO 1.200 INTRODUCCIÓN A LOS PROYECTOS VIALES.....	18
SECCIÓN 1.201 ASPECTOS GENERALES	18
1.201.1 CONSIDERACIONES.....	18
SECCIÓN 1.202 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.....	20
1.202.1 CARRETERAS SEGURAS Y CONFIABLES.....	20
1.202.2 CARRETERAS INTELIGENTES	20
1.202.3 CARRETERAS AHORRADORAS DE ENERGÍA	20
1.202.4 CARRETERAS DE BAJA EMISIÓN	20
1.202.5 CARRETERAS COMO PARTE DEL MEDIO AMBIENTE	21
1.202.6 CARRETERAS SOSTENIBLES	21
1.202.7 CARRETERAS COMO UN INNOVADOR FUTURO	21
1.202.8 PAVIMENTOS DE LARGA DURACIÓN	21
1.202.9 PAVIMENTO DE HORMIGON SILENTE	21
1.202.10 CAMINOS MODULARES	22
CAPÍTULO 1.300 PROCEDIMIENTOS GENERALES.....	23
INDICE CAPÍTULO 1.300	24
CAPÍTULO 1.300 PROCEDIMIENTOS GENERALES.....	26
SECCIÓN 1.301 ASPECTOS GENERALES	26
SECCIÓN 1.302 RECONOCIMIENTO.....	28
SECCIÓN 1.303 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO	30
1.303.1 OBJETIVO	30
1.303.2 EFECTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR	30
1.303.3 ANÁLISIS DE COSTE - BENEFICIO.....	31
1.303.4 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS NO VALORABLES ECONÓMICAMENTE.....	34
1.303.5 ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	35
SECCIÓN 1.304 PROYECTO PRELIMINAR	37
1.304.1 GENERALIDADES	37

1.304.2 PROGRAMACIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	40
La Figura 1304-01 muestra un ejemplo de presentación de un Esquema Funcional para proyectos de esta envergadura.	43
Otros aspectos que deben ser tomados en consideración en esta fase son las siguientes:	43
1.304.3 DISEÑO DE PROYECTO PRELIMINAR.....	43
1.304.4 DISEÑO.....	47
1.304.5 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS SUPLEMENTARIOS	51
1.304.6 DIBUJO Y PROYECTO	53
1.304.7 REPLANTEO DEL PROYECTO DEFINITIVO.....	54
CAPÍTULO 1.400 ENFOQUES PARA EL DESARROLLO Y METODOLOGIA DE PROYECTOS VIALES	57
INDICECAPÍTULO 1.400	58
CAPITULO 1.400 ENFOQUES PARA EL DESARROLLO Y METODOLOGÍA DE PROYECTOS VIALES	60
SECCIÓN 1.401 ASPECTOS GENERALES	60
1.401.1 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	60
1.401.2 RECOMENDACIONES Y ALCANCES.....	60
1.401.3 DEFINICIONES BÁSICAS	60
SECCIÓN 1.402 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS VIALES	62
1.402.1 ALCANCE GENERAL.....	62
1.402.2 CONCEPTOS BÁSICOS	62
1.402.3 CLASIFICACIÓN.....	65
SECCIÓN 1.403 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO VIAL	67
1.403.1 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO.....	67
1.403.2 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO.....	68

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS
PÚBLICAS DEL ECUADOR**

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

**NORMA ECUATORIANA VIAL
NEVI-12 - MTOP**

**VOLUMEN N° 1
PROCEDIMIENTOS PARA PROYECTOS VIALES**

CAPÍTULO 1.100 INFORMACION GENERAL

QUITO 2013

ÍNDICE CAPÍTULO 1.100

CAPITULO 1.100 INFORMACIÓN GENERAL	12
1.101.1 INTRODUCCIÓN	12
1.101.2 OBJETIVOS Y ALCANCES	12
SECCIÓN 1.102 ORGANIZACIÓN Y CONTENIDO DEL VOLUMEN	13
SECCIÓN 1.103 NOMENCLATURA	14

CAPITULO 1.100 INFORMACIÓN GENERAL

SECCIÓN 1.101 CAPITULO INTRODUCTORIO (OBJETIVOS Y ALCANCES DEL VOLUMEN)

1.101.1 INTRODUCCIÓN

Este volumen de la Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12, establece las políticas, criterios, procedimientos y métodos para el desarrollo de los proyectos viales, en las fases de: planificación, estudio, evaluación, diseño, construcción, seguridad, mantenimiento, calidad e impacto ambiental.

La aplicabilidad de la NEVI-12, deberá ser observada por proyectistas, constructores y por cualquier persona o entidad que desarrolle estudios y trabajos para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Estas disposiciones constituyen el reconocimiento de las prácticas, procedimientos y reglamentos técnicos internacionales, por ser convenientes para el Ecuador. En este sentido, la norma NEVI-12 ha sistematizado el conocimiento y criterio técnico de los diversos especialistas nacionales respecto de las mejores prácticas, procedimientos y normativa de otros países aplicables a realidad y necesidades tecnológicas ecuatorianas con proyecciones a largo plazo para un servicio vial sustentable y seguro.

La NEVI-12 está estructurada de tal forma que pueda prestar el soporte necesario en campo y en gabinete para la solución de los problemas viales, aún para los más complejos; dentro de un marco científico adecuado para la intervención de los especialistas de alto nivel.

Además, considerando que la ciencia de la ingeniería vial está en permanente cambio por las necesidades de servicio y seguridad, la NEVI-12 facilita la innovación del conocimiento ingenieril; mejorando, ampliando, sustituyendo y actualizando las disposiciones contenidas en esta normativa que se desarrollaron en forma consistente con las prácticas y principios de las normativas y especificaciones internacionales.

1.101.2 OBJETIVOS Y ALCANCES

Este volumen de la NEVI-12, pretende ser un apoyo permanente para establecer las bases de los procedimientos para proyectos viales, referidos a las metodologías y el marco teórico referencial necesario para alcanzar la excelencia de un proyecto vial dentro de los parámetros establecidos para el desarrollo nacional.

SECCIÓN 1.102 ORGANIZACIÓN Y CONTENIDO DEL VOLUMEN

El volumen fue organizado en cuatro grandes capítulos; 1.100, 1.200, 1.300 y 1.400, con la finalidad de agrupar los temas concernientes al desarrollo y metodología de proyectos viales y al establecimiento de un marco teórico básico que haga posible el proyecto vial. La metodología propuesta se presenta en el siguiente cuadro:

CAPITULO	CONTENIDO	ALCANCE
1.100	Información general.	-Introducción de la NORMA NEVI-12. - Objetivos y Alcances de la Norma NEVI-12. - Nomenclatura empleada.
1.200	Introducción a proyectos viales.	- Aspectos generales. - Clasificación de las carreteras.
1.300	Procedimientos generales.	- Antecedentes. - Reconocimiento. - Selección de la alternativa de diseño. -Proyecto preliminar.
1.400	Enfoques para el desarrollo y metodología de proyectos viales.	-Clasificación de proyectos viales. -Etapas para el desarrollo de un proyecto: Ciclo de vida; etapas para el desarrollo. -Metodología para el proyecto: Idea, perfil, pre factibilidad, factibilidad.

SECCIÓN 1.103 NOMENCLATURA

- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials
- ANT Anteproyecto
- ANT: Agencia Nacional de Tránsito
- Art: Artículo
- ASTM American Society for Testing Materials (EE.UU.)
- ATMS: Sistemas Avanzados de Gestión de Tránsito
- BPR Bureau of Public Roads (EE.UU.)
- CBR Razón de Soporte California
- CCTV: Circuito Cerrado de Televisión
- CED Cambio de Estándar de Diseño
- CIE: International Commission on Illumination
- DFL: Decreto con Fuerza de Ley
- DIN Deutsche Industrie Norm (Alemania)
- DL: Decreto Ley
- DMCS: Densidad Máxima Compacta Seca
- DO: Diario Oficial
- DS: Decreto Supremo
- EA Estaca de Alineación Intermedia
- EDEP Estudio Definitivo con Estacado Parcial
- EDET Estudio Definitivo con Estacado Total
- EIV: Estudio de Impacto Vial
- EN: Norma Europea
- EPTE Estudio Preliminar en Trazados Existentes
- EPTN Estudio Preliminar en Trazados Nuevos
- ETG: Especificaciones Técnicas Generales
- FC Fin de Curva Circular
- FCV Fin de Curva Vertical
- FHWA: Federal Highway Administration
- FK Fin de Clotoide
- GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado
- GPS Sistema de Posicionamiento Global
- H: V: Horizontal: Vertical (Talud)
- HRB Highway Research Board (EE.UU.)
- IDF Intensidad-Duración-Frecuencia (Hidrología)
- IGM: Instituto Geográfico Militar
- INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización
- IP índice de Plasticidad
- ISO International Standards Organization
- ISO: International Organization for Standardization

- ITO: Inspección Técnica de Obras
- ITS: Sistemas Inteligentes de Transporte
- LTM Sistema Local Transversal de Mercator
- MC Punto Medio de Curva Horizontal
- MCL Meridiano Central Local
- MCV Punto Medio de Curva Vertical
- MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas
- MUTCD: Manual on Uniform Traffic Control Devices
- NCHRP: National Cooperative Highway Research Program
- PC Principio de Curva Horizontal
- PCV Principio de Curva Vertical
- PK Principio de Clotoide
- PL Perfil Longitudinal
- PNC Plan Nacional de Censos (Tránsito)
- PR Punto de Referencia (De Cota o Elevación)
- PRA Punto de Referencia Auxiliar
- PT Perfil Tipo
- PTL Plano Topográfico Local
- RED Recuperación de Estándar de Diseño
- SAP Sobreancho de la Plataforma
- SCS Soil Conservation Service (EE.UU.)
- SI Sistema Internacional de Unidades
- SI: Sistema Internacional de Unidades
- SIG Sistema de Información Geográfico
- STC Sistema de Transporte de Coordenadas
- TDR: Términos de Referencia
- TPAA: Tasa Media Anual de Accidentes
- TMDA Tránsito promedio Diario Anual
- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual
- TRE Términos de Referencia Específicos
- TRG Términos de Referencia Generales
- USBR United States Bureau of Reclamation (EE.UU.)
- USCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
- UTCS: Urban Traffic Control Systems, Sistemas de Control de Tráfico Urbano
- UTM: Universal Transversal de Mercator (Proyección)
- V: H Vertical: Horizontal (Escala o Inclinación de un Talud)
- VHD Volumen Horario de Diseño (Tránsito)

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS
PÚBLICAS DEL ECUADOR**

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

**NORMA ECUATORIANA VIAL
NEVI-12 - MTOP**

VOLUMEN N° 1
PROCEDIMIENTOS PARA PROYECTOS VIALES

**CAPÍTULO 1.200 INTRODUCCIÓN A LOS PROYECTOS
VIALES**

QUITO, 2013

INDICE CAPÍTULO 1.200

CAPÍTULO 1.200 INTRODUCCIÓN A LOS PROYECTOS VIALES.....	16
SECCIÓN 1.201 ASPECTOS GENERALES	18
1.201.1 CONSIDERACIONES	18
SECCIÓN 1.202 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS	20
1.202.1 CARRETERAS SEGURAS Y CONFIABLES.....	20
1.202.2 CARRETERAS INTELIGENTES	20
1.202.3 CARRETERAS AHORRADORAS DE ENERGÍA	20
1.202.4 CARRETERAS DE BAJA EMISIÓN	20
1.202.5 CARRETERAS COMO PARTE DEL MEDIO AMBIENTE	21
1.202.6 CARRETERAS SOSTENIBLES	21
1.202.7 CARRETERAS COMO UN INNOVADOR FUTURO	21
1.202.8 PAVIMENTOS DE LARGA DURACIÓN	21
1.202.9 PAVIMENTO DE HORMIGON SILENT	21
1.202.10 CAMINOS MODULARES	22

CAPITULO 1.200 INTRODUCCIÓN A LOS PROYECTOS VIALES

SECCIÓN 1.201 ASPECTOS GENERALES

1.201.1 CONSIDERACIONES

Las infraestructuras del Transporte Terrestre en un futuro próximo se enfrentan a enormes desafíos: un aumento de los requerimientos de mantenimiento, un rápido aumento de la demanda de transporte, la necesidad de reducir la contaminación causada por el tráfico, y la necesidad de reducir los índices y severidad de los accidentes de tránsito.

Tienen también que enfrentar los eventos climáticos más extremos y la futura escasez de materiales de construcción naturales de bajo costo, y materiales basados en combustibles fósiles.

Para enfrentar estos desafíos, es necesario llevar a cabo investigaciones operacionales muy innovadores. En este contexto, los procesos y las tecnologías existentes por la investigación en materia de instrumentación, de simulación, de materiales y procesos innovadores de construcción, deben promoverse y aplicarse rápidamente.

Basándose en estas observaciones, se han desarrollado programas estratégicos de investigación para la innovación de carreteras. Persiguiendo objetivos comunes tomando en consideración. Los siguientes retos globales y sociales:

- **Cambio Climático:** A futuro las carreteras, deben desarrollarse para garantizar mayor movilidad. Reducir su impacto sobre el calentamiento global y ser más respetuosos del medio ambiente.
- **Sociedad Post - Energía Fósil:** Los recursos de combustibles fósiles son cada vez más escasos y por lo tanto más caros. Por tanto, es necesario el desarrollo de nuevas técnicas y materiales de construcción, que no afecten las condiciones climáticas y capaces de reducir el consumo de energía.
- **Globalización:** El crecimiento del tráfico y el aumento de las cargas de tránsito requieren una gestión más eficiente. Por lo tanto, una coordinación inteligente de los flujos de tráfico asegurará una movilidad sin problemas.
- **Progreso Tecnológico:** En el campo de la construcción de carreteras, el potencial de materiales innovadores, tecnologías de construcción y mantenimientos inteligentes, así como las ventajas de una producción industrial descentralizada, hasta ahora han sido sólo parcialmente explotadas. Enfoques tecnológicos nuevos pueden ayudar en la "seguridad" de las vías y fortalecer la competitividad a nivel internacional.
- **Desarrollo Sostenible en un contexto Post - Energía Fósil:** El aumento de la complejidad de las actividades, y al mismo tiempo la simultánea movilización y utilización eficiente de los recursos financieros, es un gran desafío que enfrenta el sector de la construcción y

mantenimiento de carreteras. Modernos instrumentos económicos ayudan a planificar, construir, operar y mantener futuras carreteras. A través de un uso cada vez mayor de materiales de construcción y procesos alternativos en conjunto con una gestión de reciclaje sostenible, la dependencia de las importaciones de petróleo y de los recursos naturales puede ser reducido.

- **Protección de la Población:** Debido al alto nivel de tráfico se debe garantizar la seguridad de todos los usuarios y los grupos de riesgo. Y asegurar la protección de las personas pasivamente afectadas por el tráfico reduciendo las emisiones causadas por los vehículos, la construcción de carreteras; y sobre todo, contando con todo el equipamiento de control de tránsito necesario, sin escatimar esfuerzos, para proveer de seguridad vial a los usuarios y la población entera

SECCIÓN 1.202 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS

Las carreteras del siglo 21 deben tener más en cuenta el aspecto funcional de las carreteras. En cuanto a su uso, proceso que dará lugar a vías más seguras, más económicas, eficientes, confiables e inteligentes. Además, se debe proporcionar usos innovadores. En lo que se refiere a las demandas existentes y futuras sobre los nuevos desafíos globales.

Basado en los requerimientos futuros y los nuevos desafíos, se han establecido prioridades temáticas sobre la base de una evaluación integral que se resume en los siguientes puntos:

1.202.1 CARRETERAS SEGURAS Y CONFIABLES

El objetivo central es permitir un transporte seguro, eficiente, predecible y confiable de personas y mercancías sobre distancias cortas y largas. A fin de lograr esto, la gestión de las obras viales, la interrupción, la seguridad y el mantenimiento son mejorados, particularmente con respecto a los elementos de red más importantes (nodos, puentes y túneles). La información de los vehículos es integrada con la información de las carreteras y los sistemas gestión, la comunicación para interactuar con los sistemas de seguridad. Por lo tanto, la gestión eficaz del tráfico se hace posible para satisfacer las necesidades de información de cada usuario de la vía.

1.202.2 CARRETERAS INTELIGENTES

El fin es permitir la gestión del tráfico y el mantenimiento de carreteras para tomar mejores decisiones operacionales y estratégicas. Para lograr este objetivo, el continuo monitoreo del estado de las carreteras y estructuras, del tráfico y la seguridad vial, así como la tecnología de sensores requerida están más desarrolladas e integradas. Todos los subsistemas, es decir materiales, construcción, información, capacidad vial, dispositivos de control de y de tránsito y comunicación, han de ser integrados en un sistema global.

1.202.3 CARRETERAS AHORRADORAS DE ENERGÍA

El consumo de energía para la planificación, construcción y operación se reducirán al mínimo y siempre que sea posible por energía renovable. Para este propósito las energías solar, geotérmica y del viento en la proximidad de carreteras son propuestas, y nuevos materiales de construcción, tecnologías y métodos de construcción con un consumo de energía lo más bajo posible. Las emisiones de CO₂ provenientes de la producción y la eliminación de materiales de construcción y las emisiones de CO₂ en la construcción de carreteras se reducirán al mínimo.

1.202.4 CARRETERAS DE BAJA EMISIÓN

La compatibilidad del tráfico con las exigencias de protección de emisión es un elemento esencial para la aceptación del tráfico motorizado. Con las versiones nuevas y mejoradas de los métodos de construcción estándar, el ruido del tráfico se reducirá de manera significativa en la fuente. Las técnicas para reducir al mínimo las emisiones del tráfico por la degradación y la retención de los contaminantes son integradas. Una clasificación comprendiendo todos los

1.202.5 CARRETERAS COMO PARTE DEL MEDIO AMBIENTE

La carretera es parte de nuestro espacio y una base esencial de la vida cotidiana. Al mismo tiempo, los impactos negativos del tráfico se deben reducir al mínimo, especialmente en áreas urbanas. Los usuarios vulnerables, como los peatones y los ciclistas, así como personas con movilidad reducida necesitan estar protegidos para que puedan moverse de una manera segura. A través de esto, los efectos de las carreteras en la calidad de la vida humana, así como sobre la naturaleza y el medio ambiente deberán ser considerados en la planificación de las redes viales y de las rutas de transporte.

1.202.6 CARRETERAS SOSTENIBLES

La consideración de los aspectos económicos, ecológicos y sociales en el ciclo de vida de la infraestructura de transporte es un prerrequisito para garantizar la movilidad de nuestra sociedad a largo plazo. Sostenibilidad seguridad, y eficiencia. La Carretera del Siglo 21 tiene por objeto establecer un equilibrio entre los aspectos económicos, ecológicos y sociales. Los elementos de la infraestructura vial serán considerados como un todo durante su vida útil, teniendo en cuenta las cuestiones de sostenibilidad en la planificación, elección de materiales y métodos de construcción, mantenimiento y desmontaje y sobre todo la seguridad a todos los usuarios.

1.202.7 CARRETERAS COMO UN INNOVADOR FUTURO

La ola de innovación en los vehículos del siglo 21 tiene que complementarse con una infraestructura adecuada. Además de su función como ruta de transporte, la Carretera del Siglo 21 se ha establecido como parte de innovación. Con el fin de desarrollar materiales de construcción y métodos de construcción que son innovadores y menos costosos sobre su ciclo de vida y para transferir tan rápido como sea posible en la práctica.

1.202.8 PAVIMENTOS DE LARGA DURACIÓN

El uso de asfalto o betún modificado se mezcla con resinas epóxicas o específicas de ultra alta recubrimientos de cemento de rendimiento concretos conducir a una alta resistencia de la superficie, incluso bajo una carga de tráfico en aumento y mayor estrés térmico. Un manifestante de estas innovaciones está previsto para las carreteras con cargas de tráfico muy altas, donde habrá que reducir la problemática de las tareas de mantenimiento, que son de alto costo para la sociedad.

1.202.9 PAVIMENTO DE HORMIGON SILENTE

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de pavimentos de hormigón silenciosos con superficies porosas densos y abiertos. La optimización acústica se centra en los aspectos de la textura de la superficie densos y porosos, la estructura de borde y la orientación y en el proceso de instalación propiamente dicha. Adicionales beneficios serán la mejor maniobrabilidad de los vehículos en movimiento reduciendo la problemática del deslizamiento o patinaje de estos.

1.202.10 CAMINOS MODULARES

Tiene como objetivo proporcionar pavimentos constituidos por losas de hormigón que se pueden abrir y cerrar rápidamente en menos de un día, con un acceso fácil a las redes subterráneas.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS
PÚBLICAS DEL ECUADOR**

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

**NORMA ECUATORIANA VIAL
NEVI-12 - MTOP**

VOLUMEN N° 1
PROCEDIMIENTOS PARA PROYECTOS VIALES

CAPÍTULO 1.300 PROCEDIMIENTOS GENERALES

QUITO, 2013

INDICE CAPÍTULO 1.300

CAPÍTULO 1.300 PROCEDIMIENTOS GENERALES	26
SECCIÓN 1.301 ASPECTOS GENERALES	26
SECCIÓN 1.302 RECONOCIMIENTO.....	28
SECCIÓN 1.303 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO	30
1.303.1 OBJETIVO	30
1.303.2 EFECTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR	30
1.303.2.1. Usuarios de la carretera y empresarios de transporte	30
1.303.2.2. No usuarios directamente afectados	30
1.303.2.3. No usuarios afectados indirectamente	31
1.303.2.4. Administración encargada de la carretera	31
1.303.3 ANÁLISIS DE COSTE - BENEFICIO	31
1.303.4 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS NO VALORABLES ECONÓMICAMENTE	34
1.303.5 ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	35
1.303.5.1. Los criterios de elección.....	35
1.303.5.2. Criterios basados en el Análisis Coste - Beneficio.....	35
1.303.5.3. Criterios No Económicos	36
1.303.5.4. Análisis Multicriterio	36
SECCIÓN 1.304 PROYECTO PRELIMINAR	37
1.304.1 GENERALIDADES	37
1.304.2 PROGRAMACIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	40
1.304.2.1. Vegetación y Clima	40
1.304.2.2. Configuración del Terreno y Accesibilidad	41
1.304.2.3. Plazo de Ejecución	41
1.304.2.4. Esquema Funcional	41
1.304.3 DISEÑO DE PROYECTO PRELIMINAR	43
1.304.3.1. Alineamiento Horizontal	44
1.304.3.2. Alineamiento Vertical	44
1.304.3.3. Combinación de los Alineamientos Horizontal y Vertical	45
1.304.3.4. Anteproyecto de Estructuras de Drenaje Menores	46
1.304.3.5. Anteproyecto de Puentes	47
1.304.3.6. Anteproyecto de Diseño del Pavimento	47
1.304.3.7. Presupuesto Preliminar del Costo de Construcción.....	47
1.304.4 DISEÑO.....	47
1.304.4.1. Levantamiento Topográfico	47
1.304.4.1 (1) Polígono Fundamental - Generalidades	48
1.304.4.1 (2) Medida de Distancias	48
1.304.4.1 (3) Medida de Ángulos y Comprobación	48
1.304.4.1 (4) Estacadura y Referenciación.....	48
1.304.4.1 (5) Nivelación - Generalidades	49
1.304.4.1 (6) Procedimientos	49
1.304.4.1 (7) Mojoneras de Referencia y Comprobación.....	49
1.304.4.1 (8) Precisión y Errores Aceptables	49

1.304.4.1 (9) <i>Corrección de las Cotas de Nivelación</i>	49
1.304.4.1 (10) <i>Perfiles Transversales - Generalidades</i>	49
1.304.4.1 (11) <i>Aparatos y Ancho de la Faja Topográfica</i>	50
1.304.4.1 (12) <i>Precisión en los Perfiles Transversales</i>	50
1.304.4.1 (13) <i>Libretas de Campo</i>	50
1.304.5 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS SUPLEMENTARIOS	51
1.304.5.1. Topografía en Zonas de Instalaciones o Construcciones.....	51
1.304.5.2. Topografía en Zonas con Estructuras Existentes.....	51
1.304.5.3. Intersecciones con Carreteras y Líneas Férreas.....	51
1.304.5.4. Topografía para Puentes	52
1.304.5.5. Topografía para Obras Menores.....	52
1.304.5.6. Delineación de los Cursos de Agua.....	52
1.304.5.7. Datos Hidráulicos	52
1.304.6 DIBUJO Y PROYECTO	53
1.304.6.1. Cálculo del Polígono Fundamental	53
1.304.6.2. Escalas y Planos	53
1.304.6.3. Dibujo del Polígono Fundamental.....	53
1.304.6.4. Dibujo de la Franja Topográfica	54
1.304.6.5. Diseño.....	54
1.304.7 REPLANTEO DEL PROYECTO DEFINITIVO.....	54
1.304.7.1. Localización del Eje	57
1.304.7.2. Nivelación del Eje	56
1.304.7.3. Colocación de Laterales	56

CAPÍTULO 1.300 PROCEDIMIENTOS GENERALES

SECCIÓN 1.301 ASPECTOS GENERALES

El proyecto de una vía incluye todos los trabajos, desde cuando se concibe la idea hasta cuando la carretera queda lista para ser usada. Comprende trabajos de campo y de oficina, y de ésta deben salir la memoria y los dibujos (planos, perfiles, secciones transversales, etc.). Generalmente un proyecto de vía es de magnitud considerable, es decir, que entre sus extremos siempre hay varios kilómetros de distancia y su costo es bastante elevado.

En primer lugar, los términos o extremos deben estar bien definidos; se trata de determinar la mejor ruta que sirva para unirlos. Luego se establecen su alineamiento horizontal, sus secciones transversales, sus pendientes y todos los demás detalles que sean necesarios. Los principios de la ingeniería exigen que dicha ruta sea escogida de tal forma que la vía se pueda construir y explotar con la máxima economía, eficiencia y utilidad posible.

Todo proyecto de vía debe tener su justificación y de esto trata el llamado estudio de factibilidad. La primera pregunta que se ha de hacer acerca de la vía es si se debe construir o no, y ella se contesta analizando si la totalidad de los gastos que ocasione estarán bien compensados por los beneficios económicos y sociales que produzca cuando se ponga en servicio. A veces la pregunta se puede contestar solamente con un estudio preliminar cuidadoso, sin trabajos de campo; pero otras veces es necesario realizar mediciones extensas y muchos estimativos de costos.

Es claro que un ingeniero solo no puede resolver esta pregunta; para solucionar satisfactoriamente el problema debe trabajar todo un equipo de personas versadas en finanzas y administración y, en el caso de vías públicas, vinculadas a aspectos políticos y sociales. Por eso es necesario que en el equipo de estudio haya ingenieros de diversas especialidades, economistas, arquitectos, abogados, sociólogos, ecólogos y posiblemente otros profesionales. En el aspecto del diseño de la vía, el ingeniero responsable del proyecto no debe ser solamente un técnico, pues el tipo de vía que va a resultar tiene una gran influencia en su localización, y cada alternativa va a presentar problemas técnicos y económicos específicos, y es él quien debe proponer soluciones y tomar decisiones en cada oportunidad.

El proyecto de una vía exige cubrir las siguientes etapas, después de que se haya resuelto empezar a estudiarlo y deberá regirse por lo indicado en el flujograma de actividades de la Figura 1.301-01

- Exploración o reconocimiento del terreno.
- Formulación de Alternativas de Trazado
- Selección de ruta.
- Trazado preliminar.
- Diseño.
- Localización o replanteo.

Estas etapas clásicas han ido sufriendo modificaciones a medida que se van presentando adelantos tecnológicos que ayudan a facilitar y mejorar el diseño y la construcción de las vías.

SECCIÓN 1.302 RECONOCIMIENTO

Es un análisis de los diversos corredores por los cuales será posible hacer un trazado de la vía, para seleccionar el que mejor sirva de acuerdo con las especificaciones y exigencias económicas del proyecto. La anchura de cada corredor o zona depende del tipo de terreno y de la importancia de la vía, pero debe ser suficiente para cubrir todos los trazados posibles. No se debe seguir la tendencia de favorecer la ruta más fácil a simple vista, pues es posible que haya otra u otras rutas en las que el terreno parezca difícil pero realmente esconda mejores condiciones que las que se notan en terreno abierto.

En esta etapa son de invaluable importancia las fotografías aéreas, en vez de hacer las exploraciones a pie sobre el mismo terreno, o como se hace actualmente a veces por vía aérea utilizando el helicóptero. Esto se puede remplazar o, por lo menos complementar, en la oficina, con el estudio estereoscópico de fotografías aéreas de pequeña escala (como 1:25.000) y de mapas existentes de la región.

De cualquier manera, en primer lugar habrá que pasar por los llamados puntos de control primario, que son ciertas localidades por las que se debe pasar y que se imponen generalmente por consideraciones de orden político, económico o demográfico. De todas formas, se tratará de unir estos puntos de control por una vía lo más recta posible aunque en terreno plano se deben evitar las rectas muy largas para prevenir la somnolencia de los conductores, producida por la quietud de la conducción, la monotonía del paisaje y el efecto hipnótico del punto de unión de los bordes de la carretera sobre el horizonte, y para evitar el encandilamiento del conductor por las luces de los vehículos que avanzan en sentido opuesto. Además, cuando el terreno es quebrado, posiblemente sea necesario pasar por los puntos de control secundario o puntos naturales de paso obligado.

Realmente el reconocimiento del terreno es la etapa más delicada del proyecto pues por una parte, de él puede resultar el trazado de una carretera con buenos alineamientos, con pendientes aceptables, con bajos movimientos de tierras y sobre terreno de buenas condiciones geológicas y, por otra parte, en él interviene mucho la apreciación personal del ingeniero y sus asesores. Aunque no se pueden establecer indicaciones generales, algunas especiales, como las reglas enunciadas por A.M. Wellington, pueden resultar útiles. Éstas son las siguientes:

1. No debe hacerse el reconocimiento de una línea sino de toda el área, entre los puntos extremos.
2. Toda opinión preconcebida a favor de una línea en particular debe ser abandonada, especialmente si es en favor de la línea que parece más obvia.
3. Hay que evitar la tendencia a exagerar los méritos de las líneas cercanas a carreteras o a lugares muy poblados.
4. Las desigualdades del terreno, los puntos rocosos, las cuestas empinadas, los pantanos y otros accidentes del terreno ejercen una influencia mal fundada en la mente del explorador.
5. Las líneas difíciles de recorrer a pie o de vegetación muy tupida parecen peores de lo que en realidad son.

6. A medida que avanza el reconocimiento debe hacerse mentalmente un mapa hidrográfico de la región.
7. El ingeniero debe dar como regla invariable, poco crédito a toda información desfavorable, sea cual fuere su origen, que no esté de acuerdo con su criterio.

Mientras se hace la exploración o el reconocimiento del terreno, se debe obtener una serie de datos que después serán de gran utilidad al tomar decisiones:

1. Los puntos de paso obligado.
2. Las alturas relativas de esos puntos.
3. Las pendientes longitudinales resultantes de los diversos tramos.
4. Las características geológicas del suelo y la facilidad de explotación de los materiales.
5. El número, clase y dirección de los cursos de agua y de las serranías.
6. Las condiciones climatológicas, meteorológicas, etc., de la zona.

Todo lo anterior conduce a localizar los trazados que ofrezcan menos dificultades y mayores ventajas, tanto para la construcción como para la explotación y conservación. Sobre esas rutas se continúa el estudio del proyecto.

SECCIÓN 1.303 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO

1.303.1 OBJETIVO

La evaluación de una alternativa de actuación compara los recursos que sería necesario emplear con los beneficios que se espera obtener. El resultado de esta evaluación permite determinar si está justificado realizar la actuación y, si hay varias alternativas para resolver un problema, elegir la más adecuada.

Los costes de realización de las obras e instalaciones necesarias, así como los costes futuros del mantenimiento, se pueden valorar en unidades monetarias, al igual que algunos de los efectos que producirá el proyecto como, por ejemplo, la variación de los costes de circulación de los vehículos. Otros efectos pueden convertirse en valores monetarios haciendo intervenir una cierta valoración, como ocurre con el tiempo empleado por los viajeros, determinando el valor del citado tiempo. Pero existen otros efectos, como por ejemplo los ambientales, que resulta muy difícil valorar y, en algunos casos, incluso medir. Por ello, en la evaluación de las opciones se analizan separadamente los costes y efectos que pueden medirse en unidades monetarias, empleando procedimientos de valoración económica; mientras que se consideran separadamente los efectos no que se pueden valorar monetariamente.

1.303.2 EFECTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR

En todo el proceso de evaluación es preciso asegurarse de que se toman en cuenta todos los costes y todos los efectos pertinentes. Por ello, han de considerarse todos los grupos de personas van a resultar afectados por una carretera nueva o modificada. También no debe soslayarse jamás la seguridad al tránsito de todos los usuarios

Así, por ejemplo, habría que tener en cuenta los siguientes grupos y efectos:

1.303.2.1. Usuarios de la carretera y empresarios de transporte

Los efectos a considerarse son:

- Coste del funcionamiento de vehículos.
- Coste del tiempo de viaje.
- Coste de los accidentes.
- Seguridad (aparte del coste de accidentes).
- Comodidad.

1.303.2.2. No usuarios directamente afectados

Personas que viven junto a la carretera y empresas relacionadas con ella (estaciones de servicio, hoteles, etc.):

- Coste de terrenos y locales.
- Costes de traslados.

- Daños durante la construcción.
- Pérdida o ganancia de valor en terrenos y negocios.
- Ruptura de relaciones sociales, económicas, etc.
- Modificaciones ambientales.

1.303.2.3. No usuarios afectados indirectamente

En este apartado se considera:

- Empresas de transportes alternativas (ferrocarriles).
- Empresarios afectados directamente por otros itinerarios (moteles, estaciones de servicio, etc.).
- Consumidores afectados por el coste del transporte por carretera.
- Comunidades afectadas por modificaciones ambientales.

1.303.2.4. Administración encargada de la carretera

Hace referencia a:

- Coste de la construcción.
- Coste de la conservación y de la explotación.
- Costes administrativos y financieros.

Tanto como olvidar alguno de los grupos afectados, hay que evitar contabilizar dos veces el mismo efecto, especialmente en el caso de determinados efectos indirectos (por ejemplo, el aumento de valor de ciertos terrenos), que no son sino transferencias de efectos directos ya contabilizados (en el ejemplo, los terrenos aumentan su valor al disminuir el coste del transporte para llegar hasta ellos, lo que supone que el ahorro en el coste del transporte de sus futuros habitantes se transfiere a los actuales propietarios).

Al considerar los distintos grupos afectados por la carretera, hay que tener en cuenta que, aunque los beneficios conjuntos a toda la colectividad sobrepasen a los costos, puede haber personas o grupos para los que el balance sea negativo, es decir, que reciben más perjuicios que beneficios. Para ello, habrá que proponer compensaciones especiales que la ley vigente autoriza

1.303.3 ANÁLISIS DE COSTE - BENEFICIO

Para valorar las consecuencias económicas de un determinado proyecto se recurre al análisis coste-beneficio. En él se comparan los costes necesarios para llevar a cabo el proyecto, con los beneficios a los que dará lugar. Estos beneficios se determinan, en el caso de las carreteras, comparando los costes totales del transporte una vez terminado el proyecto, con los que se producirían si no se llevase a cabo el proyecto. La comparación entre el coste y el beneficio del proyecto permite decidir si el proyecto merece la pena, o comparar entre distintos proyectos para escoger el mejor. En el caso de inversiones públicas sólo deben considerarse los costes para la

comunidad, no contabilizando los que son meras transferencias como los impuestos, los peajes, etc.

Los costes deben incluir todos los necesarios para la realización del proyecto: estudios previos, elaboración del proyecto, replanteo y reconocimientos, expropiaciones, indemnizaciones, costes de construcción, conservación y explotación, además de los costes administrativos y financieros imputables al proyecto.

En cuanto a los beneficios, son fundamentalmente debidos a la disminución del coste total del transporte producido por el proyecto. Esta disminución de coste dará lugar también a un aumento de la demanda de tráfico sobre la que existiría si no se efectuara el proyecto, incremento de demanda que puede calcularse empleando alguno de los métodos de previsión de la demanda. Así, puede calcularse el beneficio producido durante un cierto año mediante la fórmula siguiente, que está basada en la teoría del excedente del consumidor:

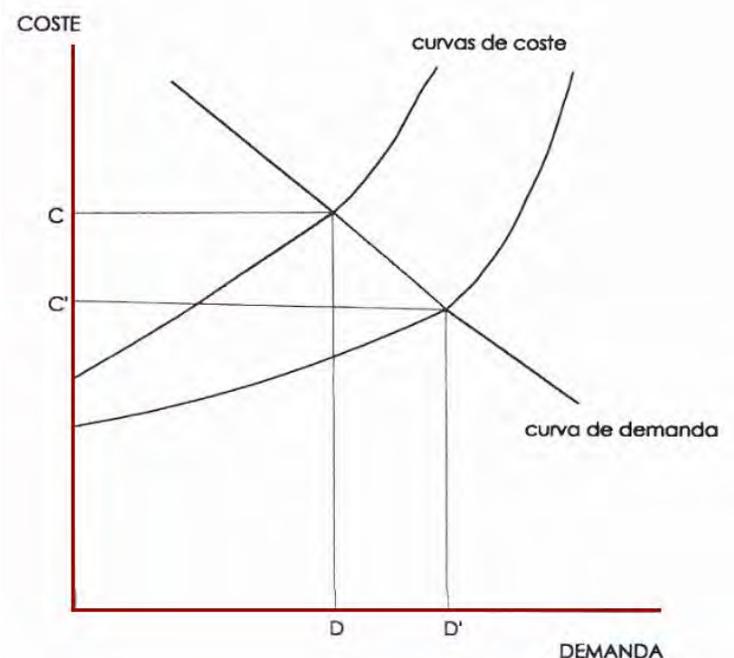


Figura. 1.303 – 01 Beneficios producidos por variaciones en los costes del transporte

$$B = \frac{D_0 + D_1}{2} (C_0 + C_1)$$

Ec 1.303-01

Dónde:

- B: Beneficio actual.
- D_1 : Volumen anual de tráfico si se realiza el proyecto.
- D_0 : Volumen anual de tráfico si no se realiza.
- C_1 : Coste del transporte si se realiza el proyecto.
- C_0 : Coste del transporte si no se realiza.

Para determinar el coste del transporte, se tienen en cuenta el coste de funcionamiento de los vehículos, el coste del tiempo empleado por conductores y viajeros y el coste de los accidentes. El coste de circulación de los distintos tipos de vehículos está formado fundamentalmente por el gasto de combustible. Para determinarlo, se emplean diversas fórmulas que, para cada tipo de vehículo, dan el consumo por kilómetro en función de la velocidad media de circulación y de las características medias del trazado (especialmente las rampas). A su vez, la velocidad media es función de la velocidad específica de los elementos del trazado de la carretera y de la intensidad de la circulación en ella. Otros componentes del coste (neumáticos, engrases, reparaciones, etc.), se deducen de fórmulas parecidas o, simplemente, como porcentajes del coste de combustible.

El tiempo empleado por los ocupantes de los vehículos se calcula a partir de la velocidad media de circulación. Pero para reducirlo a unidades monetarias es preciso dar un valor al tiempo. El tiempo de los conductores profesionales, o de las personas que viajan por motivos de trabajo, se valora con arreglo a su salario. En cambio, el de las personas que viajan por otros motivos presenta mayores dificultades. A veces se recurre a valorarlo por una cierta proporción del salario horario (por ejemplo, un 75 por 100). Otras veces se hacen estimaciones de cuál es el valor que la gente da a su tiempo durante los viajes. Esto se realiza estudiando el reparto de tráfico entre una carretera libre y otra de peaje más rápida.

La valoración del coste de los accidentes presenta también dificultades. Hay una serie de costes que pueden valorarse directamente: coste del tratamiento de las víctimas de los accidentes, coste de los daños producidos a vehículos e infraestructura, costes de mantenimiento de puestos de socorro, vehículos de auxilio, costes de policía, costes judiciales, costes de administración de seguros, etc. Con mayores dificultades, pueden también valorarse las pérdidas que a la colectividad le produce el fallecimiento o la incapacidad temporal o permanente de algunos de sus miembros, como diferencia entre los bienes que podrían haber producido si no se hubieran accidentado menos los que hubieran consumido. Pero esta diferencia no refleja lo que la sociedad está dispuesta a invertir para evitar la pérdida de alguno de sus miembros, por lo que hay que añadir, un componente como compensación por el sufrimiento que esas pérdidas ocasionan. Este componente, altamente subjetivo, puede estimarse bien considerando las compensaciones que los jueces establecen en los casos de accidentes, bien por las inversiones que en materias de seguridad se hacen en otros sectores, o mediante encuestas de preferencias declaradas, en las que se trata de averiguar cuánto están dispuestos a pagar los encuestados por evitar riesgos.

Los costes y los beneficios considerados en el análisis coste-beneficio se producen en distintos momentos, por lo que para compararlos es necesario actualizarlos empleando una cierta tasa de interés. Dado el carácter de inversión pública de las inversiones en carreteras, con efectos a medio y largo plazo, el interés que se aplique no puede ser tan alto como el interés comercial normal en operaciones a corto o medio plazo. Pero también debe evitarse la utilización de tasas muy bajas, que podrían justificar la realización de inversiones que darían muchos mejores resultados empleadas en otros sectores económicos.

Como resultado del análisis se obtiene un valor de coste actualizado del proyecto:

$$C = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i (1 + r)^{-i}$$

Ec 1.303-02

Dónde:

C: Coste total actualizado.

c_0 : Coste inicial de construcción.

c_i : Coste de conservación y explotación en el año i .

r : Tasa de interés.

n : Vida previsible del proyecto.

Y análogamente, un valor para el beneficio total actualizado:

$$B = \sum_{i=1}^n b_i (1 + r)^{-i}$$

Ec 1.303-03

Dónde:

B: Beneficio total actualizado.

b_i : Beneficio en el año i .

Evidentemente para que un proyecto sea aceptable será necesario que:

$$B > C$$

1.303.4 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS NO VALORABLES ECONÓMICAMENTE

No todos los objetivos que se quieren conseguir al actuar en un tramo de carretera están relacionados con el coste del transporte, ni pueden valorarse en unidades monetarias. Entre ellos pueden señalarse, por ejemplo, los efectos sobre el ambiente, la contribución al desarrollo económico regional o la mejora de la distribución de la renta. Por tanto, si alguno de estos objetivos debe ser tomado en cuenta en la decisión final, el análisis coste-beneficio no será suficiente.

El efecto de la carretera y su tráfico en el ambiente pueden medirse en ciertos aspectos. Así, pueden medirse el nivel del ruido producido, el grado de contaminación atmosférica o la extensión del terreno ocupado. Otros factores, tales como el aspecto estético, no se prestan ni siquiera a ser medidos y sólo pueden ser objeto de una clasificación de tipo subjetivo.

En cuanto al efecto de una carretera sobre el desarrollo regional, ha de tenerse en cuenta que las infraestructuras por sí solas no inducen ningún desarrollo. Su único papel es de disminuir los costes del transporte (precisamente el efecto que se tiene en cuenta en el análisis coste-beneficio), lo que puede permitir que una región mal comunicada, pero con un potencial para cierto tipo de desarrollo (por existir materias primas, recursos turísticos, etc.) pueda realizarlo.

En este caso, la carretera es una infraestructura más de las necesarias para el desarrollo, y lo que debería estudiarse es el resultado económico del total de la inversión necesaria para conseguir el desarrollo económico.

En cuanto a los efectos redistributivos, ya se ha señalado cómo pueden determinarse en el análisis coste-beneficio, al considerar separadamente los efectos para distintos grupos sociales. Con ello puede saberse la redistribución conseguida y compararla con objetivos establecidos.

1.303.5 ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

1.303.5.1. Los criterios de elección

En la mayoría de los casos hay varias soluciones alternativas para conseguir mejorar el estado de una carretera; soluciones que permiten alcanzar los objetivos establecidos en mayor o menor grado, y cuyo coste puede ser muy diferente. Generalmente las opciones que permiten conseguir una mayor calidad de circulación exigen inversiones más elevadas. Por ello, el proceso de selección tiene que comparar de alguna manera los beneficios que se conseguirían al mejorar las condiciones del transporte, con los costes necesarios para realizar el proyecto, de forma que se pueda escoger la solución más rentable, sin sacrificar la seguridad vial.

La selección final se basará en los resultados de las evaluaciones de todas las alternativas. Como no pueden evaluarse de forma conjunta todos los efectos de las actuaciones, ya que se evalúan separadamente los efectos valorables monetariamente y los no valorables, hay que tener en cuenta los resultados de ambos tipos de análisis para escoger la solución óptima.

1.303.5.2. Criterios basados en el Análisis Coste - Beneficio

Para seleccionar distintos proyectos se emplean diferentes criterios, basados en los valores de los beneficios actualizados (B) y de los costes actualizados (C). Los más simples son el valor actualizado del proyecto:

$$V = B - C$$

Ec 1.303-04

Y la razón beneficio/coste:

$$R = B/C$$

Ec 1.303-05

Si se trata de seleccionar entre varias opciones para resolver un mismo problema, sin que existan limitaciones presupuestarias, la opción óptima será la que dé el mayor valor actualizado de V. Por el contrario, si se trata de seleccionar varios proyectos para distintas acciones, con un presupuesto total limitado, se deben ir eligiendo los proyectos que den una mayor razón beneficio/coste (R), hasta que la suma de costes de estos proyectos alcance la limitación presupuestaria.

1.303.5.3. Criterios No Económicos

Si se emprendiera una actuación sobre un tramo de carretera con un solo objetivo que pudiera medirse (por ejemplo, para disminuir el índice de accidentes), las opciones se podrán clasificar con arreglo a un criterio de coste-eficacia. Para ello bastaría dividir la reducción estimada del número de conflictos conseguido con cada opción, por el coste de la misma, lo que permitiría clasificarlas según su eficacia. Pero como normalmente son varios los objetivos perseguidos, es necesario considerar simultáneamente varios criterios diferentes al elegir la solución.

1.303.5.4. Análisis Multicriterio

Para permitir la elección de la opción preferible cuando se persiguen varios objetivos, se han desarrollado una serie de técnicas conocidas como análisis multicriterio.

Una situación bastante frecuente se presenta cuando en una carretera se ha de actuar con el objetivo principal de mejorar la circulación, pero al mismo tiempo se desea disminuir su efecto perjudicial sobre el medio ambiente.

El análisis coste-beneficio permite clasificar las distintas opciones según un criterio basado en el primer objetivo.

Por otra parte, se pueden clasificar también estas opciones según otros criterios, como el nivel de ruido producido, la contaminación atmosférica o el área de terreno afectada. Con ello se tendrán varias clasificaciones de las distintas opciones según distintos criterios; el problema que se plantea es reducirlas a una única que permita elegir la opción óptima. Un procedimiento, entre otros muchos, para conseguir esta clasificación única es el de dar ciertas ponderaciones a los diferentes criterios. Así, si la valoración de la opción i según el criterio j es n_{ij} , se calculará por cada opción un índice medio:

$$n_i = \sum f_j n_{ij}$$

Ec 1.303-06

Dónde:

f_j :Peso atribuido a cada uno de los criterios.

Se elegirá la opción que tenga un índice n_i menor. No cabe duda que el procedimiento tiene una componente subjetiva muy importante en la elección de las ponderaciones f_j . Esto mismo ocurre con otros procedimientos similares, ya que es esencialmente inevitable.

En definitiva, cuando existen diferentes criterios para seleccionar las opciones deseables, la mayor o menor importancia que se dé a cada uno de los criterios habrá de responder a las opiniones y a los puntos de vista de las personas encargadas de tomar la decisión final.

Los procedimientos de análisis multicriterio no pueden tener otro objetivo que simplificar esta toma de decisión, presentando de forma clara los resultados de los distintos criterios y las consecuencias que en la decisión final tendrá el peso que se dé a los diferentes objetivos perseguidos.

SECCIÓN 1.304 PROYECTO PRELIMINAR

1.304.1 GENERALIDADES

Una vez que se ha determinado la ruta general o de una variante más ventajosa para la localización de una carretera, se procederá a definir el trazado de la misma. Para este objeto se requerirá de un levantamiento topográfico con cierta exactitud, ya sea utilizando los medios convencionales terrestres o empleando la aerofotogrametría y la computación electrónica.

En el caso de efectuar levantamientos empleando la aerofotogrametría se deberá tomar para la ruta seleccionada, fotos aéreas a una escala de 1:12.000 o 1:10.000; con estas se elaborará un mapa de una faja de terreno del ancho de aproximadamente 600 metros, a una escala de 1:2.500 o 1:2.000 y con curvas de nivel a intervalos de 1 a 5 metros, de acuerdo a la topografía de la faja. Sobre, esta faja topográfica se trazará el alineamiento del camino en el que podrán introducirse variantes menores después de haber efectuado el recorrido terrestre usando los planos preliminares.

Para los levantamientos terrestres se establecerá un polígono básico que, de acuerdo con el criterio del ingeniero localizador, seguirá en general la ruta definida en la etapa de reconocimiento y de acuerdo con la configuración del terreno. Se efectuará la nivelación de este polígono y se tomarán utilizando un nivel de mano, los perfiles transversales a intervalos de 50 metros para terrenos de topografía uniforme y a distancias menores de acuerdo al grado de accidentes del terreno.

El levantamiento de la faja de estudio se representará en un mapa con curvas de nivel y sobre el cual se efectuará el trazado preliminar de la vía, de acuerdo con las normas establecidas. Sobre ese mismo mapa se marcará la ubicación de los perfiles transversales y se procederá a introducir estos datos en la computadora para calcular los volúmenes preliminares del movimiento de tierras; en algunos casos puede ser conveniente dibujar los perfiles transversales y calcular los volúmenes del movimiento de tierras por medio de los métodos convencionales.

El LiDAR (Light Detection And Ranging) aerotransportado es un sistema activo basado en un dispositivo láser, que emite un haz de luz (pulsos) hacia la superficie terrestre. Un espejo desvía el haz y permite barrer el terreno transversalmente. El sensor LiDAR mide el tiempo que tardan los pulsos en reflejarse en los objetos situados sobre la superficie terrestre y volver de salida del rayo láser.

Las coordenadas de los puntos se obtienen a partir de: la posición y orientación del sensor LiDAR instalado en el avión, la distancia medida entre este y el punto del terreno, y el ángulo de salida del rayo láser.

La posición (x,y,z) del sensor LiDAR se obtiene mediante un receptor GPS/GNSS instalado en el avión empleando métodos cinemáticos, y la orientación mediante una unidad de navegación inercial (IMU/INS). La precisión de las coordenadas de la nube de puntos LiDAR, dependerá de la precisión con la que se obtenga en cada momento la posición y orientación del sensor: por lo que en el proyecto PNOA la distancia entre el receptor GPS/GNSS instalado en el avión y la estación de referencia GPS colocada en tierra tiene que ser menor de 40 km.

Los sensores actuales son capaces de distinguir hasta 4 retornos para cada pulso, por lo que en algunas zonas de vegetación poco densa, pueden atravesar la cubierta vegetal y es posible diferenciar la vegetación del suelo, es decir se podrán calcular las alturas de los árboles. Las superficies de agua no producen retornos por lo que son fácilmente detectables.

Como en cualquier actividad cartográfica, los procedimientos de captura de la nube de puntos LiDAR y el proceso de los datos deben estar basados en una metodología que permita garantizar la calidad de los mismos. El proyecto PNOA tiene establecido unas Especificaciones Técnicas que incorporan procedimientos operativos, unos para ser realizados antes de que se ejecute el vuelo (Aseguramiento de la Calidad) y otros a realizarse una vez capturada y procesada la nube de puntos LiDAR (Control de Calidad).

Entre los primeros están los vuelos para calibrar el sensor LiDAR. El objetivo de estos vuelos de calibración es determinar los errores inherentes al sistema, de manera que sean tenidos en cuenta al realizar la planificación del vuelo y el proceso de los datos y no afecten a las características exigidas en el proyecto, como por ejemplo a la densidad de puntos o a su precisión altimétrica.

Los procedimientos de Control de Calidad están dirigidos fundamentalmente a comprobar que se cumplen las características definidas en el proyecto. Algunos de los controles de calidad que se realizan son: determinación de la densidad de puntos, porcentaje de solape entre pasadas, identificación de zonas sin puntos, etc. Además se realiza un chequeo adicional que permite establecer la precisión altimétrica de los datos. El chequeo consiste en comparar las altitudes de una serie de puntos observados con técnicas GPS, con las de los puntos LiDAR cercanos.

Otra utilidad de estos campos de control es conectar la nube de puntos al sistema de referencia, en un proceso que se conoce como ajuste de pasadas al terreno, por el que se eliminan errores sistemáticos de la nube de puntos.

Los resultados obtenidos en los controles de calidad demuestran que los datos LiDAR capturados en el PNOA cumplen con las especificaciones técnicas, e incluso en muchos casos las mejoran.

Como paso previo a la captura de datos, las empresas entregan una planificación del vuelo a realizar. Esta planificación pasa un exhaustivo control de calidad comprobando que cumple con todos las secciones reflejadas en las especificaciones técnicas del proyecto. Además de la planificación, las empresas entregan también un fichero con las estaciones de referencia que se van a utilizar durante el trabajo, éstas son seleccionadas entre las que tiene implantadas el Instituto Geográfico Nacional en todo el territorio. En el caso de no disponer de ninguna estación

de referencia con las características adecuadas para el proyecto, la empresa de vuelo debe colocar los receptores GPS/GNSS necesarios en vértices REGENTE.

Las líneas de vuelo se planifican con dirección este – oeste cuando el vuelo LiDAR se realiza simultáneamente con un vuelo fotogramétrico (cámara fotogramétrica y LiDAR instalados en el mismo avión) y se pueden adaptar a las limitaciones impuestas por el relieve, en los casos en los que vuelo LiDAR sea independiente.

También es obligatorio para las empresas que han de llevar a cabo el trabajo, realizar una calibración del sistema integrado (sensor LIDAR-GNSS-INS) previa a la ejecución del vuelo. Este paso se lleva a cabo sobre campos de calibración (zonas en las que se conocen perfectamente las coordenadas de una serie de puntos identificables por el sensor), para obtener un conjunto de parámetros que servirán para corregir los datos adquiridos.

Para poder obtener una mayor precisión altimétrica de la nube de puntos LiDAR y comprobar la bondad de estos, se establecen unos campos de control distribuidos por el interior y los límites de la zona de trabajo. En ellos se determinan las coordenadas de una serie de puntos mediante técnicas GPS y cuyas altitudes son comparadas con las altitudes de los puntos LiDAR próximos.

Sobre estos campos de control se hace pasar una línea de vuelo (pasada transversal). Con las altitudes de los puntos observados con técnicas GPS, se ajustan las pasadas transversales al terreno y con ellas se realiza el ajuste de las pasadas longitudinales (pasadas este – oeste). De esta forma se garantiza que la nube de puntos LiDAR completa, se ajusta al terreno y no existen errores sistemáticos verticales.

Los datos son almacenados en ficheros que cubren una extensión de 2 x 2 km, que pueden contener entre 3 y 10 millones de puntos cada uno. Los ficheros se almacenan según la estructura de formato LAS, el estándar aprobado por el ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) para el almacenamiento de datos LiDAR.

El formato LAS es binario y consta de dos partes: la primera es la cabecera del fichero, en la que se almacena la información relativa al programa con el que se han generado los datos, las coordenadas x, y, z mínima y máxima del fichero, el número de pulsos y el número de puntos.

La segunda parte almacena la información de cada punto: coordenadas x, y, z de cada uno de ellos, intensidad, número de retorno, número de retornos por punto, dirección de es-caneado, ángulo de escaneado, número de pasada, datos relativos a la clasificación de los puntos del fichero, e incluso información radiométrica obtenida a partir de fotografías aéreas correspondientes.

Cuando los datos han sido procesados y entregados al IGN, por parte de las empresas contratistas se realiza un control de calidad comprobando que:

- La zona de trabajo queda totalmente cubierta.
- Se cumple la densidad que indican las especificaciones.

- Los datos tienen las precisiones altimétricas exigidas.
- No existen escalones entre pasadas.
- No existen zonas sin información.
- Etc.

Para generar este nuevo Modelo Digital, en primer lugar hay que realizar una clasificación automática de los puntos LiDAR. Como se ha explicado antes, la nube de puntos LiDAR contiene información del terreno y de los objetos situados sobre él, como la vegetación y las edificaciones.

Mediante una serie de algoritmos específicos se puede clasificar la nube de puntos LiDAR en las clases: terreno, vegetación baja, media, alta y edificaciones.

Esta clasificación automática puede contener errores y por ello se debe realizar una revisión y una edición manual del resultado obtenido. Uno de los métodos empleados consiste en superponer la nube de puntos a las ortofotos, para comparar la clasificación con la imagen y corregir los eventuales errores. Esta clasificación es fundamental ya que en función del proyecto al que se vayan a destinar los datos, interesará una información (terreno) u otra (edificios, vegetación, etc).

Una vez obtenida la nube de puntos LiDAR clasificada, se genera el Modelo Digital del Terreno (MDT) a partir de la clase terreno: esto significa que en el cálculo no se han incluido los puntos clasificados como edificios o vegetación.

1.304.2 PROGRAMACIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se ha dicho que para definir el trazado preliminar del camino se requiere de un levantamiento topográfico, ya sea utilizando los medios convencionales terrestres o empleando la aerofotogrametría y las computadoras electrónicas, método al cual se ha llamado aerofotogramétrico-electrónico.

Para elegir el procedimiento a emplearse para un proyecto determinado debe tomarse en cuenta como factores determinantes: la vegetación, el clima, la configuración topográfica, la accesibilidad a la zona, el plazo de ejecución y los costos comparativos.

1.304.2.1. Vegetación y Clima

La precisión en la aerofotogrametría dependerá, aparte de la altura de vuelo y el ángulo de toma de las fotos, de altura, densidad y tipo de vegetación existente. Además, en regiones de clima estacional dependerá también de la temporada en que se tomen las fotos. A continuación se presenta un cuadro que puede utilizarse como una guía para determinar si es factible confeccionar mapas topográficos precisos en base a la aerofotogrametría aplicándose las correcciones correspondientes:

Tabla. 1.304 – 01Conjunto de Condiciones Limitantes para Cartografía precisa a Base de Aerofotogrametría

CONJUNTO DE CONDICIONES LIMITANTES PARA CARTOGRAFÍA PRECISA A BASE DE AEROFOTOGRAMETRÍA			
<i>Promedio Altura Vegetación (m.)</i>	<i>Promedio Diámetro Follaje (m.)</i>	<i>Promedio Separación árboles c-c (m.)</i>	<i>Número máximo de árboles por Ha. aproximada</i>
5	5	12	60
10	6	15	50
15	7	18	40
20	8	23	20
30	8	29	12

1.304.2.2. Configuración del Terreno y Accesibilidad

El terreno en cuanto a su configuración se clasifica en llano, ondulado y montañoso. Por lo general el uso del método aerofotogramétrico-electrónico es cada vez más conveniente conforme más accidentado sea el terreno dadas las mismas condiciones de vegetación y clima. Aun así, para la mayoría de los proyectos importantes en cualquier terreno su uso puede ser factible y deberá ser considerado.

Otro factor geográfico que puede influenciar la elección del procedimiento a seguir es la dificultad en el acceso a la zona del camino en estudio, por los costos y el tiempo resultantes de la movilización y mantención del personal y equipo de trabajo.

1.304.2.3. Plazo de Ejecución

Cuando el plazo de ejecución del proyecto es corto, esto generalmente favorecerá el uso del método aerofotogramétrico-electrónico; sin embargo, en caso de que la toma de fotografías aéreas no pueda realizarse de inmediato, como por ejemplo cuando las condiciones atmosféricas son desfavorables, podría ser conveniente utilizar el procedimiento terrestre o convencional.

1.304.2.4 ESQUEMA FUNCIONAL

Previo al diseño preliminar del proyecto – *Sobre todo para Estudios de Autopistas y Carreteras Multicarril o Autovías*- es necesario elaborar un esquema funcional que debe constar con detalle tales como codificación de tramos viales e intercambiadores, número de carriles o clase de sección en cada tramo, número y tipo de intersecciones e intercambiadores, número de rampas, vías de servicio de ser necesarias, distancias entre intercambiadores, tratamiento que se le propone dar a los predios desarrollados y con actividad comercial junto a la Autopista o Autovía, pasos peatonales elevados o deprimidos, entre otros temas complementarios a la infraestructura vial que son necesarios para conseguir la eficiencia y seguridad en el tránsito de todos los usuarios.

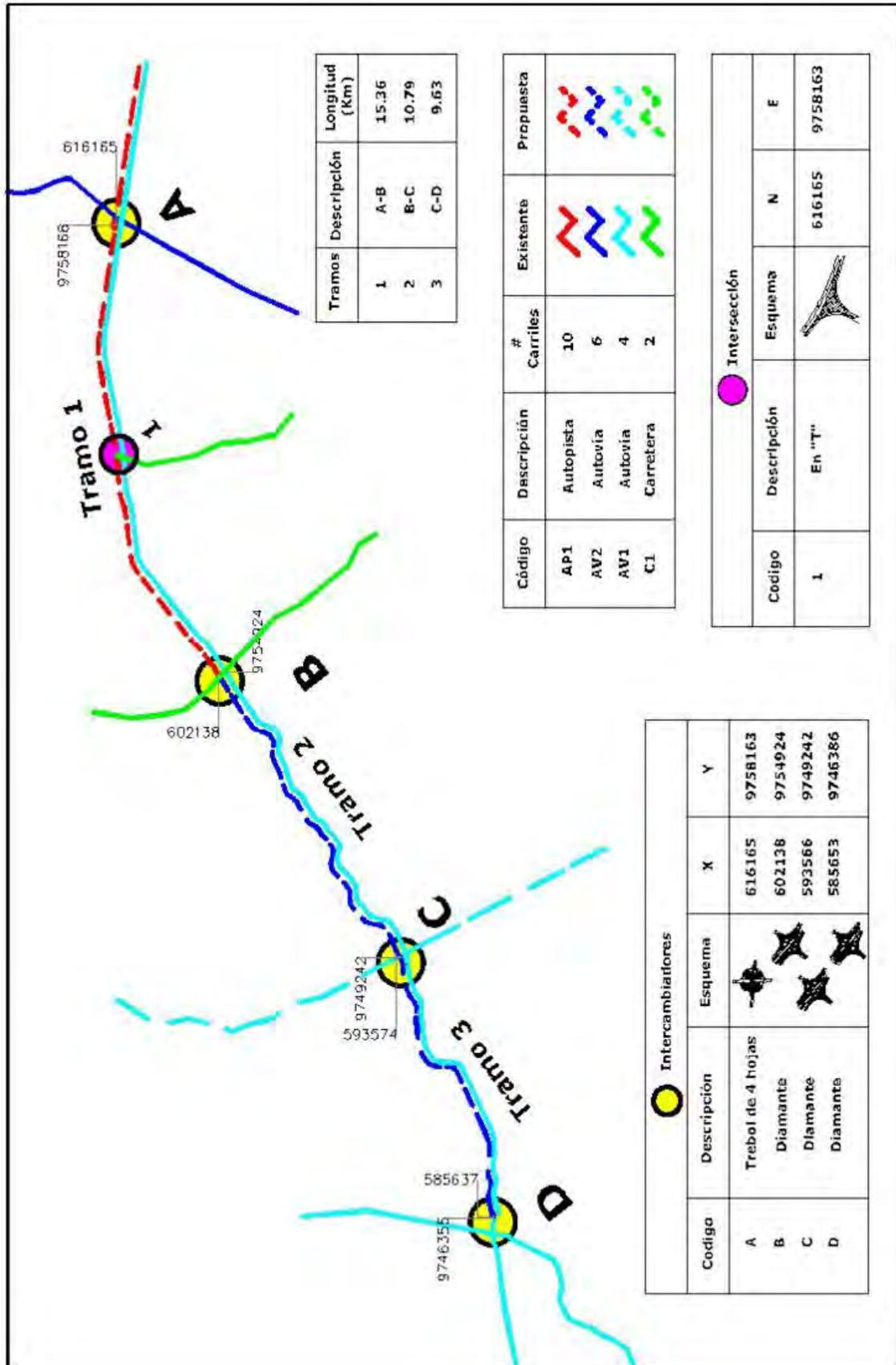


Figura. 1.304 – 01 Ejemplo de un esquema funcional

La Figura 1304-01 muestra un ejemplo de presentación de un Esquema Funcional para proyectos de esta envergadura.

Otros aspectos que deben ser tomados en consideración en esta fase son las siguientes:

- información referente a los conteos de tráfico de todos los usuarios (i.e., contar videos en varias ubicaciones para poder confirmar y completar los datos con todos los usuarios de la vía en estudio) sería importante.
- Volumen de tráfico que se estima utilizará la vía de estudio por segmentos, análisis de conexiones (Intersecciones, rampas e intercambiadores a nivel o desnivel).
- Establecer el tráfico de diseño $TPDA_D$ ($TPDA_D = \text{Año de inicio de estudios} + \text{Año de Licitación} + \text{Años de Construcción} + \text{Años de Operación}$)
- Establecer el Nivel de Servicio para el año de diseño
- Establecer el Vehículo de diseño del proyecto
- Contar con el Diagnóstico de la situación actual, identificando problemas de tráfico, de congestión, de entrecruzamientos, de ubicación de paraderos, número de carriles existentes, carencias en la infraestructura, en especial de zonas pobladas..
- Indicadores de desempeño que considere la condición actual, condición futura (sin hacer ningún tipo de intervención), condición futura (con solución propuesta).
- Patrón de diseño de los intercambiadores de tránsito (para el caso de estudios de Autopistas o Autovías) Si son a desnivel, definir la prioridad de una ruta sobre la otra.
- Detalle de las rampas de salida e ingreso a los carriles principales, etc
- Puntos donde existe mayor número de accidentes, sobre todo para aquellos estudios de mejora de estándar, responder a las preguntas: Los diseños propuestos eliminarán los problemas?, Que equipamientos de control se deben implementar?.
- Revisar la necesidad de pasos peatonales elevados o deprimidos para el cruce seguro de los moradores y de la maquinaria agrícola, etc.
- En los casos en los que existan poblaciones que se levantan adyacentes a la vía. también considerar incorporar vías de servicio para atender a esas poblaciones de una manera segura y efectiva..

1.304.3 DISEÑO DE PROYECTO PRELIMINAR

Una vez obtenidos los mapas con curvas de nivel a una escala e intervalo apropiados, se definirá el trazado preliminar del camino ajustando el alineamiento horizontal y vertical y por consiguiente los volúmenes de movimiento de tierras, hasta seleccionar el trazado más conveniente.

Un trazado óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno, es decir, que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance practicable entre los volúmenes que se produzcan de excavación y de corte o terraplén. Por su puesto, todo esto depende de la velocidad directriz o de diseño adoptado, que a su vez depende del tipo y volumen de tránsito previsto durante la vida útil del camino, así como también de la topografía misma.

1.304.3.1. Alineamiento Horizontal

Existen ciertas normas generales que están reconocidas por la práctica y que son importantes para lograr una circulación cómoda y segura; entre ellas se puede enumerar las siguientes:

- La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia.
- Para facilitar la operación suave y segura de los vehículos, además de la provisión de un alineamiento estéticamente agradable y que esté de acuerdo con la configuración del terreno, es fundamental proyectar un alineamiento horizontal coordinado con el perfil vertical.
- La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos.
- El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente con la topografía. Una línea que se adapte al terreno natural es preferible a otra con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes.
- Para una velocidad de diseño dada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso del radio mínimo permisible. El proyectista debe tender en general, a usar curvas suaves dejando el radio mínimo para las condiciones más críticas.
- Debe procurarse un alineamiento uniforme sin quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o el paso repentino de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.
- En terraplenes altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura
- Propender a que el máximo talud de terraplén sea 3:1 (H;V), para que en caso que un vehículo pierda pista no se volqué con el fin de mejorar la probabilidades de salvar vidas.
- En terreno abierto debe evitarse el uso de curvas compuestas; en terreno difícil puede ser necesario usarlas pero siempre y cuando la relación entre el radio mayor y el menor sea igual o menor a 1.5.
- Debe evitarse el uso de curvas inversas que presenten cambios de dirección rápidos, aunque en terreno difícil es preferible proyectar curvas inversas seguidas de radios suficientemente amplios para permitir una transición adecuada en vez de introducir una tangente intermedia entre curvas cerradas.
- Un alineamiento con curvas sucesivas en la misma dirección debe evitarse cuando existan tangentes cortas entre ellas, pero puede proporcionarse cuando las tangentes sean mayores de 500 metros.

1.304.3.2. Alineamiento Vertical

En el perfil longitudinal de una carretera, la subrasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical. La posición de la subrasante depende principalmente de la topografía de la zona que se atraviese, pero existen otros factores que deben considerarse también:

- La condición topográfica del terreno influye en diversas formas al definir la subrasante. Así, en terrenos planos, la altura de la subrasante sobre el terreno natural es regulada, generalmente por el drenaje. En terrenos ondulados se adoptan subrasantes algo

onduladas, las cuales convienen tanto en razón de la operación de los vehículos, como por la economía del costo de construcción. En terrenos montañosos el nivel de la subrasante es controlada estrechamente por las restricciones y condiciones de la topografía.

- Debe proyectarse un perfil longitudinal con curvas verticales amplias, sin emplear numerosos quiebres y pendientes en longitudes cortas. Consideraciones de seguridad, estética y economía de construcción dictan la adecuada coordinación del perfil con el alineamiento horizontal en cualquier terreno.
- Los valores limitantes de diseño que son la pendiente máxima para la clase de carretera en estudio y la longitud crítica en pendiente deben ser superados, en lo posible, ciñéndose a estos valores solamente cuando no se puede justificar el costo que significaría el emplear normas más amplias.
- Deben evitarse dos curvas verticales sucesivas y en la misma dirección, separadas por una tangente vertical corta particularmente en el caso de curvas cóncavas donde la vista completa de ambas curvas verticales no es agradable.
- Un perfil escalonado es preferible a una sola pendiente sostenida, porque un tramo de pendiente reducida permite al vehículo aumentar su velocidad previo al ascenso más fuerte pero, evidentemente, no se puede disminuir mucho la pendiente excepto para, vencer desniveles pequeños o cuando no hay limitaciones en el desarrollo horizontal.
- Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos de camino con pendientes de moderadas a fuertes, es deseable reducir la pendiente y ensanchar la vía antes de la intersección; este cambio en el perfil y sección es beneficioso para todos los vehículos que tienen que girar, mejorando la visibilidad y la operación del tránsito.

1.304.3.3. Combinación de los Alineamientos Horizontal y Vertical

Los alineamientos horizontal y vertical no deben ser considerados independientes en el proyecto puesto que se complementan el uno al otro. Si uno de los dos alineamientos presenta partes pobremente proyectadas, éstas también influyen negativamente en el otro alineamiento y por consiguiente en la seguridad de operación que ofrece el camino.

Es difícil discutir la combinación de los alineamientos horizontal y vertical sin referirse al amplio aspecto de la localización de caminos; ambos temas están relacionados entre sí y cuanto pueda decirse de uno, generalmente es aplicable al otro.

Si se supone que la localización general ha sido realizada y que el problema restante es lograr un proyecto armónico entre los alineamientos horizontal y vertical y que obtenido éste, el camino resulta una vía económica, agradable y segura, se tendrá que la velocidad de diseño adquiere mayor importancia, puesto que en el cálculo es el parámetro que logra el equilibrio buscado.

Las combinaciones apropiadas de los alineamientos horizontal y vertical se logran por medio de estudios de ingeniería y de las siguientes normas generales:

- La curvatura y la pendiente deben estar balanceadas. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes o largas, o bien una curvatura

excesiva con pendientes suaves, corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es aquél que combina alineamientos ofreciendo lo máximo en seguridad, capacidad, velocidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de los límites prácticos del terreno y del área atravesada.

- La curvatura vertical sobrepuesta a la curvatura horizontal o viceversa, generalmente da como resultado una vía más agradable a la vista, pero debe ser analizada tomando en cuenta el tránsito. Cambios sucesivos en el perfil que no están en combinación con la curvatura horizontal, pueden tener como consecuencia una serie de jorobas visibles al conductor desde alguna distancia. Sin embargo, en algunas ocasiones la combinación de los alineamientos horizontal y vertical, pueden también resultar peligrosa bajo ciertas condiciones, tal como se discute a continuación.
- No deben proyectarse curvas horizontales agudas en, o cerca de la cima de una curva vertical convexa y pronunciada. Esta condición es peligrosa porque el conductor no puede percibir el cambio en el alineamiento horizontal, especialmente en la noche, porque las luces de los coches alumbran adelante, hacia el espacio y en línea recta. El peligro puede anularse si la curvatura horizontal se impone a la vertical por ejemplo, construyendo una curva horizontal más larga que la curva vertical. También puede lograrse usando valores de proyecto mayores que los mínimos.
- De la misma manera no deben proyectarse curvas horizontales forzadas en, o cerca del punto bajo de una curva vertical cóncava. Muchas veces las velocidades de vehículos, especialmente las de los camiones, son altas al final de las pendientes y pueden provocar operaciones erráticas especialmente durante la noche.
- En caminos de dos carriles, la necesidad de tramos para rebasar con seguridad a intervalos frecuentes y en un porcentaje apreciable de la longitud del camino, influye en la combinación de ambos alineamientos. En estos casos es necesario proporcionar suficientes tangentes largas, para asegurar la distancia de visibilidad de rebase.
- En las intersecciones donde la distancia de visibilidad a lo largo de ambos caminos sea reducida y los vehículos tengan que disminuir su velocidad o parar, la curvatura horizontal y el perfil deben proyectarse lo más suave posible.
- En caminos divididos se pueden emplear diferentes combinaciones de alineamientos horizontal y vertical para cada sentido de circulación si la anchura de la faja separadora lo permite.

La coordinación de los alineamientos horizontal y vertical desde el punto de vista de apariencia puede llevarse a cabo visualmente en los trabajos preliminares, lográndose magníficos resultados cuando son analizados por un proyectista con experiencia, sin menoscabo de que el análisis sea completado con modelos o perspectivas de aquellos lugares donde se tenga duda del efecto de ciertas combinaciones del trazado y perfil.

1.304.3.4. Anteproyecto de Estructuras de Drenaje Menores

Aprovechando de los mapas, cartas topográficas o la fotografía aérea disponibles y al hacer el reconocimiento terrestre preliminar, deben definirse las cuencas de los ríos, arroyos y quebradas que el proyecto intercepte.

Los caudales para el diseño serán calculados por un método aprobado, a base de lo cual se determinarán las obras de drenaje menores en forma preliminar.

1.304.3.5. Anteproyecto de Puentes

Para las estructuras de drenaje mayores o sea los puentes, se efectuará un estudio hidrológico para estimar el caudal máximo que se puede esperar y un análisis hidráulico para determinar el área de la sección necesaria.

1.304.3.6. Anteproyecto de Diseño del Pavimento

Con los resultados de los ensayos de suelos, se evaluará el valor soporte de la subrasante y se procederá al diseño de la estructura del pavimento incluyendo la posible modificación de la subrasante.

Será necesario realizar diferentes diseños de acuerdo a los materiales disponibles, para determinar el pavimento más apropiado en cuanto a costo y comportamiento.

Las normas mínimas para materiales a emplearse en las varias capas del pavimento, estarán de acuerdo a lo indicado en la presente Norma, en el volumen 2B

1.304.3.7. Presupuesto Preliminar del Costo de Construcción

Debe prepararse un presupuesto preliminar que contemple costos de la construcción , costos de expropiaciones, costos de seguridad durante la ejecución, en el que todos los principales rubros de los diversos trabajos estén identificados y cuantificados .

Los precios unitarios a utilizarse serán los suministrados por la oficina del Ministerio encargada de estimar y actualizar los costos de la construcción vial, o por los consultores coordinadores. Al costo total estimado se debe cargar un 15% para imprevistos y otro 10% para cubrir el costo de la fiscalización de la obra. Se aspira que la precisión de estimación debe ser tal que el presupuesto del contrato (estimación oficial del Ingeniero) no varíe en más del 15% del presupuesto preliminar.

1.304.4 DISEÑO

1.304.4.1. Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico debe incluir aquellos trabajos de campo que comprenden el alineamiento y planimetría, necesarios para establecer una faja suficientemente ancha como para permitir proyectar en la oficina la línea definitiva.

La secuencia de estos trabajos es la siguiente:

1.304.4.1 (1) Polígono Fundamental - Generalidades

El polígono fundamental es una línea poligonal exacta que sirve como referencia para obtener la planimetría y la información topográfica y demás datos pertenecientes a la faja de terreno en la que probablemente se localizará la carretera. Junto con las notas correspondientes a las secciones transversales, el polígono fundamental sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel en donde se trazará el proyecto de la carretera, que se convertirá, con los probables ajustes, de menor importancia, realizados durante el proceso de replanteo, en el trazado definitivo.

1.304.4.1 (2) Medida de Distancias

Los lados del polígono fundamental serán medidos y comprobados por doble lectura (de ida y vuelta) promediando los valores obtenidos. El error admisible para medidas de distancia no será mayor de $0,5/1000$.

1.304.4.1 (3) Medida de Ángulos y Comprobación

Generalmente se miden los ángulos por el sistema de deflexiones. Para disminuir el error de colimación, es conveniente efectuar una doble lectura o sea visar atrás dos veces: una en posición directa y otra en inversa. Se tomará la lectura de los rumbos atrás y adelante en cada vértice. El rumbo de partida se lo determina por observación solar.

Se comprobará la lectura correcta de las deflexiones obtenidas por medio de observaciones solares, que se realizarán cada 5 kilómetros, admitiendo un error promedio de ± 20 segundos. Las lecturas de las observaciones solares y los resultados obtenidos en los cálculos deberán presentarse en las hojas modelo que para este propósito proporcionará el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Cada observación solar deberá corresponder a un mínimo de cuatro lecturas en posición directa y cuatro lecturas en posición inversa del anteojo del teodolito.

1.304.4.1 (4) Estacatura y Referenciación

La poligonal deberá estacar se cada 20 metros y en sitios de difícil topografía cada 10 metros o menos, de acuerdo a las inflexiones del terreno. Cada abscisa del polígono estará identificada por estacas de madera de sección circular o cuadrada, cuya dimensión mínima será de 2,5 centímetros. Estas estacas serán identificadas mediante una estaca testigo, en la cual se anotará con pintura la abscisa correspondiente.

Todos los POT y PI del polígono fundamental deben ir referenciados, para lo cual, se emplearán ángulos y distancias medidos con exactitud. Cada visual tendrá dos puntos de referencia utilizando árboles, aristas de edificios o hitos de hormigón simple de sección cuadrada de 12 centímetros por lado y 60 centímetros de largo, debiendo estar enterrados los 50 centímetros. Los POT no estarán distanciados más de 500 metros.

1.304.4.1 (5) Nivelación - Generalidades

Para determinar el perfil del polígono fundamental y referir a la poligonal la topografía que se levante, se nivelarán todos los puntos estacados que se encuentren sobre los lados de dicha poligonal.

1.304.4.1 (6) Procedimientos

Se utilizará nivelación geométrica y se la efectuará mediante circuitos cerrados o sea nivelación de ida y vuelta para comprobación. Todos los puntos intermedios se nivelarán con aproximación de un centímetro únicamente. La nivelación de comprobación en ningún caso podrá hacerse para longitudes mayores de un kilómetro. Siempre que sea posible, la nivelación se referirá a nivel del mar, utilizando para ello los puntos o hitos del Servicio Geográfico Militar. Cuando esto no sea posible, se partirá de una cota obtenida con un alfilerómetro de precisión y por último, si tampoco es posible esto, se adoptará una cota arbitraria para el primer BM.

1.304.4.1 (7) Mojoneras de Referencia y Comprobación

Se colocarán BMs, constituidos por mojoneras, es decir hitos de hormigón simple localizados a lo largo del polígono fundamental a distancias no mayores de 300 metros en terrenos irregulares y a distancias no mayores de 500 metros en terrenos planos. Estos mojoneras se ubicarán de tal manera que no vayan a ser destruidos durante el proceso de construcción y en cada uno se anotará el número de orden que le corresponde a ese kilómetro, con su respectiva cota.

1.304.4.1 (8) Precisión y Errores Aceptables

Para el control vertical de cotas, el error máximo admisible por kilómetro nivelado y comprobado, será de 15 milímetros de acuerdo a la ecuación:

$$\text{error} = \pm 0,010\sqrt{k}$$

Ec 1.304-01

Dónde:

K:El número de kilómetros, sumando la longitud de nivelación de ida y la longitud de nivelación de vuelta, para comprobación.

1.304.4.1 (9) Corrección de las Cotas de Nivelación

Una vez encontrado el error admisible en la nivelación de un kilómetro, para continuar la nivelación del siguiente kilómetro se calculará la cota corregida del último BM que será la cota de nivelación original \pm la mitad del error encontrado en la comprobación.

1.304.4.1 (10) Perfiles Transversales - Generalidades

Los perfiles transversales consisten en perfiles normales, en cada estación, al eje del polígono fundamental. La perpendicularidad se determina a cinta o mediante un prisma de ángulo recto.

En los vértices de la poligonal la línea del perfil transversal seguirá la dirección de la bisectriz del ángulo interior.

Se seguirá el siguiente procedimiento: la cota, de la estación será redondeada al metro siguiente tanto hacia el lado inferior, como al superior y se seguirá de metro en metro, salvo los casos en que la topografía del terreno no lo permita, ya que hay que ir tomando todos los accidentes del terreno. Las distancias serán acumuladas a partir de la estación del eje de la poligonal.

1.304.4.1 (11) Aparatos y Ancho de la Faja Topográfica

De acuerdo a la topografía del terreno, para tomar los perfiles transversales se usará el clinómetro o nivel de mano o bien el nivel de Ingeniero, miras de topografía y cintas métricas. El ancho de la faja topográfica será delimitado a juicio del Ingeniero, dependiendo de la pendiente transversal del terreno. Se puede recomendar los anchos siguientes:

Tabla. 1.304 – 02 Anchos de Fajas Recomendados

PENDIENTE TRANSVERSAL DE TERRENO	LONGITUD MÍNIMA A CADA LADO DEL POLÍGONO
80% o más	100 metros
40% a 80%	60 metros
0% a 40%	40 metros

En todo caso, se prolongará unos 10 metros hacia afuera de los límites estimados de los taludes.

Al realizarse el levantamiento de la faja topográfica se tomará además, los datos concernientes a las propiedades colindantes de la vía, con indicación de la cabida total aproximada de cada una de aquellas, así como detalles de caminos, casas, etc.

En los casos en que el estudio vaya por una vía construida, se determinará también, en forma precisa, las obras de arte, anotándose su clase, sección, longitud, etc.

1.304.4.1 (12) Precisión en los Perfiles Transversales

El error en la determinación de las distancias no debe exceder del 5% y el error en elevación no excederá de 20 centímetros. La desviación de la perpendicularidad de la línea del perfil transversal no deberá ser mayor a 2,0 metros por cada 100 metros de perfil.

1.304.4.1 (13) Libretas de Campo

Las libretas de campo se llevarán en los modelos indicados para cada objeto por el Ministerio de Obras Públicas. Las notas de campo se tomarán al tiempo de realizar el trabajo y se registrarán en las libretas en forma clara y precisa, con una copia a base de papel carbón.

Las notas de campo deben ser claras y concisas y suficientemente comprensibles para hacer los planos del proyecto, precisos y completos. En la primera página de la libreta de campo, se hará constar el nombre del proyecto y una información de carácter muy general. Se evitará en lo posible las igualdades o ecuaciones y cuando sean absolutamente necesarias, se explicará de modo que sea entendible por otra persona.

1.304.5 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS SUPLEMENTARIOS

La faja topográfica levantada por perfiles transversales, puede ser ampliada o complementada con los levantamientos topográficos suplementarios, sea por el sistema de perfiles transversales o taquimétricamente, siendo necesarios para proyectar obras especiales, actualizar zonas de construcciones, intersección con otras vías, etc.

1.304.51. Topografía en Zonas de Instalaciones o Construcciones

Para no afectar a los servicios existentes es necesario realizar el levantamiento topográfico que abarque las zonas de instalaciones o construcciones existentes. Estos levantamientos serán lo suficientemente amplios y precisos y se realizarán a estadia o mediante perfiles transversales. Este trabajo se refiere a la localización de obras e instalaciones tanto subterráneas como aéreas, es decir canales, redes de agua potable y de canalización y de transmisión eléctrica.

1.304.5.2. Topografía en Zonas con Estructuras Existentes

La topografía de las zonas con estructuras existentes será levantada sea utilizando los perfiles de la franja topográfica o por medio de ampliación de estos; se deberá indicar las cotas de los bordes de dichas estructuras, así como del tablero y el tipo de estructuras.

Se tomarán secciones adicionales para determinar en detalle la localización de las obras de entrada y salida de alcantarillas, pozos de recepción, colectores y estructuras de riego.

Se determinará claramente la sección de las obras de drenaje y riego, se anotará el material de las mismas y cualquier otra información tal como el estado de la estructura y si necesita limpieza.

1.304.5.3. Intersecciones con Carreteras y Líneas Férreas

Para los casos de intersecciones de una carretera con carreteras existentes y líneas férreas, se ampliará la franja topográfica de acuerdo a la importancia, para poder proyectar las obras necesarias para canalizar el tránsito.

El levantamiento topográfico se hará utilizando polígonos auxiliares localizados sobre el eje de la vía que se intercepta, la cual será identificada de acuerdo con la estación respectiva del proyecto. Según la importancia y criterio del Ingeniero, la longitud de los polígonos auxiliares será mínimo de 250 metros a los dos lados de la intersección. Los polígonos auxiliares, perfiles longitudinales y perfiles transversales, deberán determinarse de la misma manera y con el mismo grado de precisión indicado en 1.304.4.1 referente a "Levantamiento topográfico".

Los perfiles transversales se tomarán cada 10 metros, en los primeros 100 metros a cada lado de la intersección y se continuarán luego a un intervalo de 20 metros. La longitud mínima de esos perfiles será de 50 metros, a cada lado del polígono auxiliar. El ángulo de intersección de las dos carreteras o carretera y ferrocarril es de gran importancia, razón por la cual se lo leerá con precisión y con la correspondiente comprobación.

1.304.5.4. Topografía para Puentes

Consistirá en un levantamiento topográfico detallado del sitio de ubicación del puente a proyectarse, incluyendo la zona comprendida 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo del eje del proyecto y 200 metros antes y después del cruce del río, siguiendo el eje del camino

Los perfiles transversales se tomarán cada 10 metros. El Fiscalizador o Consultor instruirá al Contratista sobre datos auxiliares a tomarse, tales como nivel de aguas mínimas, máximas y máximas extraordinarias y otros datos auxiliares que permitan realizar el diseño con datos completos.

1.304.5.5. Topografía para Obras Menores

Para toda obra de drenaje mayor, con una sección de 1,0 m² o más, debe realizarse levantamientos topográficos para proyectar las obras requeridas, es decir ubicación, longitud de la obra, obras complementarias a la entrada y salida y posibles obras de encauzamiento. También es necesario hacer levantamientos topográficos para la reposición de obras de riego tales como sifones o pasos de agua.

1.304.5.6. Delineación de los Cursos de Agua

Es necesario hacer constar todos los cauces fluviales. En éstos se hará constar si el cauce de la sección estudiada es estable o tiene tendencia a divagar, además es necesario indicar la tendencia general de la corriente en los lugares de cruce; es decir si la corriente tiende a socavar o a depositar sedimentos.

1.304.5.7. Datos Hidráulicos

Usando los mismos equipos, métodos de trabajo y grado de precisión, se determinarán las cotas de los niveles de aguas mínimas, aguas máximas ordinarias y máximas extraordinarias a base de lo cual se determinarán los caudales correspondientes.

Es necesario conocer la frecuencia y duración de las crecientes extraordinarias y la época del año en que se registran. A base de esto se sugerirá la posible luz del puente o la sección de la alcantarilla, incluyendo además una sección o gálibo de seguridad, según sea el caso y que permita el paso de los cuerpos flotantes que puedan arrastrar las crecientes.

Para cada cuenca mayor se hará un análisis hidráulico a base de la fórmula de Manning, en caso de no disponer de los registros de caudales.

La posibilidad de presencia de una capa freática superficial debe ser estudiada en todas las zonas bajas o laderas, en el caso de terreno ondulado y a todo lo largo del polígono, en caso de terreno llano sin declive, con desagüe deficiente, con un espaciamiento máximo de un kilómetro, disminuyéndose en aquellos tramos en los que se haya detectado la presencia de la capa freática.

1.304.6 DIBUJO Y PROYECTO

1.304.6.1. Cálculo del Polígono Fundamental

A base del rumbo de partida, determinado por medio de observaciones solares, se calcularán las coordenadas rectangulares de los vértices del polígono, en función de las longitudes y rumbos calculados de los respectivos lados, es decir se determinará la latitud y longitud de cada vértice.

Se recomienda que en lo posible se relacione el origen de la poligonal con el sistema de bases geodésicas del Servicio Geográfico Militar. Debe comprobarse el error angular admisible como se indica en el numeral 1.304.4.1. (3), referente a "Medida de ángulos y comprobación".

1.304.6.2. Escalas y Planos

De acuerdo a la importancia del proyecto o carretera, se determinarán las escalas a usarse, así:

- Para clases I-III planta 1:1.000.
Perfil longitudinal: horizontal 1:1.000, vertical 1:100.
- Para clases IV y V planta 1:2.000.
Perfil longitudinal: horizontal 1:2.000, vertical 1:200.

1.304.6.3. Dibujo del Polígono Fundamental

Se procederá al dibujo de las coordenadas rectangulares de los vértices del polígono en las hojas del tamaño indicado en el capítulo correspondiente y las escalas indicadas, de acuerdo a la clase asignada al proyecto como se indica en el numeral anterior. Cada vértice estará localizado por su latitud y longitud con sus respectivos valores, sean éstos geográficamente exactos o aproximados, lo cual debe ser indicado por medio de una nota en cada plano horizontal.

El Fiscalizador o Consultor indicará al Contratista en los casos que sea posible y existan datos, para el empleo de coordenadas geográficamente exactas.

Los vértices de la poligonal se unirán con su trazo. Se deberán incluir gráficamente los BMs de localización, con su abscisa, cota y más datos necesarios para la ubicación, con los nombres toponímicos conocidos en la región.

1.304.6.4. Dibujo de la Franja Topográfica

Los datos tomados en el campo de los perfiles transversales, se trasladarán al plano de la poligonal y se procederá al dibujo de las curvas de nivel y más detalles topográficos, haciendo constar los ríos, arroyos, quebradas, edificaciones, etc. Se realizará con la mayor técnica posible a fin de que se pueda elaborar el proyecto en forma clara y precisa.

1.304.6.5. Diseño

Con los criterios enunciados en los numerales 1.304.3.1. "Alineamiento horizontal", 1.304.3.2. "Alineamiento vertical" y 1.304.3.3 "Combinación de los alineamientos horizontal y vertical" y más normas, se materializará el proyecto mediante el dibujo de la planta y del perfil, con una precisión tal, que permita definir las características geométricas del camino. Se hará constar para cada curva los siguientes datos: ángulos de deflexión, radios de curvatura, longitudes de tangentes y longitud de las curvas; en caso de curvas con transición, las longitudes de transición, etc.

Con respecto a las características geométricas, los estudios permitirán definir la rasante de la carretera haciendo un estudio compensado de cortes y rellenos. Se determinará la inclinación de los taludes en corte, como en relleno.

Las obras de drenaje quedarán definidas principalmente por las condiciones hidráulicas de la corriente que cruza la carretera, unidas a las características de los materiales del cauce y de las riveras.

A base de los datos de la franja topográfica se calcularán las secciones transversales y luego los volúmenes del movimiento de tierras y el estudio de compensación por medio del diagrama de la curva de masas. La sección transversal podrá variar según se lo requiera. En ocasiones existirán varias secciones, unas en intersecciones, rampas, etc. Por lo que el diseñador deberá hacer constar todas las secciones transversales que se requieran para que en la construcción no se omitan detalles importantes de seguridad.

El proyecto debe recibir la aprobación del Fiscalizador o Consultor para proseguir con la materialización del mismo en el terreno o sea realizar el replanteo del eje en el campo, haciendo los ajustes de menor importancia que fueren necesarios para adaptar el diseño aprobado al terreno y alcanzar un equilibrio óptimo en el movimiento de tierras.

1.304.7 REPLANTEO DEL PROYECTO DEFINITIVO

Es aquel trabajo de campo por el cual se deja establecido en el terreno el eje del proyecto. En lo referente a medición de distancias, ángulos, estacadura, referenciarían, etc., se observarán los procedimientos, grado de precisión y tolerancia de errores indicados en esta sección.

1.304.7.1. Localización del Eje o Ejes

Consistirá en el traslado del plano al terreno de las tangentes y curvas horizontales, mediante la estacatura correspondiente.

Las tangentes se interceptarán en los PI y a base del ángulo (α) de deflexión que se chequeará por doble lectura, se calcularán los elementos de la curva con los cuales se procederá al replanteo estableciéndose los errores de cierre admisibles siguientes: 30° en ángulo, por cada planta da de aparato y 0,5% de la longitud de la curva.

Se procederá al amojonamiento de los puntos notables, así en el eje los POT, en las curvas circulares: PC, PT, CC y PI; en las curvas compuestas: TE, EC, CE, ET, CC y PI.

Todas las estacas testigo, que consistirán en estacas de madera de 5 centímetros en cuadro y 35 centímetros de longitud, se colocarán a 15 centímetros del punto respectivo y de tal manera que la marca se vea o reconozca en el sentido de avance del polígono.

Para la comprobación de la localización, se puede, de tramo en tramo, relacionar el eje del proyecto a los PI del polígono fundamental o a los puntos de control usados para el levantamiento aerofotogramétrico.

Es absolutamente indispensable que se dejen debidamente referenciados todos los puntos que definen el trazado efectuado en el terreno, tales como los TE, EC, CE, ET o PC, PI, PT y de uno o varios POT, si la tangente" es muy larga, según sea el caso. Los POT referenciados no distarán más de 500 metros uno de otro.

Para referenciar un punto se emplearán ángulos y distancias medidos con exactitud. De preferencia los puntos de referencia estarán fuera de la zona correspondiente al derecho de vía y si se van a efectuar préstamos, se retirarán lo necesario para que no interfieran con la construcción. Los ángulos se medirán tomando como origen el eje de camino y en los PI, el origen será la tangente del lado del PC o sea, en sentido de avance de la línea. La numeración de los puntos de referencia se hará en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj, de adentro hacia afuera y comenzando adelante y a la derecha del eje del camino.

Las visuales serán tales que puedan identificarse fácilmente. Cada visual tendrá 2 puntos de referencia y se medirán las distancias parciales entre los puntos. Pueden utilizarse árboles corpulentos y notables, aristas de edificios, cúpulas de iglesias, etc. y si no se encuentran referencias de esta índole se colocarán hitos de hormigón simple de sección cuadrangular de 12 centímetros por lado y 60 centímetros de largo, debiendo estar 50 centímetros incrustados en el terreno y 10 centímetros libres.

En este hito y en la parte superior, se colocará un clavo localizado que sobresalga media pulgada.

1.304.7.2. Nivelación del Eje o los Ejes

Para la nivelación se tomará como base los BM del polígono fundamental, ésta será cerrada y comprobada cada kilómetro. Con la nivelación se establecerá el verdadero perfil del terreno que servirá para corregir el establecido al proyectar en la oficina.

1.304.7.3. Colocación de Laterales

Establecido el verdadero perfil del terreno y realizados los ajustes correspondientes con relación al proyecto vertical o confirmado éste, se sacan los datos de corte o relleno con los cuales se iniciará la colocación de las estacas y puntos laterales en el terreno a base de las cuales se calcularán las áreas y volúmenes correspondientes al movimiento de tierras.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS
PÚBLICAS DEL ECUADOR**

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

**NORMA ECUATORIANA VIAL
NEVI-12 - MTOP**

**VOLUMEN N° 1
PROCEDIMIENTOS PARA PROYECTOS VIALES**

**CAPÍTULO 1.400 ENFOQUES PARA EL DESARROLLO
Y METODOLOGIA DE PROYECTOS VIALES**

QUITO 2013

INDICECAPÍTULO 1.400

CAPÍTULO 1.400 ENFOQUES PARA EL DESARROLLO Y METODOLOGIA DE PROYECTOS VIALES	57
SECCIÓN 1.401 ASPECTOS GENERALES	60
1.401.1 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO	60
1.401.2 RECOMENDACIONES Y ALCANCES	60
1.401.3 DEFINICIONES BÁSICAS	60
1.401.3. 1 Proyecto.....	60
1.401.3. 2 Alternativa.....	61
1.401.3. 3 Plan.....	61
1.401.3. 4Programa	61
SECCIÓN 1.402 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS VIALES	62
1.402.1 ALCANCE GENERAL.....	62
1.402.2 CONCEPTOS BÁSICOS	62
1.402.2.1. El Modelo Clásico de Transporte.....	62
<i>1.402.2. 1.1 Generación/ Atracción de Viajes:</i>	62
<i>1.402.2. 1.1 (1) Distribución de viajes:</i>	62
<i>1.402.2. 1.1 (2) Partición Modal</i>	63
<i>1.402.2. 1.1 (3) Asignación de Viajes</i>	63
<i>1.402.2. 1.1 (4) Localización</i>	63
1.402.2.2 Impactos de un proyecto vial.....	63
1.402.2.3 Relaciones con los conceptos del volumen	64
1.402.3 CLASIFICACIÓN	65
1.402.3 1. Proyecto tipo I.....	65
1.402.3 2. Proyecto tipo II.....	66
1.402.3 3. Proyecto tipo III	66
1.402.3 4. Proyecto tipo IV	66
1.402.3 5. Proyecto tipo V.....	66
SECCIÓN 1.403 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO VIAL	67
1.403.1 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO.....	67
1.403.1.1 Pre inversión.....	67
1.403.1.2 Inversión.....	67
1.203.1.3 Operación	67
1.403.2 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO.....	68
1.403.2.1 Fase Pre – Preliminar	70
<i>1.403.2.1 (1) Caracterización del Territorio:</i>	70
<i>1.403.2.1 (2) Planteamiento de Alternativas:</i>	70
<i>1.403.2.1 (3) Documento:</i>	70
1.403.2.2 Fase Prefactibilidad	72
<i>1.403.2.2 (1) Análisis Técnico:</i>	72
<i>1.403.2.2 (2) Evaluación y Selección de Alternativas:</i>	72

1.403.2.2 (3) <i>Documentos:</i>	72
1.403.2.3 <i>Etapas Preliminares</i>	74
1.403.2.3 (1) <i>Documento1. Memoria y Anexos</i>	74
1.403.2.3 (2) <i>Documento2. Planos</i>	74
1.403.2.3 (3) <i>Documento 3: Especificaciones y Técnicas Particulares</i>	74
1.403.2.3 (4) <i>Documento4. Estimación de Presupuestos</i>	74
1.403.2.4 <i>Etapas de Diseño Definitivo</i>	80
1.403.2.4 (1) <i>Documento1. Memoria y Anexos</i>	80
1.403.2.4 (2) <i>Documento2. Planos</i>	80
1.403.2.4 (3) <i>Documento3.Prescripciones y Técnicas Particulares</i>	80
1.403.2.4 (4) <i>Documento4. Presupuestos</i>	80

CAPITULO 1.400 ENFOQUES PARA EL DESARROLLO Y METODOLOGÍA DE PROYECTOS VIALES

SECCIÓN 1.401 ASPECTOS GENERALES

1.401.1 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

El presente Capítulo define, en sus diversas secciones, los conceptos básicos sobre los cuales se ha estructurado el Volumen 1. Establece la clasificación e interrelación existente entre los distintos niveles y metodologías de evaluación previstas para las Obras Viales y sintetiza el contenido y alcance de dichos estudios.

1.401.2 RECOMENDACIONES Y ALCANCES

En virtud de la estructura adoptada, este capítulo debe conocerse en detalle para poder hacer buen uso del resto del Volumen.

Los procedimientos para la evaluación de obras viales aceptan una sistematización lógica que, en general, cubre la mayoría de las alternativas que ofrece la realidad. No obstante lo anterior, ocurre como en toda actividad humana que es imposible cubrir cualquier situación que pueda llegar a presentarse. Más aún: pretender hacerlo suele restar claridad y operatividad al esquema general.

En todo caso, siempre que ha sido posible vislumbrar un caso particular no cubierto por el esquema general, se incluyen en el texto los comentarios y aclaraciones pertinentes.

Lo anterior implica que los usuarios del presente volumen no puedan sentirse eximidos de la responsabilidad que conlleva la interpretación de un texto a la luz del buen juicio, la experiencia y responsabilidad profesional.

1.401.3 DEFINICIONES BÁSICAS

En el contexto de esta Norma, se aplicará el siguiente conjunto de definiciones básicas:

1.401.3. 1 Proyecto

Se entenderá por proyecto toda intervención sobre la red vial que implique un conjunto coherente e indivisible de inversiones, tendiente a mejorar las características físicas y operacionales de ella. Desde el punto de vista de la evaluación, los proyectos dados pueden ser:

- **Complementarios**, si y solo si los beneficios netos derivados de su ejecución conjunta son mayores que la suma de los beneficios netos de los mismos considerados individualmente.
- **Alternativos**, si los beneficios netos derivados de su ejecución conjunta son menores que la suma de los beneficios netos de los mismos considerados individualmente.

- **Independientes**, si ambos beneficios netos son iguales.
- **Excluyentes**, si por restricciones físicas no es posible ejecutarlos en conjunto.

1.401.3. 2 Alternativa

Corresponde a las distintas formas de materialización de un proyecto, que difieren en sus características físicas y/u operacionales pero no en el tipo y ámbito de los impactos que producen.

1.401.3. 3 Plan

Es un conjunto de proyectos que pueden ser modelados en forma conjunta. La comparación de los beneficios netos de un plan con los beneficios netos de los proyectos que lo constituyen considerados individualmente es la herramienta principal para discriminar entre proyectos complementarios, alternativos e independientes. En la formulación de un plan no es necesario suponer que todos los proyectos se realizan simultáneamente, pudiendo establecerse un calendario de puesta en servicio de los mismos.

1.401.3. 4 Programa

Es un conjunto de proyectos, con sus fechas de puesta en marcha, que ha resultado rentable o conveniente de ejecutar de acuerdo a la metodología definida en esta Norma. Un **Programa Director** es un programa referido a orientar las acciones de mejoras de una manera ordenada y priorizada. Un **Programa Estratégico** es un programa que contempla proyectos en diversos modos de transporte.

La Norma define al “Proyectista” como la persona que realiza las actividades intelectuales tendientes a producir la documentación que permita materializar una obra civil. En este volumen, en parte para evitar confusiones y en parte por corresponder a lo comúnmente aceptado en la práctica profesional, se entenderá que el Proyectista es el profesional a cargo del diseño físico y operacional de un proyecto, en tanto que al profesional a cargo de modelar y evaluar un proyecto vial, se le identificará bajo el término “Analista”.

SECCIÓN 1.402 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS VIALES

1.402.1 ALCANCE GENERAL

Esta sección presenta los criterios básicos de clasificación de proyectos utilizados en la presente Norma.

1.402.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Se distingue dos grandes áreas de clasificación de proyectos viales: Trazados Nuevos y Trazados Existentes. Si bien esta clasificación es adecuada para fines de normar metodologías de diseño, resulta insuficiente para efectos de modelación y evaluación.

Por lo tanto, en esta sección se propone un criterio diferente de clasificación, basado en el concepto de impacto del proyecto sobre el sistema de transporte y sobre el sistema de actividades en su área de influencia.

1.402.2.1. El Modelo Clásico de Transporte

Para ello se utilizará el llamado Modelo Clásico de Transporte (MCT) de cinco etapas. De acuerdo a este modelo los usuarios, ya sean viajeros o despachadores de cargas, toman decisiones en relación a dónde realizar diversas actividades, cuántas veces viajar, qué modo de transporte utilizar y cuál emplear para ello. El proceso inicia con proyecciones exógenas de variables demográficas, geográficas y económicas, las mismas que alimentan algunos modelos de uso del suelo o simplemente el primer sub-modelo de Generación de viajes. Las cinco etapas de este modelo se denominan generación/atracción, distribución, partición modal, asignación y localización. A continuación se describe brevemente cada una de estas etapas.

1.402.2. 1.1 Generación/ Atracción de Viajes:

La generación de viajes consiste en modelar la cantidad de viajes que sale de una zona dada. La atracción de viajes se refiere a modelar la cantidad de viajes que llega a una zona dada. La Generación y Atracción de viajes se hace por propósito de viaje, de forma agregada por zonas de tráfico, de acuerdo a las actividades localizadas en dichas zonas. De esta primera etapa se obtienen la cantidad de viajes generados y atraídos por cada una de las zonas.

Cada zona *Produce* o *Atrae* viajes. La Producción de viajes está asociada a la cantidad y las características de la población residente de la zona, mientras que la Atracción de viajes está relacionada con las demás actividades económicas que se realizan en la zona.

1.402.2. 1.1 (1) Distribución de viajes:

Consisten en modelar la forma en que los viajes originados en una zona dada se distribuyen entre los diferentes orígenes posibles, y la forma en que los viajes atraídos por una zona dada se receptan de entre los diferentes destinos posibles. Este proceso es función de los atributos de la

oferta de transporte entre zonas. El resultado de este paso es una matriz origen-destino de viajes que muestra la cantidad de viajes desde cada uno de los orígenes hasta cada uno de los destinos.

1.402.2. 1.1 (2) Partición Modal

Consiste en modelar el reparto o partición de los viajes desde un origen dado a un destino dado, entre los diversos modos de transporte disponibles para viajes de una a otra zona; para esto, previamente se debe disponer de la información detallada de la red, la provisión de transporte y el número de viajes entre zonas obtenidos en el paso anterior. El resultado de este paso son las matrices de viajes para cada modo de transporte.

1.402.2. 1.1 (3) Asignación de Viajes

Consiste en modelar el proceso de elección de ruta por parte de los viajes que se realizan entre un par de zonas dado en un modo de transporte dado. En el caso de modos de transporte público, equivale a asignar pasajeros a las diversas líneas o servicios existentes.

Basados en el principio de minimizar el costo generalizado de viaje, las matrices son asignadas a las diferentes redes de transporte para determinar que ruta tomarán los viajeros. Entregado como resultado de esta etapa, los viajes que pasan por cada uno de los tramos de la red, en los diferentes modos.

1.402.2. 1.1 (4) Localización

Consiste en modelar la localización o distribución espacial de actividades y uso del suelo como función, entre otros factores, de los atributos del sistema de transporte

1.402.2.2 Impactos de un proyecto vial

Dentro del contexto del MCT, un proyecto vial puede ser interpretado como un cambio en la oferta de infraestructura para el transporte, que producirá un cambio en la calidad y costo de algunos viajes. Ello puede afectar la cantidad de viajes realizados y la localización de actividades.

Por esta razón, desde el punto de vista de la modelación y evaluación, resulta conveniente clasificar los proyectos viales según el impacto que produzcan en el patrón de flujos de equilibrio entre la oferta vial y la demanda por transporte.

En las aplicaciones realizadas del enfoque basado en el modelo clásico de transporte, se ha tomado en cuenta el problema de si las cinco etapas definidas anteriormente son modelables en forma simultánea o secuencial. La modelación simultánea consiste en desarrollar un modelo global de equilibrio. En la modelación secuencial debe elegirse el orden en que se toman las decisiones.

Para el caso de transporte interurbano, objeto de la presente Norma, se ha adoptado el criterio de que las etapas de generación, atracción, distribución y localización son simultáneas y deben ser resueltas en conjunto.

Por lo tanto, se distinguirán tres tipos de impacto, cada uno de los cuales pueden ser significativos o no para el caso de un proyecto específico:

- G: Impactos sobre el sistema de actividades, sobre la generación/atracción de viajes y/o sobre la distribución de viajes.
- M: Impactos sobre la partición modal.
- A: Impactos sobre la asignación de flujos a la red vial.

Lo anterior conduce a que en principio existen 8 combinaciones de impactos (Ver Tabla No 1.402-01):

En esta clasificación de impactos resulta muy importante definir qué se entiende por impacto significativo. En efecto, todo cambio en la oferta vial, aunque sea limitado o local, afectará en teoría a la totalidad del sistema de transporte y de actividades. Pero en algunos casos, el efecto será tan pequeño que su consideración no afectará los resultados de la evaluación dentro del rango de precisión con que se esté trabajando, por lo cual podrá desprejarse. La decisión acerca de si un impacto es relevante o no recae principalmente en el juicio del analista, apoyado por cálculos aproximados del orden de magnitud de ciertas variables cuando ello resulte aconsejable.

Tabla. 1.402 – 01 Combinaciones de Impactos

COMBINACION	TIPO DE IMPACTO		
	G	M	A
0	NO	NO	NO
1	NO	NO	SI
2	NO	SI	NO
3	NO	SI	SI
4	SI	NO	NO
5	SI	NO	SI
6	SI	SI	NO
7	SI	SI	SI

1.402.2.3 Relaciones con los conceptos del volumen

El tránsito “normal” equivale al tránsito asignado a cada tramo, o a una celda de la matriz de origen-destino, en la situación sin proyecto; es decir, corresponde al tránsito que existirá sobre la carretera en estudio independiente de la ejecución del proyecto.

El tránsito “generado” equivale a la diferencia entre el tránsito asignado a cada tramo, o a una celda de la matriz origen-destino, en la situación con proyecto, y el tránsito normal.

Desde otro punto de vista, tanto el tránsito “normal” como la suma de “normal” y “generado”, corresponden a flujos generados por el sistema de actividades, en el sentido que se da a este término en el MCT.

En el contexto del MCT, la diferencia en los flujos entre las situaciones sin y con proyecto se debe principalmente a cambios en la localización de actividades o aparición de nuevas actividades como consecuencia del proyecto, lo cual es modelado en la etapa de localización.

El tránsito “desviado” equivale en el lenguaje del MCT, a un cambio en la distribución de viajes; es decir representa el flujo de tránsito que en la situación sin proyecto se realizaba por otras vías u otros modos y que, como consecuencia del proyecto, empezará a utilizar la vía en estudio, pero manteniendo el Origen/Destino anterior a la materialización del proyecto.

El tránsito “atraído” equivale, en el lenguaje del MCT, a un cambio en la asignación de viajes y/o en la partición modal.

Las técnicas de modelación empleadas al aplicar el MCT producen, en ciertos casos, matrices origen-destino diferentes entre la situación sin proyecto y la con proyecto, sin que sea posible determinar qué proporción de los cambios corresponde a flujos desviados y generados. Ello hace difícil, en estas situaciones, continuar trabajando con los conceptos del volumen NN.

1.402.3 CLASIFICACIÓN

A partir de las combinaciones de impactos señaladas en el numeral anterior han sido definidos cinco tipos de proyecto que se señalan en el Tabla. 1.402-02.

El uso de esta clasificación será obligatorio en la modelación y evaluación de proyectos viales, sobre todo si se considera que las normas y recomendaciones contenidas en las diversas secciones del Volumen 2A hacen uso de esta clasificación.

Tabla. 1.402 – 02 Clasificación de proyecto según impactos

COMBINACION	TIPO DE IMPACTO		
	G	M	A
I	NO	NO	NO
II	NO	NO	SI
III	SI	NO	NO
IV	SI	NO	SI
V	SI/NO	SI	SI/NO

1.402.3 1. Proyecto tipo I

Aparece en una situación en la cual se espera que los flujos en cada tramo de la red vial en análisis no cambien como consecuencia de la ejecución del proyecto. Ello no significa que los flujos permanecerán constantes en el tiempo, sino que su evolución futura, será la misma tanto si el proyecto se ejecuta como si no se realiza. Como se explicó anteriormente, esta situación no es

posible en términos estrictos, pero si puede ser una aproximación razonable a la realidad en ciertos casos. En términos generales, se tratará de proyectos pequeños, que afectan sólo a un tramo de la red vial. Ejemplos de esta situación pueden ser algunos proyectos de mejora geométrica puntual, de saneamiento, de repavimentación, o de introducción de terceros carriles de subida en cuestas.

1.402.3 2. Proyecto tipo II

Aparece en una situación en la cual se espera que la matriz origen-destino de viajes del modo vial no cambie como consecuencia de la ejecución del proyecto. Los únicos efectos que se producirán, por lo tanto, serán reasignaciones de flujos de un tramo a otro de la red. Este caso puede producirse al introducir trazados nuevos que sustituyen a un trazado antiguo que permanece en servicio total o parcialmente. También puede producirse cuando se ejecutan proyectos en áreas de alto desarrollo económico, que ya poseen una red vial importante, de modo que el proyecto, si bien puede introducir alguna mejoría, no representa un cambio significativo en la oferta vial existente.

1.402.3 3. Proyecto tipo III

Aparece en una situación en la cual se espera que solo los flujos en uno o más tramos de la red vial cambien como consecuencia de la ejecución del proyecto, debido a la aparición de viajes que no serían realizados de no ejecutarse el proyecto. Esta situación se produce, por ejemplo, en el caso de cambio de estándar de vías que constituyen el único acceso a una zona, lo cual posibilita el desarrollo de producción adicional.

1.402.3 4. Proyecto tipo IV

Aparece en una situación en la cual se espera que los flujos en uno o más pares de la matriz de origen-destino del modo vial cambien como consecuencia de la ejecución del proyecto, debido a la aparición de viajes que no serían realizados de no ejecutarse el proyecto. Este es probablemente el caso de modificaciones sustanciales en la red vial de un área amplia. En general, un proyecto de esta magnitud afectará a la partición modal, por lo cual para poder clasificarlos en esta categoría deberá demostrarse que dicho impacto es poco significativo, o que en el área de influencia del proyecto no existen modos alternativos.

1.402.3 5. Proyecto tipo V

Aparece en una situación en la cual se espera impactos sobre la partición modal de los viajes, la cual puede ser o no ser acompañada por los otros dos impactos. Constituye el caso más general y por lo tanto es la opción de clasificación por defecto para un proyecto cuyos impactos se desconocen.

SECCIÓN 1.403 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO VIAL

1.403.1 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

A través del Sistema Nacional de Inversión se abarca en su totalidad el proceso de inversión de forma tal que los proyectos van evolucionando desde su identificación hasta que entran en operación. Por lo tanto en este proceso es posible encontrar proyectos con distintos grados de elaboración y el sistema permitirá en forma expedita la identificación, formulación, evaluación y ejecución de aquellos proyectos que se ajusten al rol asignado al Estado y que, dentro de este marco de referencia, presenten las mayores rentabilidades sociales.

En efecto, en dicho proceso es posible encontrar proyectos que están apenas a nivel de idea y que requieren aún de un largo proceso para madurar, otros estarán en estudio a distintos niveles de profundidad, otros en diseño de ingeniería de detalle para ser ejecutados, otros habrán sido postergados, modificados o abandonados, otros estarán en ejecución y finalmente, otros ya terminados estarán en operación.

En consecuencia, en el proceso de transformación de las ideas de inversión, es posible identificar tres estados sucesivos en la vida de un proyecto que se materializa y que corresponden a las siguientes:

1.403.1.1 Pre inversión

Consiste en identificar ideas de inversión, formular, evaluar y seleccionar los proyectos más rentables desde el punto de vista económico social.

Es la Fase que responde a un ¿qué? , además de que es donde se define el problema, la necesidad o la oportunidad de una inversión.

1.403.1.2 Inversión

Consiste en ejecutar físicamente los proyectos seleccionados y priorizarlos en la inversión

Esta Fase es la que responde a un ¿cómo? Se miran aspectos como la viabilidad en donde se analizan aspectos técnicos y financieros

1.203.1.3 Operación

Consiste en poner en marcha los proyectos y generar los beneficios netos estimados en el estado de pre inversión.

Se refiere a la implementación o puesta en marcha de un proyecto. Se debe tener en cuenta que esta etapa incluye las actividades de conservación y mantenimiento.

El paso de los proyectos a través de la Pre inversión, Inversión y Operación conforma el denominado Ciclo del Proyecto, el cual es posible apreciarlo en la Figura No. 1.403 - 01.



Figura.1.403 – 01 Ciclo del Proyecto

1.403.2 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO

A partir de los conceptos que surgen del proceso de transformación de las ideas de inversión o ciclo de los proyectos, es posible identificar distintas etapas por las cuales pasa el proyecto. Se entenderá por etapa el grado de madurez o nivel de detalle y complejidad de los antecedentes e información relativa a un proyecto y que es requerida para la adopción de una decisión respecto de él, la cual puede consistir en su paso a otra etapa más avanzada, su paralización temporal en la etapa alcanzada, o su abandono definitivo.

De acuerdo a esto, se ha definido las fases para los estudios de los diferentes nuevos proyectos viales que se pueden observar a continuación en la Tabla 1.403 – 02:

Tabla. 1.403 – 01 Clasificación de proyecto según impactos

FASE I	FASE II	FASE III	FASE IV
<p>Pre- Preliminar</p> <p>E: 1/25000 1/50000</p> <p>Caracterización y definición de Corredores</p>	<p>Prefactibilidad</p> <p>E: 1/50000</p> <p>Análisis Ambiental</p> <p>Prefactibilidad Concesional</p>	<p>Preliminar</p> <p>E: 1/1000</p> <p>Definición precisa de Obras y Presupuestos</p> <p>Factibilidad Concesionaria</p>	<p>Diseño Definitivo</p> <p>E: 1/1000</p> <p>Definición de Obras Completas a Detalle</p> <p>Concurso Obra Publica Tradicional o Concurso Concesión sin riesgo transferido</p>
Consultas Previas	Información Publica Licencia de Impacto Ambiental	Información Servicios Expropiaciones, Concurso Concesión con riesgo transferido	Concurso Obra Publica Tradicional o Concurso concesión sin riesgo transferido
CONTRATO I	CONTRATO II	CONTRATO III	CONTRATO IV
CONTRATO I		CONTRATO II	

1.403.2.1 Fase Pre – Preliminar

La fase pre - preliminar corresponde al nivel más primario en el desarrollo de un proyecto. Su objetivo principal es la identificación formal de los problemas existentes en la infraestructura vial y establecer la importancia de ellos.

Por lo tanto, la creación de un proyecto surge con la idea de satisfacer una necesidad mediante la instauración de un bien o servicio, aprovechando la necesidad existente. En esta parte se le da nombre al proyecto, se definen el objetivo general y específico, se realiza la caracterización de alternativas y los planos se presentan en escalas 1:25.00 y 1:50.000.

Cabe notar que en esta fase es necesario realizar actividades que ayuden al desarrollo del proyecto, mismas que se detallan a continuación:

1.403.2.1 (1) Caracterización del Territorio:

Para la caracterización del territorio es necesario realizar el respectivo estudio de cartas topográficas y las pertinentes exploraciones terrestres y aéreas. Así como también es fundamental el estudio geológico y geotécnico de la zona, y realizar el análisis de impacto ambiental e impacto socioeconómico del proyecto en la misma. Se determina el primer planteamiento de alternativas.

1.403.2.1 (2) Planteamiento de Alternativas:

Las acciones para determinar posibles alternativas de solución son las respectivas caracterizaciones en los aspectos del trazado vial, medio ambiente, geotécnico, geológico, climatológico y de tráfico en la zona del proyecto.

1.403.2.1 (3) Documento:

Se realizará para esta fase pre – preliminar la respectiva memoria y el resumen para consultas.

En el siguiente esquema se detallan las actividades antes ya mencionadas:

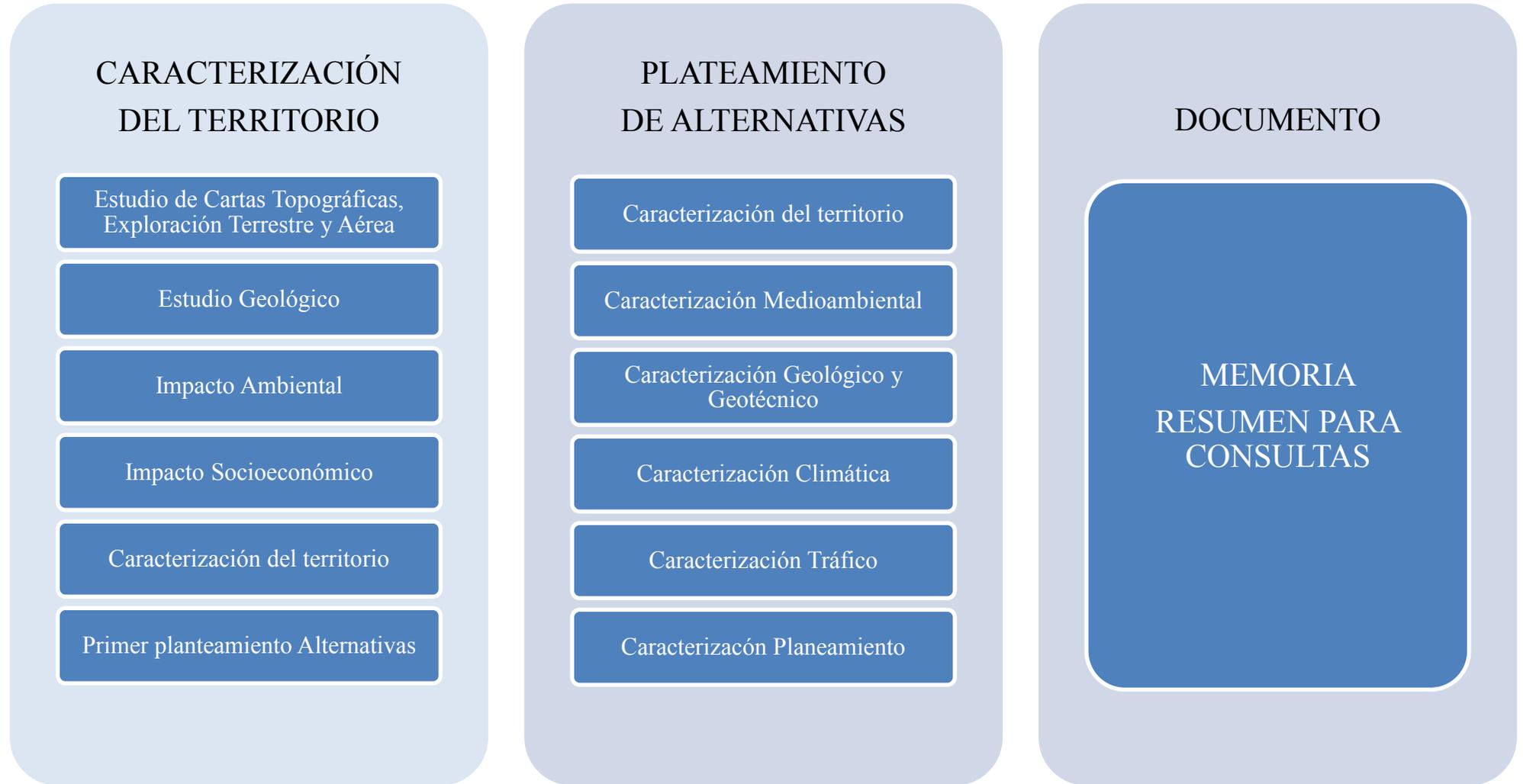


Figura 1.403- 02. FASE I PRE-PRELIMINAR

1.403.2.2 Fase Prefactibilidad

En la etapa de Prefactibilidad se procede a realizar la recopilación de antecedentes y los estudios de base necesarios para conocer las características del espacio físico en el cual se emplazarán las distintas soluciones para las cuales se definen sus características físicas y operacionales a nivel de esquemas pre - preliminares.

El contenido de un proyecto en esta Etapa se establece de la siguiente manera: Definición de alternativas, análisis ambiental, prefactibilidad concesional, recolección de información pública y la respectiva licencia de Impacto Ambiental. Las escalas en las que se debe presentar los planos para esta segunda etapa son 1:5000.

Las acciones que se deben cumplir en esta etapa son las siguientes:

1.403.2.2 (1) Análisis Técnico:

Se debe analizar la cartografía, topografía, geología, geotecnia, climatología, hidrología y drenaje de la zona en estudio. Realizar el estudio de tráfico. Diseño y dibujo de proyecto horizontal y vertical. Movimiento de tierras. Coordinación urbana. Reposiciones. Secciones tipos y firmes. Tipología estructural y túneles. Expropiaciones y reposiciones. Estudio de impacto ambiental.

1.403.2.2 (2) Evaluación y Selección de Alternativas:

Para la correcta evaluación y selección de alternativas se debe plantear los costos totales de cada solución vial, la cuantificación y valoración de beneficios. Establecer una evaluación económica y financiera-comercial; así como también un análisis multicriterio.

1.403.2.2 (3) Documentos:

Los documentos que se deberán proporcionar en esta segunda fase del desarrollo del proyecto son: información pública, el estudio de Impacto Ambiental y la Licencia Medioambiental.

En el siguiente esquema se detallan las actividades antes ya mencionadas:

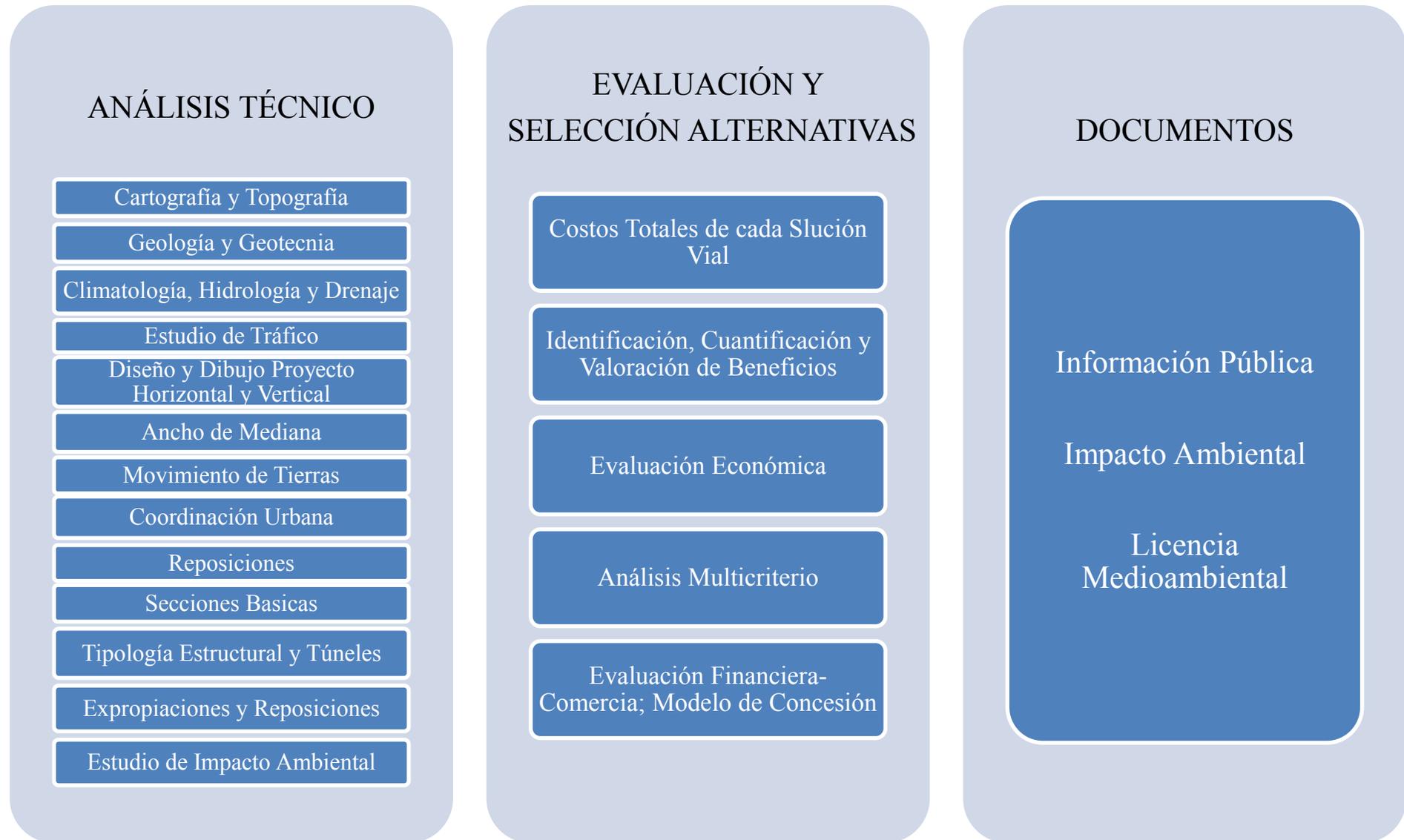


Figura 1.403- 03. FASE II ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS

1.403.2.3 Etapa Preliminar

En la etapa Preliminar se incorpora información adicional existente y se precisa aquella proveniente de la etapa anterior, en base a la cual se plantea a nivel conceptual las posibles soluciones a los problemas detectados y se realiza una evaluación económica preliminar de las distintas soluciones, con el fin de establecer un juicio inicial acerca de la eficacia y coherencia de estas soluciones. Ello permitirá adoptar una decisión respecto de la necesidad de profundizar en el análisis de las soluciones a los problemas detectados.

El contenido de un proyecto en esta Etapa puede establecerse de la siguiente manera: Definición precisa de obras y presupuestos, factibilidad concesional. Información de servicios. Expropiaciones. Concurso Concesión con riesgo transferido.

Los documentos que se debe considerar para esta etapa se detallan a continuación:

1.403.2.3 (1) Documento 1. Memoria y Anexos

En este apartado se realizará: Antecedentes. Cartografía y topografía. Geología y procedencia de materiales. Efectos sísmicos. Climatología e hidrología. Tráfico. Estudios geotécnicos del corredor. Trazado geométrico. Movimientos de tierras. Firmes y pavimentos. Drenaje. Estudio geométrico preliminar para la cimentación de estructuras y para los túneles. Tipología de estructuras y túneles. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras. Señalización, balizamiento y defensas. Integración ambiental. Obras complementarias. Replanteo. Coordinación con otros organismos y servicios. Reposición de caminos. Expropiaciones e indemnizaciones. Reposición de servicios. Plan de obras. Análisis de mantenimientos rutinario y periódico. Estimación de precios. Presupuesto.

1.403.2.3 (2) Documento 2. Planos

En este apartado se procederá con: Índice. Plano de situación. Plano de conjunto con alzado esquemático (planta a escala 1:5000). Planta de trazado y replanteo (escala 1:1000, con todos los ejes proyectados, tanto del tronco como del resto de viales, y con las bases de replanteo). Planta general y perfil longitudinal del tronco (planta a escala 1:1000, donde se representarán obras de tierras, estructuras, túneles y obras de drenaje. Perfil longitudinal con guitarra de parámetro de trazado). Planta y perfil longitudinal de intercambiadores y vías de servicio. Secciones tipo. Perfiles trasversales. Estructuras y túneles. Drenaje. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras. Señalización, balizamiento y defensa. Integración ambiental. Obras complementarias. Reposición de servidumbres y servicio afectados.

1.403.2.3 (3) Documento 3: Especificaciones y Técnicas Particulares

Se desarrollarán de acuerdo a lo establecido y debidamente justificadas.

1.403.2.3 (4) Documento 4. Estimación de Presupuestos

El alcance del apartado será: Mediciones. Cuadros de precios. Presupuestos.

En el siguiente esquema se detallan las actividades antes ya mencionadas:



Figura 1.403- 04. FASE III ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

DOCUMENTO N° 1
MEMORIA Y
ANEXOS

* CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA
 * GEOLOGÍA Y PROEDENCIA DE MATERIALES
 * EFECTOS SISMICOS
 * CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
 * TRÁFICO
 ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR
 ESTUDIO GEOTÉCNICO DE SUELOS, DISEÑO DE PAVIMENTOS, TALUDES Y FUENTES DE MATERIALES
 DISEÑO Y DIBUJO PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEFINITIVOS
 MOVIMIENTO DE TIERRAS
 DRENAJE
 ESTRUCTURAS
 TÚNELES
 SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
 SEÑALIZACIÓN BÁSICA Y BALIZAMIENTO Y DEFENSA
 EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD Y CONTROL DE TRANSITO
 INTEGRACIÓN AMBIENTAL

OBRAS COMPLEMENTARIAS
 ILUMINACIÓN
 CERRAMIENTOS
 POSTES S.OS.
 ÁREAS DE SERVICIO
 ESTABLECIMIENTOS CONCESIONALES
 COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS
 REPOSICIÓN DE CAMINOS
 ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIODICO
 EXPROPIACIONES E INDEMIZACIONES
 REPOSICION DE SERVIDUMBRES Y SERVICIOS
 PLAN DE OBRAS
 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
 ANÁLISIS ESPECIAL: ESTUDIOS DE LA CONCESIÓN

Figura 1.403- 05. FASE III ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

DOCUMENTO N° 1. MEMORIA Y ANEXOS

DOCUMENTO N°2. PLANOS

DOCUMENTO N°3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO N°4. ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEXOS

MEMORIA

ANEXO N°0. Antecedentes

ANEXO N°1. Cartografía y topografía

ANEXO N°2. Geología y procedencia de materiales

ANEXO N°3. Efectos sísmicos

ANEXO N°4. Climatología e hidrología

ANEXO N°5. Planeamiento

ANEXO N°6. Tráfico

ANEXO N°7. Estudio geotécnico del corredor

ANEXO N°8. Trazado geométrico

ANEXO N°9. Movimiento de tierras

ANEXO N°10. Pavimentos

ANEXO N°11. Drenaje

ANEXO N°12. Estudio geotécnico preliminar para la cimentación de estructuras y para los túneles

ANEXO N°13. Tipología de Estructuras y Túneles

ANEXO N°14. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras

ANEXO N°15. Señalización, balizamiento y defensas

ANEXO N°16. Equipamiento de Seguridad y Control de Transito

ANEXO N°17. Integración Ambiental

ANEXO N°18. Obras complementarias

Figura 1.403- 05. FASE III ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

ANEXO N°18. Replanteo
ANEXO N°19. Coordinación con otros organismos y servicios
ANEXO N°20. Reposición de caminos
ANEXO N°21. Expropiaciones e indemnizaciones
ANEXO N°22. Reposición de servicios
ANEXO N°23. Plan de obras
ANEXO N°24. Análisis de mantenimiento rutinario y periódico
ANEXO N°25. Estimación de precios
ANEXO N°26. Presupuesto

DOCUMENTO N°2. PLANOS

2.1 Índice

2.2 Plano de situación

2.3 Plano de conjunto con alzado esquemático (planta a escala 1:5000) (De implantación)

2.4 Planta de trazado y replanteo (planta a escala 1:1000, con todos los ejes proyectados, tanto del tronco como del resto de viales, y con las bases de replanteo)

2.5 Planta general y perfil longitudinal del tronco (planta a escala 1:1000, donde se representarán obras de tierras, estructuras, túneles y obras de drenaje. Perfil longitudinal con guitarra de parámetro de trazado)

2.6 Planta y perfil longitudinal de intercambiadores y vías de servicio.

2.7 Secciones tipo

2.7.1 Tronco, ramal de intercambiadores, vías de servicio

2.7.2 Reposición de carreteras y caminos

2.7.3 Estructuras

2.7.4 Túneles

2.8 Perfiles transversales

2.9 Estructuras y túneles

2.9.1 Túnel 1

2.9.1.1 Planta general

2.9.1.2 Secciones tipo

2.9.1.3 Método constructivo

2.9.1.4 Prediseño Instalaciones

2.9.2 Puente o Viaducto 1
Planta, alzado y sección tipo

2.9.3 Paso superior 1

2.9.6 Paso inferior 1

2.9.8 Muro 1

Figura 1.403- 05. FASE III ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

2.10 Drenaje
 2.10.1 Planta de drenaje
 2.10.2 Obras de drenaje
 2.10.3 Detalles
 2.11 Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras
 2.11.1 Planta y perfil longitudinal
 2.11.2 Secciones tipo
 2.11.3 Perfiles transversales
 2.11.4 Señalización
 2.12 Señalización, balizamiento y defensa
 2.12.1 Planta de señalización, balizamiento y defensa (planta escala A1 1:1000)
 2.12.2 Detalles
 2.13 Integración ambiental
 2.14 Obras complementarias
 2.14.1 Iluminación
 2.14.2 Cerramientos
 2.14.3 Áreas de servicio

2.15 Repoición de servidumbres y servicios afectados
 2.15.1 Reposición vial, camino y cañada 1
 2.15.1.1 Planta, perfil longitudinal y sección tipo
 2.15.1.2 Perfiles transversales
 2.15.1.3 Reposición de abastecimiento de agua, acequia u obra de riego
 2.15.3.1 Planta
 2.15.3.2 Detalles
 2.15.5 Reposición de conducto de saneamiento
 2.15.5.1 Planta y perfil longitudinal
 2.15.5.2 Detalles
 2.15.5 Reposición de conducto de saneamiento
 2.15.5.1 Planta y perfil longitudinal
 2.15.5.2 Detalles
 2.15.7 Reposición de línea eléctrica
 2.15.7.1 Planta y perfil longitudinal
 2.15.7.2 Detalles
 2.15.9 Reposición de línea eléctrica
 2.15.9.1 Planta
 2.15.9.2 Detalles

DOCUMENTO N° 3. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES
 DOCUMENTO N° 4. ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTOS MEDICIONES
 CUADRO DE PRECIOS
 PRESUPUESTO

Figura 1.403- 05. FASE III ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

1.403.2.4 Etapa de Diseño Definitivo

Adoptada en definitiva la decisión de materializar un determinado proyecto, en esta etapa se debe desarrollar los estudios de ingeniería de detalle que permitirán la definición cabal de todos los elementos y aspectos que involucra el proyecto para proceder a la materialización de sus obras.

El contenido de un proyecto en esta Etapa puede establecerse de la siguiente manera: Definición de obras completas a detalle. Concurso de obra pública tradicional o concurso concesión sin riesgo transferido.

Los planos se entregarán a escala 1:1000.

Los documentos que se deben desarrollar en esta última etapa son los siguientes:

1.403.2.4 (1) Documento1. Memoria y Anexos

Para este apartado se realizará: Cartografía y topografía. Geología y procedencia de materiales. Efectos sísmicos. Climatología e hidrología. Tráfico. Estudios geotécnicos del corredor. Estudios geotécnicos de suelos, diseños de pavimentos, taludes y fuentes de materiales. Diseño y dibujo del proyecto horizontal y vertical definitivos. Movimientos de tierras. Drenaje. Estructuras. Túneles. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras. Señalización básica y balizamiento y defensas. Integración ambiental. Obras complementarias. Iluminación. Cerramientos. Postes S.O.S. Área de servicio. Establecimientos concesionales. Coordinación con otros organismos y servicios. Reposición de caminos. Análisis de mantenimiento rutinario periódico. Expropiaciones e indemnizaciones. Reposición de servidumbres y servicios. Plan de obras. Justificación de precios. Análisis especial, estudio de la concesión.

1.403.2.4 (2) Documento2. Planos

En este apartado se procederá con: Índice. Plano de situación. Plano de conjunto con alzado esquemático (planta a escala 1:5000). Planta de trazado y replanteo (escala 1:1000, con todos los ejes proyectados, tanto del tronco como del resto de viales, y con las bases de replanteo). Planta general y perfil longitudinal del tronco (planta a escala 1:1000, donde se representarán obras de tierras, estructuras, túneles y obras de drenaje. Perfil longitudinal con guitarra de parámetro de trazado). Planta y perfil longitudinal de intercambiadores y vías de servicio. Secciones tipo. Perfiles trasversales. Estructuras y túneles. Drenaje. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras. Señalización, balizamiento y defensa. Integración ambiental. Obras complementarias. Reposición de servidumbres y servicio afectados.

1.403.2.4 (3) Documento3.Prescripciones y Técnicas Particulares

Se desarrollarán de acuerdo a lo establecido y debidamente justificadas.

1.403.2.4 (4) Documento4. Presupuestos

El alcance del apartado será: Mediciones. Cuadros de precios. Presupuestos. En el siguiente esquema se detallan las actividades antes ya mencionadas:



Figura 1.403- 06. FASE IV ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

**DOCUMENTO N° 1
MEMORIA Y ANEXOS**

CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA
GEOLOGÍA Y PROEDENCIA DE MATERIALES
EFECTOS SISMICOS
CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
TRÁFICO
ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR
ESTUDIO GEOTÉCNICO DE SUELOS, DISEÑO DE
PAVIMENTOS, TALUDES Y FUENTES DE
MATERIALES
DISEÑO Y DIBUJO PROYECTO HORIZONTAL Y
VERTICAL DEFINITIVOS
MOVIMIENTO DE TIERRAS
DRENAJE
ESTRUCTURAS
TÚNELES
SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO
DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
SEÑALIZACIÓN BÁSICA Y BALIZAMIENTO Y
DEFENSA
EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD Y CONTROL DE
TRANSITO
INTEGRACIÓN AMBIENTAL

OBRAS COMPLEMENTARIAS
ILUMINACIÓN
CERRAMIENTOS
POSTES S.OS.
ÁREAS DE SERVICIO
ESTABLECIMIENTOS CONCESIONALES
COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y
SERVICIOS
REPOSICIÓN DE CAMINOS
ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y
PERIODICO
EXPROPIACIONES E INDEMIZACIONES
REPOSICION DE SERVIDUMBRES Y SERVICIOS
PLAN DE OBRAS
JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
ANÁLISIS ESPECIAL: ESTUDIOS DE LA CONCESIÓN

Figura 1.403- 06. FASE IV ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- “Texas Highway Operations Manual.”
- “Policy on Geometric Design and Streets”
- “Highway Design Division operations and Procedures Manual
- “Manual de Carreteras de Chile”
- “Manual de Carreteras de Centroamerica”
- “Normas interinas de Corpecuador”