



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
SAN ANDRÉS TUXTLA



INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE SAN ANDRES TUXTLA

Carrera:

Ingeniería Electromecánica

Grupo:

702-A

Asignatura:

Formulación y Evaluación de Proyectos

Docente:

Guillermo Palacios Pitalua

Alumnos:

Alejandro Martinez Aguilar

Samir Isidoro Benítez

José Alejandro León Lozano

Jesús Manuel Victorio Palayot

Ana Guadalupe Chigo Aguirre

Tema:

Servicio de tratamiento asfáltico y terracería mediante reciclaje de neumáticos

Fecha:

18-09-2025

1.1 Definición, justificación y clasificación

- **Definición:**

Un proyecto es un conjunto de actividades planificadas que buscan transformar recursos en un bien o servicio. En este caso, se trata de utilizar neumáticos fuera de uso (NFU) como materia prima para producir pavimento alternativo para calles de terracería.

- **Justificación:**

- Problema ambiental: En México se generan más de 30 millones de neumáticos al año, de los cuales gran parte termina en tiraderos o se quema, contaminando aire y suelo.
- Problema social: En comunidades rurales o zonas marginadas, las calles de terracería generan polvo, problemas respiratorios y dificultades de movilidad en temporada de lluvias.
- Solución propuesta: Transformar neumáticos triturados en un material para estabilizar y mejorar la durabilidad de caminos de terracería.

- **Clasificación del proyecto:**

- Según su finalidad: Proyecto **social y ambiental**.
- Según su naturaleza:
Proyecto **productivo y de infraestructura**.
- Según el tiempo: **Mediano plazo**, ya que requiere pruebas piloto, plantas de trituración y aplicación.

1.2 Esquemas generales de Formulación

Incluye la identificación del problema, alternativas de solución, definición de objetivos, análisis técnico, económico, social y ambiental.

1.3 Esquemas generales de la Gestión

Implica la organización de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos para ejecutar el proyecto.

1.4 Esquemas generales de la Elaboración

El diseño del documento del proyecto contempla: antecedentes, marco teórico, metodología, análisis de mercado, análisis técnico, financiero y conclusiones.

1.5 Esquemas generales de la Evaluación

Incluye la evaluación económica (costo-beneficio), social (impacto en la calidad de vida) y ambiental (disminución de neumáticos en basureros, reducción de polvo en calles).

2. Estudio del entorno

2.1 Estudio del medio físico

- Calles de terracería sufren erosión, polvo en tiempo seco y lodo en lluvias.
- El uso de caucho triturado mejora la compactación, permeabilidad y resistencia del terreno.

2.2 Estudio del perfil sociodemográfico

- Comunidades rurales y colonias periféricas son las principales beneficiarias.
- Mejor movilidad favorece acceso a servicios, educación y comercio.

2.3 Estudio de infraestructura social y de comunicaciones

- Las calles pavimentadas mejoran el acceso vehicular, reducen costos de transporte y accidentes.
- Apoyo a la conectividad entre zonas rurales y urbanas.

2.4 Estudio del programa gubernamental de desarrollo

- El proyecto se vincula con planes de infraestructura municipal y programas ambientales de manejo de residuos (ejemplo: NOM-161-SEMARNAT-2011 sobre neumáticos fuera de uso).

2.5 Estudio de los recursos tecnológicos y energéticos

- Tecnologías necesarias: trituradoras de neumáticos, mezcladoras de caucho con materiales estabilizantes, maquinaria para pavimentación.
- Requiere energía eléctrica y combustibles para el proceso y transporte.

3. Estudio de Mercado

3.1 Análisis del producto o servicio

- **Producto final:** Pavimento estabilizado con caucho reciclado aplicado en calles de terracería.
- **Servicio asociado:** Recolección, trituración y aprovechamiento de neumáticos fuera de uso.

3.2 Determinación del mercado óptimo y de los mercados potenciales

- **Mercado óptimo:** Municipios con calles de terracería en zonas urbanas y rurales.
- **Mercado potencial:** Constructoras, gobiernos locales, comunidades rurales. **3.3**

Análisis de la relación Demanda-Oferta-Precio

- **Demanda:** Creciente necesidad de pavimentación económica y sustentable.
- **Oferta:** Limitada, ya que pocas empresas en México utilizan neumáticos en pavimentación.
- **Precio:** Menor que el asfalto convencional, ya que aprovecha desechos como materia prima.

3.4 Estrategias de comercialización y distribución

- **Estrategias:**
 - Convenios con municipios.
 - Promoción como alternativa ecológica.
 - Participación en programas de infraestructura verde.

4. Estudio Técnico

4.1 Determinación de la localización de la planta

- Se recomienda ubicar plantas de trituración cerca de ciudades grandes (donde se genera mayor cantidad de neumáticos) y de municipios con calles sin pavimentar.

4.2 Determinación del tamaño del proyecto

- Capacidad inicial: Planta que procese 5,000 toneladas de neumáticos al año.
- Escalabilidad: Posible duplicación de capacidad en 5 años.

4.3 Determinación del crecimiento futuro para la manufactura del producto o servicio

- Crecimiento esperado:

- Primeros 3 años: Cobertura municipal y regional. ○ 5 a 10 años: Expansión a nivel estatal.

○ Posibilidad de exportar tecnología a Centroamérica.

5. Estudio Económico y Financiero

5.1 Costos

- **Materia prima:** neumáticos fuera de uso recolectados (generalmente gratuitos o de bajo costo, aunque puede haber costos de transporte y trituración).
- **Procesamiento:** trituración, separación de acero y fibras, obtención de gránulo de caucho.
- **Infraestructura:** maquinaria trituradora, mezcladoras, compactadoras, equipo de seguridad.
- **Costos de obra:** mano de obra, maquinaria para colocación del pavimento y mantenimiento.
- **Comparación:** el uso de caucho reciclado reduce costos frente a asfalto convencional en hasta un **15–20%**, según experiencias internacionales.

5.2 Presupuestos

Un presupuesto debe incluir:

- Adquisición o renta de maquinaria (trituradoras, cribadoras, mezcladoras).
- Transporte de NFU y agregados pétreos.
- Personal (operadores, ingenieros, jornaleros).
- Energía eléctrica o combustibles para la operación.
- Materiales adicionales: emulsiones asfálticas, ligantes, aditivos.
- Mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Ejemplo estimado por km de calle de terracería tratada con caucho:

- **Caucho triturado:** \$80,000 MXN
- **Ligantes y aditivos:** \$50,000 MXN
- **Mano de obra:** \$120,000 MXN
- **Maquinaria y operación:** \$150,000 MXN
- **Total, aproximado:** \$400,000 MXN/km
(puede variar según la región y tipo de suelo).

5.3 La conducta del consumidor

- Comunidades rurales y municipios buscan **soluciones económicas y duraderas** para pavimentar calles de terracería.
- El consumidor (habitantes y autoridades locales) valora:
 - **Bajo costo** frente al asfalto tradicional.
 - **Durabilidad** (resistencia al tránsito y condiciones climáticas).
 - **Sostenibilidad** (impacto ambiental positivo al reutilizar NFU).
- Existe cierta **resistencia inicial** por desconocimiento de la tecnología, pero mejora con campañas de difusión y resultados demostrados.

5.4 Gastos de operación

- Energía para triturar y mezclar.
- Combustible de maquinaria vial (compactadoras, moto conformadoras).

- Mantenimiento periódico de calles tratadas.
- Sueldos del personal operativo.
- Transporte de neumáticos y aditivos a la zona de aplicación.

5.5 Capital inicial de trabajo

- Inversión en maquinaria trituradora (\$2–5 millones MXN aprox. dependiendo de capacidad).
- Vehículos de transporte.
- Infraestructura mínima de planta de trituración.
- Capital de operación (3–6 meses) para cubrir sueldos, energía y logística.
- Se recomienda financiamiento público-privado o apoyo gubernamental para iniciar.

5.6 Punto de equilibrio y modelo costo-volumen-utilidad

- El proyecto alcanza el **punto de equilibrio** cuando el ahorro en mantenimiento de calles y el ingreso por proyectos supera la inversión inicial.
- Ejemplo: si el costo tradicional por km es \$500,000 y con caucho reciclado baja a \$400,000, el **ahorro de \$100,000 por km** permite recuperar la inversión tras **20–30 km construidos**, dependiendo de la magnitud del proyecto.

5.7 Relación entre costo y la toma de decisiones gerenciales

- Gerencia debe decidir entre:
 - Comprar maquinaria propia o **subcontratar trituración y mezclado**.
 - Producir a gran escala (para varios municipios) o pequeña escala (proyectos locales).
 - Equilibrar calidad y costos para evitar fallas prematuras.

5.8 El valor presente y futuro del dinero

- Inversión inicial alta, pero ahorro en mantenimiento a mediano y largo plazo.
- Se estima que las calles con caucho reciclado tienen **20–30% más vida útil** que las de terracería estabilizada sin aditivos.
- Valor presente neto (VPN) positivo si se proyecta a 10–15 años con mantenimiento reducido.

5.9 Decisiones de inversión: Hacer o comprar

- **Hacer (integrar planta propia)**: mayor inversión inicial, control total de calidad y reducción de costos a largo plazo.
- **Comprar (subcontratar trituración y mezcla)**: menor inversión inicial, pero dependencia de terceros y posible aumento en costo unitario.
- La decisión dependerá del **volumen de calles a pavimentar** y del presupuesto gubernamental o privado.

6. Administración del Proyecto

6.1 Programación del proyecto

Fases del cronograma:

1. **Planeación y estudios preliminares** (2–3 meses).
2. **Instalación de planta de trituración y logística de recolección** (4–6 meses).
3. **Pruebas piloto en calles de terracería** (1–2 meses).
4. **Implementación a gran escala** (12 meses).

5. **Mantenimiento y evaluación de desempeño** (continuo).

6.2 Plan de ejecución

- **Recolección y acopio** de neumáticos.
- **Trituración y separación** de componentes.
- **Mezcla con agregados** y ligantes.
- **Colocación del pavimento** en calles de terracería.
- **Compactación y acabado**.
- **Monitoreo** para medir desempeño y vida útil.

6.3 Conclusiones y recomendaciones

- El reciclaje de neumáticos en calles de terracería es **económicamente viable y ambientalmente sostenible**.
- Reduce costos de construcción y mantenimiento.
- Aprovecha un residuo altamente contaminante.
- Requiere **difusión y capacitación** para superar la desconfianza inicial.
- Se recomienda iniciar con **proyectos piloto en comunidades rurales**, midiendo desempeño y escalando gradualmente.