

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE: ANÁLISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA METROLÓGICO

Grupo de investigación en gestión energética - GENERGÉTICA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Universidad Tecnológica de Pereira

26 de enero 2017

Contenido

1. Quienes somos
2. Lo que hacemos y lo que hemos hecho
3. Eficiencia Energética en el transporte.
4. Proyectos INM – UTP Fase I y Fase II.

Universidad Tecnológica de Pereira

- Fundada en 1958.
- Universidad pública del orden nacional.
- Alrededor de 18 mil estudiantes en pregrado y posgrado
- Programas académicos:
 - 32 programas de pregrado
 - 51 Programas de posgrado (6 doctorados)
- 152 grupos de investigación (82 escalafonados por Colciencias)



Facultad de Ingeniería Mecánica

- Fundada en 1961.
- 3 Grupos de Investigación en: **Gestión Energética**; Diseño de máquinas y Manufactura; Materiales avanzados.
- 2 Programas de Maestría: Ingeniería Mecánica y Sistemas Automáticos de Producción.
- Línea en Mecánica del programa de Doctorado en Ingeniería.



GENERGÉTICA

- Gestión energética y ambiental.
- Energías renovables.
- Combustibles y combustión.
- Vehículos, movilidad y transporte.
- Dinámica de fluidos computacional.

LABORATORIO DE
PRUEBAS Y
ENSAYOS PARA
EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADO

LABORATORIO
DE PRUEBAS
DINÁMICAS
AUTOMOTRICES

LABORATORIO
DE
METROLOGÍA



Laboratorio de pruebas dinámicas automotrices



- Dinamómetro de rodillos con dos modos de control de carga.
- Dinamómetro de cubos.
- Analizador de gases de escape.
- Sensores e instrumentación para estudio de variables de motor.
- Módulos para medición de consumo de combustible.

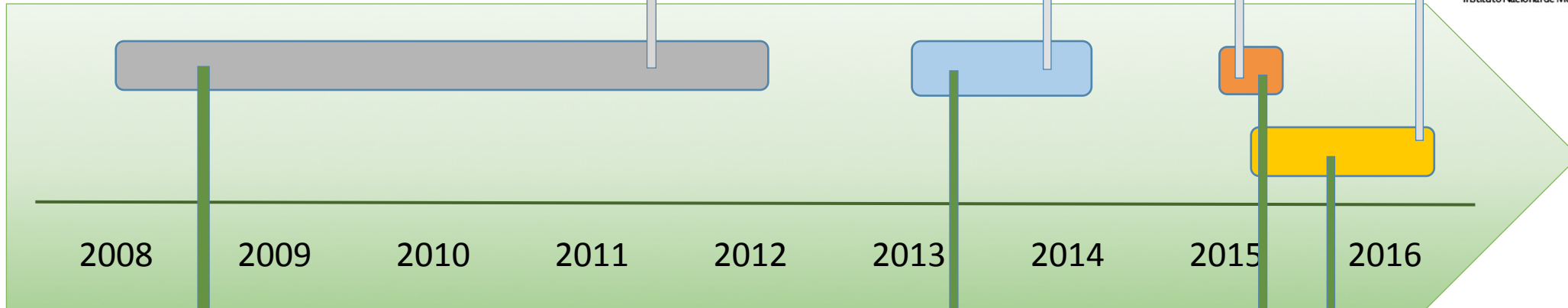


Pruebas y servicios que se ofrecen desde el LPDA

- Pruebas de torque, potencia y aceleración, tanto en ruta como en laboratorio.
- Pruebas de consumo específico de combustible.
- Pruebas de emisiones en % de concentración. (CO, CO₂, NO_x, O₂, HC)
- Pruebas de emisiones en índice de emisión [g/km], tanto en laboratorio como en ruta.
- Rendimiento de combustible [km/L].
- Simulación de ciclos de manejo.
- Monitoreo de las variables de la planta motriz del vehículo.



Experiencia en pruebas y ensayos experimentales en Ruta y Laboratorio



2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

Proyecto de
investigación
PROTOCOLO E20

Articulación de
Capacidades y Servicios
Tecnológicos
Departamentales

Vida útil de los
vehículos de
transporte de
pasajeros y
transporte
especial

Eficiencia Energética en
el Sector Transporte:
fase 1 y 2

Proyecto de investigación Protocolo E20



OBJETIVO GENERAL:

Determinar el impacto de la mezcla Etanol – Gasolina E20, sobre el parque automotor colombiano.

- Dos vehículos de prueba carburados, modelo Chevrolet Sprint, y dos vehículos inyectados, modelo Chevrolet AVEO.
- La metodología de pruebas se denominó “ VEHÍCULOS GEMELOS”.
- La acumulación de kilómetros sobre los vehículos fue de 100 mil kilómetros. En ruta 60 mil km y en Laboratorio 40 mil km.
- El proyecto realizó una evaluación integral del vehículo: Rendimiento Mecánico, Emisiones e Impacto Ambiental, y Comportamiento de los materiales.



Electronic Fuel Injection

Cold
Start
System

Evaporative
Emission
System

EMISIONES:

- Reguladas (CO, HC, CO₂ y O₂).
- No reguladas. (aldehídos)
- Medición en g/km y % v/v
- Aplicación de ciclos de Manejo. (FTP 75, NEDC, JAMA 10.15)

MATERIALES:

- Caracterización Inicial y Final.
- Corrosión por autoclave dinámica.
- Análisis de filtros y aceites.
- Análisis metalográfico y espectroscopia de emisión óptica de las autopartes.
- Pruebas sobre mangueras.

Fuel

Fuel
Tank

RENDIMIENTO:

- Pruebas de laboratorio y ruta. (Potencia, torque, aceleración)
- Seguimiento a Variables de funcionamiento del automóvil. (Relación aire-combustible, avance encendido, temperatura gases de escape, aceite y refrigerante, presión de aceite, combustible y múltiple de admisión)
- Consumo específico de combustible (g/kwh) y rendimiento de combustible (km/galón).

System

Device

Engine

Oil

Exhaust
Pipe

Conclusiones generales

P – E20

Los vehículos de prueba superaron 100 mil km y comparativamente tuvieron el mismo desempeño entre los vehículos gemelos con diferente combustible.

La ejecución del proyecto Protocolo E20 permitió determinar el efecto que tendría, **sobre los vehículos de prueba**, el uso de la mezcla E20 en comparación con la mezcla E10.

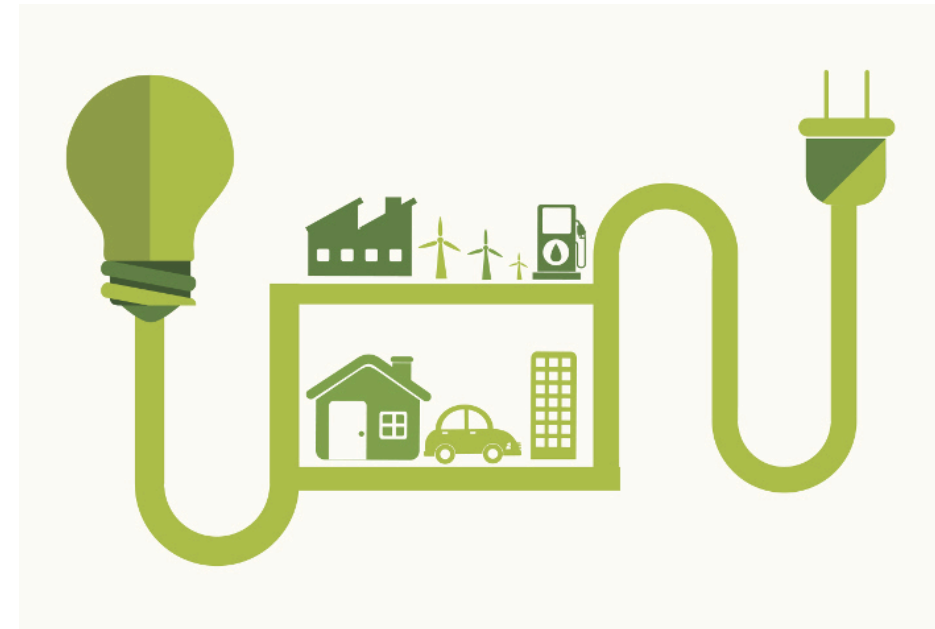
Los vehículos que usaron E20 no presentaron cambios en el modo de operación respecto de los que usaron E10.

Eficiencia Energética (EE)

La eficiencia energética tiene como objeto reducir el **consumo de energía**.

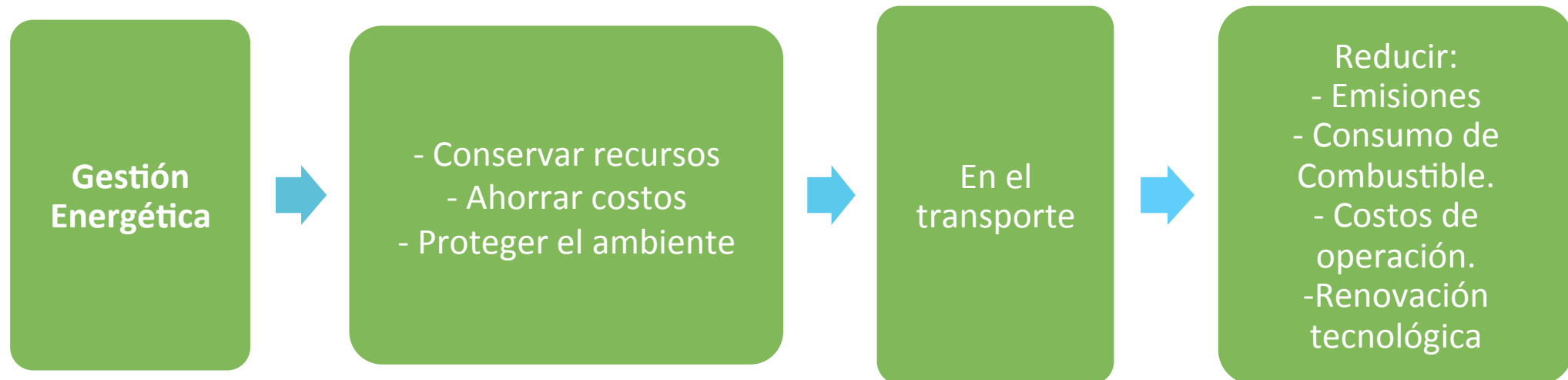
Optimizar los procesos productivos para **utilizar la misma o menos cantidad de energía** para producir más bienes y servicios.

Amory Lovins (2004), define la eficiencia energética como: “La relación entre el producto, el servicio, o el valor y la energía proporcionada”.



Eficiencia Energética (EE) en el Transporte Mundial:

La Agencia Internacional de Energía (IEA) indica que mejorar la Eficiencia Energética es a menudo la manera más económica, probada y fácilmente disponible para alcanzar el mejor uso de los recursos energéticos a nivel global.



Concepto de EE en el Transporte:

Oikonomou et al. (2009) hace énfasis en la diferencia existente :

Ahorro de energía: se refiere a la adopción de una tecnología específica que permite reducir el consumo total de energía sin cambiar el comportamiento relevante.

Eficiencia energética: implica un cambio en el comportamiento del consumidor”

Cambios Tecnológicos

- Litros / 100 km (km / galón).
- EE de componentes diferentes al motor (llantas, aire acondicionado, iluminación).
- Infraestructura vial
- Índices de EE comparables (pasajeros-km / MJ)

Cambios Sociales

- Comportamiento del usuario (compra y uso del vehículo).
- Ecodriving.
- Factor de ocupación.
- Energía primaria utilizada (oferta/ demanda actual y futura).
- Tecnología dominante.

Programas de Eficiencia Energética

Llantas – Mejora Eficiencia Energética estimada entre el 4-5%.

- US ha dictado medidas para la implementación de sistemas TPMS (Tyre Pressure Monitoring Systems).
- La UE ha dado pasos significativos como parte de su visión integrada de reducción de emisiones de CO₂. El cual ha ordenado el uso de TPMS y requerimientos de resistencia a la rodadura en el desempeño de vehículos.
- Japón ha adoptado una etiqueta voluntaria de llanta con información eficiencia de combustible desempeño sobre superficie mojada.
- Existe un estándar de pruebas ISO para medir resistencia a la rodadura.

Ecodriving – Mejora Eficiencia Energética estimada entre el 5-20%.

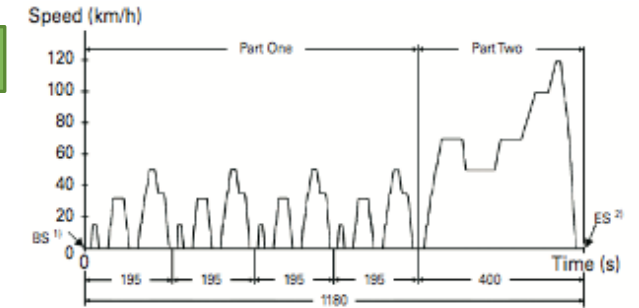
- La Unión Europea ha implementado el sistema GSI (Gear Shift Indicator)
- Japón realiza campañas organizadas por los fabricantes de vehículos y entidades de gobierno.

Programas de Eficiencia Energética

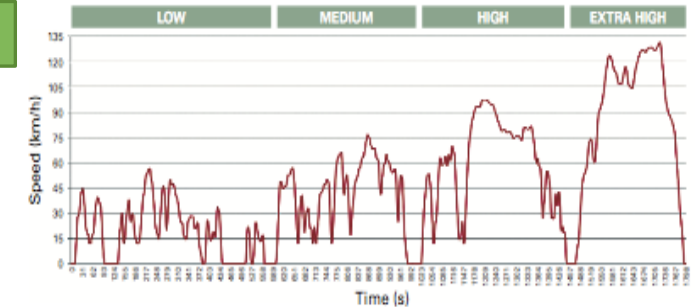
Estándares de eficiencia o consumo de combustible en vehículos livianos-

- Estados Unidos tiene el programa más antiguo (1975) denominado CAFE (Corporate Average Fuel Economy). Se basa en el etiquetado energético (mpg) y en el tamaño de los vehículos.
- Canadá ha cambiado su programa voluntario por un programa obligatorio alineado con el CAFE.
- El programa europeo se basa en la medición de g CO₂ / km y en la masa del vehículo. Las etiquetas no son iguales en los diferentes estados miembros.
- Colombia tiene la resolución 910 del 2008 (Emisiones) y la NTC 4542 (Prueba dinámica).
- Los estándares no son comparables debido a la diferencia en los ciclos de conducción.

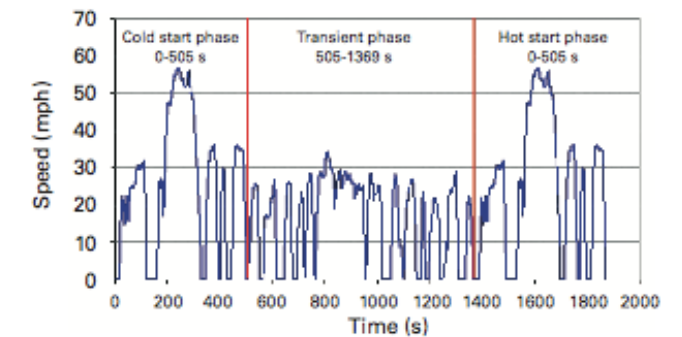
NEDC



WLTC



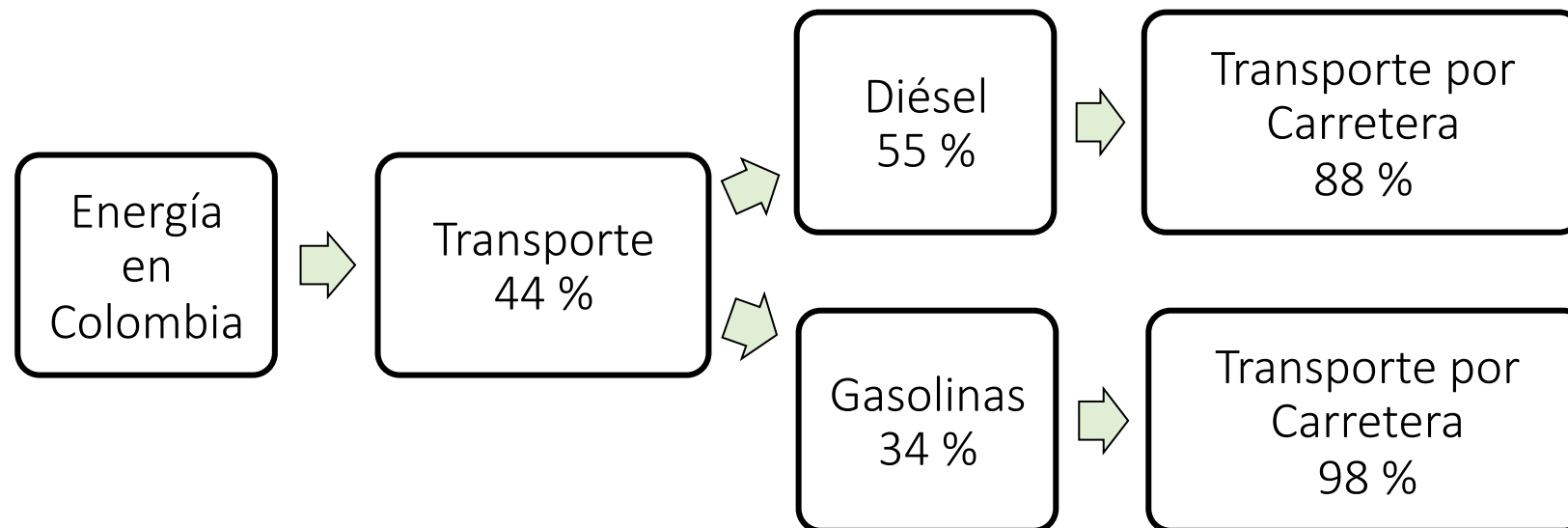
FTP



Proyecto UTP – INM Fase I:

OBJETIVO:

Identificar estrategias de vinculación de la metrología en la Gestión Energética orientada al sector transporte.



Fuente: UPME 2012

Proyecto UTP – INM Fase I:

Resultados:

- Definición del vínculo entre la metrología y la gestión energética del transporte nacional.
- Se identificó que el nivel de participación de la metrología en la gestión energética del transporte en Colombia es bajo. No existen normas que regulen la medición del **consumo de combustible** y las **emisiones de GEI** vehiculares .
- Establecimiento de vínculos con entidades internacionales tales como INMETRO – Brasil.
- Participación en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas – COPANT.

Participación COPANT:



Metodologías y normas de etiquetado en:

- Vehículos livianos,
- Estufas,
- Ventiladores,
- Motores eléctricos,
- Colectores solares

Apoyó:



Proyecto UTP – INM Fase I:

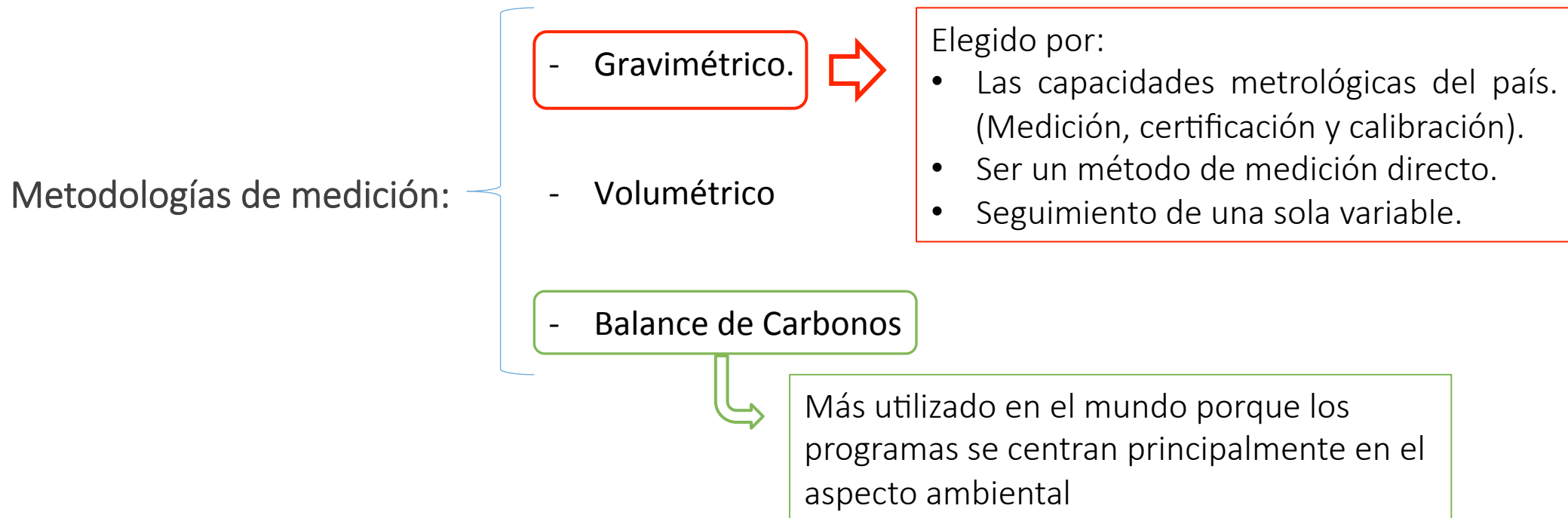
Resultados:

- Establecimiento de estrategias de fortalecimiento de capacidades nacionales, enfocadas en aspectos metrológicos tales como:
 - Formación de centros de certificación de gases patrón para la calibración de equipos analizadores de gases.
 - Acreditación de entidades para la calibración de instrumentos medidores de flujo volumétrico y másico de combustible, cuyo rango pueda utilizarse en LDV.
 - Definición de modelos de estimación de incertidumbre para la medición de emisiones de GEI y consumo energético en vehículos.
 - Diseño de pruebas de intercomparación para las mediciones de emisiones vehiculares.

Proyecto UTP – INM Fase II:

OBJETIVO:

Desarrollar e implementar una metodología de medición del consumo de combustible en los vehículos livianos del sector transporte en Colombia.



Proyecto UTP – INM Fase II:

RESULTADOS:

- Análisis de programas de eficiencia energética y normas técnicas de ensayo en el mundo.
- Fueron analizadas las dos tendencias metodológicas de ensayo vehicular predominantes en el mundo: Americana y Europea.
- Se adaptó la metodología de pruebas de los EE.UU para la medición del consumo de combustible vehicular en Colombia.
- Se definieron las metodologías y protocolos de pruebas para la ejecución de la prueba de *CoastDown* y consumo de combustible en Colombia.

Proyecto UTP – INM Fase II:

RESULTADOS:

- Cálculo del consumo de combustible:

$$C = \frac{\pi \cdot N \cdot D \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \cdot \rho_{comb}}{m \left(1 + \left(\frac{1}{\rho_T} - \frac{1}{\rho_w} \right) \rho_o \right)}$$

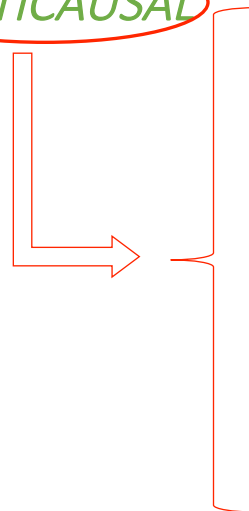
- Se definió el modelo de incertidumbre de los procesos de medición.
- Determinación de las capacidades técnicas nacionales para implementar la metodología.
- Visitas de comparación y validación a laboratorios internacionales:
Magneti Marelli, Delphi, CETRA - Brasil
- Implementación y validación de la metodología.

N: Número de vueltas,
D: Diámetro de los rodillos,
 α : Coef. dilatación térmica – rodillos,
T: Temperatura – rodillos,
 ρ_c : Densidad – combustible,
m: Masa consumida – combustible,
 ρ_a : Densidad – aire.

Propuesta de Proyecto Macro:

Título:

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL SECTOR AUTOMOTOR COLOMBIANO CON ENFOQUE MULTICAUSAL



- Mantenimiento enfocado en la eficiencia.
- Nivel tecnológico del parque automotor colombiano.
- Pérdidas e impacto del tráfico y prácticas de conducción.
- Modelo de eficiencia energética (Diferentes tecnologías y Fuentes).
- Sistema de indicadores de eficiencia energética en el transporte.

Presentado a:

CONVOCATORIA 769 – COLCIENCIAS: Convocatoria de deducciones tributarias

¡MUCHAS GRACIAS!

Contacto:

genergetica@utp.edu.co

Tel: (6) - 3137523

Facultad de Ingeniería Mecánica

UTP