



Inspección, Mantenimiento y Revisiones de Seguridad

Módulo 4b

Transporte Sostenible:

Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas de ciudades en desarrollo

VISIÓN GENERAL DEL TEXTO DE REFERENCIA

Transporte Sostenible:

Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas de ciudades en desarrollo

¿Qué es el Texto de Referencia?

Este *Texto de Referencia* sobre Transporte Urbano Sostenible trata las áreas clave de un marco de referencia de políticas de transporte urbano para una ciudad en desarrollo. El *Texto de Referencia* está compuesto por más de 31 módulos, mencionados más abajo. También está complementado por una serie de documentos de entrenamiento y otros materiales disponibles en <http://www.sutp.org> (y en <http://www.sutp.cn> para los usuarios chinos).

¿Para quién es?

El *Texto de Referencia* está dirigido a diseñadores de políticas en ciudades en desarrollo y a sus asesores. Esta audiencia está reflejada en el contenido, que provee herramientas para políticas apropiadas para su aplicación en un rango de ciudades en desarrollo. El sector académico (p. ej. universidades) también se ha beneficiado de este material.

¿Cómo debe usarse?

El *Texto de Referencia* se puede usar de distintas maneras. Debe permanecer en un solo sitio, proveyendo los diferentes módulos a funcionarios involucrados en transporte urbano. El *Texto de Referencia* se puede adaptar fácilmente a un curso de entrenamiento breve, o puede servir como guía para desarrollar un currículum u otro programa de entrenamiento en el área del transporte urbano. GIZ tiene y está elaborando paquetes de entrenamiento para módulos específicos, todos disponibles desde Octubre 2004 desde <http://www.sutp.org> o <http://www.sutp.cn>.

¿Cuáles son algunas de las características clave?

Las características clave del *Texto de Referencia* incluyen:

- Una orientación práctica, enfocada en las buenas prácticas de planificación y regulación y ejemplos exitosos en ciudades en desarrollo.

- Los colaboradores son expertos líderes en su campo.
- Un diseño en colores, atractivo y fácil de leer.
- Lenguaje no técnico (dentro de lo posible), con explicaciones de los términos técnicos.
- Actualizaciones vía Internet.

¿Cómo consigo una copia?

Se pueden descargar versiones PDF de los módulos desde la sección de documentos de nuestros dos sitios web. Debido a la actualización constante de los módulos, ya no hay ediciones impresas disponibles en idioma inglés. Una versión impresa de 20 módulos en chino se vende en China a través de Communication Press. Cualquier pregunta con respecto al uso de los módulos se puede dirigir a sutp@sutp.org o transport@giz.de.

¿Comentarios o retroalimentación?

Sus comentarios y sugerencias sobre cualquier aspecto del *Texto de Referencia* son bienvenidos, a través de e-mail a sutp@sutp.org y transport@giz.de, o por correo a:

Manfred Breithaupt
GIZ, Division 44
P. O. Box 5180
65726 Eschborn, Alemania

Más módulos y recursos

Se anticipan más módulos para las áreas de *Eficiencia energética para el transporte urbano e Integración de transporte público*. Se están desarrollando recursos adicionales, y están disponibles los CD-ROMs y el DVD de fotos de Transporte Urbano (algunas fotos están disponibles en nuestra galería de fotos en <http://www.sutp.org>). También encontrará enlaces relevantes, referencias bibliográficas y más de 400 documentos y presentaciones en <http://www.sutp.org>, (<http://www.sutp.cn> para usuarios de China).

Módulos y colaboradores

- (i) *Visión general del Texto de Referencia y temas transversales sobre transporte urbano* (GTZ)

Orientación institucional y de políticas

- 1a. *El papel del transporte en una política de desarrollo urbano* (Enrique Peñalosa)
- 1b. *Instituciones de transporte urbano* (Richard Meakin)
- 1c. *Participación del sector privado en la provisión de infraestructura de transporte urbano* (Christopher Zegras, MIT)
- 1d. *Instrumentos económicos* (Manfred Breithaupt, GTZ)
- 1e. *Cómo generar conciencia ciudadana sobre transporte urbano sostenible* (K. Fjellstrom, GTZ; Carlos F. Pardo, GTZ)
- 1f. *Financiación del transporte urbano sostenible* (Ko Sakamoto, TRL)
- 1g. *Transporte urbano de carga para ciudades en desarrollo* (Bernhard O. Herzog)

Planificación del uso del suelo y gestión de la demanda

- 2a. *Planificación del uso del suelo y transporte urbano* (Rudolf Petersen, Wuppertal Institute)
- 2b. *Gestión de la movilidad* (Todd Litman, VTPI)
- 2c. *Gestión de estacionamientos: una contribución hacia ciudades más amables* (Tom Rye)

Transporte público, caminar y bicicleta

- 3a. *Opciones de transporte público masivo* (Lloyd Wright, ITDP; Karl Fjellstrom, GTZ)
- 3b. *Sistemas de bus rápido* (Lloyd Wright, ITDP)
- 3c. *Regulación y planificación de buses* (Richard Meakin)
- 3d. *Preservar y expandir el papel del transporte no motorizado* (Walter Hook, ITDP)
- 3e. *Desarrollo sin automóviles* (Lloyd Wright, ITDP)

Vehículos y combustibles

- 4a. *Combustibles y tecnologías vehiculares más limpios* (Michael Walsh; Reinhard Kolke, Umweltbundesamt – UBA)
- 4b. *Inspección, mantenimiento y revisiones de seguridad* (Reinhard Kolke, UBA)
- 4c. *Vehículos de dos y tres ruedas* (Jitendra Shah, World Bank; N.V. Iyer, Bajaj Auto)
- 4d. *Vehículos a gas natural* (MVV InnoTec)
- 4e. *Sistemas de transporte inteligentes* (Phil Sayeg, TRA; Phil Charles, University of Queensland)
- 4f. *Conducción racional* (VTL; Manfred Breithaupt, Oliver Eberz, GTZ)

Impactos en el medio ambiente y la salud

- 5a. *Gestión de calidad del aire* (Dietrich Schwela, World Health Organization)
- 5b. *Seguridad vial urbana* (Jacqueline Lacroix, DVR; David Silcock, GRSP)
- 5c. *El ruido y su mitigación* (Civic Exchange Hong Kong; GTZ; UBA)
- 5d. *El MDL en el sector transporte* (Jürg M. Grütter, Grütter Consulting)
- 5e. *Transporte y cambio climático* (Holger Dalkmann; Charlotte Brannigan, C4S)
- 5f. *Adaptación del transporte urbano al cambio climático* (Urda Eichhorst, WICEE)
- 5g. *Transporte urbano y salud* (Carlos Dora, Jamie Hosking, Pierpaolo Mudu, Elaine Ruth Fletcher)

Recursos

6. *Recursos para formuladores de políticas públicas* (GTZ)

Asuntos sociales y temas transversales en transporte urbano

- 7a. *Género y transporte urbano: inteligente y asequible* (Mika Kunieda; Aimée Gauthier)

Sobre el autor

Reinhard Kolke es un ingeniero en medio ambiente y ciencias de la energía. De 1993 a 2004, ha trabajado en la Agencia Federal Alemana del Medio Ambiente (UBA) como experto en reducción de emisiones y eficiencia de combustible en el tráfico vial. Además de sus tareas en la Agencia Federal Alemana del Medio Ambiente, fue enviado en comisión al Ministerio Federal para el Medio Ambiente y tuvo una función como asesor para la Comisión Europea en los países de adquisición Lituania y Estonia. En 2004, obtuvo un Doctorado en Ingeniería de la facultad de Ingeniería Mecánica en la Universidad Otto-von-Guericke en Magdeburg. Entre 2004 y 2007, el Dr. Reinhard Kolke lideró el departamento de investigación y desarrollo en HJS Fahrzeugtechnik GmbH & Co KG en Menden (Sauerland), una compañía mediana que desarrolla, produce y distribuye sistemas de purificación de gases de escape y filtros de partículas diesel. En 2007, el Dr. Reinhard Kolke se convirtió en Director de la unidad estratégica de negocios Pruebas y Asuntos Técnicos de ADAC. Para beneficio de los consumidores, ADAC conduce pruebas de choque, pruebas de emisiones y control de producto usando dispositivos y tecnología punta.

Módulo 4b

Inspección, Mantenimiento y Revisiones de Seguridad

Descargo de responsabilidad

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento están basados en la información compilada por GIZ y sus consultores, socios y contribuyentes con base en fuentes confiables. No obstante, GIZ no garantiza la precisión o integridad de la información en este libro y no puede ser responsable por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

Autor: Reinhard Kolke (ADAC)
Revisión de 2005: apoyado por Frank Dursbeck

Editor: Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
P. O. Box 5180
65726 Eschborn, Alemania
<http://www.giz.de>

División 44 – Agua, Energía, Transporte
Proyecto sectorial:
«Servicio de Asesoría en Política de Transporte»

Por encargo de:
Ministerio Federal de Cooperación Económica y
Desarrollo de Alemania (BMZ)
División 313 – Agua, Energía, Desarrollo Urbano

BMZ Bonn
Dahlmannstraße 4
53113 Bonn, Alemania

BMZ Berlin | im Europahaus
Stresemannstraße 94
10963 Berlin, Alemania
<http://www.bmz.de>

Gerente: Manfred Breithaupt

Editorial: Stefan Belka

Foto portada: Frank Dursbeck
Estación de pruebas en Santiago de Chile, 2002

Traducción: Esta traducción ha sido realizada por Laura Varano. GIZ no puede ser responsable por esta traducción o por errores, omisiones o pérdidas que emerjan de su uso.

Diagramación: Klaus Neumann, SDS, G.C.

Edición: Este módulo es parte del Texto de Referencia sobre Transporte Urbano Sostenible para Formuladores de Políticas Públicas de Ciudades en Desarrollo, revisión Julio de 2011.

Eschborn, Diciembre de 2011
(Primera Edición de 2002)

Derechos de autor

Se permite la reproducción, total o parcial, por razones educacionales o sin ánimo de lucro, de esta publicación sin la autorización especial del portador de los derechos de autor, siempre y cuando la fuente sea citada. La GIZ agradece recibir una copia de cualquier publicación que utilice esta publicación de la GIZ como fuente. No se permite en absoluto hacer uso de esta publicación con fines comerciales o de lucro.

RESUMEN

1. Mirada general	1
2. Introducción	2
2.1 Requisitos generales para I/M	3
2.2 Estado del arte y desafíos	4
2.3 I/M centralizado vs. I/M descentralizado	4
3. Regulaciones de I/M y revisiones de seguridad y licitaciones	6
3.1 Potencial para ingresos gubernamentales: I/M por el sector privado... ..	6
3.2 Pruebas de I/M en la calle	7
4. Requisitos técnicos y estándares	8
4.1 Número y dimensión de las instalaciones de inspección	8
4.2 Inspección automática versus inspección manual	8
4.3 Instalación de inspección móvil	9
4.4 Entrenamiento para el contratista y el personal de I/M	9
4.5 Ejecución de pruebas de revisiones de seguridad	10
4.6 Costo del equipo de pruebas	12
4.7 Datos requeridos para I/M	13
4.8 Inspecciones de vehículos a gas natural	14
4.9 Establecimiento de procedimientos y estándares I/M	15
4.10 Frecuencia de pruebas	17
5. Estudios de caso de inspección y mantenimiento	19
5.1 Santiago de Chile	19
5.2 El nuevo sistema de inspección vehicular en Costa Rica	21
6. Requerimientos de I/M y pruebas de motocicletas	23
6.1 Introducción	23
6.2 Controlando la contaminación de motocicletas	24
6.3 Pruebas de emisiones y seguridad para motocicletas	24
6.4 Pruebas de ruido para motocicletas	25
7. Herramientas de soporte técnico de I/M	27
7.1 DAB para I/M	27
7.2 Sensor remoto para I/M	28
8. Control de calidad	30
9. Conclusiones	33
10. Referencias	34
10.1 Páginas web e información adicional	34
10.2 Bibliografía	35

1. Mirada general

La seguridad y las mejoras en las emisiones son los principales desafíos para una flota vehicular en aumento en países en desarrollo. Mientras que el gobierno puede establecer estándares para automóviles seguros, limpios y eficientes en combustible, solo un esquema eficiente de Inspección y Mantenimiento (I/M) puede mantener los niveles de seguridad (*p. ej.* frenos, luces, chasis) y las emisiones bajas (*p. ej.* pruebas de gases de escape, chequeos DAB).

Las siguientes recomendaciones de un importante taller en Chongqing, China (*Strengthening Vehicle Inspection y Maintenance*, 7 – 9 Nov. 2001, <http://citiesact.org/cleanairinitiative/portal/node/2988>) que involucró ciudades en desarrollo en Asia resumen los principales aspectos de la introducción de un programa eficiente de inspección y mantenimiento (I/M):

- Los gobiernos deben anunciar con suficiente anticipación el plan para ajustar los estándares de emisiones para vehículos nuevos (*p. ej.* Euro 3 y 4), así como para introducir un programa de I/M.
- Usualmente es mejor adoptar estándares que no se cumplen en un 20 – 25% de la flota vehicular y gradualmente estrechar los estándares a medida que mejoran la industria de servicios y las prácticas de mantenimiento.
- Los sistemas de I/M centralizados donde la función de inspección está separada de la función de mantenimiento han producido los mejores resultados con respecto a eficiencia y fraude.
- En la definición de la estructura de un sistema de I/M, debe mantenerse un cuidadoso y expedito diálogo entre todos los involucrados relevantes, especialmente el gobierno nacional, las autoridades públicas regionales y sus organizaciones asistentes.

- La efectividad de los programas voluntarios es limitada, dado que se espera que el dueño del vehículo pague la inspección. Hay necesidad de un marco legal de I/M desde el gobierno nacional y las autoridades públicas regionales.
- Los sistemas de I/M deben, idealmente, ser regulados en un marco nacional.
- En relación al sector de reparaciones, los fabricantes pueden jugar un papel importante dando entrenamiento.
- Los factores más importantes para el éxito de I/M son el apoyo de los actores involucrados en la toma de decisiones y la capacidad de las instituciones para gestionar y regular el sistema.

Una nota sobre terminología

- **Revisiones de seguridad** se refiere a la combinación de **inspección y mantenimiento** y **pruebas de seguridad**.
- **Seguridad** se refiere a aspectos no relacionados con emisiones, tales como frenos, luces y dirección.
- **Inspección y mantenimiento (I/M)** se refiere a controles y reparaciones de dispositivos relacionados con emisiones de contaminantes. Es recomendable, sin embargo, que el I/M se implemente junto con pruebas de seguridad.

I/M + Seguridad = Revisiones de seguridad

Con base en el uso común (¡pero con el riesgo de alguna confusión!), en este módulo *revisiones de seguridad* es frecuentemente utilizado intercambiamente con *I/M* e *I/M* y *revisiones de seguridad*.

2. Introducción

Los instrumentos para controlar emisiones basados en el mercado deben incorporar el principio de «contaminador paga» para proporcionar incentivos para reducir la contaminación ambiental. Los impuestos diferenciales y otros incentivos deben animar a los dueños y operadores de vehículos a usar vehículos menos contaminantes. Sin embargo, además de estos incentivos también es necesario tomar medidas más estrictas para comunicar el mensaje «contaminador paga» a todos los conductores.

Para mejorar la calidad del aire a través de medidas técnicas, se necesitan estrategias efectivas para la reducción de emisiones en el transporte urbano. Para los formuladores de políticas, uno de los desafíos más importantes en la lucha contra la contaminación ambiental en el sector del tráfico es reemplazar los vehículos antiguos, altamente contaminantes, por tecnologías nuevas de bajas emisiones. Por esta razón, las estrategias de corto y mediano plazo deben estar enfocadas en:

1. Estándares de calidad de combustibles;
2. Programas de reacondicionamiento para vehículos antiguos;
3. Inspección, mantenimiento y revisiones de seguridad para todos los vehículos.

Este módulo trata con inspección, mantenimiento y revisiones de seguridad como un componente de una estrategia general de reducción de emisiones en el transporte urbano. Especialmente en una situación donde los estándares de

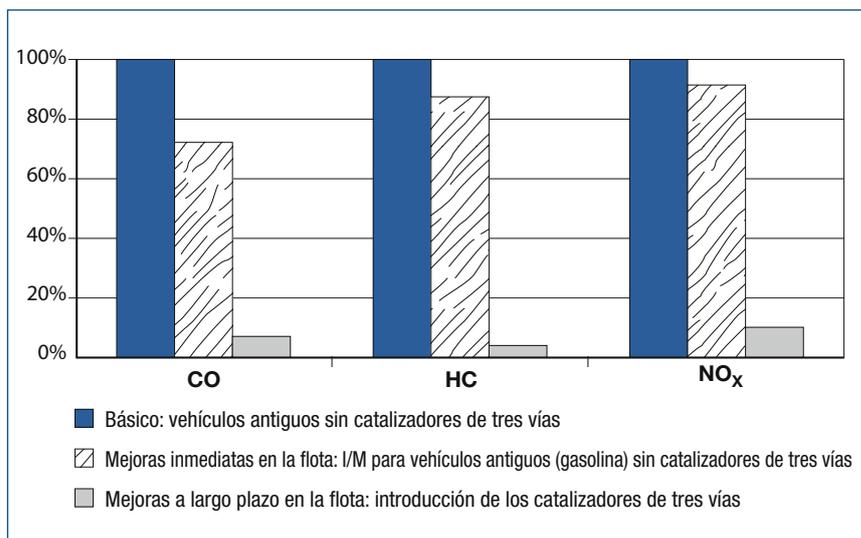
combustibles o de límites emisiones son bajos o no se han establecido para todo tipo de transporte urbano, un sistema de I/M o de acondicionamiento para la vía pública efectivo es una de las formas más importantes de mejorar tanto la calidad del aire como la seguridad vial en términos de costo-beneficio. Los programas de inspección de vehículos pueden mejorar los niveles de mantenimiento de los vehículos y también pueden producir un mayor recambio de vehículos. Esto se debe al hecho de que el I/M está enfocado a todos los vehículos que actualmente componen la flota vehicular. El I/M ayuda a asegurar que todos los dueños de vehículos hacen mantenimiento a sus vehículos regularmente, lo que a su vez ayuda a asegurar que estos vehículos cumplan con los límites de emisiones. Aunque en el contexto de un país en desarrollo los límites específicos de emisiones de los vehículos en un programa de I/M pueden ser altos comparados con un auto nuevo, el I/M lleva a reducciones de emisiones que no serían posibles si los vehículos no son mantenidos e inspeccionados nunca (ver Figura 1). Un vehículo con mantenimiento apropiado tiene hasta un 7% menos de consumo de combustible – dependiendo de los estándares de emisión.

Un enfoque simple de I/M para automóviles seguros y limpios debe consistir de las siguientes etapas principales, las que son explicadas en detalle en las siguientes páginas:

- Los gobiernos deben restringir sus principales responsabilidades a determinar un enfoque general con respecto a:
 - límites de emisiones,
 - definición de requerimientos para inspecciones de I/M para seguridad y emisiones,
 - supervisión del servicio técnico;
- El servicio técnico (empresas o agencias de inspección técnica) debe tener experiencia por mucho tiempo con I/M en otros países; los países pueden beneficiarse de proyectos de cooperación tecnológica con organizaciones internacionales (*p. ej.* TUV SUD, DEKRA, organizaciones de EE. UU.).
- El servicio técnico debe ser el ganador de un procedimiento de licitación independiente y abierta y ser responsable del funcionamiento de las inspecciones, bajo la supervisión del gobierno.

Fig. 1
Reducción de emisiones posible a través de I/M, para vehículos sin y con convertidor catalítico de tres vías. Un sistema de I/M se enfoca en mejoras rápidas en la reducción de contaminantes del aire para toda la flota vehicular.

RWTÜV



Las pruebas de acondicionamiento para la vía pública son uno de los mejores métodos para mejorar la seguridad vial y emisiones en ciudades en desarrollo. El I/M mejora las emisiones y el consumo de combustible a través de un chequeo visual y mediciones de emisiones simples o chequeo DAB en corto tiempo para toda la flota vehicular, además de un chequeo de seguridad (p. ej. frenos, luces).

«Las pruebas de acondicionamiento para la vía pública son uno de los mejores métodos para mejorar la seguridad vial y emisiones en ciudades en desarrollo.»

2.1 Requisitos generales para I/M

En ciudades en desarrollo un pequeño número de vehículos con frecuencia causan un alto porcentaje de contaminación ambiental o son responsables por accidentes causados por fallas técnicas. Para asegurar la aplicación de un sistema I/M efectivo, debe ser enfocado especialmente en el tipo de vehículos identificados como grandes contaminadores o automóviles inseguros. Los programas de I/M dirigidos pueden mejorar sustancialmente la seguridad y reducir la contaminación.

Requisitos regulatorios

El paso principal es el establecimiento de requisitos regulatorios y legales, como base para la implementación de un sistema efectivo. Los requisitos regulatorios abarcan:

Protección ambiental del vehículo

- Emisiones de gases (I/M)
- Reducción de pérdida de aceite
- Emisiones de ruidos
- Otros

Seguridad y fiabilidad del vehículo

- Sistema de dirección
- Sistema de frenos
- Volante y neumáticos
- Sistema de luces
- Cambios y sistema de transmisión
- Chasis y carrocería
- Otros



Por lo tanto, dependiendo de las características de la flota, es posible que un país se concentre en pruebas de I/M y de seguridad para buses y vehículos pesados de uso comercial, mientras que otros inicialmente se concentran en I/M para bicicletas. Un enfoque general será el esquema más efectivo. Por lo tanto, el I/M debe incluir vehículos pesados, buses, automóviles de pasajeros comerciales, automóviles de pasajeros privados, scooters y motocicletas.

Un sistema de inspección debe combinar chequeos I/M de emisiones y de seguridad, y en conjunto conformar una prueba de revisión de seguridad. Las pruebas son una combinación de un simple chequeo visual y pruebas efectuadas con instrumentos asistidos por computadoras.

«Un sistema de inspección debe combinar chequeos I/M de emisiones y de seguridad, y en conjunto conformar una prueba de revisión de seguridad.»

Los sistemas de I/M deben ser regulados idealmente en un marco nacional. Varios países han optado por delegar la responsabilidad de implementación de sistemas de I/M a los gobiernos locales. Esto es factible solamente si la implementación local tiene lugar dentro de un contexto de un marco nacional de regulación. Por lo tanto, los requisitos legales y principios de I/M deben ser definidos e implementados en el ámbito nacional, mientras que la aplicación y definición de procedimientos detallados pueden ser parte de la responsabilidad del gobierno local.

Fig. 2
Surabaya, Indonesia. Los formuladores de políticas deben tomar un enfoque dirigido a las regulaciones de inspección en términos de contaminantes y tipos de vehículos.

Reinhard Kolke, Abril 2001

Convertidores catalíticos de tres vías

Un convertidor catalítico es una cámara que convierte los gases de escape en gases menos dañinos. Está incorporado en el sistema de escape de un vehículo. En un TWC las emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x) son reducidas u oxidadas en sus elementos menos dañinos de dióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua.

Los estándares para combustibles, como se discuten en el Módulo 4a: *Combustibles y Tecnologías Vehiculares más Limpias*, son tan importantes como los estándares de emisiones y los requerimientos de I/M y deben considerarse en paralelo con las políticas de I/M.

2.2 Estado del arte y desafíos

En algunos países o ciudades en desarrollo, se han establecido sistemas de inspección anuales o semestrales solamente para vehículos comerciales. Aunque estos sistemas algunas veces son altamente inefectivos, tienen un pequeño aspecto positivo ya que estos «sistemas establecidos» proveen una infraestructura potencial de instalaciones de pruebas centralizadas. El aspecto negativo de muchos de estos sistemas es que las pruebas actuales efectuadas en estas instalaciones se realizan mal o no se realizan. Esto se puede deber a que el equipo de pruebas es defectuoso o mal mantenido, hay una falta de protección en contra de fraude o corrupción, así como también los encargados de efectuar las pruebas no saben usar el equipamiento debido a un entrenamiento inadecuado.

Un gran problema, el cual debe ser identificado y resuelto en muchas ciudades en desarrollo, es el fraude y la corrupción en los actuales sistemas. Solo las medidas efectivas en contra de esto pueden asegurar que todos confíen en el sistema. Dichas medidas se describen en este módulo.

2.3 I/M centralizado vs. I/M descentralizado

Con frecuencia la implementación de un sistema de pruebas de I/M descentralizado puede parecer, inicialmente, una alternativa atractiva para los formuladores de políticas en las ciudades en desarrollo. Las reparaciones y pruebas (inspección y mantenimiento) son efectuadas en talleres privados e instalaciones de concesionarios privados, los cuales se benefician con el negocio de nuevas inspecciones y reparaciones. Los que proponen dichos sistemas, con frecuencia dicen que a través de un sistema descentralizado el gobierno puede ahorrar dinero en inversión de infraestructura.

Pero las estaciones de pruebas y reparaciones tienen un rango de desventajas para todos los actores involucrados:

- No existe ningún estándar en estos sistemas descentralizados para probar dispositivos y habilidad de diagnóstico. En Alemania, por ejemplo, el requerimiento de inspección para un mismo automóvil puede cambiar de un taller a otro, los cuales pueden usar diferentes equipos para las pruebas.
- Hay diferencias en el entrenamiento de los mecánicos («habilidades de diagnóstico»).
- Hay estudios que muestran que el I/M descentralizado es menos (o nada) efectivo en la reducción de emisiones comparado con un sistema centralizado.
- La inspección en talleres descentralizados tiene mayor costo para el propietario del vehículo que en un taller centralizado con instalaciones solo de pruebas. El conflicto de

Fig. 3 y 4
Instalaciones establecidas para pruebas en Surabaya, Indonesia.



Las instalaciones establecidas están disponibles...
Reinhard Kolke



...pero tienen equipamiento defectuoso y un mal funcionamiento.
Reinhard Kolke

intereses entre la inspección por un lado y el negocio de reparaciones por el otro a menudo lleva a reparaciones innecesarias y por lo tanto a costos más altos.

- Se debe considerar el alto precio para equipos que no son usados constantemente en talleres descentralizados.
- Hay una falta de base de datos y sistemas de información centralizados.
- Hay una falta de aceptación por parte de la comunidad, debido a la falta de confianza en los resultados de las inspecciones provenientes de talleres.

«Los miembros del Asian Development Bank Workshop 2001 en Chongqing concluyeron que sistemas de pruebas y reparaciones descentralizados han tenido mucho menos éxito que los sistemas de I/M solo de pruebas, de un solo contratista. Los sistemas de pruebas y reparaciones son muy difíciles de supervisar y auditar, y se ha encontrado que son más vulnerables a la corrupción.»

Un sistema centralizado consistiendo de estaciones solo de pruebas más los talleres existentes para mantenimiento, por otra parte, tiene muchos beneficios:

- Las inspecciones centralizadas permiten a los gobiernos implementar sistemas de I/M más efectivamente y en una forma más simple.
- El I/M centralizado es menos propenso a la corrupción.
- Los I/M centralizados reducen los costos de inversión, especialmente si un contratista lleva a cabo las inspecciones en estaciones solo de pruebas.
- Los I/M centralizados ofrecen nuevos negocios y oportunidades para talleres de reparaciones locales para el trabajo de mantenimiento.

Incluso los llamados «procedimientos de I/M centralizados» no son completamente centralizados. Aún existe la necesidad de «descentralizar» el mantenimiento y las reparaciones en los talleres, los cuales necesitan más tiempo que las líneas de revisión de seguridad en una instalación centralizada, optimizada por tiempo y costo-efectividad.

Fig. 5
Funcionan mejor los sistemas centralizados solamente para pruebas

Los sistemas centralizados para I/M y revisiones de seguridad o llamados *estaciones solo para pruebas*, donde los trabajos de inspección están separados de los de reparación –los cuales pueden ser efectuados por talleres o concesionarios– funcionan mejor. Incluso en los sistemas centralizados, los contratistas del sector privado están mejor calificados para implementar sistemas de I/M y acondicionamiento para la vía pública, que deben ser regulados por el gobierno.

Reinhard Kolke



3. Regulaciones de I/M y revisiones de seguridad y licitaciones

La legislación debe regular lo siguiente:

- Definición de los requerimientos de inspección y mantenimiento para vehículos motorizados;
- Licencias y control de estaciones de pruebas de vehículos del sector privado;
- Calificaciones del personal de pruebas;
- Características y equipos de las estaciones de pruebas;
- Honorarios de las estaciones de pruebas;
- Documentación;
- Casos de retiro de licencia tanto de estaciones de pruebas como de personal;
- Aplicación de pruebas en terreno;
- Multas por infracción a las condiciones de la licencia (estaciones, personal).

Dos factores críticos para el éxito del I/M son el *respaldo del formulador de políticas superior y la capacidad institucional de gestionar y regular el sistema*. Éstos son normalmente débiles en las ciudades en desarrollo y como consecuencia resulta un marco regulatorio débil. La financiación inadecuada y la aplicación débil llevan frecuentemente a un sistema plagado de corrupción y un control de calidad deficiente. En general, los procedimientos de licitación y aplicación de pruebas por contratistas privados están a la vanguardia en países del sur y este de Europa (*p. ej.* Lituania, Grecia), en estados de los Estados Unidos (*p. ej.* Massachusetts, Colorado) y en Latinoamérica (*p. ej.* México, Chile).

3.1 Potencial para ingresos gubernamentales: I/M por el sector privado y procedimientos de licitación

La experiencia alrededor del mundo ha demostrado que los gobiernos deben regular los programas de I/M, mientras que la implementación de dichos programas puede ser llevada a cabo mejor por el sector privado.

El objetivo principal de la licitación es implementar y aplicar la legislación de acondicionamiento para la vía pública, para asegurar las bajas emisiones y mejorar el consumo del combustible, así como aumentar la seguridad y confiabilidad. Una posible estrategia a

introducir puede ser la introducción de elementos similares a la Directiva EC 2009/40/EC (ver <http://eur-lex.europa.eu>) relacionada con procedimientos de inspección y mantenimiento y pruebas de revisión de seguridad para vehículos motorizados.

El gobierno nacional debe introducir los requerimientos legales, mientras que los gobiernos regionales pueden seguir el proceso de licitación, para identificar a los contratistas privados y aplicar el procedimiento de I/M.

El procedimiento debe ser eficiente para todo tipo de vehículos, incluyendo motocicletas, vehículos sin convertidor catalítico, así como vehículos con convertidor catalítico de tres vías y automóviles diesel. Se establecerán requerimientos adicionales para seguridad y confiabilidad.

Es necesaria una prueba simple para el control de seguridad y confiabilidad en motocicletas, porque su proporción en la flota vehicular puede ser alta, especialmente en Asia.

La combinación de un cargo para pagar el certificado de emisión y seguridad y un sello con el costo de la prueba (ver Sección 4.7) para el test estandarizado de acondicionamiento para la vía pública, garantiza un ingreso al gobierno para la financiación de desarrollo adicional. Este ingreso solo es posible si el acondicionamiento para la vía pública es implementado en un sistema centralizado con estaciones exclusivas para pruebas, con una sola empresa contratista responsable.

Si se sigue la estrategia de introducir un «módulo I/M» simple y un «módulo de seguridad y confiabilidad» simple centralizados, incluyendo todos los requerimientos legales y un procedimiento de licitación, hacer cambios detallados a un módulo en particular se convierte en un asunto sencillo, debido a que la infraestructura está establecida y es fácil de cambiar por el gobierno.

Una posibilidad atractiva para el gobierno es proveer al contratista el terreno para las instalaciones de pruebas sin costo para éste, con el propósito de reducir el alto costo de las instalaciones. Esto se reflejará en un menor costo de las pruebas de acondicionamiento para la vía pública.

En Kolke (2001) el costo de los procedimientos fue calculado en líneas generales para Indonesia: un cargo anual por la prueba (vehículos

comerciales) y/o un cargo semestral (p. ej. vehículos privados o vehículos de bajas emisiones) de USD 10 a 15 debería ser suficiente considerando tanto la actual voluntad para pagar, como el costo de las pruebas de aproximadamente USD 5. Un proceso de licitación debe considerar estos montos generales para recibir una propuesta de un contratista interesado. Los proponentes para el contrato deben entregar una propuesta que puede incluir la posibilidad de ofrecer una tarifa más baja por el servicio de revisiones de seguridad.

«Este ingreso [para el gobierno] solo es posible si el acondicionamiento para la vía pública es implementado en un sistema centralizado con estaciones exclusivas para pruebas, con una sola empresa contratista responsable.»

La introducción de pruebas de seguridad para motocicletas tiene el potencial de aumentar la seguridad, reducir accidentes y aumentar significativamente los ingresos públicos. Por lo tanto, el procedimiento de licitación debe considerar los tipos particulares de vehículos motorizados y la composición de la flota vehicular. Los nuevos procedimientos de pruebas de ruido para motocicletas también deben considerarse (ver Sección 6.4). Para el proceso de licitación y la identificación del contratista, se requiere un borrador de propuesta técnica, así como un borrador de propuesta formal. El borrador de la propuesta formal especificará el procedimiento a seguir.

El único sistema de I/M útil es uno centralizado, con responsabilidades regulatorias sostenidas por el gobierno. Un contratista privado, como el ganador en un procedimiento de licitación, debe llevar a cabo el procedimiento de pruebas de revisiones de seguridad. Esto tendrá como resultado una disminución de costos y una mayor efectividad del sistema I/M.

3.2 Pruebas de I/M en la calle

Para asegurar que el dueño de un vehículo no manipule partes relacionadas con emisiones o seguridad de su vehículo después de haber pasado el procedimiento de I/M y de revisión de seguridad, la legislación debe considerar

inspecciones aleatorias en la calle. Las inspecciones en la calle deben realizarse aleatoriamente por el contratista, con el fin de evitar malentendidos. El contratista para las pruebas de revisión de seguridad debe ser diferente al contratista para las inspecciones en la calle debido a un posible conflicto de intereses. Además, las inspecciones en la calle también pueden ser llevadas a cabo por organizaciones gubernamentales para obtener más información y conocimientos prácticos sobre inspecciones vehiculares.

La financiación de estas pruebas adicionales con el apoyo de la policía debe ser considerada en el cálculo de los montos que se requieren para las pruebas. Se recomienda que debe comprobarse que un número de hasta el 10% de los vehículos chequeados cada año sean controlados por inspecciones vehiculares en la calle, para ayudar a asegurar que todos los dueños de vehículos efectúan las pruebas.

Los programas en la calle son difíciles de controlar y supervisar y están más expuestos a la corrupción que las pruebas de I/M efectuadas en estaciones fijas. Las pruebas en la calle, sin embargo, pueden complementar un sistema de I/M más completo. Las pruebas en la calle pueden ayudar a asegurar que todos los vehículos cumplen siempre con los estándares de seguridad y los requerimientos de I/M (ver Sección 8).

Fig. 6 y 7
Desempeño de pruebas en la calle.
Bureau of Automotive Repair



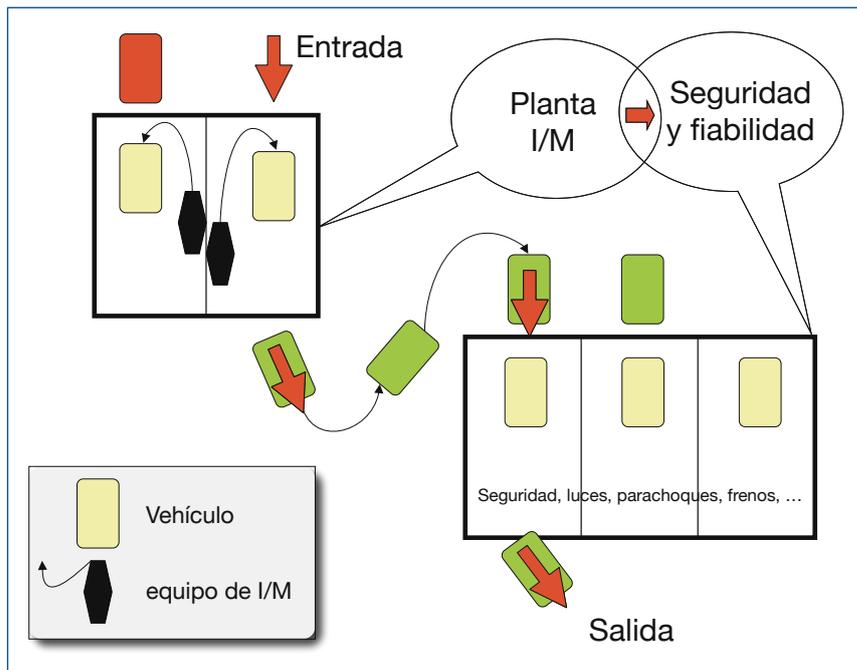
4. Requisitos técnicos y estándares

Cuando se introduce un sistema de inspección técnica, debe tomarse en cuenta la condición general de los vehículos en uso. Como una regla general esto significa que los requerimientos para la inspección de los vehículos deben ser mínimas en el inicio.

El alcance de la inspección debe, sin embargo, asegurar que las emisiones y las partes más importantes del vehículo relacionadas con la seguridad (*p. ej.* frenos, dirección y luces) estén cubiertas. Los estándares de inspección pueden entonces elevarse en una fecha posterior sin modificar el sistema de inspección con el objetivo de cumplir el estándar internacional.

Las especificaciones, como se resumen en los siguientes párrafos, deben asegurar que la introducción de I/M y acondicionamiento para la vía pública alcanzarán las cifras de reducción de emisiones, requerimientos de ambiente y de seguridad. Un sistema modular puede extenderse paso a paso para alcanzar los requerimientos de cambios en los combustibles y tecnologías automotrices, y para requerimientos ambientales adicionales.

Fig. 8
Estructura de una planta de I/M y para pruebas de seguridad.
Reinhard Kolke



4.1 Número y dimensión de las instalaciones de inspección

Las estaciones de inspección vehicular centralizadas son la mejor solución para inspecciones vehiculares periódicas. El tamaño y cantidad de líneas de inspección requeridos en dichas instalaciones estará basado, principalmente, en el volumen de inspecciones esperadas, pero también en los siguientes factores:

- Intervalos de inspección para diferentes tipos de vehículos;
- Número de inspecciones por línea y por día;
- Experiencia del personal;
- Análisis de existencias de vehículos;
- Condición técnica y edad de los vehículos;
- Cantidad de días hábiles por año;
- Tasas de crecimiento de la flota a ser inspeccionada;
- Tasas de fracasos y re-inspecciones.

Una vez que se ha determinado la cantidad promedio de instalaciones de pruebas requeridas, deben determinarse factores adicionales para identificar las instalaciones de pruebas apropiadas, los cuales incluyen:

- Tamaño de los terrenos disponibles;
- Posibles ruidos de los vehículos en pruebas;
- Redes de caminos en el área de los sitios planeados;
- Acceso para vehículos pesados;
- La ubicación no debe estar en áreas residenciales;
- Conexión con arterias importantes;
- Accesibilidad para los clientes;
- Disponibilidad de electricidad, agua, etc.

4.2 Inspección automática versus inspección manual

El diseño de un taller de inspección depende del tamaño, el equipo y el número de vehículos que debe recibir.

En general, el proceso completo de acondicionamiento para la vía pública y pruebas de emisiones debe ser controlado automáticamente por una computadora. El inspector no debe tener la posibilidad de cambiar a modos manuales para hacer que un vehículo pase la inspección. Por lo tanto, un I/M efectivo necesita decisiones de pasar/no pasar completamente automatizadas.

El control automático puede reducir significativamente el fraude y la corrupción, aunque se requieren instrumentos de inspección y sistemas de computadoras más caros, incluyendo el software necesario. Deben considerarse también las condiciones climáticas (temperatura, humedad, etc.). Un sistema «semi-automático» incluyendo algunos aspectos «automáticos», tal como una prueba de frenos semi-automática, una base de datos computarizada y un almacenamiento completamente automático de datos e impresión de certificados será apropiado para muchos países en desarrollo.

Basado en la experiencia de servicios técnicos en Europa, los siguientes son los requerimientos mínimos de personal de una instalación estacionaria con una línea de inspección:

- 1 jefe de estación;
- 3 técnicos;
- 1 administrador.

4.3 Instalación de inspección móvil

En áreas rurales con un pequeño número de vehículos, existen dos posibilidades de tratar los vehículos que no contribuyen significativamente a la contaminación general o problemas de seguridad. La primera posibilidad es eximir a estos vehículos en áreas rurales, que debe ser considerada en países en desarrollo. Otra posibilidad es usar una estación móvil de pruebas.

Una estación móvil de pruebas solamente es posible si el costo de cada prueba no será mayor que en un sistema centralizado.

Otra posibilidad es usar talleres apropiados y realizar las pruebas en presencia de un inspector autorizado. Esta puede ser una solución si las áreas rurales no son de fácil acceso (*p. ej.* por malas condiciones viales o falta de conexiones viales aceptables).

4.4 Entrenamiento para el contratista y el personal de I/M

Una empresa conjunta de contratistas autorizados, nacionales o internacionales con personal local o con un contratista local puede hacer cumplir las regulaciones legales en un corto tiempo. El contratista autorizado, nacional o internacional, tiene que ser responsable de todos los aspectos de la planificación, construcción



Fig. 9
Un centro modular de control de emisiones en Alemania.
Reinhard Kolke, 2001

con socios locales y operación de las instalaciones de inspección. Si un contratista internacional es parte de un contrato de I/M y de revisiones de seguridad, su tarea más importante es la operación de las instalaciones de inspección con un personal local entrenado adecuadamente.

El contratista tiene que ser responsable de la inspección de todo tipo de vehículos, incluyendo:

Inspección estándar	Un solo procedimiento de inspección estándar para todos los vehículos de una región
Trato equitativo	Tratamiento equitativo para todos los clientes a través de una aplicación estándar de la regulación
Entrenamiento uniforme del personal	Entrenamiento uniforme del personal para cada tipo de tarea requerida
Calidad y seguridad	Cumplimiento de un nivel uniforme de calidad y seguridad
Uso uniforme de los datos	Adquisición uniforme de datos y procesamiento de datos para entregar estadísticas de control de emisiones y seguridad de tránsito
Ajuste de estándares de inspección	Ajustes continuos y uniformes de los estándares de inspección debido a cambios en los requerimientos, flota vehicular y estándares de combustibles

El contratista debe ofrecer entrenamiento regular al personal para las pruebas de emisiones y pruebas de seguridad, para garantizar que dicho



Fig. 10
Una estación móvil de pruebas en Alemania.
RWTÜV

personal sea experto en su campo. Por otro lado, el especialista entrenado debe tener una visión general de la estructura de la inspección del motor de un vehículo. Esto debe permitirles entender los principios dentro de los que se desarrolla su trabajo y permitirles comunicar al cliente los beneficios de la inspección y mantenimiento de sus vehículos.

Cada persona entrenada debe pasar un examen al final del curso para demostrar que tiene suficiente conocimiento y práctica, para ser reconocido como un experto en pruebas vehiculares.

La persona entrenada debe recibir un *carne* demostrando que ha pasado las pruebas. Debe llevar siempre consigo su *carne* y presentarlo a los inspectores gubernamentales si lo requieren.

4.5 Ejecución de pruebas de revisiones de seguridad

Cada procedimiento de I/M comienza con la identificación de los datos del vehículo. La **identificación de datos del vehículo** consiste en:

- Número de placa;
- Fabricante del vehículo;
- Tipo de vehículo;
- Número de identificación del vehículo si está disponible (en muchos países este número no existe, especialmente en vehículos más viejos);
- Kilometraje del vehículo.

Las pruebas pueden ser divididas en dos módulos principales. El primer módulo es la revisión de emisiones; el segundo es la revisión de seguridad. Cada módulo consiste en dos pasos: un chequeo visual y una prueba de mediciones, usando equipo de pruebas computarizado.

Prueba de emisiones (ambiental)

Un sistema computarizado reduce la manipulación de las pruebas de emisiones, porque los datos no pueden anotarse manualmente en el certificado impreso por computadora.

Pruebas ambientales visuales

La prueba ambiental visual consiste en:

- Pérdidas de aceite;
- Sistemas de gases de escape.

La inspección visual asegura que:

- No hay fugas en el sistema de gases de escape;
- No hay fugas de aceite;
- Si es aplicable, el sistema de control de emisiones está presente.

Representación de una prueba de emisiones

Reinhard Kolke



Fig. 11
Prueba computarizada.



Fig. 12
Prueba visual.

Pruebas de mediciones ambientales

Las pruebas de mediciones ambientales son de:

- Humo de gases de escape (motores diesel);
- Gases de escape CO/HC/Lambda (motores a gasolina);
- CO₂ (para evitar manipulación y asegurar que el sistema de gases de escape no tiene pérdidas);
- Ruido.

«Las pruebas pueden ser divididas en dos módulos principales. El primer módulo es la revisión de emisiones; el segundo es la revisión de seguridad.»

El módulo de medición de gases de escape opera en conjunto con una unidad computarizada.

El módulo no tiene control o elementos de demostración. Esto es parte de la unidad computarizada. Es capaz de medir CO, CO₂, HC y O₂ y luego calcula el valor lambda cf. motores a gasolina. Los valores medidos son transmitidos al módulo PC a través de una interfaz en serie.

El opacímetro registra la opacidad de los gases de escape de motores diesel. Será ubicado en el escape para la medición de gases de escape. El procedimiento consiste en permitir que los gases de escape, a través de la sonda de pruebas y manguera de pruebas, entren en la cámara de mediciones bajo su propia presión, es decir, sin la asistencia de vacío. La opacidad, entonces, será medida de acuerdo con el procedimiento de absorción. El coeficiente de absorción será determinado a través de la absorción de luz (grado de opacidad en %) de acuerdo con la llamada ley de Beer Lambert. El equipo de medición de opacidad se conecta a la unidad computarizada a través de un adaptador guía.

Controles de seguridad

El segundo módulo, las revisiones de seguridad, es también una combinación de controles visuales y mediciones necesarias. Ambos módulos combinados –emisiones y seguridad– efectuados por personal responsable entrenado, permiten una prueba de revisión de seguridad efectiva.

El dispositivo para centrar los faros tiene una estructura robusta con medidor de iluminación y está montado sobre rieles en el suelo para

facilidad de uso. Está equipado con un medidor de luz de precisión, visor de espejos y lentes de vidrio.

El sistema modular de aprobación vehicular es utilizado para controlar los frenos, suspensión de neumáticos y alineación (desgaste lateral). La configuración puede ser ajustada a los intereses específicos y opciones de inversión del centro de servicios. Es posible llevar a cabo una secuencia de pruebas automáticas. Un operador puede hacer la prueba completa. Es fácil de usar para el cliente con representación gráfica de las pruebas y de los resultados de las mediciones.

El medidor de suspensión de neumáticos obtiene el valor de contacto con la carretera y el máximo diferencial entre el lado izquierdo y derecho del neumático en terreno. Unas

Controles visuales de seguridad	
Número de placa y número de identificación del vehículo	
Faros posteriores y registro de faros	
Palanca de freno de mano mecánico	
Limpiaparabrisas y limpiadores/Ventilación	
Asientos	Pedal de freno
Bocina	Prueba de servicio de frenos
Vidrios	Condición de luces auxiliares
Espejos retrovisores	Dirección
Cinturones de seguridad	Puertas/Cerraduras/Dispositivos antirrobo
Luces de freno	Soporte para remolque/Acoplados
Luces laterales	Indicadores/«Tell Tales»
Reflectores	Condición de faros
Velocímetro	Parachoques
	Estribos y escalas
Pruebas de seguridad	
Deslizamiento de costado de la rueda delantera y de la rueda trasera	
Suspensión del eje delantero y trasero	
Funcionamiento de frenos de servicio	
Desbalanceo de frenos de servicio	
Comportamiento de freno de mano	
Desbalanceo de freno de mano	
Dirección de luces	Dirección de luces auxiliares

Representación de una prueba de seguridad

Reinhard Kolke



Fig. 13
Chequeo visual.



Fig. 14
Prueba de medición (revisión de luces).

evaluaciones adicionales ayudan a mostrar el valor de contacto teórico con la carretera y miden el coeficiente de absorción. El valor de contacto con la carretera es la menor fuerza de contacto del neumático que se produce durante el procedimiento de la prueba.

El dinamómetro de frenos mide las características de la fuerza de freno dependiendo de la fuerza del pedal o tiempo, resistencia de rodamiento, ovalización y diferencial de fuerza de freno. El conjunto de pruebas de deslizamiento es una unidad de una pieza y se ubica a nivel del suelo.

Si el I/M y las revisiones de seguridad se introducen por primera vez, el módulo para

emisiones y seguridad puede reducirse en su primera fase a su mínima utilidad. Esto significa que primero que todo deben efectuarse las pruebas principales. Estas podrían ser inspección de frenos, luces, tablero para seguridad y pérdida de aceite, y para pruebas ambientales CO y opacidad bajo condiciones sin carga (aceleración con transmisión en neutro).

4.6 Costo del equipo de pruebas

El costo del equipo varía de acuerdo con las especificaciones. Si el gobierno lleva a cabo un proceso de licitación, que resulta en un contrato, el costo del equipo no será lo más importante para el gobierno. Estos montos deben ser calculados por el contratista caso por caso para informar su oferta. Los resultados dependerán de varias condiciones límite.

El costo por prueba depende fundamentalmente de parámetros adicionales al costo del equipo, tales como el terreno para las instalaciones, construcción, contratación y entrenamiento de personal. Mientras que el costo de las instalaciones para inspección depende del costo local del terreno y puede reducirse si el gobierno aporta terrenos públicos o instalaciones para las pruebas, el costo de recursos humanos depende los niveles regionales de salarios.



Fig. 15
Una variedad de equipos de pruebas de un fabricante.

BOSCH

4.7 Datos requeridos para I/M

En muchos países en desarrollo, las bases de datos existentes son inadecuadas. Se necesitan datos confiables. Esto incluye información sobre las características de la flota, tal como número de vehículos, edad, tipo de motor y emisiones, que deben registrarse en una base de datos central computarizada. Esta base de datos centralizada debe ser adaptada con los datos actualizados de las pruebas de I/M e inspecciones de acondicionamiento para la vía pública.

Un sistema de I/M y de revisiones de seguridad efectivo debe estar conectado un sistema de registro periódico (usualmente anual) efectivo para asegurar la conformidad del sistema. Otra conexión es necesaria a un certificado oficial de I/M y revisiones de seguridad, donde solo al personal del contratista autorizado le está permitido firmar y donde el personal es responsable de esto, incluyendo consecuencias en caso de manipulación.

Para reducir el peligro de fraude y corrupción, es necesario registrar algunos datos básicos durante la inspección (véase Sección 4.5).

Placas y autoadhesivos de I/M

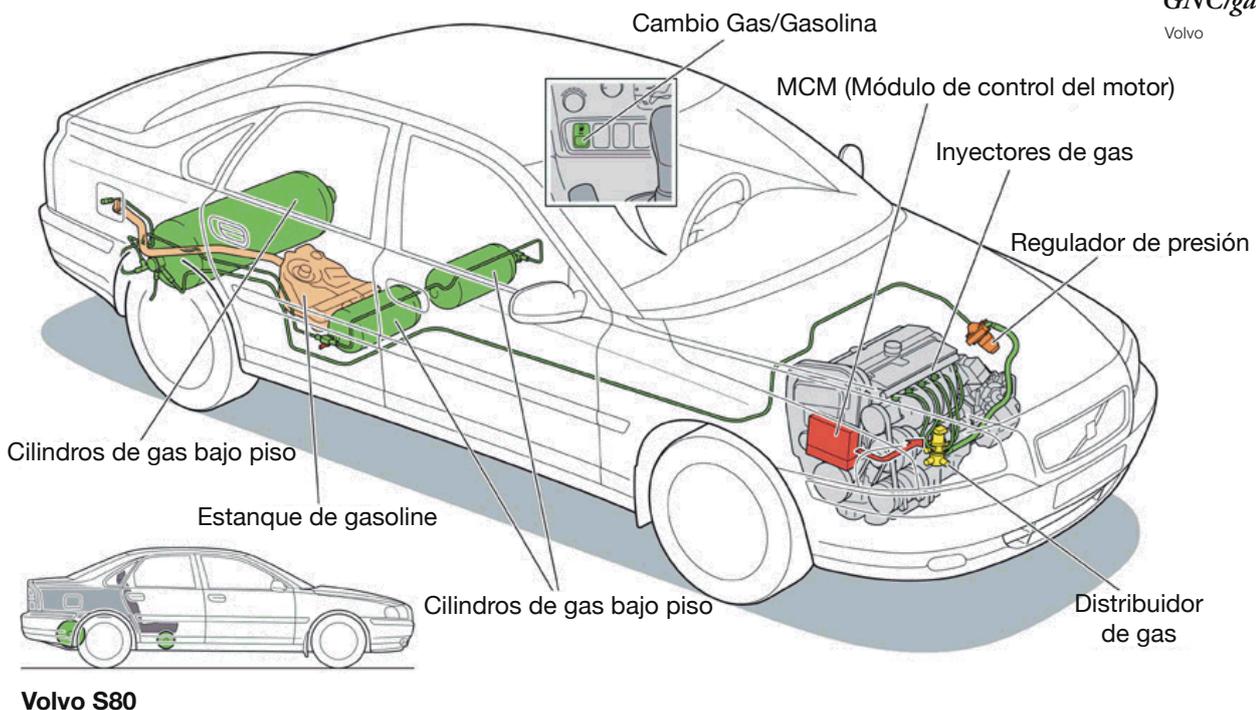


Fig. 16
Fijación simple; manipulación simple.
Reinhard Kolke



Fig. 17
Sello inviolable; manipulación imposible.
Reinhard Kolke

Fig. 18
Sistema de dos combustibles GNC/gasolina.
Volvo



«La computarización de la certificación, I/M y revisiones de seguridad es un modo efectivo para disminuir los problemas de fraude y corrupción.»

Estos datos normalmente incluyen información relacionada con el vehículo y el propietario, tal como:

- Vehículo:
- licencia y número de placa
 - fabricante y modelo
 - año de fabricación
 - número de identificación de chasis
 - número de identificación de motor
 - número de identificación del vehículo
 - sistema de control de emisiones de gases de escape (con o sin sensor lambda)
- Propietario:
- nombre
 - dirección

Estos datos, incluyendo el certificado de I/M y de acondicionamiento para la vía pública con una *aprobación*, deben requerirse para un registro periódico. La computarización de la certificación, I/M y revisiones de seguridad es un modo efectivo para disminuir los problemas de fraude y corrupción. Esta ha sido, por ejemplo, la experiencia en Ciudad de México.

4.8 Inspecciones de vehículos a gas natural

Las pruebas de seguridad y emisiones para vehículos a Gas Natural Comprimido (GNC) así como vehículos a Gas Licuado de Petróleo (GLP) son similares a las de los vehículos con motor a gasolina. Para las pruebas de seguridad de vehículos a gas, se necesitan pruebas de seguridad adicionales de los sistemas de gas. Si el vehículo está equipado con un sistema de GNC o GLP adicional así como de un sistema a gasolina (sistema bivalente) la prueba de emisiones debería hacerse para ambos tipos de combustible usados.

Cuadro 1: Estándares de emisión para nuevos vehículos livianos

http://citiesact.org/cleanairinitiative/portal/system/files/documents/17_roadmap_to_cleaner_fuels_and_vehicles_in_asia.pdf, accessed 13 May 2011

País	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Unión Europea	E 1	Euro 2				Euro 3				Euro 4				Euro 5				Euro 6						
Hong Kong, RPC	Euro 1		Euro 2			Euro 3					Euro 4			Euro 5										
Corea del Sur											Euro 4			Euro 5										
RPC ^a						Euro 1				Euro 2			Euro 3			Euro 4								
RPC ^e						Euro 1			Euro 2			Euro 3			Euro 4			Euro 5						
Taipéi, China						US Tier 1							US Tier 2 Bin 7 ^f											
Singapur ^a	Euro 1					Euro 2										Euro 4								
Singapur ^b	Euro 1					Euro 2					Euro 4													
India ^c						Euro 1					Euro 2					Euro 3								
India ^d				E 1	Euro 2				Euro 3				Euro 4											
Tailandia	Euro 1					Euro 2				Euro 3								Euro 4						
Malasia				Euro 1						Euro 2						Euro 4								
Filipinas									Euro 1				Euro 2				Euro 4							
Vietnam											Euro 2				Euro 4									
Indonesia											Euro 2													
Bangladés ^a											Euro 2													
Bangladés ^b											Euro 1													
Pakistán											Euro 2 ^a				Euro 2 ^b									
Sri Lanka									Euro 1															
Nepal						Euro 1																		

Notas:

*El nivel de adopción varía de país a país, aunque la mayoría están basados en los estándares de emisión Euro;

a) – Gasolina; b) – Diesel; c) – En todo el país;

d) – Delhi, Mumbai, Kolkata, Chennai, Hyderabad, Bangalore, Lucknow, Kanpur, Agra, Surat, Ahmedabad, Pune and Sholapur; Otras ciudades de la India están en el Euro 2;

e) – Pekín [Euro 1 (enero 1999); Euro 2 (agosto 2002); Euro 3 (2005); Euro 4 (1 marzo 2008); Euro 5 (2012)], Shanghai [Euro 1 (2000); Euro 2 (marzo 2003);

Euro 3 (2007); Euro 4 (2010)] and Guangzhou [Euro 1 (enero 2000); Euro 2 (julio 2004); Euro 3 (septiembre-octubre 2006); Euro 4 (2010)];

f) – Equivalente a los estándares de emisión Euro 4

Fuente: CAI-Asia. Junio de 2010. Estándares de emisión para nuevos vehículos de carga ligera

4.9 Establecimiento de procedimientos y estándares I/M

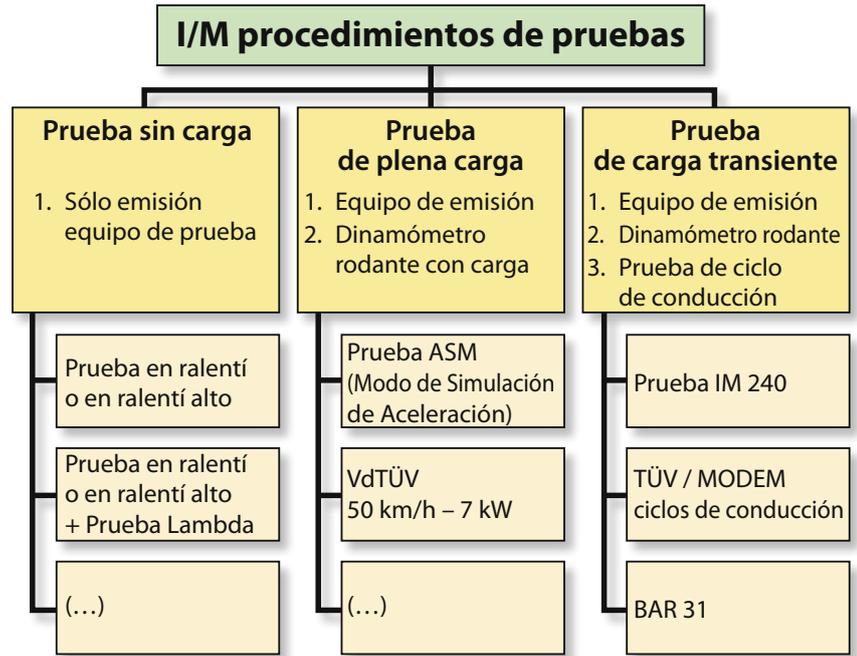
Existen tres planteamientos principales en establecimiento de estándares: europeo, americano y japonés. La mayoría de los países en la región asiática se han inclinado por los estándares europeos para los automóviles y camiones nuevos, dependiendo en gran parte de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (ECE) (ver Cuadro 1). En referencia a vehículos de dos y tres ruedas, sin embargo, los estándares adoptados por India, Tailandia, Taipei y China se ven como los más avanzados. El ajuste de los estándares de emisiones para vehículos nuevos debe estar seguido de un ajuste de los estándares de I/M para estos modelos más nuevos.

El establecimiento de estándares de I/M debe consistir de dos etapas. La primera etapa es la identificación y definición de los procedimientos de pruebas; la segunda etapa es la definición de estándares para pruebas de emisiones.

Procedimientos de pruebas de I/M

Los procedimientos de pruebas de I/M pueden dividirse en tres diferentes áreas (ver Figura 19). La manera más simple de llevar a cabo una prueba de I/M es una prueba corta sin carga (p. ej. detenido a 800 rpm o una prueba de emisiones en detención altas a 2.500/2.800 rpm). El bajo costo de este procedimiento es una ventaja, pero los problemas causados por la baja costo-efectividad son una desventaja. En particular, cuando un vehículo falla la prueba de I/M aun teniendo bajas emisiones en general, esto produce un alto costo. Pero el procedimiento para la prueba debe ser lo suficientemente bueno para que los vehículos con altas emisiones en realidad no puedan pasar la prueba de I/M debido a la baja eficiencia del procedimiento de prueba.

Una prueba con el vehículo en ralentí y en aceleración libre es apropiada para vehículos con estándar pre-Euro 1, pero las pruebas de carga son más efectivas para los vehículos que cumplen los estándares de Euro 1. La prueba en ralentí puede ser un indicador útil de alta contaminación en todas las categorías de vehículos hasta el estándar Euro 2. Para todos los otros vehículos debe usarse una prueba bajo carga, efectuada en un dinamómetro rodante. La mejor opción es una prueba de carga transiente,



la cual incluye una curva de conducción en el dinamómetro rodante.

Estándares de emisiones de I/M

El Cuadro 2 muestra una lista de los límites de emisiones de I/M, aplicables en diversos países de Asia. En general, establecer estándares puede resultar en dos situaciones problemáticas:

1. Los estándares fijados son muy estrictos y la mayoría de los vehículos fallan, haciendo una mayor presión en el sector de servicio, la capacidad del programa de inspección, dueños de vehículos, así como siendo políticamente inaceptable (error de comisión).
2. Los estándares establecidos son muy poco rígidos, lo que resulta en un pequeño beneficio para el programa y decae el apoyo público (error de omisión).

Límites de I/M para vehículos a gasolina

Para vehículos a gasolina un indicador importante de emisiones es el monóxido de carbono (CO). Cualquier prueba de I/M debe basarse principalmente en una prueba de CO, y puede extenderse a otros análisis adicionales (p. ej. a HC). Para vehículos convencionales a gasolina una reducción en el límite de 3,5% v/v a 1,5% v/v es posible.

Un límite inicial de emisiones en I/M para CO en estado estacionario es suficiente para

Fig. 19
Procedimientos de prueba I/M.

Cuadro 2: Estándares de emisiones para vehículos en uso en Asia

Estos estándares en uso deben formar la base de inspecciones rutinarias de vehículos, llevadas a cabo como parte del Programa de Inspección y Mantenimiento o para el programa de aprensión en la calle.

Cortesía de Asian Development Bank, Policy Guidelines to Reduce Vehicle Emissions in Asia: Vehicle Emission Standards and Inspection y Maintenance, tal como fue visto en julio de 2005 bajo: <http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/article-58969.html>

País	Fecha de efectividad	Diesel	
		Humo HSU	Prueba
Bangladesh	—	65	—
Camboya	Actual	50	—
Hong Kong, China	Actual	60	Aceleración libre
		50	Prueba en bajo en un dinamómetro de chasis ^a
India	Actual	65	Aceleración libre
Indonesia	Actual	50	Aceleración libre
Malasia	Actual	50	—
Nepal ^b	Actual	65	—
Pakistán	Actual	40	Aceleración libre
Filipinas	Actual	2,5 m ⁻¹	Aceleración libre ^c
Filipinas	2003	2,5 m ⁻¹	Aceleración libre ^d
PRC	Actual	4,5 Rb	Aceleración libre
Singapur	Actual	50	—
Sri Lanka	Actual	65	Ralentí
Sri Lanka	Actual	75	Aceleración libre
Tailandia	Actual	45	Aceleración libre
Tailandia	Actual	35	Cargado
Tailandia	Actual	50	Prueba de filtro – aceleración libre
Tailandia	Actual	40	Prueba de filtro – cargado
Vietnam ^e	Actual	72	Ralentí
Vietnam ^f	Actual	85	Ralentí
Vietnam ^g	2005	72	Ralentí

a Para vehículos aprehendidos bajo el programa de Vehículos Chimenea;

b Para vehículos fabricados en 1995 y después;

c Para motores aspirados naturalmente; el límite es 2,5 m⁻¹ para motor turbocargado y 4,5 m⁻¹ para un incremento de 1.000 m de elevación;

d Para motores aspirados naturalmente; el límite es 2,2 m⁻¹ para motor turbocargado y 3,2 m⁻¹ para un incremento de 1.000 m de elevación;

e Aplicable en Hanoi, Ho Chi Minh, Hai Phong, Da Nang;

f Resto del país;

g El límite es de 50 HSU para vehículos nuevos desde 2005;

HSU = unidad de humo Hartdridge;

m⁻¹ = coeficiente de absorción de luz;

Rb = Filtro o unidad de medidor de humo Bosch.

País	Fecha de efectividad	Gasolina		
		CO%	HC ppm	Prueba
Bangladesh	—	24,0 g/km	2,0 g/km	Dinámico
Camboya	Actual	4,5	10.000	Ralentí
Hong Kong	Actual	0,5	—	Bajo ralentí o de acuerdo con las especificaciones del fabricante
		0,3	—	Alto ralentí, = 1±0,03 o de acuerdo con las especificaciones del fabricante
		3,0		Ralentí
India	Actual	4,5	1.200	Ralentí
Indonesia	Actual	3,5–4,5	600–800	Ralentí
Malasia	Actual	3,0	1.000	—
Nepal	Actual	6,0	—	Ralentí
Pakistán	Actual	4,5	800	Ralentí
Filipinas	Antes de enero de 1997	3,5	600	Ralentí
Filipinas	1997	4,5	800	Ralentí
Filipinas	2003	4,5	900	Ralentí
PRC ^a	Actual	4,5	1.200	Ralentí
PRC ^b	Actual	3,6–6,0	—	Ralentí
Singapur	Actual	4,5	1.200	Bajo ralentí
Sri Lanka	Antes de 1998	3,0	1.200	Bajo ralentí
Sri Lanka	Después de 1998	4,5	600	Ralentí
Tailandia	Antes de noviembre de 1993	1,5	200	Ralentí
Tailandia	Después de noviembre de 1993	6,0 ^d	1.500	Ralentí
Vietnam ^c	Propuesto en diciembre de 2002	4,5 ^e	1.200	Ralentí
Vietnam ^c	Propuesto en 2005	3,0 ^f	600	Ralentí
Vietnam ^c	Propuesto en 2008			

a Para vehículos de carga ligera;

b Para vehículos de carga pesada;

c Aplicable en Hanoi, Ho Chi Minh, Hai Phong, Da Nang;

d Resto del país límite CO = 6,5%;

e Resto del país límite CO = 6,0%;

f Resto del país límite CO = 4,5%;

CO = monóxido de carbono;

g/km = gramos por kilómetro;

HC = hidrocarburos;

ppm = partes por millón.

vehículos a gasolina sin convertidores catalíticos. El límite debe ser establecido a valores de 3,5% v/v (1,5% v/v) en el corto plazo. Los límites de emisiones para vehículos a gasolina con convertidor catalítico deben ser establecidos a 0,5% v/v en estado estacionario (ver Cuadro 3).

Límites de I/M para vehículos diesel

Los vehículos diesel altamente contaminantes emiten una gran cantidad de partículas bajo condiciones de alta carga (*p. ej.* aceleración después de ralentí). El procedimiento principal usado para una prueba corta de I/M es la medición de la opacidad en aceleración libre. En ese caso, el motor es acelerado con transmisión en neutro (sin carga) de ralentí hasta la máxima velocidad (directo a apagado) y se mide la opacidad. Esta simple prueba sin carga puede identificar los contaminantes más importantes, pero está asociada a muchos errores para automóviles que no pasan la prueba de I/M pero que no tienen realmente altas emisiones (error de comisión). Adicionalmente, no hay correlación entre esta prueba y otras pruebas transientes o de carga.

Se necesitan requerimientos adicionales para vehículos diesel en las regulaciones de I/M, para especificar las condiciones previas y ejecución de las pruebas.

Para la introducción de I/M de diesel debe considerarse la baja eficiencia de la prueba de aceleración libre. Aunque es bien sabido que una medición continua de opacidad sobre un ciclo transitorio corto se considera prometedora cuando el humo es visible, no hay muchos ejemplos disponibles que tengan implementado este procedimiento en una base general.

Algunos países y ciudades lideran el camino con respecto a pruebas en ciertos tipos de vehículos, como el Programa de Control de Vehículos Chinienea en Hong Kong que involucra pruebas de humo con dinamómetro para vehículos diesel ligeros y pesados.

Aunque un límite inicial de opacidad de emisiones I/M en aceleración libre parece ser suficiente para vehículos diesel, el procedimiento de «aceleración libre» tiene más inconvenientes que ventajas (ver Cuadro 4).

El límite para el máximo coeficiente de baja absorción debe ser establecido en el valor del

Cuadro 3: Límites de emisiones de I/M en la Unión Europea para vehículos a gasolina

Descripción del vehículo	Ralentí CO v/v	Alto CO ¹⁾ v/v
Automóviles a gasolina convencionales fabricados antes de 10/1986	4,5 %	–
Automóviles a gasolina convencionales fabricados después de 10/1986	3,5 %	–
Todos los modelos con catalizador a tres vías y control lambda desde los Automóviles a Gasolina Euro 3	0,5 %	0,3 %
	0,3 %	0,2 %

1) Prueba a efectuarse con un mínimo de velocidad ralentí de 2.000 rpm. Lambda: 1 ± 0,03.

Cuadro 4: Límites de emisiones de I/M en la Unión Europea para vehículos diesel

Descripción del vehículo	Opacidad ¹⁾
Todos los vehículos diesel:	Límites de aprobación + tolerancia de 0,5 m ⁻¹
Alternativamente	
Motores diesel de aspiración natural (Diesel sin compresor)	2,5 m ⁻¹
Motores diesel de carga turbo (Diesel con compresor)	3,0 m ⁻¹
Motores diesel Euro 4	1,5 m ⁻¹

1) Máximo coeficiente de absorción de luz como se define para una prueba de humo en aceleración libre.

fabricante. Como alternativa, se pueden establecer a 2,0 m⁻¹. Debe darse mayor atención a los procedimientos de condición previa y ejecución de las pruebas (restricción del tiempo de aceleración, etc.).

4.10 Frecuencia de pruebas

La especificación de los períodos de pruebas para las diferentes categorías de vehículos es, con frecuencia, de gran interés para los formuladores de políticas. Una regla simple es que a mayor kilometraje anual de un tipo de vehículo, más corto debe ser el intervalo entre inspecciones. En la práctica, esto puede significar: pruebas anuales para buses, vehículos comerciales pesados y livianos, pero una prueba semestral para automóviles privados y motocicletas (ver Cuadro 5).

Otro asunto a tratar se refiere a la edad en que los vehículos deben comenzar con las pruebas

Cuadro 5: Frecuencia sugerida para controlar los vehículos

Prueba anual	Prueba semestral
<ul style="list-style-type: none"> ■ Buses ■ Vehículos de carga ■ Taxis ■ Automóviles arrendados (sin conductor) ■ Automóviles de escuelas de conducir ■ Motocicletas y otros tipos de vehículos de arriendo al público ■ Vehículos comerciales; <i>p. ej.</i> vans, vehículos de carga livianos ■ Vehículos privados antiguos; <i>p. ej.</i> más de 25 años 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Automóviles privados (con hasta 8 asientos más el conductor) ■ Motocicletas y otros tipos de vehículos (excluyendo vehículos para arriendo al público)

y la frecuencia de las pruebas a seguir. La estrategia principal debe ser una prueba de emisiones anual para todos los vehículos sin convertidor catalítico y para todos los vehículos con alto kilometraje anual (*p. ej.* buses, camiones, taxis). Estos vehículos de «alto kilometraje» deben ser controlados en pruebas de seguridad anualmente. El único tipo de vehículo que debe ser controlado en forma semestral en las pruebas de seguridad son los vehículos de pasajeros. En otros países se utilizan frecuencias similares de pruebas (*p. ej.* estados miembros de la Unión Europea, estados de Estados Unidos). En el Cuadro 6 se resumen las frecuencias de pruebas recomendadas para los países en desarrollo; también aplicables a otros países.

Programa de vehículos chimenea de Hong Kong

El Departamento de Protección Ambiental de Hong Kong (EPD) tiene un programa permanente para reconocer los vehículos chimenea y más de 64.000 reportes de vehículos chimenea han sido manejados en el 2000.

Los vehículos deben pasar una prueba de humo dentro de dos semanas desde que han sido reconocidos. Los policías forman parte de quienes reconocen estos vehículos y pueden aplicar multas, las cuales en el año 2000 aumentaron de USD 450 a USD 1.000. La policía y las Oficinas Locales de Control de EPD trabajan en conjunto para luchar en contra de los vehículos chimenea (EPD 2001 cortesía de Kong Ha; para más información ver http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/prob_solutions/cleaning_air_atroad.html).

«Una regla simple es que a mayor kilometraje anual de un tipo de vehículo, más corto debe ser el intervalo entre inspecciones.»

Las motocicletas también deben ser controladas regularmente, para reducir las emisiones y la cantidad de accidentes causados por falta de requerimientos de seguridad (*p. ej.* frenos, dirección, neumáticos).

Cuadro 6: Frecuencia de pruebas de revisiones de seguridad (todas las cantidades están expresadas en meses)

Tipo de vehículo	Prueba inicial para vehículos nuevos	Prueba de emisiones	Pruebas de seguridad ¹⁾
Vehículos sin convertidor catalítico de tres vías			
Vehículos sin convertidor catalítico	24	12	24
Automóviles de pasajeros para transporte público (taxi, bus)	12	12	12
Otros	24	12	12
Vehículos con motor diesel hasta 3,5 t de peso bruto			
Automóviles de pasajeros	36	24	24
Automóviles de pasajeros para uso público (taxi, bus, renta)	12	12	12
Otros	24	12	12
Vehículos con motor diesel de más de 3,5 t de peso bruto			
Todos los vehículos (buses, camiones)	12	12	12
Vehículos sin convertidor catalítico de tres vías			
Automóviles de pasajeros	36	24	24
Automóviles de pasajeros para uso público (taxi, bus, renta)	12	12	12
Otros	24	12	12
Motocicletas			
Motocicletas con motor a dos tiempos	24	— ²⁾	24
Motocicletas con motor a cuatro tiempos	24	12	24
Motocicletas con motor a cuatro tiempos, catalizador a tres vías y control lambda	24	24	24

1) La prueba de seguridad debe incluir inspección visual (fugas, etc.)
2) No hay equipo de pruebas apropiado disponible

5. Estudios de caso de inspección y mantenimiento*

* Por Frank Dursbeck, Consultor Internacional de Tráfico y Medio Ambiente, Alemania

5.1 Santiago de Chile

Un sistema de control de emisiones para vehículos motorizados consta de varias partes, incluyendo: aprobación de clase de vehículo, inspección periódica del vehículo e inspecciones en la calle (Figura 20). Un sistema así está casi totalmente implementado en la Región Metropolitana en Santiago de Chile.

Aprobación de clase de vehículo

En 1992 se aplicaron en Chile las primeras regulaciones con respecto a emisiones de vehículos livianos (regulaciones EPA 83) y después para vehículos pesados y buses (Euro 1). Al mismo tiempo, el Centro de Control y Certificación Vehicular fue diseñado y construido para llevar a cabo las pruebas de tipo de emisiones para vehículos nuevos (Figura 21).



Fig. 21
Laboratorio de emisiones de escape, Centro de Control y Certificación Vehicular. Esta instalación lleva a cabo homologaciones para vehículos nuevos.

Frank Dursbeck

Actualmente los camiones y buses deben cumplir con las regulaciones Euro 3 con respecto a emisiones de CO, HC y NO_x. Los buses urbanos también deben estar equipados con un filtro de partículas diesel para cumplir con los estándares Euro 4 para emisiones de partículas.

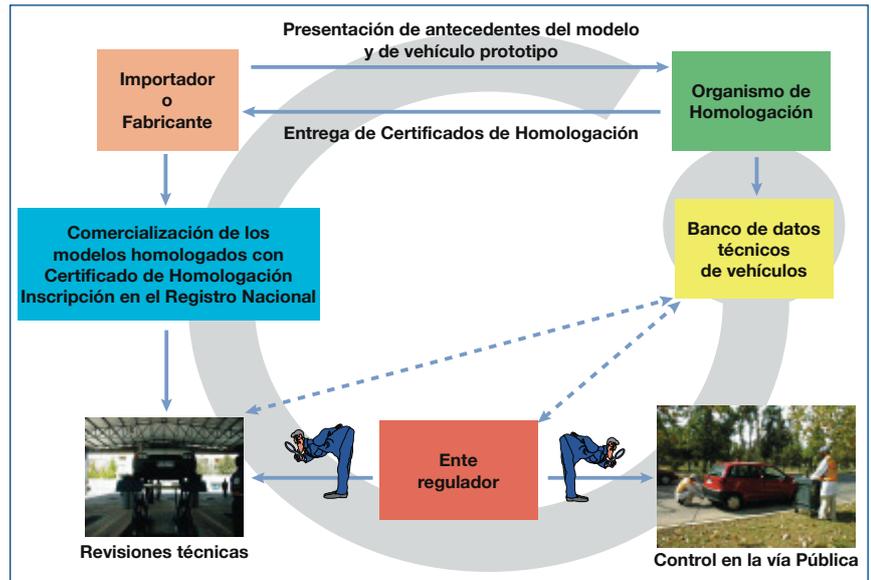


Fig. 20
Sistema integrado de control de emisiones vehiculares.

Frank Dursbeck

Los vehículos livianos deben cumplir los estándares Europeos establecidos en la regulación 98/96 EC.

Este centro es actualmente, junto con los laboratorios CETESB en San Pablo, la única institución independiente en Sudamérica que efectúa pruebas de emisiones de acuerdo con estándares nacionales e internacionales.

Inspección periódica de vehículos

El primer régimen de inspecciones periódicas en Chile fue introducido en 1977, pero debido a varias razones –muchas concesiones, falta de control de calidad de las estaciones de inspección, y más– los controles no fueron muy efectivos.

En 1994 se implementó el nuevo sistema técnico de inspección. Este sistema de inspección tuvo 4 operadores privados y un total de 25 estaciones automatizadas – 2 para buses urbanos



Fig. 22
Control periódico de emisiones en Santiago de Chile.

Frank Dursbeck

e interurbanos, 4 para taxis, buses escolares y camiones y 19 para automóviles (Figura 22). Los vehículos son inspeccionados en los aspectos de seguridad, así como para emisiones de gases de escape. Para vehículos livianos, el control de emisiones se efectúa en ralentí y alto ralentí, con diferentes estándares para vehículos convencionales y vehículos con convertidores catalíticos de tres vías.

Desde el 1 de septiembre de 2008 la prueba de control de gases de escape para vehículos con convertidor catalítico cambió del control de emisiones puras en ralentí a la prueba ASM (Modo de Simulación de Aceleración). Con esta prueba no solo se controlan las emisiones de CO y HC sino también las emisiones de NO_x. De este modo, se ha implementado un control más efectivo de la eficiencia de los convertidores catalíticos. Chile es el único país de Sudamérica que ha introducido este método de pruebas.



Fig. 23
Control periódico de emisiones para buses bajo plena carga en un chasis dinamómetro.

Frank Dursbeck

Para buses, la opacidad es medida no solamente en aceleración libre –la manera más común de pruebas en el mundo– sino también a plena carga y a revoluciones por minuto del torque máximo (Figura 23). Este efectivo sistema de

control para vehículos diesel, solo se ha introducido en Chile.

Para llevar a cabo un control de calidad efectivo, el Departamento de Fiscalización efectúa inspecciones diarias de todas las plantas. De esta forma, la manipulación se reduce a niveles mínimos aceptables.

Inspección en la calle

Es bien sabido que, especialmente en países en desarrollo, muchas veces los vehículos son preparados especialmente para pasar los sistemas de inspección. Posteriormente, se cambian al estado de antes de la inspección. Para evitar esta manipulación, se diseñó un sistema de inspección en la calle para la Región Metropolitana de Santiago de Chile que se implementó en 1993. Los vehículos son detenidos en la calle y se les controla el nivel de emisiones de escape (Figuras 24 y 25). Inicialmente, cerca del 30% de los buses controlados no pasaban la prueba. Hoy la tasa de fallas ha bajado a cerca del 10%. Este sistema de control, junto con homologaciones e inspecciones periódicas, contribuye a reducir la contaminación ambiental de vehículos motorizados y hace posible evitar la manipulación y corrupción.

Resultados

Por más de 10 años las autoridades chilenas, bajo la coordinación de la Comisión Nacional de Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago de Chile (CONAMA RM), han luchado contra el problema de la contaminación ambiental. Muchas de las medidas tomadas



Fig. 24 y 25
Inspección de buses en la calle.

Frank Dursbeck



Cuadro 7: Variación anual en las concentraciones de contaminantes en la región metropolitana de Santiago de Chile (1997-2007)

Contaminante	Status quo	Unidad	Año										
			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
MP ₁₀ anual	50	µg/m ³	97	96	80	77	71	70	75	68	66	72	70
MP ₁₀ 24 h P98	150	µg/m ³	317	282	269	250	229	234	219	188	183	218	233
Ozon 8 h P99	120	µg/m ³	201	207	181	195	189	197	182	168	176	172	-
NO ₂ 1 h P99	400	µg/m ³	236	272	276	268	306	350	320	279	229	261	-
NO ₂ anual	100	µg/m ³	41	51	35	38	45	48	53	50	36	41	-
CO 1 h P99	30	mg/m ³	29	23	20	19	16	20	16	14	12	12	-
CO 8 h P99	10	mg/m ³	18	14	14	13	11	14	12	11	9	9	-
SO ₂ anual	80	µg/m ³	18	16	13	10	10	9	9	8	9	10	-
SO ₂ 24 h P99	250	µg/m ³	108	80	67	47	55	33	40	35	34	37	-

Fuente: Seremí de Salud RM-Conama (2008)
<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1012499&idVersion=2010-04-16>, visitada el 7 de junio de 2011

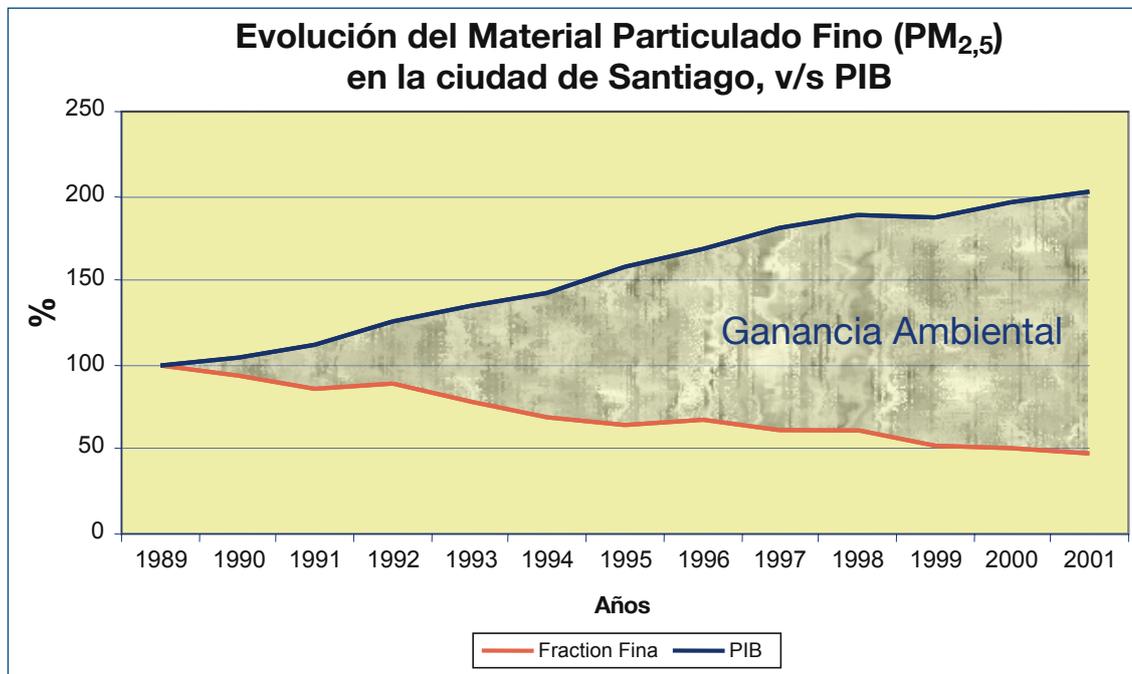


Fig. 26
Crecimiento económico y tendencias de partículas finas en Santiago de Chile.
 CONAMA RM

fueron respaldadas por GIZ. Las diferentes medidas tomadas han contribuido a disminuir la concentración de partículas en el aire de Santiago de Chile (Cuadro 7).

Medidas futuras

Sin embargo, aunque se han implementado exitosamente muchas medidas, el sector móvil es todavía responsable de casi el 40% del total de la contaminación ambiental. Claramente, se deben tomar más medidas para reducir la contaminación del aire producida por vehículos. Pronto se introducirán estándares más estrictos para emisiones vehiculares. El sistema de transporte público ha sido mejorado significativamente

pero la inspección y mantenimiento aún necesitan mejoras.

5.2 El nuevo sistema de inspección vehicular en Costa Rica

Por muchos años, las autoridades en Costa Rica han estado discutiendo la introducción a nivel nacional de un sistema integrado de inspección vehicular. La base de estas discusiones fue la percepción de que el estado de mantenimiento de los vehículos en la calle no era aceptable, desde los aspectos de seguridad y ambientales. Como una primera etapa se introdujo el llamado *Ecomarchamo*, un sistema descentralizado

de control de emisiones, pero por muchas razones tuvo solamente un éxito limitado.

Se efectuaron varios esfuerzos para lanzar llamados a propuestas públicas para un nuevo sistema de inspección de vehículos, incluyendo control de emisiones de gases de escape e inspección de

seguridad para todos los vehículos, con asistencia cercana de expertos locales de GIZ. Después de dificultades y atrasos durante las fases de publicidad y concesiones, el sistema de inspección vehicular recientemente ha comenzado en forma nacional. El nuevo sistema puede servir como un buen ejemplo. Tiene cobertura nacional con un total de 13 estaciones de inspección con 38 líneas de inspección (ver Figura 27) y como resultado las distancias que deben recorrer los dueños de vehículos para llegar a las estaciones son aceptables. La apariencia (ver Figura 28) de las estaciones de inspección demuestra seriedad y competencia técnica.

Adicionalmente a la inspección vehicular periódica, pronto se introducirá un sistema de inspección en la calle, con el objeto de garantizar el éxito de la inspección técnica y evitar la manipulación de vehículos después de haber pasado la revisión.

Aún se necesitan más medidas. El desempeño del acondicionamiento para la vía pública y emisiones de vehículos importados usados y nuevos está inadecuadamente regulado. Se necesita un sistema efectivo de homologación de vehículos, basado en estándares internacionales. Los estándares de emisiones en las pruebas de control periódico deben ser revisados continuamente y ajustados al desarrollo técnico. Además, en relación con el control de contaminación ambiental,

la revisión de emisiones vehiculares es importante, pero solo es un primer paso en la dirección correcta. Es necesario desarrollar un plan de control de emisiones integral, que esté dirigido a todas las fuentes de contaminación.

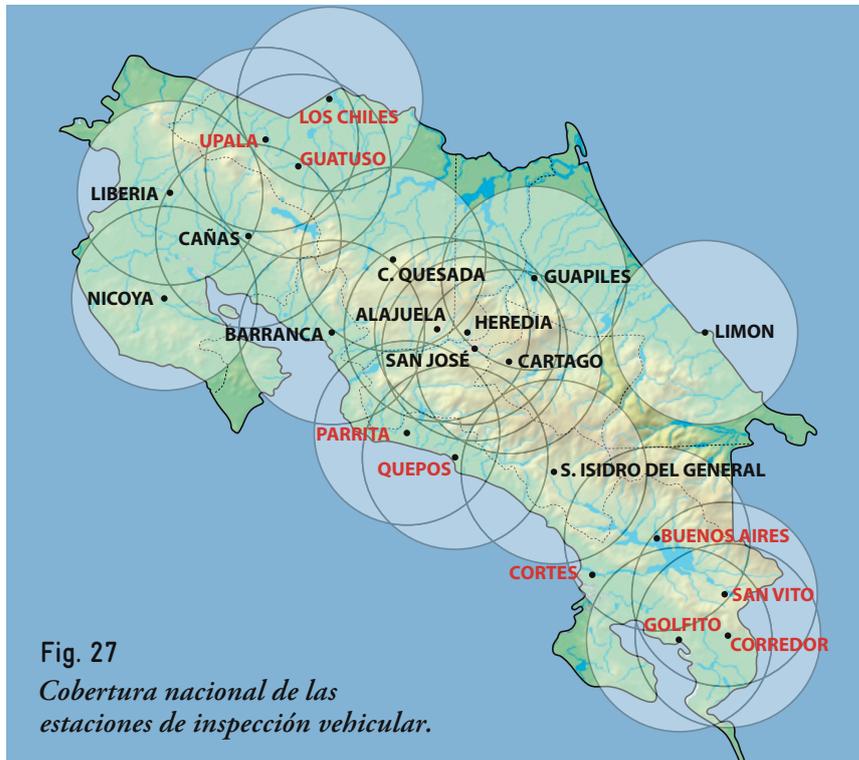


Fig. 27
Cobertura nacional de las estaciones de inspección vehicular.

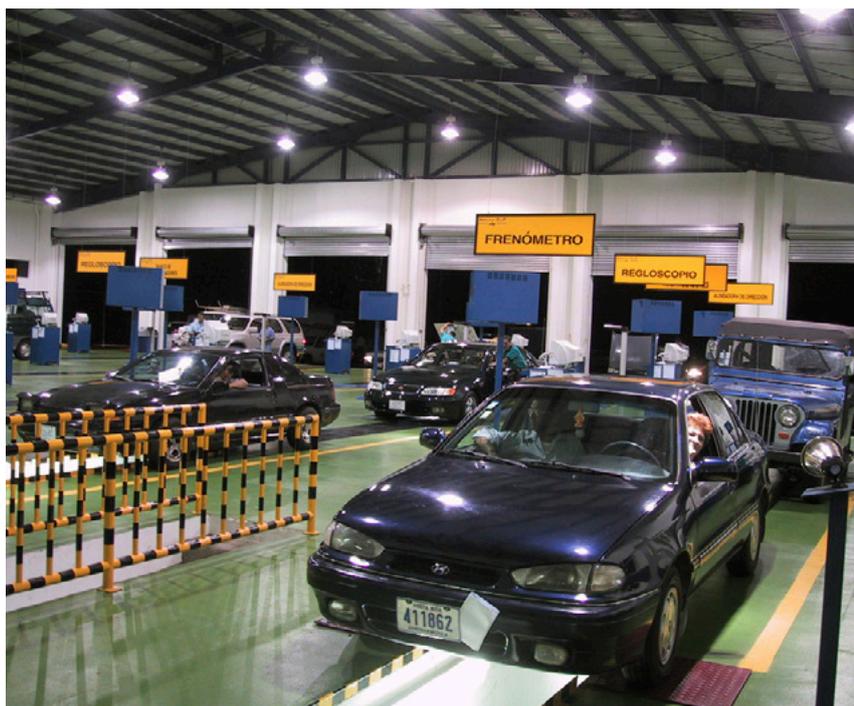


Fig. 28
Estación de pruebas con seis líneas de inspección en Heredia.

6. Requerimientos de I/M y pruebas de motocicletas*

* Esta sección fue revisada por N. V. Iyer de Bajaj Auto Ltd, quién también entregó notas adicionales incluidas en el texto.

6.1 Introducción

Las motocicletas también deben ser controladas regularmente, para mejorar los estándares promedio de seguridad y reducir el número de accidentes causados por la falta de requerimientos de seguridad (*p. ej.* frenos, dirección, neumáticos) (ver Figura 29).



Fig. 29

Prueba de emisiones de motocicletas.

RWTÜV

Las pruebas en ralentí y aceleración libre son apropiadas para introducir I/M para motocicletas en el control de emisiones, pero las pruebas de carga son más efectivas (ver Figuras 30a y 30b).



Fig. 30a, 30b

Un control de catalizador para motocicletas es la manera más costo-efectiva para alcanzar los estrictos estándares de emisión.

SWR

Los vehículos de dos ruedas con motores a dos tiempos emiten cantidades sustanciales de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y material particulado. Estos contaminantes tienen significativos efectos adversos

para la salud y deterioran la calidad del medio ambiente. La contribución a la contaminación del medio ambiente en zonas urbanas donde se usan estos vehículos es un fenómeno común en ascenso. Esto se nota especialmente en las áreas más pobladas del mundo, como muchos países de Asia, donde los vehículos de dos ruedas son un medio esencial de transporte.

Las motocicletas deben cumplir los mismos requerimientos ambientales y de seguridad que los automóviles. Desafortunadamente, los requerimientos para pruebas de emisiones en motocicletas aún están en discusión en algunos países, debido a que la contaminación de los automóviles estuvo en el primer lugar de la agenda en años recientes y a que se deben enfrentar algunos problemas específicos cuando se inspeccionan vehículos de dos ruedas con motor a dos tiempos.

Los motores a dos tiempos usan grandes proporciones de aceite lubricante, usualmente más del 2% del combustible. A diferencia de los motores de cuatro tiempos, que tienen un cárter de aceite, el aceite lubricante en el motor de dos tiempos es introducido junto con la mezcla de aire-combustible. Debido a que esto no hace combustión en el motor, todo es emitido a través del tubo de escape. Este aceite no combustionado puede dañar severamente o incluso destruir el equipo de medición. Por lo tanto, los hidrocarburos del aceite deben ser atrapados al frente de la célula de medición para proteger el equipo. Las formas, ángulos de salida y tamaños de los tubos de escape varían de gran manera de modelo en modelo, debido a consideraciones técnicas, de empaque, y estéticas. Por esto, es difícil proveer el equipo de conexión para todos los tipos de motocicletas. Por esta razón el concepto de I/M para motocicletas puede tener más problemas prácticos (*p. ej.* tener listo el acceso correcto para el conector adecuado entre el tubo de escape y el dispositivo de medición para una variedad de configuración de tubo de escape), los cuales se pueden resolver, pero de los cuales los gobiernos deben, aún así, estar conscientes.

Otra área de gran preocupación son las emisiones sonoras de las motocicletas, las cuales predominan en muchas ciudades en desarrollo, sobre otras categorías de vehículos. Por esto, una prueba de emisión sonora para bicicletas debe ser seriamente considerada.

«Las pruebas en ralentí y aceleración libre son apropiadas para introducir I/M para motocicletas en el control de emisiones, pero las pruebas de carga son más efectivas.»

6.2 Controlando la contaminación de motocicletas

Los elementos críticos del éxito de un programa de control de contaminación para vehículos de dos ruedas han surgido de la creciente experiencia obtenida por los países que han implementado programas efectivos. Taiwán, por ejemplo, ha implementado tres fases de estándares de emisión desde 1992 con exigencias crecientes (ver Figura 31). India es otro país que ha aplicado progresivamente estrictos estándares de emisiones para vehículos de dos y tres ruedas.

Los controles de sistemas catalíticos han sido desarrollados como un resultado de estas regulaciones y son, generalmente, reconocidos como la manera más costo-efectiva de alcanzar los estándares de emisiones para vehículos a dos tiempos. Los convertidores catalíticos son de oxidación porque hay necesidad de controlar solamente CO y HC de motores a dos tiempos – las

emisiones de NO_x de estos motores son extremadamente bajas. En algunos casos, además o independientemente, se emplea un inyector de aire secundario. Por esto, están disponibles sistemas de control de emisiones totalmente desarrollados y probados. Los elementos clave para la reducción de emisiones de vehículos de dos y tres ruedas se discuten en detalle en el Módulo 4c: *Vehículos de Dos y Tres Ruedas*. Estos incluyen (MECA, 1999):

1. Establecer regulaciones firmes con requerimientos específicos de control de emisiones o «estándares» y un período en el cual el vehículo debe cumplir dichos estándares (p. ej. 15.000 km).
2. Establecer un procedimiento de pruebas específico para las actuales condiciones de circulación de los vehículos de dos ruedas, que actualmente están en operación, bajo los cuales los fabricantes deben demostrar cumplimiento con los estándares de emisiones.
3. Requerir un procedimiento de certificación para demostrar que el vehículo cumplirá con los estándares para el período de duración y/o tiempo requerido.
4. Implementar un programa de inspección de vehículos para asegurar que las emisiones de los vehículos en uso están cumpliendo con los estándares requeridos.
5. Desarrollar un programa de sensibilización pública para ganar el apoyo público y asegurar la comprensión del público de los beneficios para la salud de los vehículos de dos ruedas que producen baja contaminación, la importancia de un buen mantenimiento del vehículo y el uso apropiado de combustibles y aceites lubricantes.

Fig. 31
Taipei ha sido una ciudad líder en la aplicación de estándares estrictos de emisión para motocicletas.

Gerhard Metschies



6.3 Pruebas de emisiones y seguridad para motocicletas

En muchos países no se efectúa I/M, sin embargo, algunos países en Asia, como Taiwán, Tailandia e India han introducido inspecciones de emisiones para motocicletas. El I/M debe ser considerado para motocicletas, así como para todo tipo de vehículos (ver Sección 2.1). Los siguientes aspectos de un sistema de I/M para motocicletas fueron discutidos en un proyecto de investigación alemán financiado por la Agencia Federal Alemana del Medio Ambiente. Los límites de emisiones alemanes para motocicletas –introducidos en 2006– están descritos en el Cuadro 8.

Además de una inspección visual de seguridad y emisiones, el inspector debe determinar los siguientes datos de la prueba:

- Temperatura del motor (°C);
- Número de revoluciones en ralentí (min/max) [min^{-1}];
- Emisión de CO en ralentí [% v/v];
- Número de revoluciones en ralentí alto (si se requiere*) (min/max) [min^{-1}];
- Emisión de CO en ralentí alto (si se requiere*) [% v/v];
- Prueba de sensor lambda (si se requiere*).

* Para motores a cuatro tiempos con catalizador de tres vías y control lambda solamente.

Debido a las fuertes pulsaciones y turbulencias en el tubo de escape de motocicletas, deben considerarse las siguientes especificaciones cuando se miden las emisiones. Si las emisiones se miden directamente en el conducto, el gas de escape se mezcla con el aire del ambiente, lo que distorsiona los resultados.

Por lo tanto, el fin del sistema de escape necesita una manguera de extensión ajustada, para asegurar que el sensor de medición de emisiones está insertado a una distancia mínima de 60 cm dentro del sistema de escape. La presión trasera no debe exceder más de 125 mm de la columna de agua. La proporción de la extensión del tubo no debe diluir el gas, ni debe interferir en la operación de la motocicleta. Si el motor tiene más de un sistema de escape en paralelo, el tubo de extensión debe hacer confluir ambos sistemas en un solo tubo. Alternativamente, la medición de CO puede efectuarse en forma separada en cada sistema de escape. El resultado es el promedio aritmético de cada medición.

El riesgo de dilución de la muestra es un tema muy importante en el caso de motocicletas en India. Aunque se hacen todos los esfuerzos para prevenir la dilución, hay una provisión para hacer una corrección por la dilución por mediciones simultáneas de CO₂, además de CO y HC. De hecho la tendencia es ir a un analizador de cuatro gases, el cual incluye mediciones de CO, HC, CO₂ and O₂. Ciertos límites son utilizados por los centros de inspección para el máximo contenido de O₂ en el gas de escape, para determinar cuándo el resultado de la prueba es válido o no. En el caso de motores que usan un inyector de aire secundario, el límite de

Cuadro 8: Límites de emisiones I/M alemanes para motocicletas

Descripción del vehículo	CO en ralentí	Alto ralentí CO ¹⁾
Motocicletas con motor a dos tiempos	Se requiere filtro de remoción de aceite, pero ver nota más abajo	
Motocicletas con motor a cuatro tiempos	4,5 % v/v	—
Motocicletas con motor a cuatro tiempos, catalizador de tres fases y control lambda	—	0,3 % v/v

1) Prueba a ser efectuada con un mínimo de velocidad en ralentí de 2.000-3.000 rpm. Lambda: $1 \pm 0,03$.

Nota: Es posible y requerido tener límites de emisiones en ralentí para motocicletas con motores a dos tiempos. Los límites para CO en ralentí en Taiwán e India para vehículos en uso, son de 4,5% tanto para motores a dos tiempos como a cuatro tiempos. Además, Taiwán tiene un límite de emisiones en ralentí de 9.000 ppm. Debe notarse que este HC es derivado de combustible no combustionado y no de aceite lubricante. Un límite de HC similar está siendo también considerado en India. Estos límites serán estrechados progresivamente en las futuras regulaciones de ambos países. En la mayoría de los países asiáticos, el uso de motores a 4 tiempos con catalizadores de 3 vías y control lambda no es dominante para pequeñas motocicletas. Muchos de los motores a cuatro tiempos de las motocicletas en estos países usan convertidor catalítico por oxidación o inyectores de aire secundario, o ambos en combinación.

O₂ es determinado con los datos del fabricante en relación con la inyección de aire.

Mientras se hacen pruebas a motocicletas con motor de cuatro tiempos, catalizador de tres vías y control lambda, y todas las motocicletas con dos y cuatro tiempos que usan convertidor catalítico, el personal de pruebas debe asegurarse de que no solo el motor tenga la temperatura requerida, sino también que el convertidor catalítico sea calentado como es requerido. El espacio abierto de la construcción de motocicletas permite un rápido enfriamiento del catalizador después de un corto período de tiempo. En ese caso, la eficiencia de los convertidores catalíticos cae drásticamente, lo que influencia negativamente los resultados.

6.4 Pruebas de ruido para motocicletas

Las emisiones de ruido de motocicletas son una preocupación ambiental importante. Las motocicletas son la categoría de vehículo de mayor emisión sonora, especialmente en relación con el tamaño del vehículo. El comportamiento de la motocicleta y del conductor a veces también causa molestias. La aceleración extrema así como conducir a bajas velocidades, alto número

Aspectos de ruido

El valor de ruido dB(A) es comúnmente usado para describir los niveles de ruido. Como es una escala logarítmica, una reducción de 3 dB(A) es similar a una reducción del 50% del ruido percibido (p. ej. el ruido de una motocicleta en vez de dos).

Para más detalles por favor refiérase al Módulo 5c: *El Ruido y su Mitigación*.

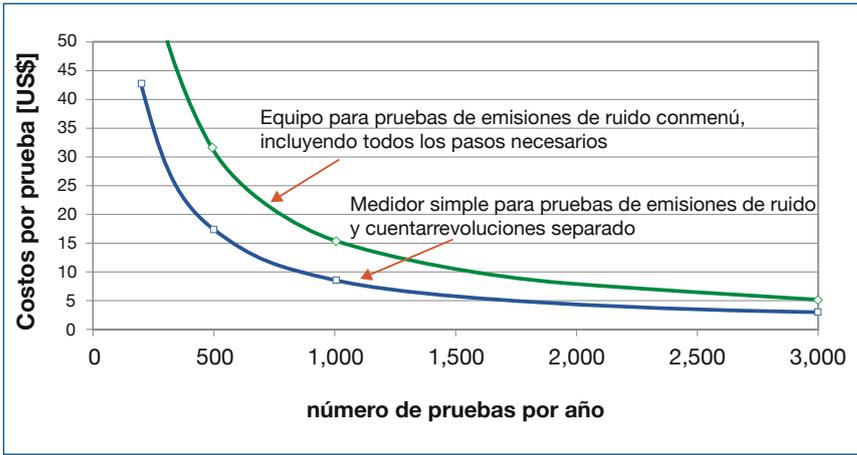


Fig. 32
El costo de las pruebas de sonido varía de acuerdo con el costo del equipo y el número de pruebas por año.

de circunvoluciones y aceleración a alta velocidad en ralentí causan altos niveles de ruido. Otro problema es el uso de silenciadores ilegales, que no solo causan altos niveles de ruido sino que causan también un «sonido» diferente, lo cual aumenta la molestia aún más.

Enfrentando la meta de reducción de ruido, debe preverse que los sistemas de escape y silenciadores ilegales y manipulados serán usados en la práctica, y cambiados solamente con propósitos de I/M.

Debido al alto costo de las mediciones de emisiones sonoras bajo condiciones de carga (ver Figura 32), se propone el siguiente compromiso: un método para medición llamado «sondeo» como se describe en ISO 5130 puede ser usado para pruebas de emisión sonora. La prueba ISO 5130 se hace en condición estacionaria del vehículo y no hay distancias cubiertas.

Hasta el momento en que una prueba dinámica corta, como por ejemplo la desarrollada por la

Fig. 33
Instalaciones de medición de niveles de sonido.

Norsonic



Agencia Federal Alemana del Medio Ambiente, sea bien establecida, la práctica actual para obtener una ‘referencia’ del nivel de ruido estacionario al momento de una homologación, y chequear el vehículo en uso contra ese nivel, representa una práctica alternativa para países en desarrollo.

Aunque los fabricantes de motocicletas se han resistido históricamente a los esfuerzos por resolver los problemas del ruido, esta situación puede estar cambiando ahora. Los estándares de aprobación por ruido para motocicletas en Europa, Japón y muchos otros países se están estrechando cada vez más. El cumplimiento de estos niveles estrictos no es posible solo con cambios en el diseño de los silenciadores, sino que requiere mejoras en el diseño de la estructura básica del motor y el vehículo. Dichos vehículos serían también obviamente menos vulnerables a manipulaciones.

Requerimientos del área para las pruebas

Cualquier espacio abierto puede ser usado para pruebas de emisiones sonoras, siempre que no exista una fuente cercana adicional de ruidos. Se requiere un suelo de consistencia dura para asegurar una alta reflexión del ruido (*p. ej.* asfalto, concreto, adoquines). El tamaño del lugar necesita un mínimo de 3 metros alrededor del contorno de la motocicleta. No deben usarse habitaciones cerradas.

Durante la medición, las interferencias de ruidos alrededor deben tener una diferencia mínima de 10 dB(A) por debajo del sonido a ser medido. Durante la medición no se permiten personas u objetos en movimiento en el área de 3 por 3 metros. El micrófono está fijado a un trípode y necesita un mínimo de distancia de alguna barrera (cuneta, escalones, etc.) de 1 metro (ver Figura 33).

El equipo de medición es un equipo de precisión de nivel de sonido (clase 1), que está oficialmente calibrado en los períodos de tiempo requeridos. Las mediciones deben ser probadas –y alineadas si es necesario– con un calibrador antes de cada medida. El calibrador necesita un certificado de estandarización oficial.

La prueba de sonido propuesta debe ser combinada con la prueba de emisiones (ver Sección 6.3).

7. Herramientas de soporte técnico de I/M

Dos elementos técnicos adicionales pueden respaldar los sistemas de I/M, para asegurar su efectividad: Diagnóstico a Bordo (DAB) y control remoto. Ambos, sin embargo, tienen importantes limitaciones. Los siguientes párrafos proporcionan una descripción breve y compararán sus ventajas y desventajas.

7.1 DAB para I/M

¿Qué es DAB?

Los sistemas de Diagnóstico a Bordo (DAB) están incluidos en casi todos los automóviles y camiones livianos nuevos. Desde principios de la década de 1980 los fabricantes comenzaron a usar DAB como un elemento electrónico para controlar las funciones del motor y diagnosticar los problemas del motor en vehículos fabricados y vendidos en Japón, Estados Unidos y Europa. Esto fue en el comienzo para cumplir con los estándares de emisión US EPA y sus similares Europeos (Euro 1, etc.) y japoneses. A través de los años, los sistemas de diagnóstico a bordo se han vuelto más sofisticados. US OBD-II o el europeo E-OBD, un nuevo estándar introducido a mediados de los 1990s (EE. UU.) y a fines de los 1990s (Europa desde Euro 3, 2000), entrega un control casi completo del motor y también monitorea partes del chasis, carrocería y dispositivos accesorios, así como el control de diagnóstico de la red de control del vehículo. Un conjunto de estrategias de monitoreo es incorporado en la computadora del tablero de a bordo para detectar fallas de componentes o del sistema.

Herramientas de escaneo para DAB

La idea principal de introducir herramientas de escaneo para leer la información del Diagnóstico a Bordo es reducir los gastos y el tiempo requeridos para el procedimiento de inspección usando instrumentos de medición de emisiones (ver Figuras 34a, b). Considerando que el DAB funcionará en la práctica de la misma forma como en la teoría, cada vehículo se auto-inspeccionará continuamente. Esto significa que solo existe la necesidad de chequear el mal funcionamiento de los indicadores de DAB una vez al año o dos



Fig. 34a, 34b
Principales componentes de una operación del sensor remoto.

INRETS, TNO, TÜV [3]

veces por año para asegurar que cada propietario haga mantenimiento de su vehículo.

Hay un creciente número de herramientas de escaneo compatibles con vehículos del año 1996 y posteriores, con una amplia variedad de características. En principio, el uso de una herramienta de escaneo de DAB en vez de cualquier procedimiento de pruebas es más simple y más barato. El costo de las herramientas de escaneo de DAB puede ser desde USD 80, en el caso de requerir una versión manual para uso privado.

Herramientas de DAB e I/M: pros y contras

El uso de tecnologías de DAB para I/M puede reducir el costo, tiempo de inspección, necesidades de equipamiento y optimizar los requerimientos técnicos para I/M.

Pero hay un creciente número de problemas que tendrán que ser afrontados por los países en desarrollo, si deciden usar fuertemente DAB.

Puntos fuertes y puntos débiles de DAB para I/M

- Reducción de costo, tiempo y equipos necesarios.
- DAB debería identificar a los grandes emisores.
- DAB solo controla excesos en los límites DAB, que pueden ser considerablemente

más altos que los límites de emisiones en los cuales los vehículos fueron homologados alguna vez (p. ej. límites de emisiones de Euro 3, 4).

- El sistema DAB debe chequearse a sí mismo regularmente y establecer un «código de habilitación», el cual determina si el sistema de gases no tiene fallas o si se han registrado fallas. Si el código de habilitación no está establecido, debe realizarse una prueba de emisiones.

La combinación de DAB e I/M es, con frecuencia, ofrecida como una herramienta efectiva para efectuar I/M en las nuevas generaciones de vehículos. La verdad es que la teoría y la realidad de DAB son muy diferentes, por muchas razones. No sería recomendable para países en desarrollo implementar un DAB en un programa de I/M sin alguna prueba de carga o transitoria en un banco de pruebas de dinamómetro.

Es posible equipar fácilmente los equipos de pruebas de I/M con una herramienta de escaneo adicional, que permita la lectura de los códigos de DAB y usarlos además de los datos de I/M de las pruebas de emisiones.

7.2 Sensor remoto para I/M

¿Qué es sensor remoto?

Un sensor remoto óptico es convencionalmente configurado para transmitir una señal de radiación a través de una porción de aire a ser investigado (Ver Figura 35). Esto implica la instalación

de un transmisor, normalmente una fuente de radiación, en una ubicación y de un receptor en otra. El espacio entre estos dos puntos define el camino óptico.

Sensor remoto: pros y contras

El sensor remoto tiene un número de ventajas sobre otros métodos de pruebas convencionales:

- Puede medir emisiones de un gran número de vehículos.
- Las mediciones pueden efectuarse sin inconvenientes para el conductor del vehículo.
- El sistema automático permitirá efectuar las mediciones con muy poca mano de obra.

Existen, sin embargo, varios problemas con la aplicación del sensor remoto:

- Hay variaciones en las emisiones de un vehículo con parámetros de circulación (condiciones del camino, carga, etc.). Estudios anteriores, basados en flotas de casi todos los vehículos no catalíticos, han identificado este problema como de interpretación inefectiva del control remoto.
- Detectar vehículos con emisiones de CO sobre los límites significa que un gran número de vehículos fallan la prueba remota, que no fallarían una prueba de aprobación más compleja (error de comisión).

Debe notarse también que las pruebas de sensor remoto fueron efectuadas en países que ya tienen un procedimiento de pruebas de I/M establecido.

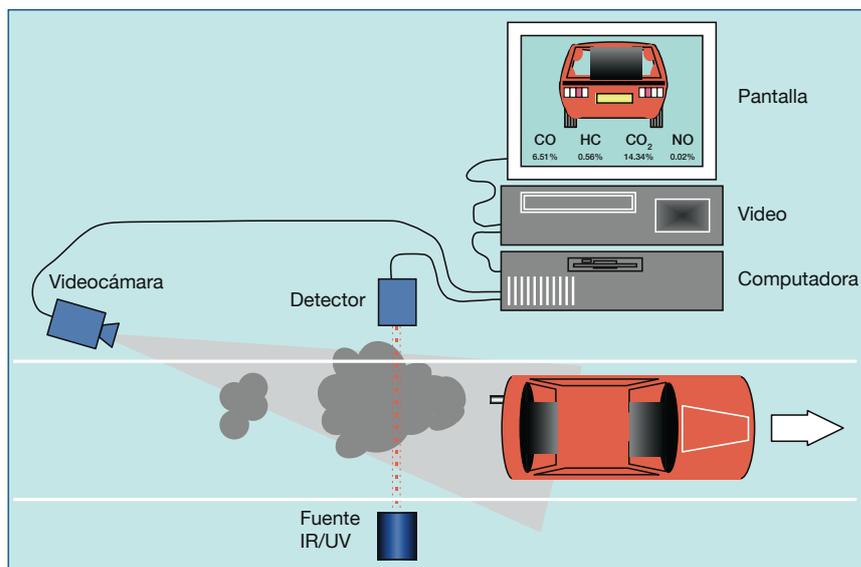
Puntos fuertes de las pruebas del sensor remoto

Los puntos fuertes del sensor remoto incluyen:

- Prueba simple y de bajo costo para un gran número de vehículos e identificación de los grandes contaminadores.
- Las pruebas de emisiones transientes no reflejan las condiciones mundiales reales tan bien como lo hace el sensor remoto.
- Es posible efectuar mediciones bajo carga en rampas (de autopista) (1 – 3% de pendiente requerida).
- Es posible establecer una correlación del sensor remoto y las pruebas de homologación, cuando se utilizan los datos del promedio de emisiones por edad y por clase de vehículos.

Fig. 35
La aplicación de una novedosa medida en contra de los vehículos chimenea.

<http://adb.org/vehicle-emissions>



- Si los vehículos que fallaron la prueba de I/M son vendidos o registrados fuera del área de I/M, el sistema del sensor remoto los identificará en las calles.
- Es posible el cálculo de un factor promedio de emisiones para flotas muy grandes.

Puntos débiles de las pruebas del sensor remoto

Sin embargo, el sensor remoto tiene muchas debilidades:

- Las mediciones del tipo «pasada de un segundo» no pueden efectuarse bajo condiciones de carretera representativas y repetitivas como se puede con pruebas de I/M bajo carga.
- Temas de seguridad para pruebas en la calle (los automóviles chocan contra los dispositivos de pruebas).
- El uso de datos para un factor bajo carga con diferentes condiciones de aceleración y detención es problemático y no es representativo.
- Los que desarrollan el sistema muchas veces establecen que hay una correlación significativa entre la «edad de los vehículos» y las emisiones. Pero esta «clasificación por edad de los vehículos» no refleja las emisiones de un vehículo en particular, las que se requieren para I/M.
- El factor de emisión para las flotas no representa las emisiones del mundo real de las diferentes variedades de tipos específicos de vehículos, condiciones de circulación y otras condiciones.

- Las correlaciones entre las pruebas de carga repetitivas o transientes y el sensor remoto son pobres.

En este momento, el sensor remoto es utilizado para aumentar la conciencia ciudadana en el campo de la contaminación vehicular. Un propietario de un vehículo que pasa el sensor remoto y una señal, la cual clasifica la medición

Vehículos chimenea reportados vía SMS

El sitio web Asian Development Bank’s Vehicle Emission Reductions reportó en julio de 2002 que en Filipinas ahora se puede denunciar vehículos humeantes a la Oficina de Transporte Terrestre (LTO) usando mensajes de texto desde sus celulares.

Para enviar un mensaje de texto, deben escribir «USOK <espacio> número de placa <espacio> ubicación <espacio> descripción del vehículo» y enviar a «2366» (ver Figura 36). Si un vehículo es reportado al menos cinco veces, el LTO solicitará al dueño llevar a su vehículo para una prueba de emisiones.

Actualización: El Far Eastern Economic Review ha reportado que desde principios de junio, el programa ha recibido más de 30.000 mensajes de texto con 1.000 vehículos posibles productores de humo. Se han enviado 400 citaciones con 120 devoluciones por domicilio falso. En total solamente 12 propietarios han respondido y solo 2 vehículos fueron retirados de circulación.

FEER, 18-Jul-02, from <http://adb.org/vehicle-emissions>

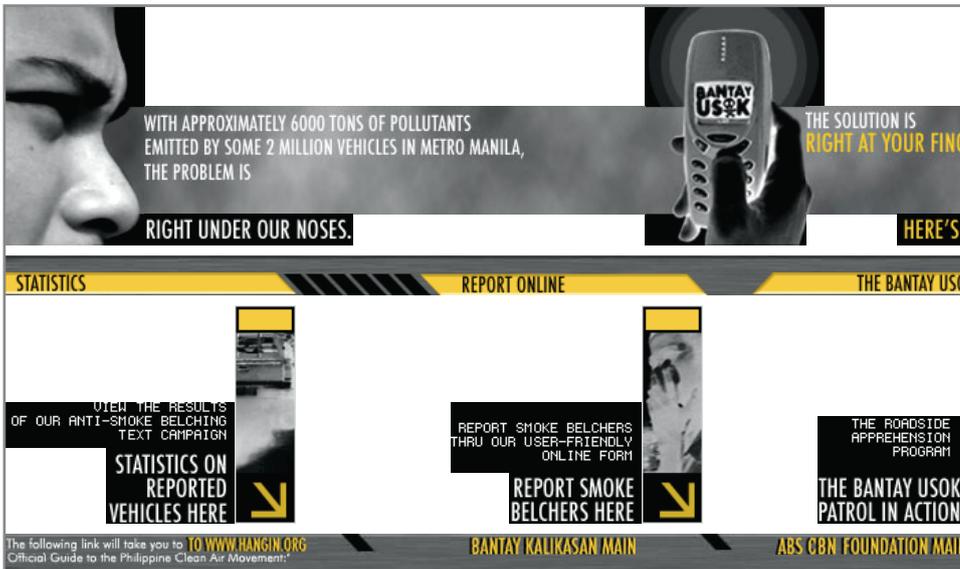


Fig. 36
Un ejemplo de configuración de red en una base de datos de I/M en línea.

BOSCH

de emisiones como «BUENA», «ACEPTABLE» o «POBRE», debe revisar las «recomendaciones del fabricante acerca de cómo mantener el vehículo saludable y nuestro aire limpio» en casos donde las mediciones indican «POBRE» (ver Figuras 37a/b).

Fig. 37a, 37b



CABQ

Aircarecolorado

Actualmente, la única aplicación interesante del sensor remoto es una visión general de emisiones para vehículos bajo condiciones de circulación muy específicas y no repetitivas. Los requerimientos de costos y mantenimiento para toda la rutina sobrepasan los beneficios teóricos del sensor remoto, aunque desde el punto de vista científico, el sensor remoto ofrece muchos campos interesantes para la investigación.

8. Control de calidad

Los programas de I/M muchas veces han sido asociados con fraude y corrupción. Fallar en tratar estos problemas comprometerá seriamente la efectividad de los sistemas I/M en la reducción de emisiones. La experiencia demuestra que la corrupción puede ser controlada efectivamente con un costo razonable en cadenas solo para pruebas. Las cadenas de pruebas y reparaciones todavía sufren de fraudes y problemas de corrupción aun con grandes esfuerzos de aseguramiento de calidad. Un buen sistema de auditoría y aseguramiento de calidad –difícil de conseguir en un sistema de reparación y pruebas– es crucial para la aceptación y el éxito de cualquier sistema de I/M.

Multas, estructura de control y verificación

Se requiere de una base legal para multas y otras sanciones para atraer a cualquier empresa del sector privado, para poner en marcha un programa de I/M efectivo. Si las empresas privadas hacen grandes inversiones para conseguir un contrato, deben ser capaces de confiar en el hecho de que los vehículos son controlados para acondicionamiento para la vía pública e I/M regularmente, y que no es más atractivo pagar una multa leve o conseguir un certificado manipulado a través de un soborno. La definición de multas y sanciones debe ser parte de la regulación. Con respecto a las multas, se deben considerar las siguientes estrategias.

Decisión de aprobación/rechazo completamente automática

Como regla general, a menor dependencia en los juicios humanos o acciones manuales, más confiables son los resultados. El sistema de control y pruebas debe ser totalmente automático y un sistema de medición de gases computarizado debe tener la decisión de aprobar o rechazar las pruebas generales y aquellas pruebas que son efectuadas por máquinas y cooperadoras. Estos sistemas automáticos son más usados para las pruebas de emisiones, mientras que muchos controles de seguridad son parte de pruebas visuales-manuales, las cuales muchas veces no pueden efectuarse automáticamente. El chequeo completo de emisiones y seguridad es, entonces, un sistema semi-automático.

Castigo para inspectores corruptos

Un elemento clave en el éxito de un programa de I/M es reforzar las reglas en contra de las entidades corruptas, especialmente inspectores. Debe ponerse atención en establecer sanciones apropiadas y procedimientos legales efectivos para asegurar que tiene lugar un sistema utilizable.

Pruebas en la calle

Un ejemplo útil es la introducción de pruebas en la calle, para examinar si los vehículos son controlados regularmente (*p. ej.* chequear en la calle una cantidad del 10% de los vehículos a ser inspeccionados anualmente). Esto asegura que los vehículos no son «limpios por un día», acondicionados para pasar las pruebas e inmediatamente reacondicionados, causando grandes niveles de contaminación posteriormente (ver Sección 3.2).

Combinación de registro anual de vehículos e I/M

El registro de los vehículos debe ser combinado con el requerimiento obligatorio de una prueba de revisiones de seguridad aprobada. Un problema puede ser que no todos los tipos de vehículos están registrados de la misma forma y en la misma agencia oficial (*p. ej.* registro de buses comparado con registro de motocicletas).

Revocación de la licencia de un vehículo

La revocación de la licencia debe ser obligatoria si el dueño de un vehículo no ha efectuado I/M y revisión de seguridad a su automóvil.

Grupo de auditoría de I/M externo

En las primeras etapas de la introducción de un programa de I/M, es recomendable que un grupo de expertos internacionales respalden el proceso de licitación, así como la introducción de I/M. Los miembros de este grupo de expertos deben tener gran experiencia en procedimientos de revisión de seguridad. El grupo de expertos debe revisar el procedimiento de la licitación y auditar el procedimiento de revisiones de seguridad después de un período definido de introducción (*p. ej.* después de uno o dos años). Los resultados de estas auditorías deben hacerse públicos.

El contratista dirige un grupo de auditoría de I/M

Aunque en un sistema manejado por un contratista privado, el contratista también es responsable de prevenir el fraude y, para este propósito, necesita tener su propio sistema de auditoría, esto no reemplaza la necesidad de tener un programa independiente implementado por fuentes externas al gobierno. Los resultados de estas auditorías deben hacerse públicos.

Poderes y deberes de la agencia reguladora

Los deberes de la agencia reguladora muchas veces no son bien definidos, y la agencia usualmente no tiene el personal adecuado en muchos países en vías de desarrollo. Los deberes de la agencia reguladora deben incluir el diseño de un sistema de I/M, estableciendo procedimientos y estándares de pruebas apropiados, asegurando la operación apropiada del programa de I/M y una auditoría rigurosa. Donde se identifican problemas en la auditoría, la agencia reguladora debe estar autorizada y tener la capacidad de hacer cumplir los requerimientos, incluyendo embargo de pruebas, el retiro de la licencia para llevar a cabo inspecciones por los contratistas y estaciones infractoras y la imposición de multas en dinero.

Sistema de manejo de datos

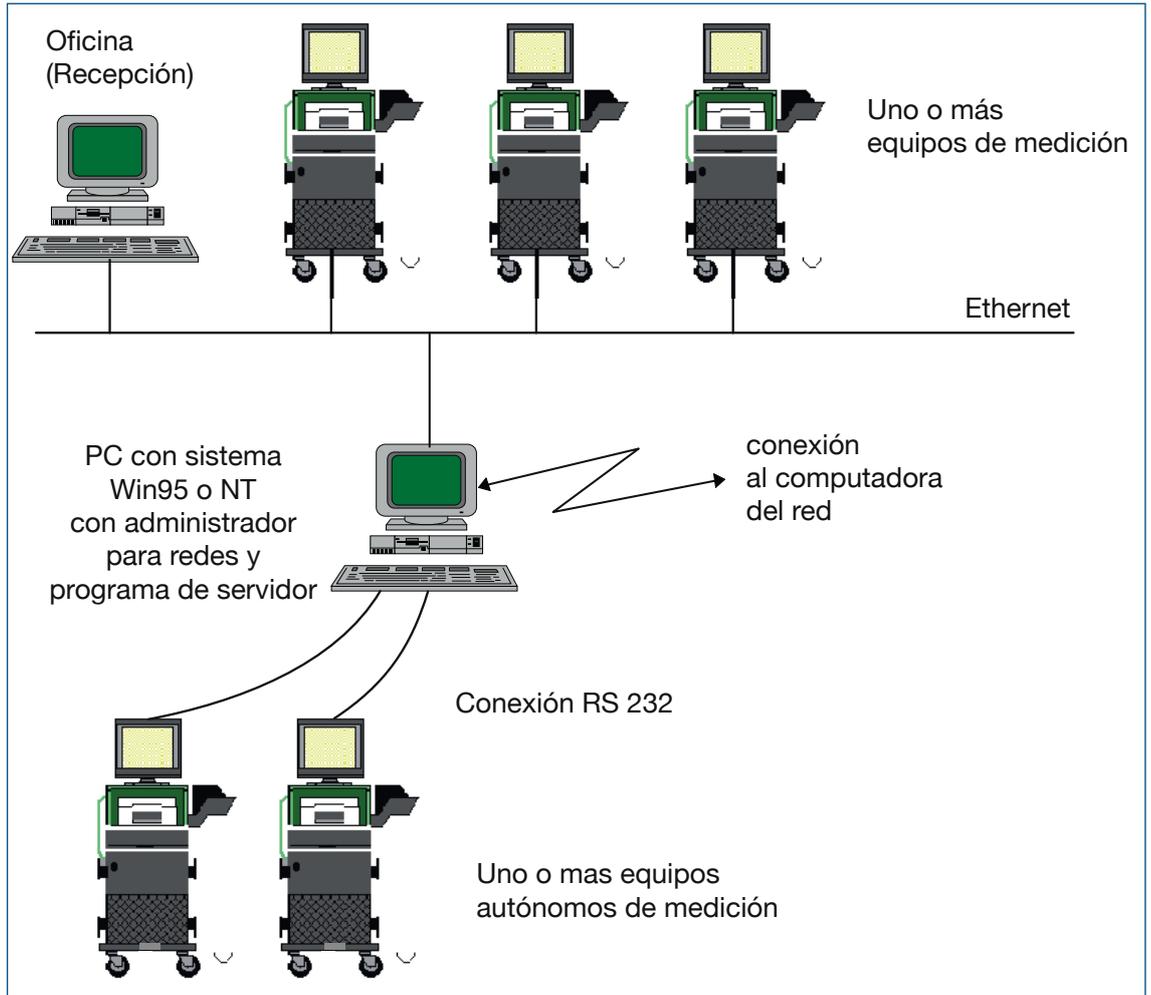
Un sistema de I/M que funciona bien incluirá el manejo de datos que aseguren que todos los datos son registrados automáticamente y que la manipulación es imposible. Todos los datos de la prueba son transmitidos regularmente a una base de datos central. Esto será más fácil si las computadoras que transmiten los datos en tiempo real se conectan a estaciones de I/M centralizadas (ver Figura 38).

Este intercambio de datos ha sido una práctica estándar en muchos países desarrollados y en vías de desarrollo por años. Un sistema de manejo de datos es mucho más fácil de usar y mantener con equipamiento uniforme y un número limitado de contratistas.

Mantenimiento de equipos y estaciones

Algunos sistemas de I/M, especialmente aquellos operados directamente por personal del

Fig. 38
Sistema de vigilancia centralizado.



gobierno usando equipamientos y estaciones del gobierno, carecen de capacidad técnica, personal suficiente, y fondos necesarios para asegurar que los programas son mantenidos, calibrados, utilizados y actualizados correctamente. En ausencia de un programa de auditoría bueno e independiente, la voluntad de asegurar el mantenimiento y uso adecuados puede faltar también. El entrenamiento adecuado de inspectores, auditores y personal de control de calidad es una de las mejores bases para un desempeño de I/M exitoso en cualquier país.

9. Conclusiones

El único sistema útil para procedimientos de emisiones, de I/M y chequeos de seguridad adicionales (resumidos en conjunto como pruebas de acondicionamiento para la vía pública) es un sistema centralizado con la responsabilidad del gobierno y del contratista seleccionado a través de un sistema de licitación pública. Por lo tanto, la introducción de un sistema centralizado con una organización neutral encargada de llevar a cabo las pruebas en nombre del gobierno es una necesidad. Un sistema descentralizado no logrará alcanzar estos requerimientos.

Además se requiere urgentemente una regulación en referencia a multas y otras sanciones, para atraer a los contratistas (*p. ej.* contratistas privados internacionales y representaciones privadas con un contratista local) para implementar un sistema de I/M y revisiones de seguridad exitoso. Si las compañías, en anticipación de la introducción oficial, hacen grandes inversiones, deben ser capaces de confiar en el hecho de que los vehículos son controlados para el acondicionamiento para la vía pública en forma regular, y que no es más atractivo pagar una multa o conseguir un certificado manipulado a través de sobornos.

Hay una necesidad de pensar sobre métodos para conseguir mejor cooperación pública y apoyo a los programas de I/M. Las sugerencias incluyen incentivos de impuestos o menor precio de registro para vehículos más limpios. El establecimiento de castigos fuertes pero justos para los que no cumplen, también puede jugar un papel importante.

Los gobiernos nacionales o regionales no deben ofrecer garantías financieras al contratista, pero deben ofrecer la introducción de requerimientos legales y obligatorios para las pruebas de revisiones de seguridad, combinados con multas, incluyendo requerimientos legales para todos los actores principales. Un contratista internacional junto con una compañía local tiene la oportunidad de implementar dispositivos de pruebas simples pero efectivos, los cuales requieren de

una inversión inicial por un lado, pero dan la oportunidad de comenzar un nuevo negocio en el país (ver Figura 39). Una garantía de honorarios específicos para las pruebas, así como multas y otras consecuencias para los usuarios de vehículos garantizadas por la ley, es el incentivo para el contratista, quien debe suministrar los dispositivos, entrenar al personal y garantizar estándares consistentes para las pruebas.

El contratista local también se beneficia. Crea nuevas fuentes de trabajo en un negocio nuevo que es responsable del nivel local de desempeño eficiente de las pruebas de revisiones de seguridad. Las tiendas de reparaciones y talleres locales tienen la oportunidad de incrementar sus negocios por trabajos de mantenimiento (la «M» en I/M) y otras reparaciones simples que deben efectuarse a vehículos que han fallado, o con anticipación para asegurar que los vehículos no fallen las pruebas. Esto también crea fuentes de trabajo. La industria de servicios debe tener equipamiento suficiente para reparar apropiadamente los vehículos. Además debe haber entrenamiento adecuado disponible para que los mecánicos y técnicos sean lo suficientemente hábiles para reparar los vehículos rechazados cuando llegan a sus talleres.

Los principales beneficios son para el público; un mensaje que debe comunicar el gobierno. Un tráfico limpio y seguro y un menor número de accidentes causados por defectos técnicos,

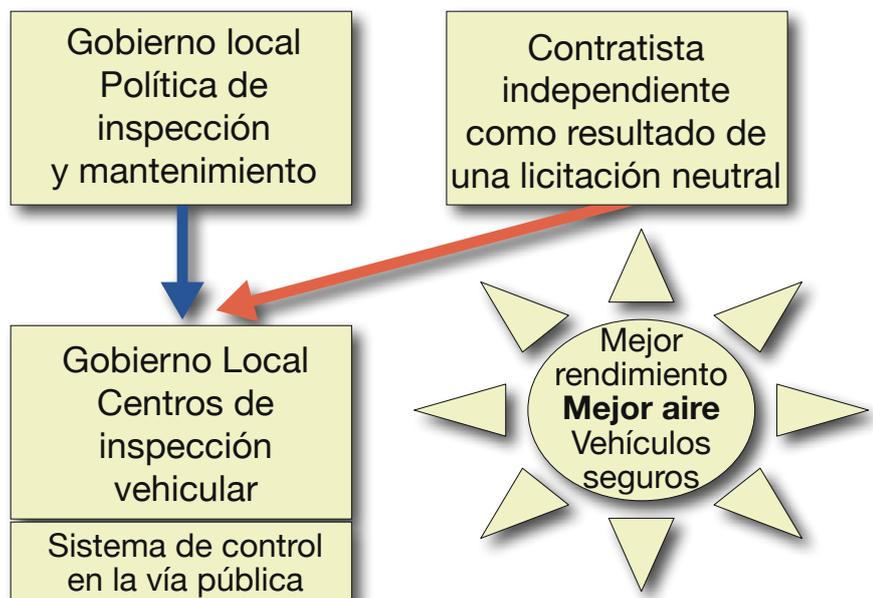


Fig. 39
Sistema de vigilancia centralizado.

Estrategias adicionales contra la contaminación ambiental

- Programa de modificación del sistema de control de emisiones para vehículos en uso (vehículos de carga pesada, automóviles de pasajeros, motocicletas) [Módulo 4c: *Vehículos de Dos y Tres Ruedas*];
- Prohibir la entrada de vehículos contaminantes a ciertas partes de la ciudad [Módulo 2b: *Gestión de la Movilidad*];
- Limitación a la antigüedad de vehículos de transporte público, vehículos comerciales y motocicletas [Módulo 3c: *Normas y Planificación de Buses*; y Módulo 4c: *Vehículos de Dos y Tres Ruedas*];
- Uso obligatorio de agente lubricante 2T premezclado en motores de dos tiempos de motocicletas [Módulo 4c: *Vehículos de Dos y Tres Ruedas*];
- Uso de gas natural comprimido (GNC) y gas licuado de petróleo (GLP) como combustible alternativo en áreas urbanas [Módulo 4d: *Vehículos a Gas Natural* y Módulo 4a: *Combustibles y Tecnologías Vehiculares más Limpios*].

combinados con un sistema que también crea fuentes adicionales de trabajo, forman una visión positiva hacia la cual trabajar.

El cambio hacia medidas más estrictas de estándares de emisiones para vehículos nuevos debe ser seguido por estándares en uso más estrictos para los modelos más nuevos también. El procedimiento de pruebas debe cambiarse a una «prueba de carga» en vez de una «prueba en ralentí» para vehículos nuevos.

10. Referencias

10.1 Páginas web e información adicional

- GTZ's Sustainable Urban Transport Project in Surabaya, *Inspection & Maintenance and Roadworthiness Program for Surabaya, A Win-Win Strategy for All*, June 2001 (<http://www.sutp.org/dn.php?file=DOC-SBY-IM-2001-EN.pdf>)
- US EPA *Roadside Inspection Program* (<http://www.epa.gov/otaq/regs/im/roadside.pdf>)
- UN *Global Initiative on Transport Emissions* (GITE) GITE, Asia Workshop on I/M Policy, Bangkok 2001 (<http://www.un.org/esa/gite>)
- Asian Development Bank (ADB) Workshop, *Strengthening Vehicle Inspection & Maintenance*, 7–9 November 2001, Chongqing, China (<http://citiesact.org/cleanairinitiative/portal/node/2988>)
- Asian Development Bank (ADB) Workshop: *Vehicle Emissions Reduction Program* (<http://citiesact.org/cleanairinitiative/portal/node/2573> and <http://citiesact.org/cleanairinitiative/portal/node/2984>)
- Manufacturers of Emission Controls Association (MECA) Publications: *U.S. I/M Implementation Status Report, Emission Control of Two- and Three-Wheel Vehicles*, 1999, (<http://www.meca.org>)

10.2 Bibliografía

- [1] 7–9 November 2001, Chongqing, China, *Welcoming Address Regional Workshop Strengthening Vehicle Inspection and Maintenance*, Khaja h. Moinuddin, Asian Development Bank
- [2] Alkema, M., Sweet, G., VanMil, E., *Roadside Inspection Program*, Bureau of Automotive Repair, February, 9th, 2000
- [3] Workshop Synthesis and Recommendations, Regional Workshop: *Strengthening Vehicle Inspection and Maintenance*, 7–9 November 2001, Chongqing, China, <http://citiesact.org/cleanairinitiative/portal/node/2988>
- [4] Directive 2009/40/EC of the European Parliament and of the Council of 6 May 2009 on roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:141:0012:0028:EN:PDF>
- [5] Workshop Conclusions and Recommendations, UN *Global Initiative on Transport Emissions* (GITE) GITE, Asia Workshop on I/M Policy, Bangkok 2001, <http://www.un.org/esa/gite>
- [6] Reinhard Kolke, *Inspection & Maintenance and Roadworthiness Program for Surabaya, A Win-Win-Strategy for All*, GTZ's Sustainable Urban Transport Project in Surabaya (SUTP), June 2001. <http://www.sutp.org/dn.php?file=DOC-SBY-IM-2001-EN.pdf> or send request to: reinhardkolke@gmx.de



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

- Cooperación técnica alemana -

P. O. Box 5180
65726 ESCHBORN / GERMANY
T +49-6196-79-1357
F +49-6196-79-801357
E transport@giz.de
I <http://www.giz.de>

50 años

Forjamos el futuro.
Unamos nuestras fuerzas.