

A photograph showing a white truck stopped at a toll booth. Several people in high-visibility vests are standing around the truck, and a sign above the booth reads 'Autovía 5'.

Seminario
**Patrimonio Vial,
Transporte
y Logística**

**WIM - Requisitos metrológicos
y técnicos**

Ing. Javier A. Jorge - INTI

Pesaje en movimiento en INTI

- **1998** – Primeras pruebas e intentos de pesar con sensores piezoelectricos
- **2007** – Comienza la creación del prototipo de sistema de pesaje dinámico estadístico
- **2012** – Congreso internacional sobre wim en brasil.
- **2014** – Transferencia del prototipo sistema de pesaje a la industria
- **2015** – Verificación de sistemas WIM comerciales
- **2016** – Miembro del comité directivo de la ISWIM – congreso internacional en Brasil
- **2017** – Redacción de los requisitos metrológicos y técnicos. Primer presentación del reglamento en comercio.
- **2018** – Asistencia en la modificación de la reglamentación de transito de la provincia de Córdoba.
- **2021** – Nueva presentación del reglamento para discusión pública.
- **2022** – Aprobación del reglamento técnico

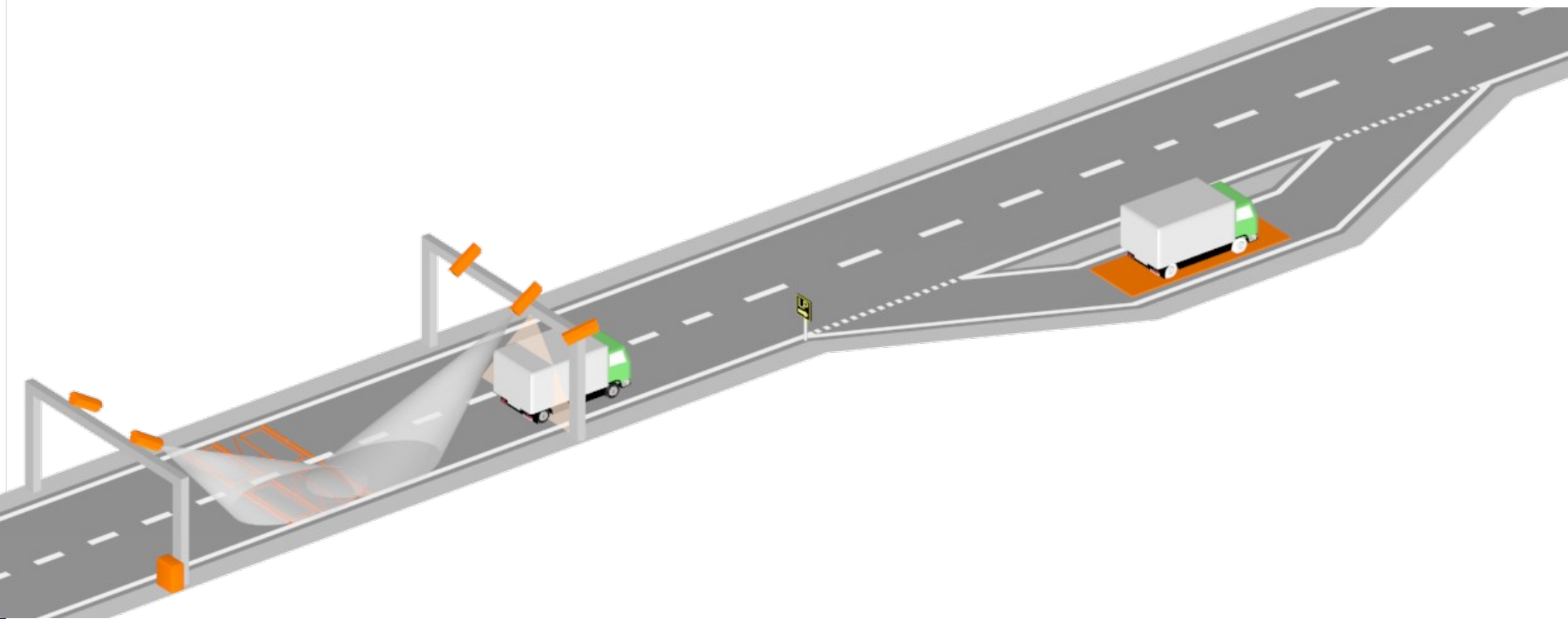


ISWIM
International Society for Weigh in Motion

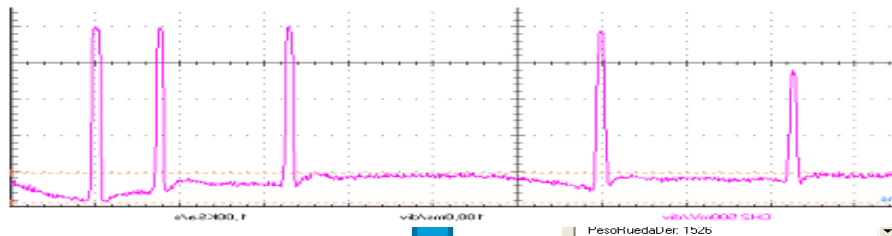
Pesaje estático en INTI

- En actividad desde el año 2003
- Patrones nacionales con trazabilidad internacional de masa
- Homologación, verificaciones primitivas e inspecciones de balanzas:
 - Comerciales (hasta 10 kg)
 - Portátiles para pesar por rueda
 - De grupo de ejes
 - De camión completo

¿Que es el Pesaje en movimiento ?



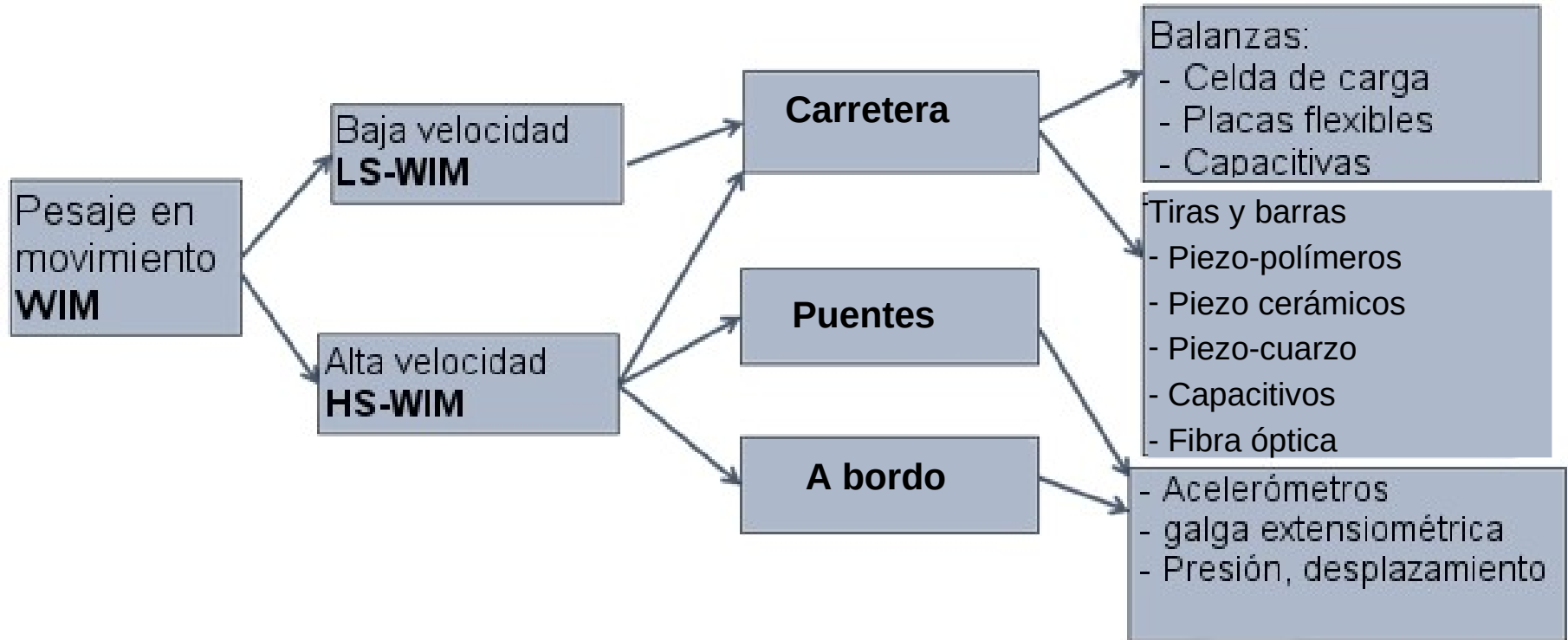
¿Que es el Pesaje en movimiento ?



| | |
|----------------------|--|
| Velocidad | 64,80 km/h |
| Peso Total | 11972,00 kg |
| Clasificación | 16 |
| Peso Por eje | 3052,00 kg 3400,00 kg 2246,00 kg 1144,00 kg 2130,00 kg |

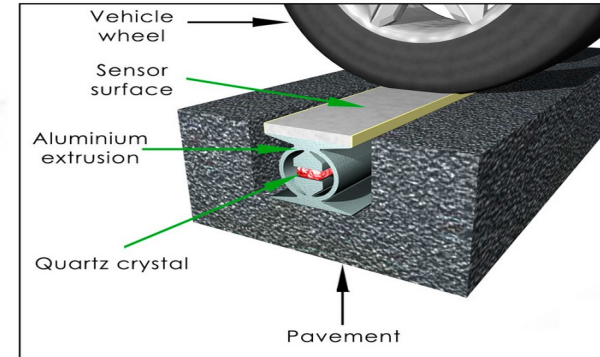
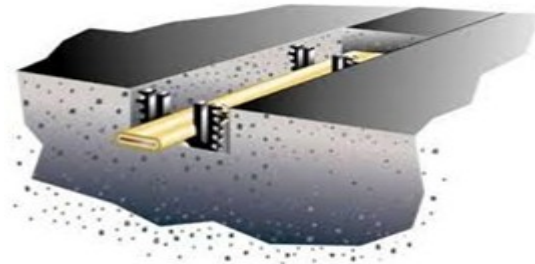


Tipos de sistemas PEM (WIM – Weigh in motion)

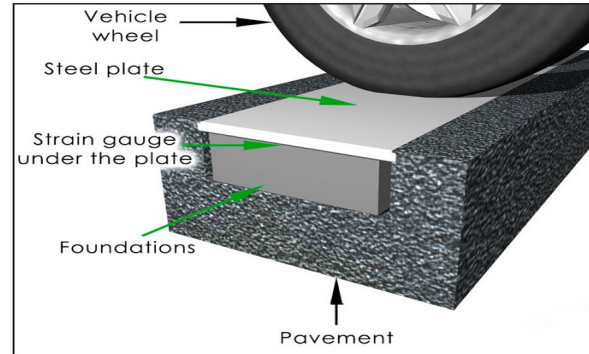


Sensores para carretera

- Piezo



- Strain gauge



Sistema de pesaje en movimiento (SPEM)

Un sistema PEM se compone de sensores y electrónica asociada que:

- detectan la **presencia** de vehículos en un área de pesaje,
- miden las **fuerzas dinámicas de los neumáticos**
- estiman la **carga de los ejes**,
- calculan la **velocidad**
- miden la **distancia entre ejes**
- procesan, muestran y registran toda esta información

Beneficios del control de cargas con SPEM

- Se puede controlar la totalidad de los vehículos que circulen por un lugar determinado
- Disminuye la cantidad de vehículos excedidos;
- Disminuye el desgaste de la carretera;
- Mejora las condiciones de diseño, permitiendo realizar obras mas económicas ahorrando millones de pesos en construcción y mantenimiento;
- Mejores rutas implican menos accidentes;
- Los tiempos de control disminuyen, los transportistas que no infrinjan la ley no son demorados.

Principales diferencias respecto a pesaje estático

| | <u>Estático</u> | <u>Dinámico</u> |
|----------------------------|-----------------|---|
| Patrón de referencia | Pesa | Instrumentos estáticos |
| Operatoria del pesaje | Pesaje total | Pesaje por partes |
| Indicación para carga nula | Siempre | Sólo para instrumentos con strain gauges |
| Tipo de fuerza medida | Estática (g) | Dinámica (variable en el tiempo) |
| Linealidad | Si | Si (midiendo al menos dos condiciones de carga) |
| Fidelidad (Repetibilidad) | Si | × |
| Excentricidad | Si | × |

Condiciones de pesaje ideales

En condiciones ideales = sin aceleración vertical (salvo g) provocada por el movimiento sobre los componentes del vehículo

Las cargas dinámicas serán iguales a las cargas estáticas.

•Vehículo perfecto

- ✓ Ruedas redondas y balanceadas
- ✓ Suspensión independiente;
- ✓ Velocidad de desplazamiento uniforme

•Carretera perfecta

- ✓ Horizontal, suave, recta

• Ambiente Perfecto

- ✓ Sin viento
- ✓ Sin variaciones de temperatura

• Sensor perfecto (misma respuesta en toda su extensión)

• Electrónica de procesamiento perfecta

Condiciones reales de medición

- **NO** se pueden controlar
 - ✓ Redondez de las ruedas;
 - ✓ Balanceado de las ruedas;
 - ✓ Suspensión (Amortiguadores, elásticos, anclajes, bujes)
 - ✓ Condiciones ambientales (temperatura, viento, nieve, etc.)
- **Si** se puede controlar
 - ✓ Velocidad estable (minimizado a través de control de velocidad crucero)
 - ✓ Estado de la carretera (recta, horizontalidad, pendiente transversal casi nula, libre de resaltos y baches)
 - ✓ Características de los sensores (sensibilidad a esfuerzos solo verticales, linealidad, variación con respecto a la temperatura y frecuencia de excitación, presión de inflado, posición lateral)
 - ✓ Procesamiento de la señal

Reglamento técnico

- **Requisitos metrológicos**

- ✓ DMP para cargas de eje / grupos de ejes y EMP para masa total y distancias

- **Requisitos técnicos**

- ✓ Asignación correcta;
- ✓ Seguridad ante uso fraudulento;
- ✓ Acceso restringido a la información generada;
- ✓ Factores de calidad (indicación para todos los vehículos que pasan correctamente);
- ✓ Bloqueos internos (Velocidad, temperatura, pasaje correcto)

- **Procedimientos de ensayo**

- ✓ Ensayos de laboratorio (aprobación de modelo);
- ✓ Ensayos de campo (aprobación de modelo, verificaciones primitivas, periódicas y vigilancias de uso)

Ensayos en movimiento

- Trazabilidad de las **cargas medias corregidas**

$$MV_{ref} = \sum_{i=1}^n EjeCorr_i$$

- Carreras de prueba
 - Al menos tres vehículos, cada uno cargado y descargado
 - Cada configuración de vehículo cargado pasará 5 veces (30 carreras en total)
 - a tres velocidades diferentes.
 - Velocidad lo más constante posible durante cada carrera.
 - en diferentes sectores del receptor de carga.

Verificación de factores de influencia

| Principales factores de influencia | Elementos de ensayo |
|------------------------------------|--|
| Temperatura | <ul style="list-style-type: none">• Ensayos de sensibilidad en laboratorio• Verificaciones periódicas |
| Respuesta en frecuencia | <ul style="list-style-type: none">• Ensayos de sensibilidad en laboratorio• Verificación con diferentes configuraciones de vehículos (eje simple, tandem, tridem) |
| Velocidad de desplazamiento | <ul style="list-style-type: none">• Ensayos en intervalos de velocidad reducidos |

Errores máximos permitidos por otros reglamentos

| Pais | Masa Total | Grupo de ejes | Eje | Aplicación |
|----------------------|----------------|---------------|------|--|
| Brasil (dic 2020) | 10% | 16% | 16% | Control de cargas (baja y alta velocidad, multa directa) |
| Uruguay | 2% 15%(pre) | 3% | 3% | Control de cargas (sin reglamento) (Baja Velocidad) |
| Rep. Checa | 5% | 11% | 11% | Multado directo (Alta Velocidad) |
| Holanda | <5% | <10% | <10% | Multado directo y comercio |

Errores máximos permitidos en Argentina

| | EMP / DMP (%) | | | | | |
|-------------------------|---------------|----|----|----|----|----|
| Clase | A | B | C | D | E | F |
| Masa Total | 3 | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 |
| Carga por grupo de ejes | 5 | 8 | 11 | 15 | 20 | 25 |
| Carga por eje | 7 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |

Multas directas con pesaje dinámico

- Desafío técnico y legal (lista)
- República checa como ejemplo
- HS-WIM para multar directamente
- Detención de vehículos excedidos para evitar accidentes
- Pruebas de EMC, robustez física y ambiental.
- Aprobación de modelo/primitiva
- Verificaciones periódicas y control permanente.
- TOLERANCIAS \neq ERROR MÁXIMO
 - Actualmente 500kg
 - La multa se aplica sobre un porcentaje asociado a la clase del instrumento

*MUCHAS
GRACIAS*

-  INTIArg
-  @INTIargentina
-  INTI
-  @intiargentina
-  canalinti



INTI

Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo