



ITSENSOR
PIEZO



WimRadar



ITSENSOR PIEZO

ITSENSOR PIEZO

Manual del Producto

La precisión en el control de velocidad
que **transforma la fiscalización**

 GRUPO
PUMATRONIX

UMA EMPRESA DO
GRUPO PUMATRONIX

REVISIÓN 1.1.0 - 2025

Pumatronix Equipamentos Eletrônicos Ltda.

Rua Bartolomeu Lourenço de Gusmão, 1970. Curitiba, Brasil

Copyright 2020 Pumatronix Equipamentos Eletrônicos Ltda.

Todos los derechos reservados.

Visite nuestro sitio web <https://www.pumatronix.com>

Envíe comentarios sobre este documento al correo electrónico suporte@pumatronix.com

La información contenida en este documento está sujeta a cambios sin previo aviso.

Pumatronix se reserva el derecho de modificar o mejorar este material sin previo aviso de los cambios o mejoras.

Pumatronix obtiene permiso para descargar e imprimir este documento, siempre que la copia electrónica o física de este documento contenga el texto completo. Cualquier alteración de este contenido está estrictamente prohibida.

Historial de Cambios

Fecha	Revisión	Contenido actualizado
12/12/2024	0.0	Versión Previa
07/03/2025	1.0.0	Edición inicial
04/09/2025	1.1.0	Actualización de identidad WimRadar (SAD-904)

Información general

El sensor de tráfico piezoeléctrico es un sensor avanzado que aprovecha el efecto piezoeléctrico para generar señales eléctricas detectando los cambios de presión provocados por los vehículos. Cuando se integra en una solución de pesaje, permite el monitoreo preciso del conteo de ejes, velocidad del vehículo, clasificación y pesaje dinámico. Con características como alta sensibilidad y durabilidad, excelente relación costo-beneficio y fácil instalación, es un sensor ampliamente utilizado en autopistas y en la gestión del tráfico urbano, proporcionando datos críticos para sistemas de transporte inteligentes.

El sensor ITSENSOR PIEZO puede ser utilizado como parte de aplicaciones completas de Sistemas de balanza de pesaje. Sus principales características son:

- 1) Alto rendimiento dinámico: detecta con precisión datos de ejes individuales y separa cargas continuas, ideal para pesaje y monitoreo a alta velocidad;
- 2) Alta precisión y sensibilidad: responde a fuerzas verticales, aislando eficazmente interferencias para mediciones precisas;
- 3) Gran durabilidad: diseño totalmente sellado, estructura robusta y larga vida útil, soportando de 40 a 100 millones de cargas de eje;
- 4) Excelente adaptabilidad ambiental: impermeable, resistente a la humedad, a la corrosión y estable en condiciones climáticas extremas sin necesidad de mantenimiento;
- 5) Fácil instalación con daños mínimos a la carretera: el tamaño reducido de la ranura (20×25 mm) se integra perfectamente en la carretera, causando una interrupción mínima;
- 6) Durabilidad: larga vida útil y bajo mantenimiento lo convierten en una solución eficiente y económica;
- 7) Aplicaciones versátiles: admite pesaje en movimiento (WIM), clasificación de vehículos, monitoreo de velocidad, recolección de datos, fiscalización por semáforo en rojo y cobro de peajes;
- 8) Adaptable a diversas condiciones de carretera: adecuado para carreteras de concreto y asfalto, con sensor personalizable y longitudes de cable para carriles completos y anchos;
- 9) Bajo mantenimiento: se adapta a la deformación del pavimento, con una estructura sellada que reduce significativamente los costos de mantenimiento.

Es un sensor utilizado en todo el mundo, con alta confiabilidad.

El ITSENSOR PIEZO de pesaje en movimiento es un dispositivo de última tecnología que respalda las operaciones de fiscalización de pesaje y clasificación de vehículos.



Figura 1 – ITSENSOR PIEZO

Cuenta con dos modelos para las siguientes aplicaciones:

- Clase I: Pesaje dinámico, con consistencia de salida de $\pm 7\%$, adecuado para aplicaciones que requieren datos de peso de alta precisión;
- Clase II (Clasificación): Utilizado para el conteo, clasificación y detección de velocidad de vehículos, con una consistencia de salida de $\pm 20\%$. Es más económico y adecuado para aplicaciones de gestión de tráfico intenso.

Los sensores de pesaje, cuando se integran en una solución completa, pueden proporcionar la siguiente información estadística:

- Conteo y clasificación de vehículos;
- Peso bruto total;
- Distancia entre ejes;
- Peso por eje;
- Peso por conjunto de ejes;
- Velocidad;
- Clasificación del tipo de rodado (simple o doble).

Pumatronix es proveedora de sensores de pesaje, dispositivos de lectura de placas LPR e iluminadores para componer una solución completa de pesaje vehicular!

Riesgos de Manejo



Almacenamiento y Transporte:
Frágil: Mantener el ITSENSOR PIEZO en su caja original. No colocar peso encima.
Apilamiento máximo de cajas de Sensores: 10.



Humedad: No dejar expuesto en ambientes húmedos.



Impacto: No golpear ni arrojar el ITSENSOR PIEZO.



Manipulación: Debe realizarse utilizando guantes plásticos.
No doblar el área del ITSENSOR PIEZO.



Cierre del corte en el asfalto: Cuando se aplica elastómero o asfalto caliente, al entrar en contacto con el cable pueden dañarlo. Utilice siempre una protección adicional para los cables antes de cerrar el corte en el asfalto.



Durante la preparación del Sensor Piezo está prohibido doblar el sensor con ángulos pronunciados. Los dobleces necesarios en los extremos del Sensor Piezo deben respetar los ángulos e instrucciones especificados en la Guía de Instalación del producto.

Modelos

Los modelos disponibles son:

- Clase I: Pesaje dinámico

Clase I – Pesaje en Movimiento	Medida del Sensor	Longitud del Cable
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE I 1,5 M	1,5m	40 metros
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE I 2,0 M (6'7")	2,0 m (6'7")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE I 2,5 M (8'3")	2,5 m (8'3")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE I 3,33 M (11")	3,33m (11")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE I 3,5 M (11,6")	3,5 m (11,6")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE I 5,5 M	5,5m	

Nota: Las personalizaciones en la longitud del cable y el tamaño del sensor pueden realizarse, siempre que estén previamente aprobadas por el equipo comercial de Pumatronix, dependiendo del tamaño del proyecto.

- Clase II: Utilizada para conteo, clasificación y detección de velocidad de vehículos

Clase II – Clasificación	Medida del Sensor	Longitud del Cable
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE II 1,5 M	1,5m	40 metros
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE II 2,0 M (6'7")	2,0 m (6'7")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE II 2,5 M (8'3")	2,5 m (8'3")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE II 3,33 M (11")	3,33m (11")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE II 3,5 M (11,6")	3,5 m (11,6")	
ITSENSOR PIEZO ELÉCTRICO CLASE II 5,5 M	5,5m	

Nota: Las personalizaciones en la longitud del cable y el tamaño del sensor pueden realizarse, siempre que estén previamente aprobadas por el equipo comercial de Pumatronix, dependiendo del tamaño del proyecto.

Sumario

1. Conociendo el Producto.....	7
1.1. Funcionamiento.....	7
1.2. Composición	7
2. Documentación Adicional.....	9
3. Especificaciones Mecánicas	9
4. Especificaciones Eléctricas	9
5. Configuración Inicial.....	10
5.1. Requisitos Previos de Instalación	10
5.1.1 Inspección del Pavimento	10
5.2. Infraestructura Necesaria	29
6. Cuidados y Mantenimiento.....	30
7. Condiciones Generales de la Garantía	30
7.1. Situaciones en las que el Producto Pierde la Garantía.....	30
8. Política de Privacidad	31

1. Conociendo el Producto

Los Sensores de Tráfico Inteligentes fueron diseñados para instalación permanente en el pavimento o en la superficie de la carretera con el fin de recolectar datos de tráfico. La construcción exclusiva del ITSENSOR PIEZO permite que sea montado directamente en la superficie de la carretera de forma flexible.

Obtiene datos precisos y específicos de velocidad, activación por disparador y estadísticas de tráfico. Tiene alta confiabilidad, instalación sencilla y excelente relación costo-beneficio.

Se utiliza principalmente para el conteo y clasificación de vehículos, medición de peso bruto total, detección de longitud del vehículo, distancia entre ejes, peso por eje y peso por conjunto de ejes.

1.1. Funcionamiento

El ITSENSOR PIEZO fue desarrollado y diseñado para instalaciones permanentes en la superficie de la vía para la recolección de datos de tráfico. La construcción de los sensores permite la instalación directa en la vía en un formato flexible, de modo que puedan adaptarse a las necesidades del camino.

La construcción plana del ITSENSOR PIEZO permite un bajo nivel de ruido causado por la flexión del pavimento, carriles adyacentes y las ondas de los vehículos que se aproximan.

La instalación del ITSENSOR PIEZO en la vía se realiza mediante un pequeño corte, lo que minimiza los daños al asfalto, reduciendo así el tiempo de instalación y la cantidad de materiales utilizados en el proceso.

Está disponible tanto como ITSENSOR PIEZO Clase I, que ofrece una mejor relación costo-beneficio para aplicaciones en balanzas estadísticas y pesaje selectivo, como ITSENSOR PIEZO Clase II, que presenta un costo más eficiente para Conteo, Clasificación, Recaudo de Peajes tipo AVI (automáticos), Detección de Velocidad y Cruce en Rojo.

El ITSENSOR PIEZO actúa cuando se produce una variación de presión aplicada sobre él causada por un eje o conjunto de ejes al pasar sobre el sensor.

El ITSENSOR PIEZO típico consiste en al menos un sensor piezoeléctrico colocado transversalmente en la pista.

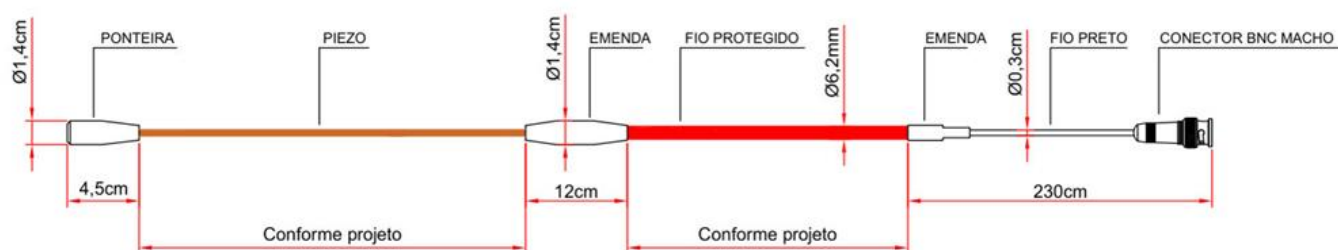


Figura 2 - Sensor de Tráfico ITSENSOR PIEZO

1.2. Composición

El ITSENSOR PIEZO está compuesto por los siguientes elementos:

- 1) ITSENSOR PIEZO: Parte que contiene el Sensor y las conexiones con el Gabinete de Procesamiento. La medida del Sensor es variable, y puede ser de 1,5 m, 2 m, 2,5 m, 3,0 m, 3,3 m, 3,5 m y 5,5 metros. Todos los tamaños de sensor incluyen un cable de 40 metros.



Figura 3

- 2) Brackets: Dispositivo para la fijación del ITSENSOR PIEZO en los cortes del pavimento.



Figura 4

- 3) Herramienta de Aplicación: Herramienta de apoyo para la colocación del ITSENSOR PIEZO en las ranuras del pavimento.



Además del sensor, los brackets y la herramienta de instalación, es necesario aplicar *Cemento de Resina* en el pavimento para el sellado del sensor Piezo. Para obtener el *Cemento de Resina*, se mezclan la Resina y un Catalizador, los cuales pueden ser adquiridos a través de un proveedor autorizado (Consulte al área comercial de Pumatronix/PMTX para más información):

- CATALIZADOR TECHWIM PZ
- RESINA TECHWIM PZ

2. Documentación Adicional

Producto	Enlace	Descripción
ITSENSOR PIEZO	Guía de Instalación y Mantenimiento	Guía que contiene la información necesaria para realizar la instalación y el mantenimiento del ITSENSOR PIEZO

3. Especificaciones Mecánicas

- Dimensión del sensor: 1,6mm×6,3mm, $\pm 1,5\%$, de longitud variable según el proyecto;
- Material Piezoeléctrico: Película piezoeléctrica PVDF enrollada en espiral;
- Cubierta exterior: Latón de 0,4mm de espesor;
- Núcleo central: Hilo de cobre calibre 16, bañado en plata, plano y trenzado;
- Temperatura de operación: $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$;
- Sensibilidad a la temperatura: $0,2\%/^{\circ}\text{C}$;
- Cable y Conector: Cable RG58 blindado directo al suelo;
- Embalaje: 540×540×145mm con dos o cuatro sensores por caja;
- Dimensiones del Bracket: Instalado con soporte de montaje cada 15cm. Material: nailon, no reutilizable;
- Dimensiones del corte de instalación: 20mm×25mm ($\pm 3\text{ mm}$). La longitud del corte debe ser de 100 a 200mm mayor que la longitud total del sensor;
- Interfaz de salida: Q9;
- Cable de señal pasivo: RG58A/U, con cubierta de polietileno de alta densidad, puede enterrarse directamente; diámetro exterior de 4 mm, capacidad nominal de 132pF/m;
- Vida útil del producto: >40 a 100 millones de veces por eje.



Durante la preparación del Sensor Piezo está prohibido doblar el sensor con ángulos pronunciados. Los dobleces necesarios en los extremos del Sensor Piezo deben respetar los ángulos e instrucciones especificados en la Guía de Instalación del producto.

4. Especificaciones Eléctricas

- Tensión de salida: Depende de la longitud del sensor y de la masa aplicada
- Coeficiente piezoeléctrico: 22 pC/N
- Nivel de salida típico: A 25°C , usando una cabeza de goma de 250mm×6,3mm, aplicando una fuerza de 500 kg, salida pico de 11-13V
- Uniformidad de salida $\geq 20\text{ pC/N}$ estándar (según el Certificado de Prueba): $\pm 20\%$ para Clase II (Clasificación), $\pm 7\%$ para Clase I (Pesaje en Movimiento)
- Capacitancia: 3,3m, cable de 40m, 18,5nF
- Resistencia de aislamiento: CC 500V > 2.000M Ω

5. Configuración Inicial

5.1. Requisitos Previos de Instalación

Las condiciones en el lugar de monitoreo, previas a la instalación, son indispensables para el funcionamiento del equipo.

5.1.1 Inspección del Pavimento

La instalación de sensores piezoeléctricos requiere inspección del pavimento donde se instalarán, específicamente en pavimento flexible (asfalto CBUQ).

Los pavimentos son estructuras que no duran para siempre y, tarde o temprano, presentarán defectos. Estos defectos, a su vez, pueden estar relacionados con el fin de la vida útil del diseño (situación ideal) o con diversos factores externos, como errores en la ejecución o en la mezcla. Por ello, identificar estos defectos y conocer sus causas es de extrema importancia en el área de pavimentación, tanto para evitar errores futuros como para conocer las medidas e intervenciones necesarias al momento de instalar los sensores piezoeléctricos.

5.1.1.1. Especificaciones sobre la Inspección del Pavimento

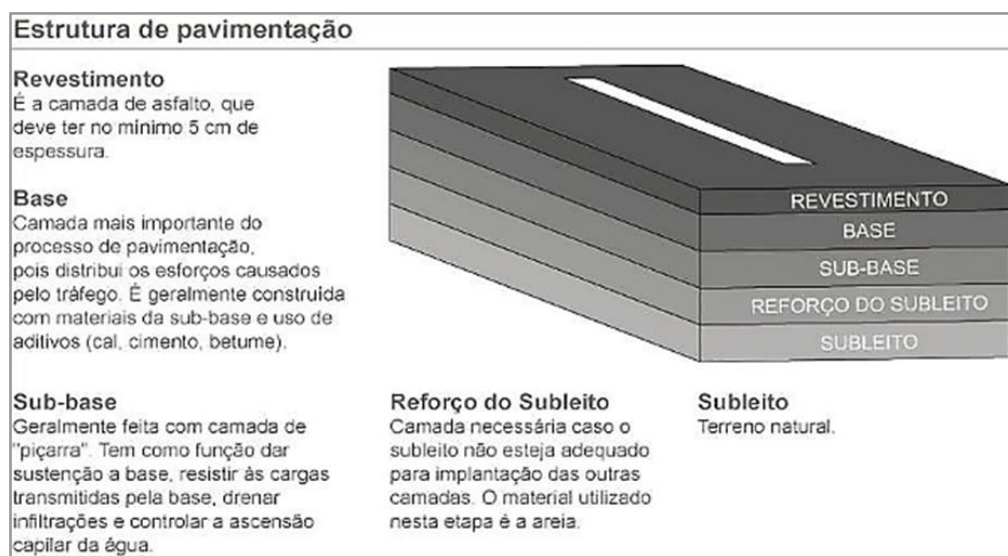


Figura 5

5.1.1.2. Principales Defectos del Pavimento Flexible (Asfalto CBUQ)

- Grietas por Fatiga y Deformación Permanente en la Huella de Rueda

La zona sometida a la acción repetida del tráfico forma, con el tiempo, dos de los principales defectos en pavimentos flexibles: las Grietas por Fatiga del Revestimiento (Fatigue Cracking), también conocidas como piel de cocodrilo, y la Deformación Permanente en la Huella de Rueda (Rutting).

Las grietas por fatiga son fisuras interconectadas que forman pequeños bloques, frecuentemente denominadas "piel de cocodrilo". Estas no deben confundirse con las Grietas en Bloque (Block Cracking), ya que son causadas por problemas estructurales, como el subdimensionamiento de las capas, el

debilitamiento estructural del pavimento en periodos de lluvia, o la acción repetida del tráfico durante el periodo de vida útil del proyecto.

Las deformaciones permanentes en la huella de rueda son deflexiones en el área de paso de los neumáticos. Pueden ser causadas por el subdimensionamiento de las capas del pavimento, errores en la dosificación de la mezcla asfáltica, falta de compactación con posterior consolidación por el tráfico, o por el corte por esfuerzo causado por debilitamiento estructural. La Figura 8 ilustra tanto las grietas por fatiga como la deformación permanente en la huella de rueda, siendo claramente visible la zona de paso de los neumáticos.



Figura 6 - Deformación Permanente (Rutting) y Grietas por Fatiga (Fatigue Cracking) en la huella de rueda. Fuente: Autor (2018)

- Grietas en Bloque

La gran diferencia visual entre las grietas en bloque y las grietas por fatiga, la mayoría de las veces está en el tamaño de los bloques y en sus patrones. Generalmente, las Grietas en Bloque (Block Cracking) son más grandes y presentan una forma bastante rectangular, a diferencia de las de fatiga. Además, estas grietas no están relacionadas con la fatiga y son frecuentemente causadas por el cambio en la viscosidad de la capa de revestimiento o por la contracción y expansión de las demás capas del pavimento debido a variaciones de temperatura a lo largo del día.

Las grietas también pueden surgir debido al uso de un alto porcentaje de agregados finos y un Cemento Asfáltico de Petróleo (CAP) con menor valor de penetración, es decir, con mayor viscosidad. Además, el bajo volumen de tráfico durante los primeros años del pavimento, etapa de consolidación, puede acelerar el proceso de envejecimiento del mismo. La severidad de estas grietas está relacionada con el tamaño de la apertura y la presencia de erosión en las esquinas. Las grietas deben ser selladas o tratadas para evitar la entrada de agua y la aparición de otros defectos posteriormente. La Figura 9 ilustra este tipo de defecto.



Figura 7 - Grietas en Bloque (Block Cracking). Fuente: Autor (2018)

- Grietas Longitudinales

Además de los problemas causados por el tráfico, los pavimentos pueden presentar defectos relacionados con cambios de temperatura o una mala ejecución. Las Grietas Longitudinales (Longitudinal Cracking) son grietas paralelas al eje de la vía y pueden aparecer tanto en las huellas de rodadura como en otras zonas de la calzada. Generalmente, este defecto es causado por una mala ejecución en las juntas de división de carriles de tráfico.

La Figura 10 ilustra las Grietas Longitudinales. Muchas veces estos defectos se confunden con el inicio de una Grieta por Fatiga (Fatigue Cracking), que presenta un patrón similar.



Figura 8 - Grieta Longitudinal (Longitudinal Cracking). Fuente: Autor (2017)

- Baches

Otro defecto bastante común son los Baches (Potholes). Los baches son huecos provocados por la desintegración de partes del revestimiento y son causados por la acción del tráfico o por la presencia de agua. Este tipo de defecto comienza con grietas por fatiga y, con el tiempo, partes del pavimento se desprenden de la estructura.

Además de causas estructurales, los baches también pueden originarse por problemas de construcción. Muchas veces, por la prisa en mostrar “resultados” —por no hablar de la falta de ética y de fiscalización—, algunos ejecutan el revestimiento sin la aplicación correcta de la capa de imprimación o sin respetar su tiempo de curado. La ausencia de este procedimiento impide la adherencia entre capas, generando desprendimiento localizado del revestimiento. El grado de severidad de los baches se mide por su profundidad, y si es mayor a 5 centímetros, se considera alta. La Figura 11 muestra un bache de severidad alta.



Figura 9 - Baches (Potholes). Fuente: Autor (2018)

- Desgaste

Los materiales bituminosos contienen compuestos orgánicos llamados maltenos y asfaltenos. Los maltenos constituyen la parte oleosa del material, con propiedades plásticas y de viscosidad. Los asfaltenos son la porción sólida del material, responsables de la rigidez. Con el envejecimiento del material y los cambios climáticos, los maltenos se transforman en asfaltenos. Este cambio en los materiales bituminosos también genera defectos conocidos como Desgaste.

El Desgaste (Raveling) está relacionado con la pérdida de adherencia del material bituminoso, causada por envejecimiento, endurecimiento, oxidación o intemperismo. Además, puede estar asociado a la falta de ligante asfáltico en la mezcla, a la pérdida de adherencia por productos químicos externos o al tránsito abierto antes de que el ligante se adhiriera correctamente al agregado. Aunque comúnmente se asocia con el uso excesivo, el desgaste también puede ser resultado de otras causas, como ejecutar el revestimiento en condiciones desfavorables. La Figura 12 ilustra un desgaste (raveling) en el pavimento.



Figura 10 - Desgaste (Raveling). Fuente: Autor (2018)

- Corrugaciones

Una de las características que debe tener un pavimento es la capacidad de resistir los esfuerzos horizontales impuestos por el tráfico. Las Corrugaciones en los pavimentos son deformaciones plásticas que forman ondulaciones en la superficie. Este defecto es generalmente resultado de esfuerzos tangenciales, es decir, de aceleración y frenado ejercidos por los neumáticos sobre el pavimento asfáltico.

Los manuales internacionales de pavimentos asfálticos dividen este defecto en dos categorías:

- Cuando presentan una longitud de onda corta, se denominan "Corrugation".
- Cuando tienen una longitud de onda mayor o levantamientos aislados, se denominan "Shoving".

Su aparición está relacionada con fallas estructurales (espesores del revestimiento muy delgados), errores en la dosificación de la mezcla asfáltica o problemas constructivos. En el caso de capas delgadas, el movimiento de frenado y aceleración puede provocar el "deslizamiento" de esta capa, debido a la baja estabilidad de la mezcla, generando las corrugaciones. La Figura 13 ejemplifica el defecto frente al Parque CERET del barrio Anália Franco, en São Paulo, cerca de un semáforo.



Figura 11 - Corrugaciones (Shoving y Corrugation). Fuente: Autor (2018)

- Bacheos

El Bacheo (Patch) es una zona del pavimento donde se ha retirado el material original y se ha sustituido por uno nuevo. Se aplican principalmente para corregir Baches (Potholes), que si no se tratan pueden comprometer aún más la estructura. Aunque se utilizan como solución, los bacheos también se consideran defectos del pavimento.

Esto se debe a que la presencia de una zona bacheada indica que ya ha habido un defecto previo. Por lo tanto, se consideran defectos para que la zona no sea ignorada y siempre esté bajo vigilancia, a fin de evitar la aparición de nuevos problemas. Sin embargo, los bacheos no aplican para todos los casos de deterioro del pavimento, siendo necesario analizar cada caso.

La Figura 14, por ejemplo, muestra una zona bacheada con varias grietas alrededor. Es decir, pronto con la propagación de las grietas volverá a estar deteriorada.



Figura 12 - Bacheo (Patch). Fuente: Autor (2018)

- Grietas por Reflexión

En el pasado era común utilizar adoquines como capa final de un pavimento, y todavía existen muchos puntos en las ciudades donde se encuentran estos materiales. Sin embargo, la superposición de estos materiales con una capa asfáltica puede generar defectos.

Las Grietas por Reflexión (Reflection Cracking) aparecen debido a problemas en la capa inferior, como grietas en la base que se reflejan en la capa de rodadura. Estas grietas también están asociadas a la rigidez de la base sobre la que se asienta la mezcla asfáltica. En el caso de los adoquines, que son materiales muy rígidos, su forma se refleja en la capa asfáltica como grietas, como se muestra en la Figura 15. Además, estos materiales, al tener una superficie lisa, no se adhieren bien al asfalto, lo que con el tiempo provoca que esta capa se desprenda de la estructura, como se muestra en la Figura 16.



Figura 13 - Grietas por Reflexión (Reflection Cracking). Fuente: Autor (2018)



Figura 14 - Falta de Adherencia sobre Adoquines. Fuente: Autor (2018)

La reflexión de grietas, o simplemente la propagación de grietas, es un fenómeno que ocurre cuando una capa superior de mezcla asfáltica entra en contacto directo con una capa inferior ya fisurada.

Cuando un pavimento con una capa inferior agrietada recibe una carga, se genera un estado diferente de tensiones en la zona de contacto. Esto provoca que la distribución de tensiones no sea uniforme, generando concentración en ciertos puntos. Como resultado, las grietas tienden a reflejarse en esos puntos de discontinuidad del esfuerzo.

La reflexión de grietas es una de las principales razones por las que no se deben aplicar capas asfálticas ni hacer recapados sobre capas no tratadas, sin sellar las grietas o fresar previamente. De lo contrario, es extremadamente probable que la nueva capa presente grietas en los primeros meses de uso.

- Grietas Transversales

Las Grietas Transversales (Transverse Cracking) se producen de forma perpendicular al eje de la vía, y generalmente están relacionadas con la contracción térmica de la capa de rodadura o de la base, aunque también pueden deberse a reflexión. La Figura 17 muestra una grieta transversal unida a una longitudinal.



Figura 15 - Grieta Transversal (Transverse Cracking). Fuente: Autor (2018)

- Bombeo de Finos

La aparición de grietas, baches y otros defectos previamente mencionados reduce la funcionalidad del pavimento y genera mayores costos de mantenimiento vial. Además, si no se realizan las tareas de mantenimiento, pueden derivar en otros defectos, como el Bombeo (Water Bleeding y Pumping).

El bombeo consiste en la expulsión de materiales a través de grietas o juntas, y puede dividirse en dos categorías. Cuando se expulsa solo agua, la literatura internacional lo denomina "Water Bleeding". Cuando el material expulsado incluye agua y finos de la base, se llama Bombeo de Finos (Pumping).

El bombeo ocurre con la aplicación de cargas móviles sobre el pavimento, lo que incrementa la presión y provoca la expulsión del material a través de las grietas. La presencia de agua acumulada en las capas inferiores es una de las principales causas de este defecto, que también reduce la capacidad de soporte. Además, la presencia de finos o vegetación en zonas agrietadas indica acumulación de agua y bombeo en el pavimento. Este defecto también puede estar relacionado con la falta de un sistema de drenaje adecuado. La Figura 16 muestra una situación común en áreas urbanas.



Figura 16 - Bombeo (Pumping and Water Bleeding). Fuente: Autor (2018)

- Exudación y Agregados Pulidos

Los defectos ocurren muchas veces por fallas en la ejecución o errores en el diseño, dosificación, etc. La Exudación (Bleeding) es el exceso de ligante asfáltico en la superficie de un pavimento flexible, fácilmente identificable por el reflejo que produce al incidir la luz.

Este defecto es causado por una combinación de errores. Frecuentemente ocurre por una dosificación incorrecta de la mezcla asfáltica, como el uso de un contenido excesivo de ligante. También puede ser causado por exceso de imprimación durante la ejecución o por falta de vacíos en la mezcla.

Los Agregados Pulidos (Polished Aggregate) son el desgaste del ligante y los agregados del pavimento, causado por la abrasión del tráfico o por una mala selección de agregados.

Ambos defectos no solo afectan la apariencia del pavimento: el exceso o falta de ligante y el pulido de los agregados afectan directamente la macrotextura del pavimento. Con la macrotextura comprometida, el coeficiente de fricción disminuye y puede provocar accidentes, especialmente por hidroplaneo. La Figura 19 ilustra la exudación.



Figura 17 - Exudación (Bleeding). Fuente: Autor (2018)

- Grietas de Borde y Desnivel entre la Calzada y el Acotamiento

En pavimentos que no tienen acotamiento o carecen de confinamiento lateral, aparecen grietas en los bordes. Las Grietas de Borde (Edge Cracking) se deben a una compactación insuficiente de la mezcla, drenaje deficiente o falta de confinamiento lateral, y generalmente tienen un patrón parabólico.

La Figura 20 muestra una grieta de borde unida a otras grietas (transversales y longitudinales) y presencia de vegetación, probablemente por drenaje deficiente.



Figura 18 - Grietas de borde (Edge Cracking). Fuente: Autor (2018)

- Deformaciones u Ondulaciones en el Asfalto

En pavimentos sin buena base o por el paso de vehículos con sobrepeso, aparecen ondulaciones que desplazan el asfalto CBU hacia las zonas intermedias por donde circulan los ejes de los vehículos.



Figura 19



Figura 20 - Deformaciones u ondulaciones causadas por el paso de vehículos muy pesados y/o mala calidad de la base aplicada

- Ejemplos de Pavimentos en Mal Estado



Figura 21



Figura 22



Figura 23



Figura 24



Figura 25



Figura 26



Figura 27



Figura 28

- Ejemplos de Pavimentos en Buen Estado



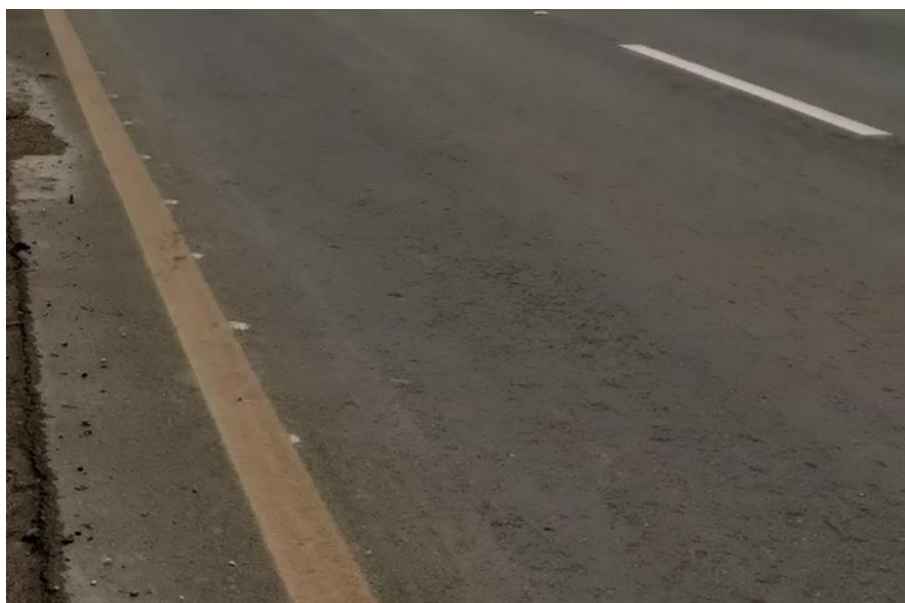
Figura 29



Figura 30



Figura 31

*Figura 32**Figura 33*

5.2. Infraestructura Necesaria

Además de la [Inspección del Pavimento](#) donde se instalará el ITSSENSOR PIEZO, deben ejecutarse los siguientes procesos, en lo posible, en el orden indicado, conforme detallado en la Guía de Instalación y Mantenimiento del ITSSENSOR PIEZO:

- 1) Corte en el asfalto para el sensor;

- 2) Corte en el asfalto para el paso de cables;
- 3) Pruebas, preparación e instalación del ITSENSOR PIEZO;
- 4) Colocación del sensor de temperatura en el corte para paso de cables (cuando se aplique el modelo Clase I, utilizado en Pesaje);
- 5) Cierre del corte en el asfalto para el ITSENSOR PIEZO (utilizando Cemento Resina);
- 6) Cierre del corte en el asfalto para paso de cables (protegiendo los cables cuando se utilice elastómero o brea caliente).

Nota: Es responsabilidad del instalador evaluar y levantar los requisitos para la incorporación del sensor Piezo a su solución de pesaje.



Cierre del corte en el asfalto: Cuando se aplica elastómero o asfalto caliente, al entrar en contacto con el cable pueden dañarlo. Utilice siempre una protección adicional para los cables antes de cerrar el corte en el asfalto.

6. Cuidados y Mantenimiento

Se requieren algunos cuidados para garantizar el rendimiento del producto y prolongar su vida útil.



Riesgos del Producto: El uso del producto presenta riesgos, los cuales están detallados en la sección de Riesgos de Manipulación.

7. Condiciones Generales de la Garantía

Pumatronix garantiza el producto contra cualquier defecto de material o de fabricación por un período de 1 año a partir de la fecha de emisión de la factura, siempre que, a criterio de sus técnicos autorizados, se compruebe que el defecto ocurrió en condiciones normales de uso.

La reposición de piezas defectuosas y la ejecución de servicios derivados de esta garantía solo se llevarán a cabo en el Servicio Técnico Autorizado de Pumatronix o por un tercero expresamente indicado por ella, donde deberá entregarse el producto para su reparación.

Esta garantía solo será válida si el producto está acompañado del Formulario de Mantenimiento debidamente cumplimentado y sin enmiendas, junto con la Factura.

7.1. Situaciones en las que el Producto Pierde la Garantía

- 1) Uso de software/hardware no compatible con las especificaciones del Manual;
- 2) Conexión del producto a la red eléctrica fuera de los estándares establecidos en el manual del producto y en instalaciones con variaciones excesivas de tensión;
- 3) Filtración de líquidos debido a la apertura/cierre del producto;
- 4) Daños causados por agentes naturales (descarga eléctrica, inundación, salinidad, exposición excesiva a variaciones climáticas, entre otros) o exposición excesiva al calor (más allá de los límites establecidos en el Manual);
- 5) Uso del producto en ambientes con gases corrosivos, humedad excesiva y/o polvo;
- 6) Presencia de señales de adulteración de los precintos de seguridad;
- 7) Se presenten señales de apertura o modificación por parte del Cliente en áreas del producto no autorizadas por Pumatronix;

- 8) Daños causados por accidentes/caídas/vandalismo;
- 9) Número de serie adulterado y/o removido;
- 10) Daños resultantes del transporte y embalaje del producto por parte del Cliente en condiciones inadecuadas;
- 11) Mal uso y uso en desacuerdo con el Manual de Instrucciones.

8. Política de Privacidad

De acuerdo con la Ley General de Protección de Datos (LGPD) - Ley N ° 13.709, de 14 de agosto de 2018, este producto tiene funciones programables para la captura y procesamiento de imágenes que pueden violar la LGPD cuando se utiliza, junto con otros equipos, para capturar datos personales.

El equipo no recopila, utiliza ni almacena información personal, sensible o no para su funcionamiento.

Pumatronix no se hace responsable de los fines, uso y tratamiento de las imágenes captadas, y el control de la información y formas de funcionamiento del producto son decisión exclusiva del usuario o comprador del producto.

