



Seminario
**Patrimonio Vial,
Transporte
y Logística**

Determinación de espectros de
carga a partir de datos de un
sistema de pesaje dinámico

aperez@imt.mx

Antecedentes





Tránsito Vehicular

El predecir la durabilidad de los pavimentos es una tarea complicada. El tránsito vehicular constituye uno de los elementos más importantes y difíciles de caracterizar cuando se realiza un diseño de pavimentos. Cuantificar el efecto del tránsito en los pavimentos es complejo, debido a la diversidad de cargas, tipos de vehículos y velocidades de operación.

Pesaje vehicular

En México, se lleva a cabo el Estudio Estadístico de Campo del Autotransporte Nacional, realizado por la Dirección General de Servicios Técnicos, el cual desde 1990 recopila información de las cargas por eje de los principales vehículos de carga que circulan por la red federal libre de peaje. Desafortunadamente las estaciones no son instaladas de manera permanente, ni en el mismo sitio y se cuenta con un número limitado de ellas.

Estaciones Itinerantes

Localización Geográfica de Estaciones



Estaciones de pesaje dinámico

Desde 2005, se han monitoreado de forma itinerante las cargas por eje de los vehículos que circulan por la red federal de carreteras, tanto en la libre de peaje como en la de cuota.

Lo anterior se ha realizado con estaciones de pesaje tipo (WIM) colocadas durante períodos de cuatro días para diferentes sitios de interés.

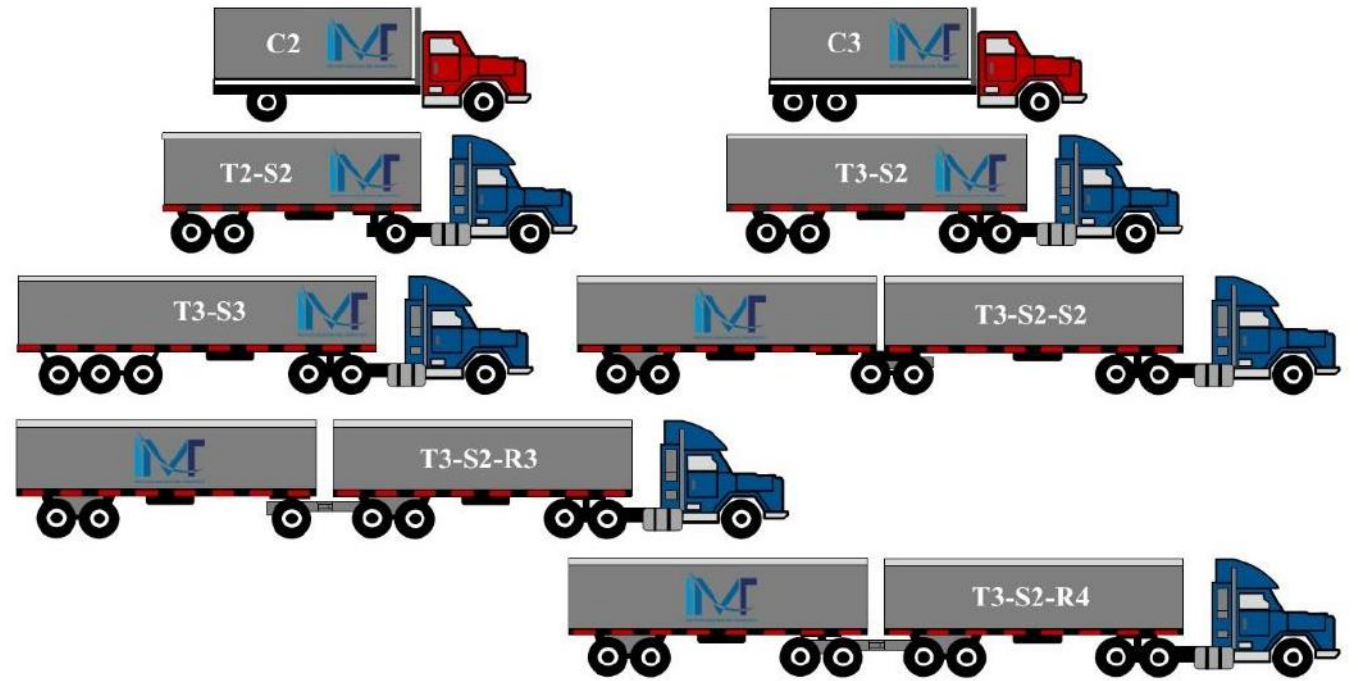
Vehículos

La normativa de pesos y dimensiones de México, Norma NOM-012-SCT-2-2017 considera 26 tipos de vehículos, varios de ellos corresponden a combinaciones de los siguientes tipos de vehículos de carga

Clase: Vehículo o Configuración	Nomenclatura
Autobús	B
Camión unitario	C
Camión remolque	C-R
Tractocamión articulado	T-S
Tractocamión doblemente articulado	T-S-R y T-S-S

Vehículos en estudio

Normalmente se consideran 8 tipos de vehículos, y que corresponden a los que anualmente se reportan en la edición anual de Datos Viales de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, y son los que aparecen con mayor frecuencia en las carreteras federales.

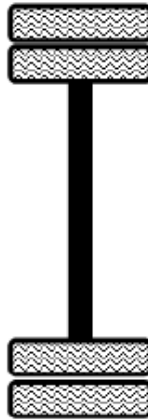


Configuraciones de ejes

Las cuatro configuraciones de ejes consideradas para este trabajo son: sencillo, dual, tándem y trídem.



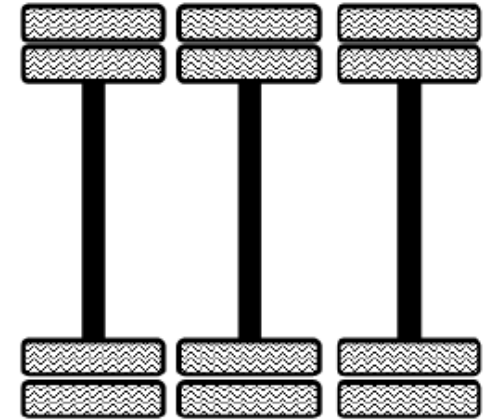
Sencillo



Sencillo Dual



Tándem



Trídem

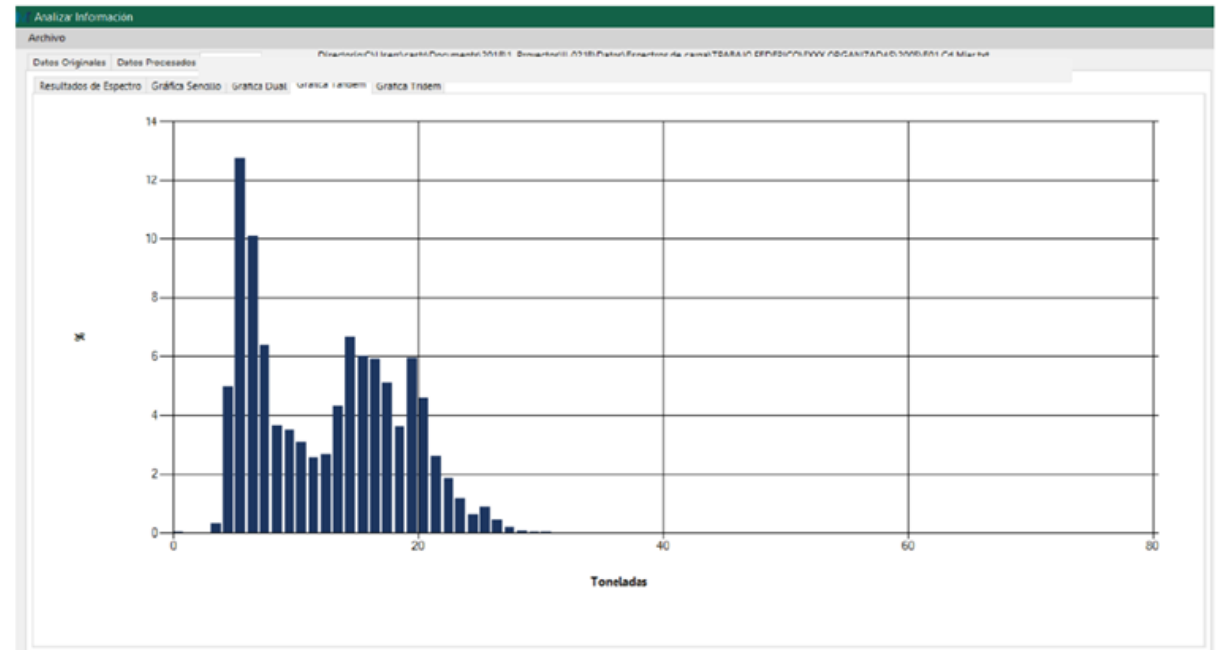
Espectro de carga

El espectro de carga se define como:

La distribución normalizada de la carga de una configuración de eje dado (sencillo, dual, tándem, trídem), de un cierto tipo de vehículo o de un conjunto de ellos durante un periodo de tiempo establecido.

Herramienta informática

Con la finalidad de realizar el análisis de la información recolectada, se desarrolló una herramienta informática que facilita la gestión de la información.



Análisis

La herramienta permite realizar análisis por estación de pesaje, por corredores carreteros, por año, por estado, por zona económica, etc.).

Combinación Espectros

Herramientas Administrador IMT PAVE

Del Pacífico

Estaciones Mis Estaciones Est. a Sumar

E01.xml
E02.xml
E03.xml
E04.xml
E05.xml
E06.xml
E07.xml
E08.xml
E17.xml
E18.xml
E19.xml
E20.xml
E21.xml
E22.xml
E23.xml
E24.xml
E25.xml
E26.xml
E27.xml
E28.xml
E29.xml
E30.xml
E31.xml
E32.xml
E33.xml
E34.xml
E35.xml
E36.xml
E37.xml
E38.xml
E39.xml
E40.xml
E41.xml
E42.xml
E43.xml
E44.xml
E45.xml

Agregar -->>

<<< Quitar

Modo:

☒ Corredor

☐ Año

☐ Estado

☐ Todas

☐ Modo libre

Seleccione una opción:

Del Pacífico

Sumar Estaciones

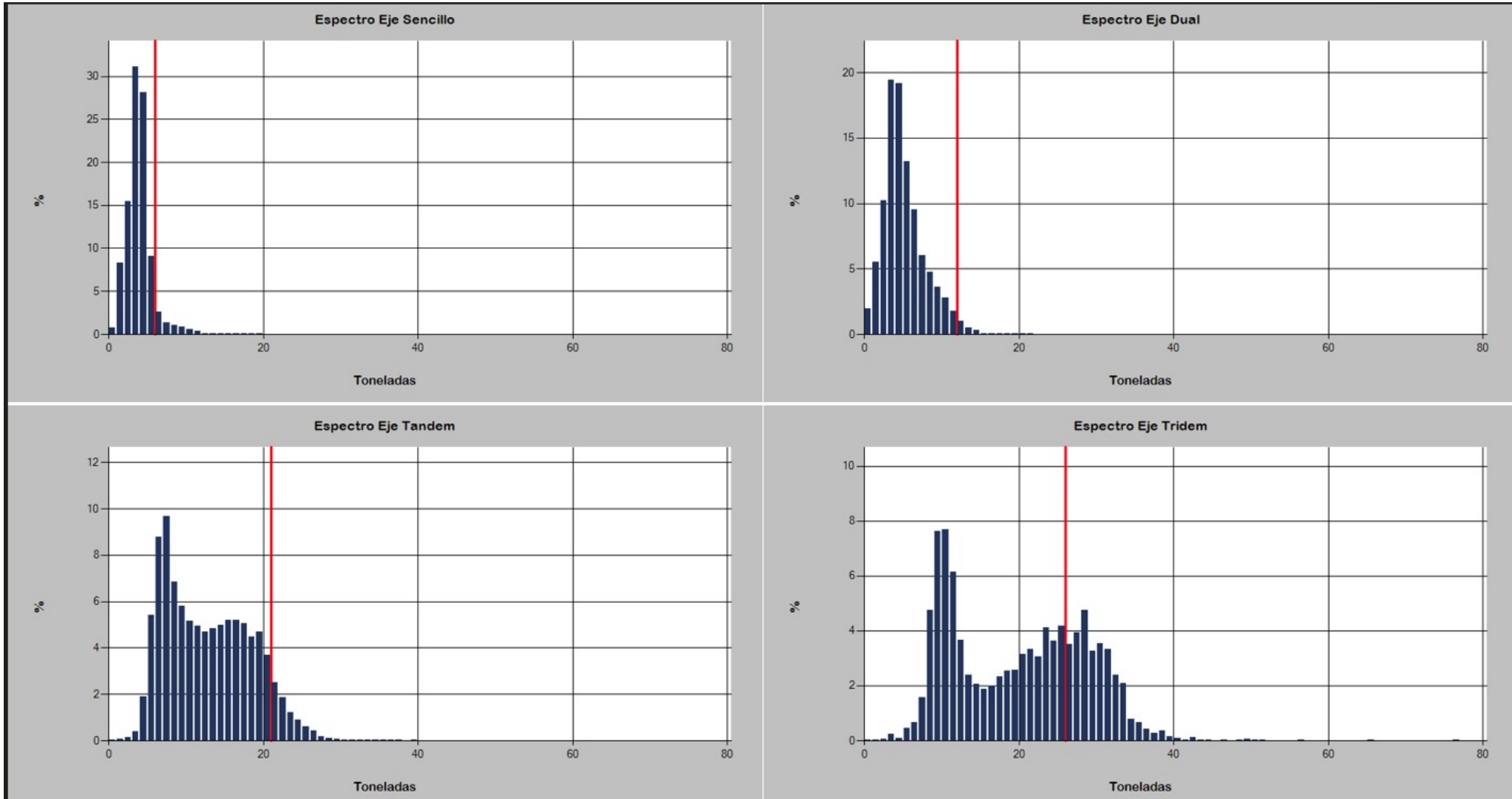
Guardar Datos ".xml"

Actualizar Listas

E29.xml
E68.xml
E69.xml
E131.xml
E138.xml
E155.xml
E163.xml

	Límite inferior	Marca de clase	Límite superior	Sencillo	Dual	Tándem	Tridem
0	0.5	1	0	0	0	0	
1	1.5	2	0	0	0	0	
2	2.5	3	0	0	0	0	
3	3.5	4	0	0	0	0	
4	4.5	5	0	0	0	0	
5	5.5	6	0	0	0	0	
6	6.5	7	0	0	0	0	
7	7.5	8	0	0	0	0	
8	8.5	9	0	0	0	0	
9	9.5	10	0	0	0	0	
10	10.5	11	0	0	0	0	
11	11.5	12	0	0	0	0	
12	12.5	13	0	0	0	0	
13	13.5	14	0	0	0	0	
14	14.5	15	0	0	0	0	
15	15.5	16	0	0	0	0	
16	16.5	17	0	0	0	0	
17	17.5	18	0	0	0	0	
18	18.5	19	0	0	0	0	
19	19.5	20	0	0	0	0	
20	20.5	21	0	0	0	0	
21	21.5	22	0	0	0	0	
22	22.5	23	0	0	0	0	
23	23.5	24	0	0	0	0	
24	24.5	25	0	0	0	0	

Espectros de carga en México



Instalación



Pesos estáticos por eje



NOM-198-SCFI-2018: Instrumentos de medición, sistemas de pesaje y dimensionamiento dinámico vehicular, requisitos técnicos y especificaciones.

Vehículos de prueba



Aspectos a considerar

Es importante que los neumáticos estén en óptimas condiciones, un neumático con desgaste o protuberancias en su superficie, puede afectar a las mediciones.

Los neumáticos deben operar con su la presión de inflado y mantenerla a lo largo de las pruebas.

De preferencia, los neumáticos deben de tener la misma figura en la banda de rodadura.



Aspectos a considerar

La suspensión de los vehículos debe estar en óptimas condiciones.

Durante el proceso de prueba, es importante revisar las suspensiones neumáticas del vehículo en uso, la pérdida de presión en una suspensión neumática, puede provocar alteraciones en la distribución de carga por eje y/o grupo de ejes.



Aspectos a considerar

Es importante el constatar que el acomodo del material en la caja del vehículo debe ser uniforme sobre la superficie de la caja; un mal acomodo puede provocar cambios en el peso por eje durante el proceso de prueba.



Aspectos a considerar

Al pesar una configuración de ejes (trídem, tándem, etc.), es importante que al menos los ejes de un arreglo se encuentren al mismo nivel.

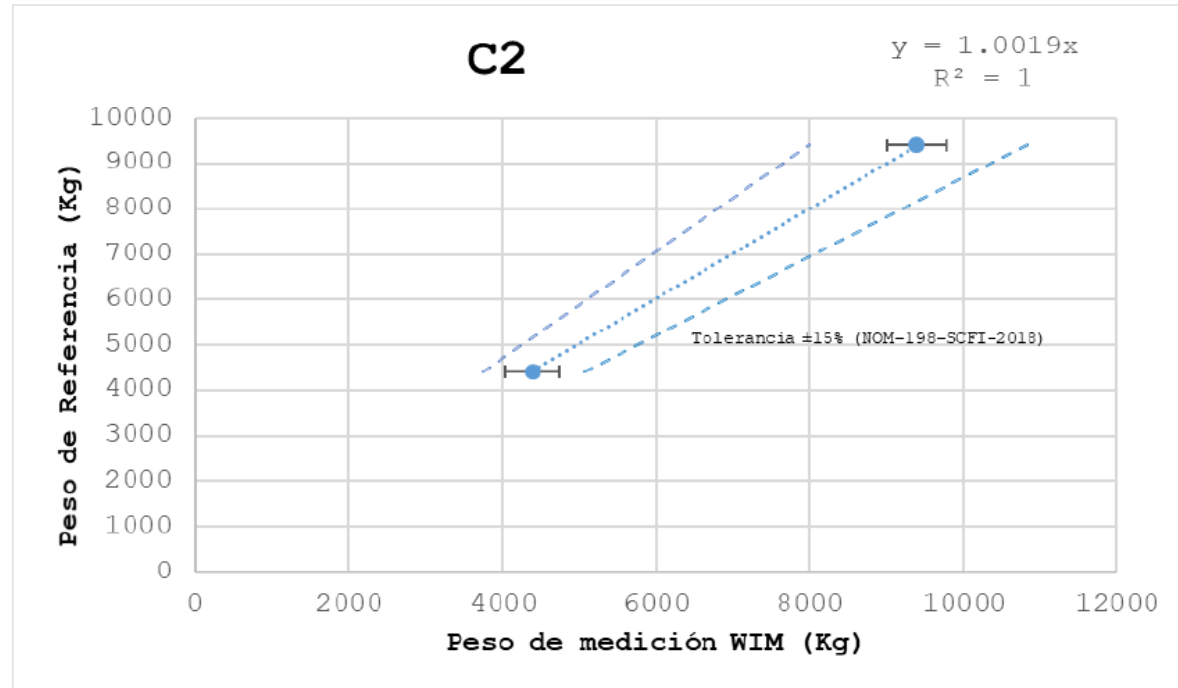
Se recomienda, en la medida de lo posible, realizar el proceso de pesaje estático en el mismo sitio donde se encuentra instalado el sistema WIM, esto con la finalidad de obtener pesos patrón representativos en el sitio de medición.



Errores de medición

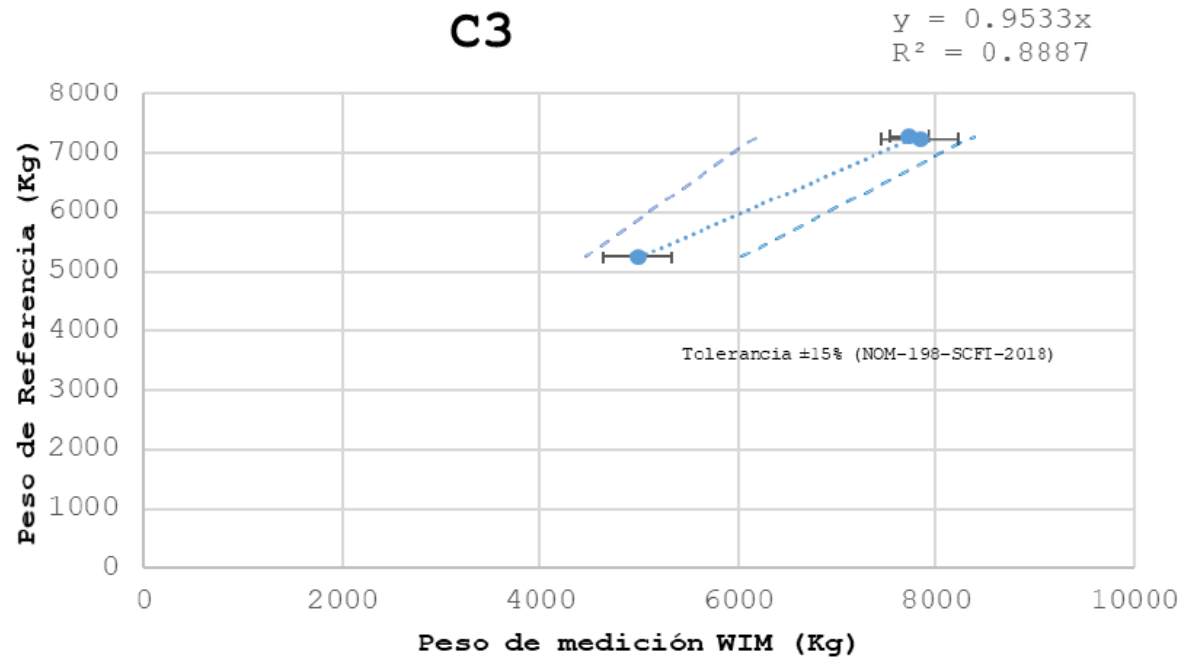
Resumen errores de medida verificación carril baja km 118+500 (Porcentaje)										
Clasificación	PBV	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	Eje 6	Eje 7	Eje 8	Eje 9
C2	2.58	4.21	1.81							
C3	3.95	6.38	8.33	5.98						
T3-S2	1.14	5.23	3.99	2.962	3.35	1.33				
T3-S3 (PH3873A)	2.622	9.655	1.837	1.078	4.478	3.333	5.179			
T3-S2-R4	1.528	2.479	1.511	1.065	1.083	2.558	5.323	1.467	2.327	2.934

Resultados

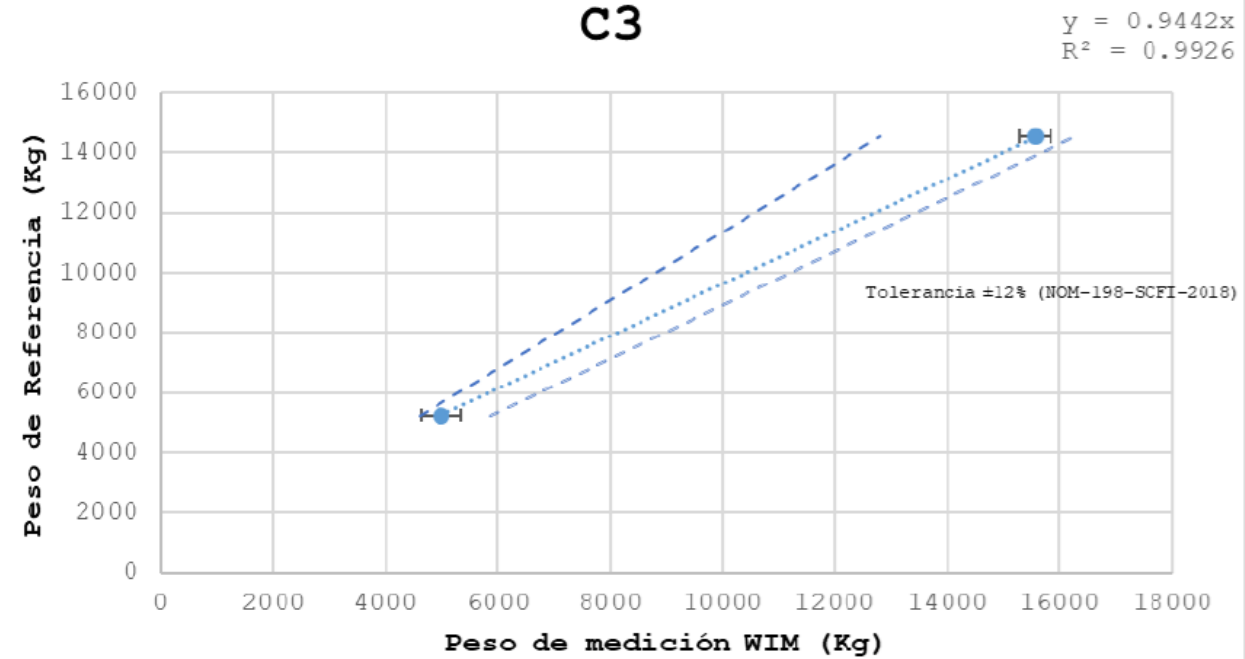


Resultados

C3



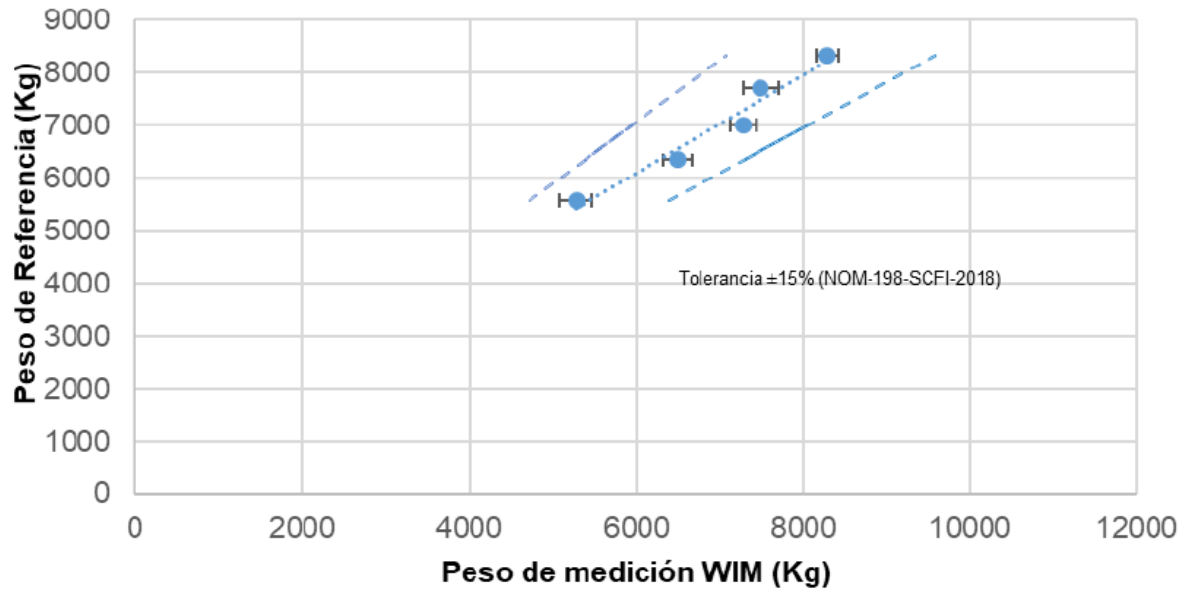
C3



Resultados

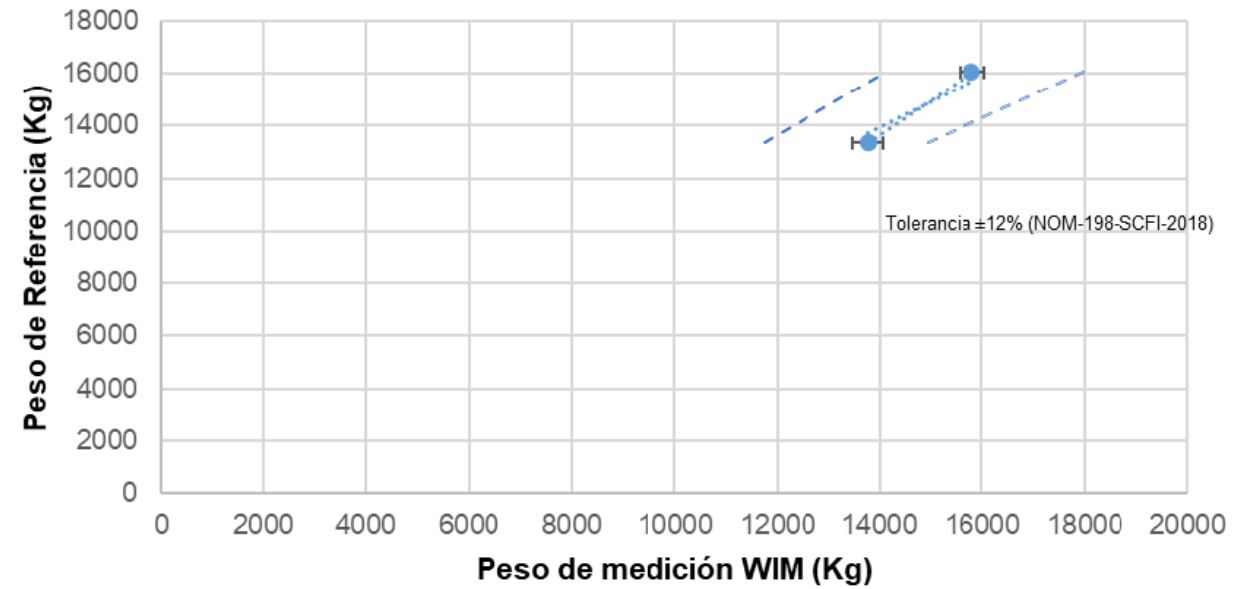
T3 - S2

$$y = 1.0015x$$
$$R^2 = 0.952$$



T3 - S2

$$y = 0.9954x$$
$$R^2 = 0.9351$$

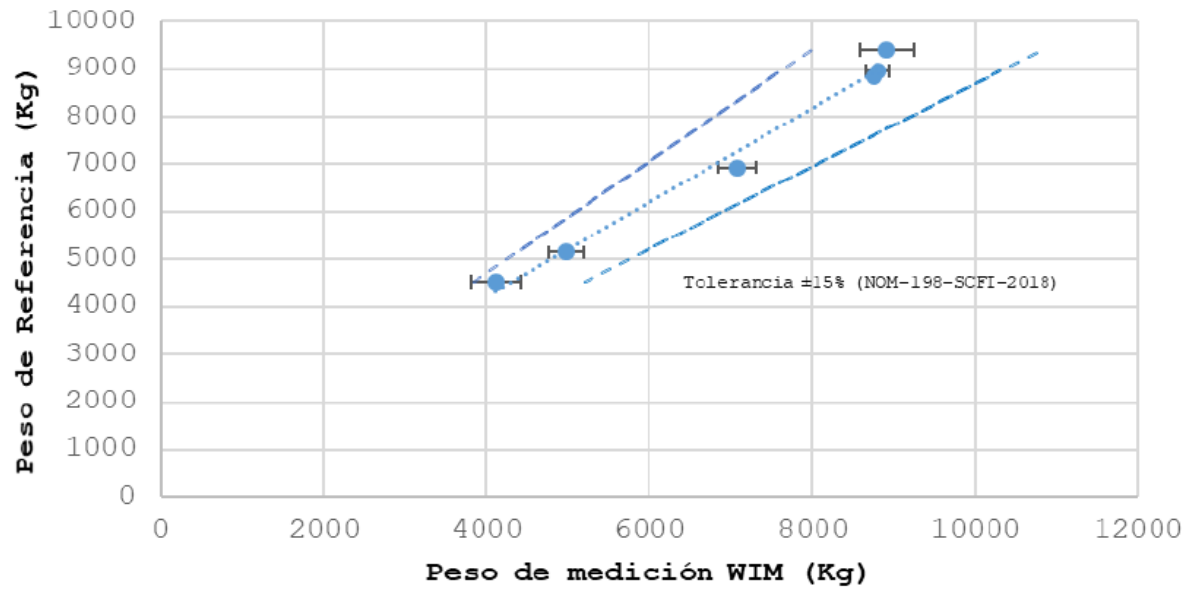


Resultados

T3 - S3

$$y = 1.0242x$$

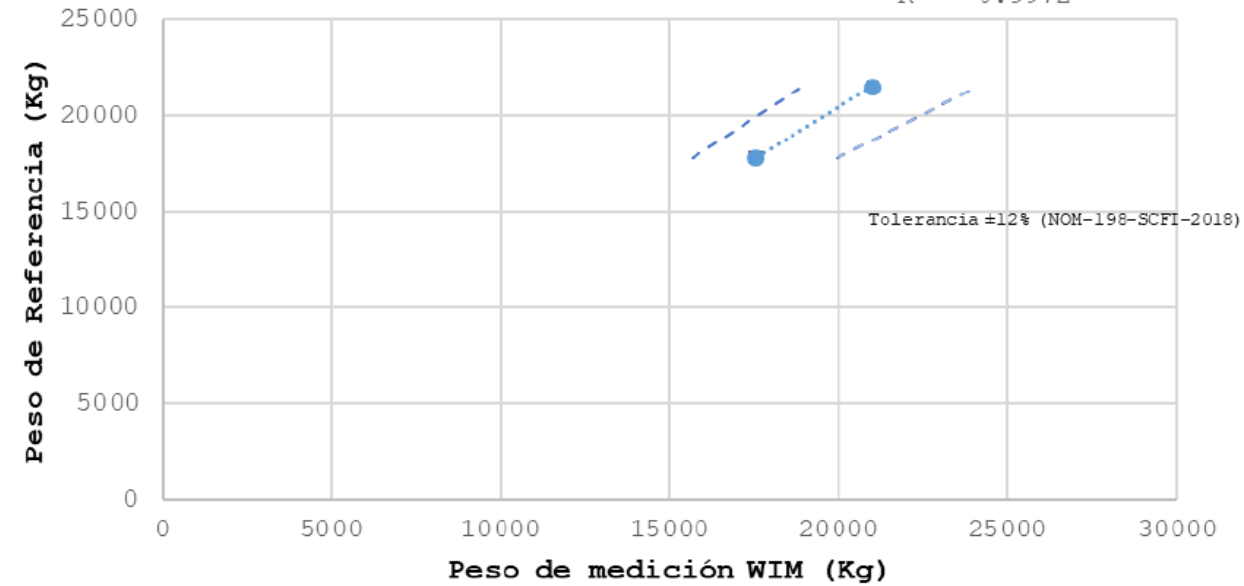
$$R^2 = 0.9867$$



T3 - S3

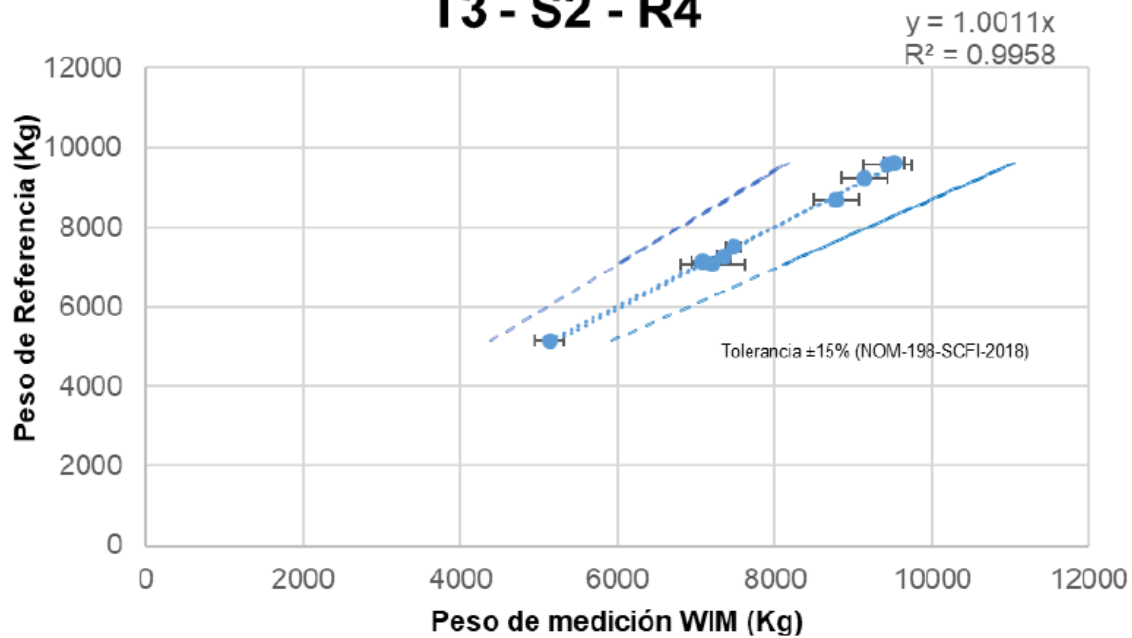
$$y = 1.0197x$$

$$R^2 = 0.9972$$

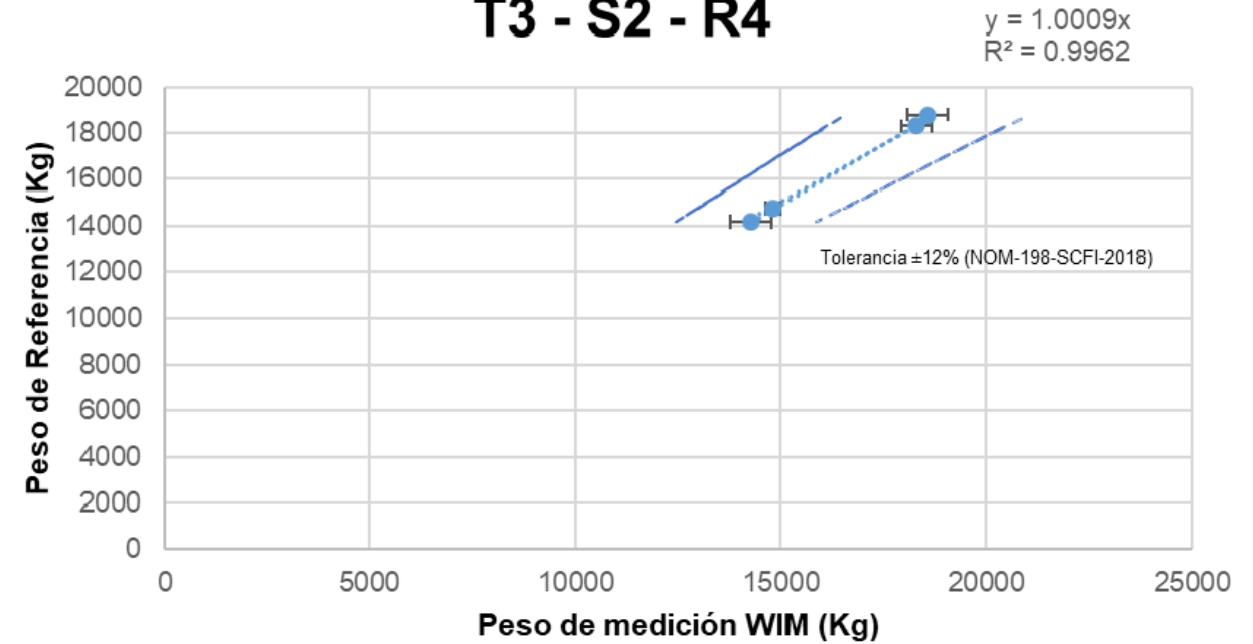


Resultados

T3 - S2 - R4

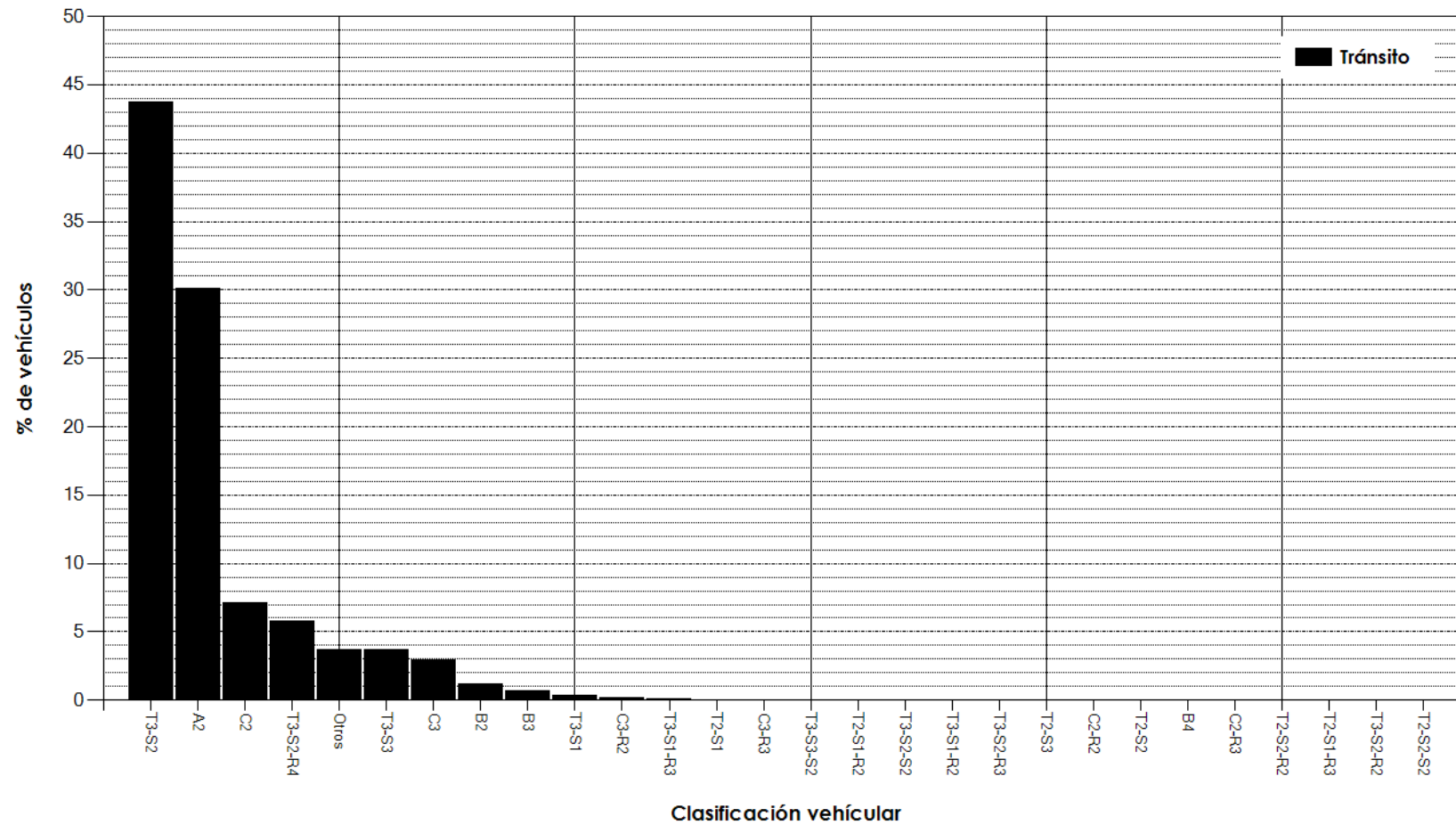


T3 - S2 - R4



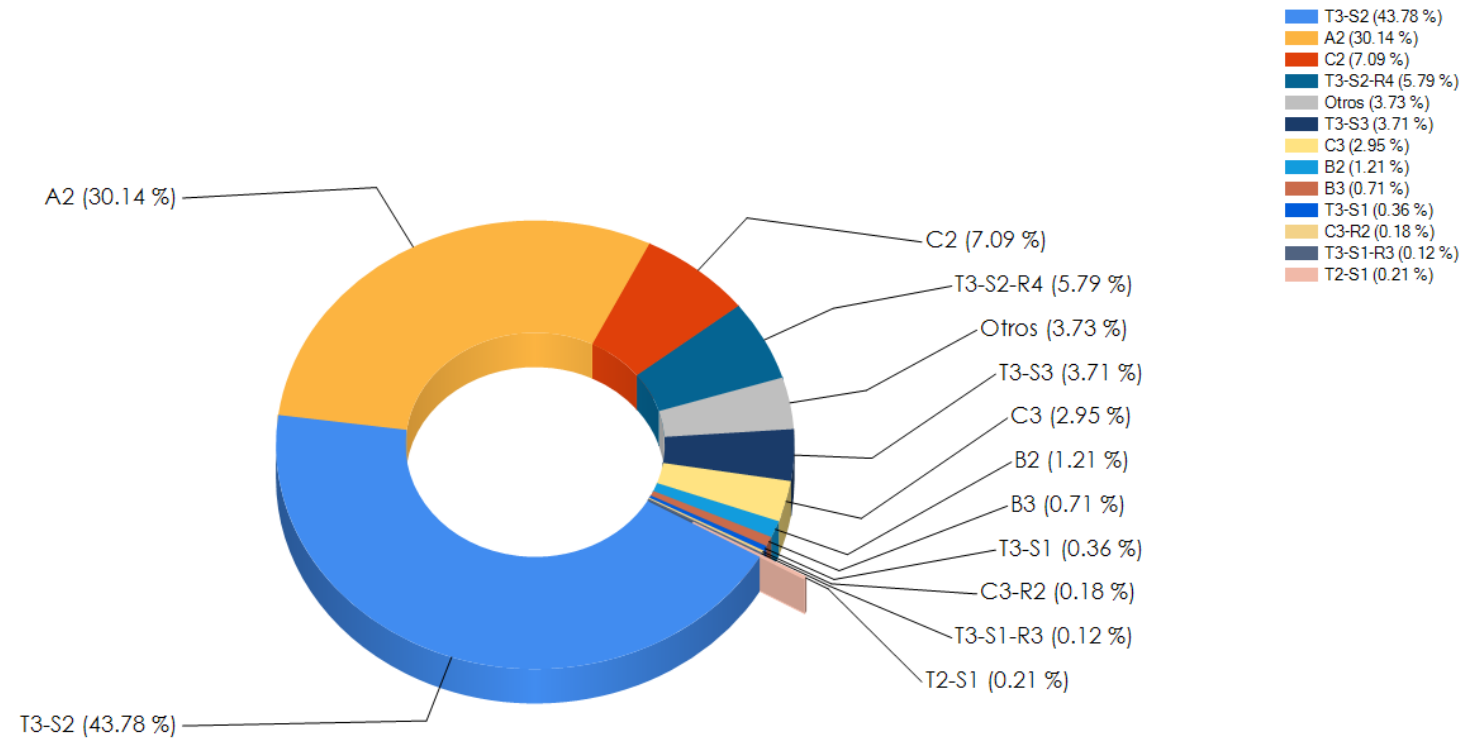
Tránsito Vehicular

Análisis de tránsito

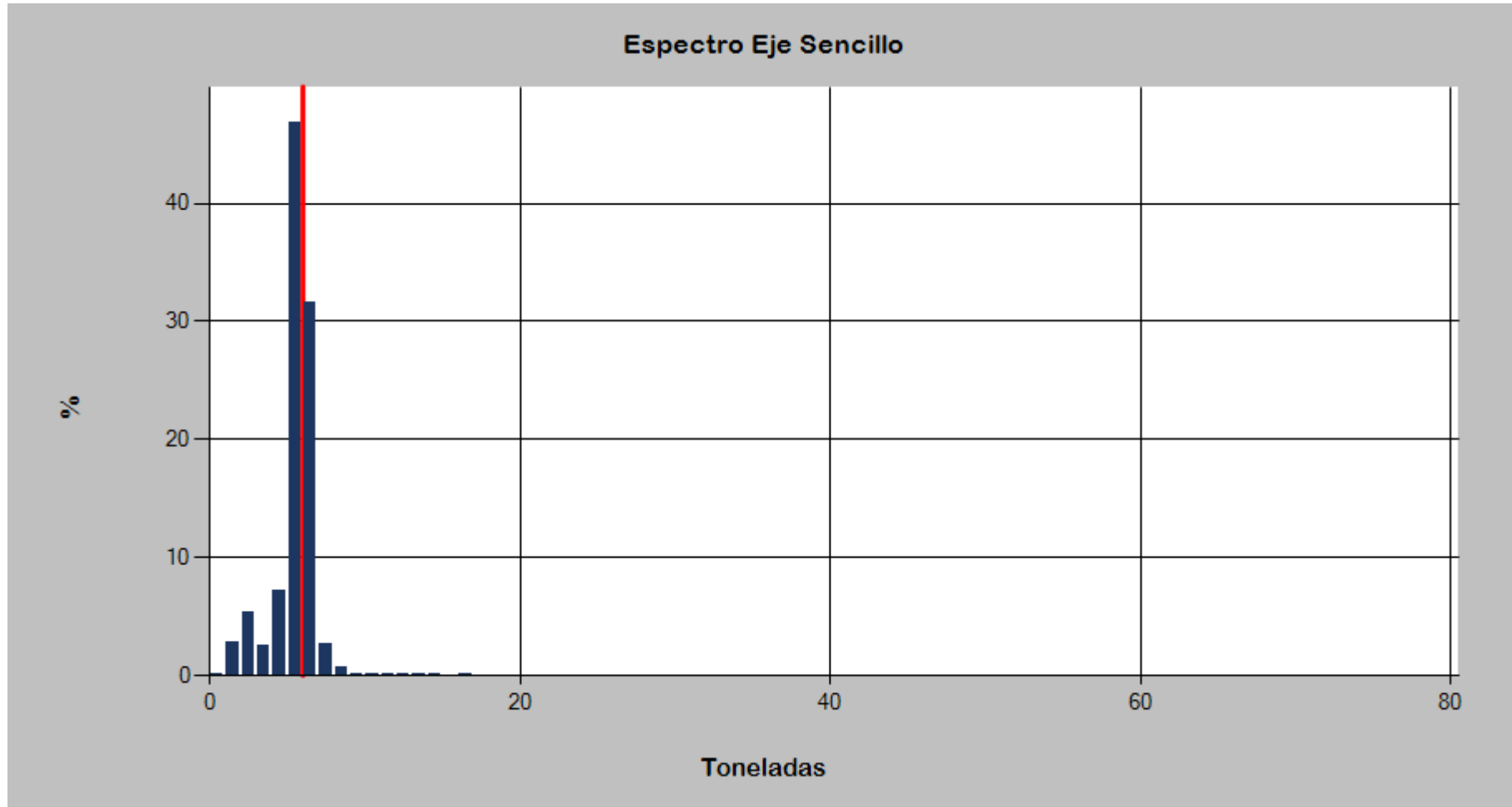


Tránsito Vehicular

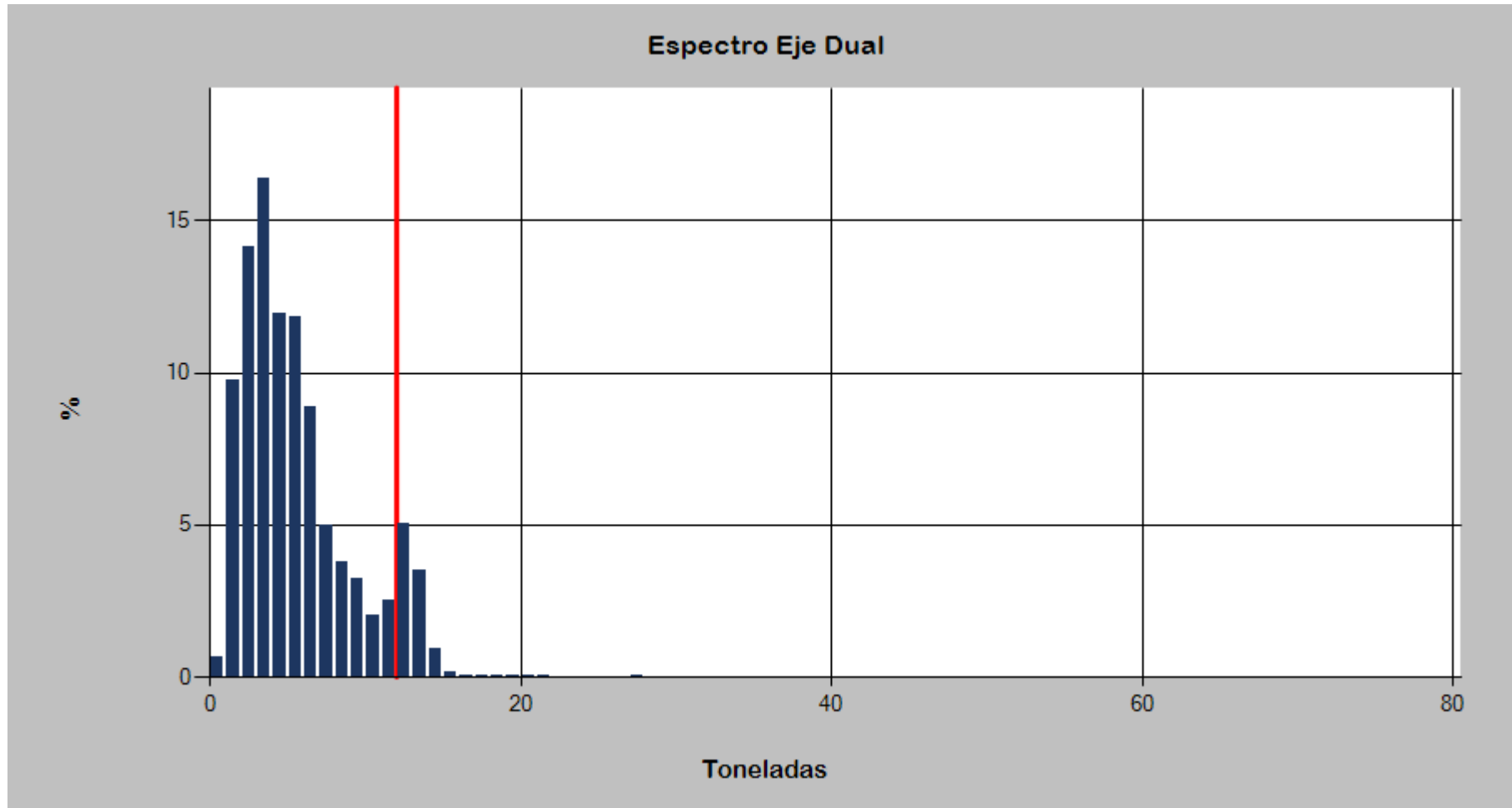
Distribución del tránsito



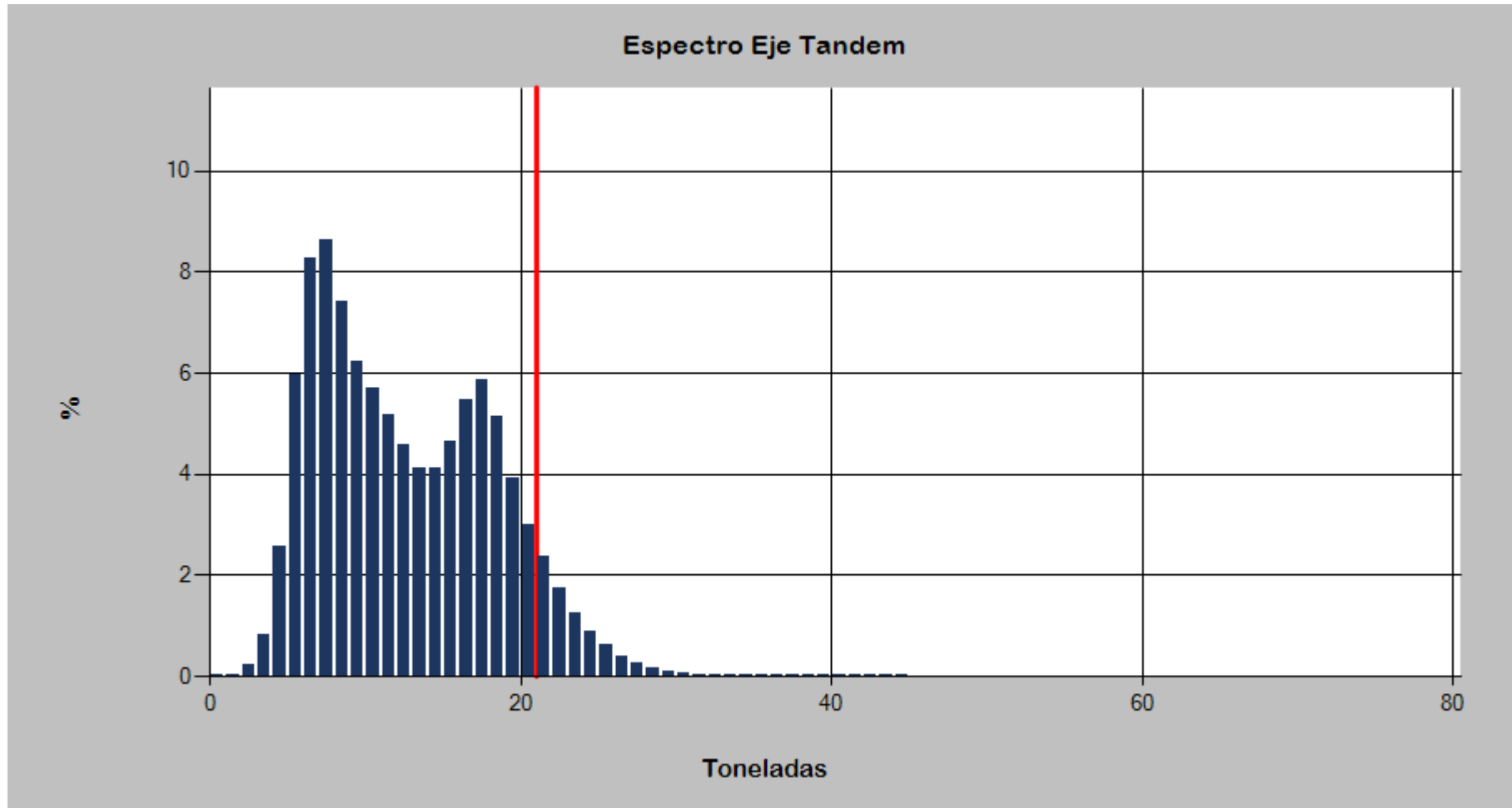
Espectros de carga



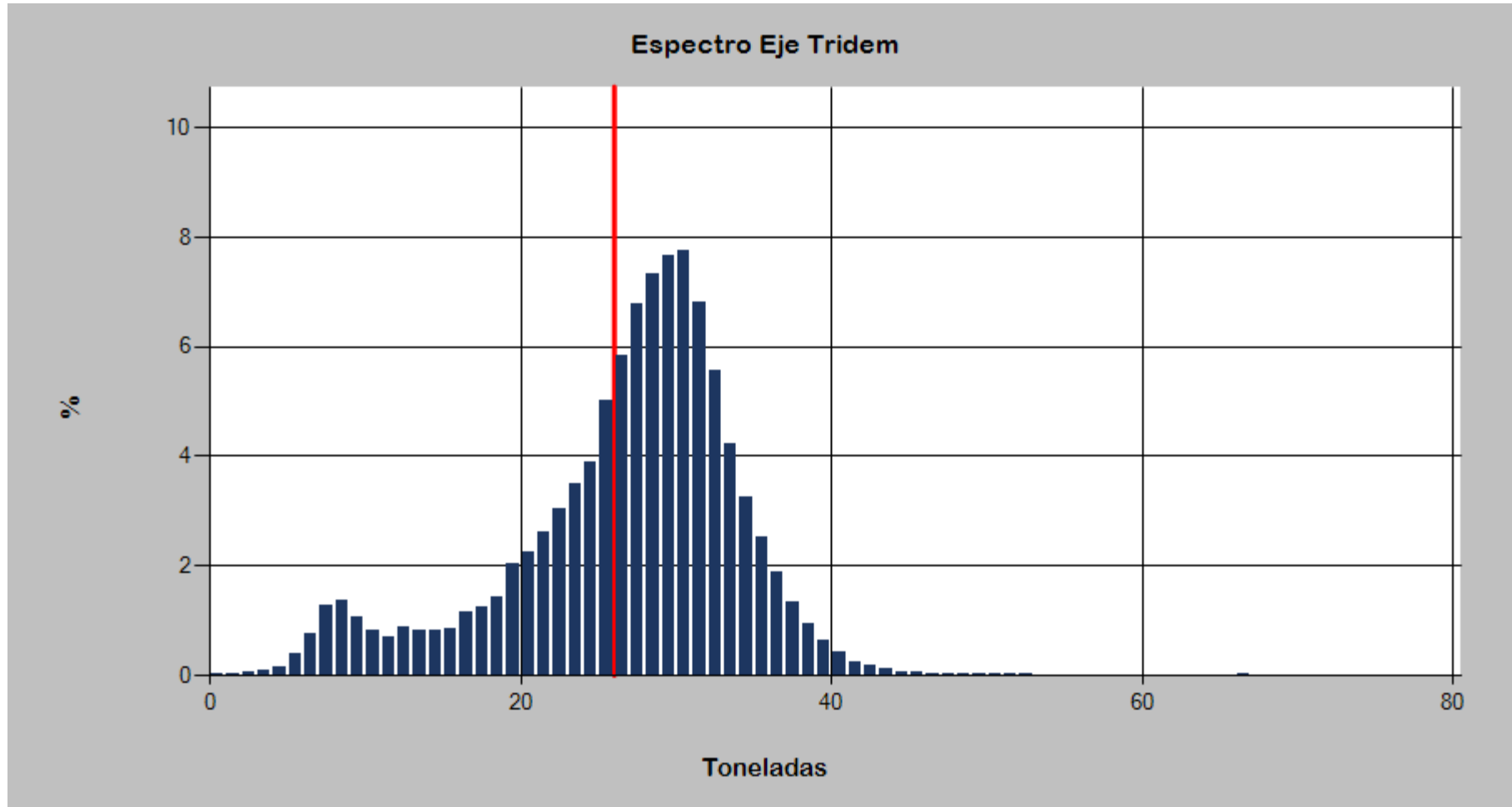
Espectros de carga



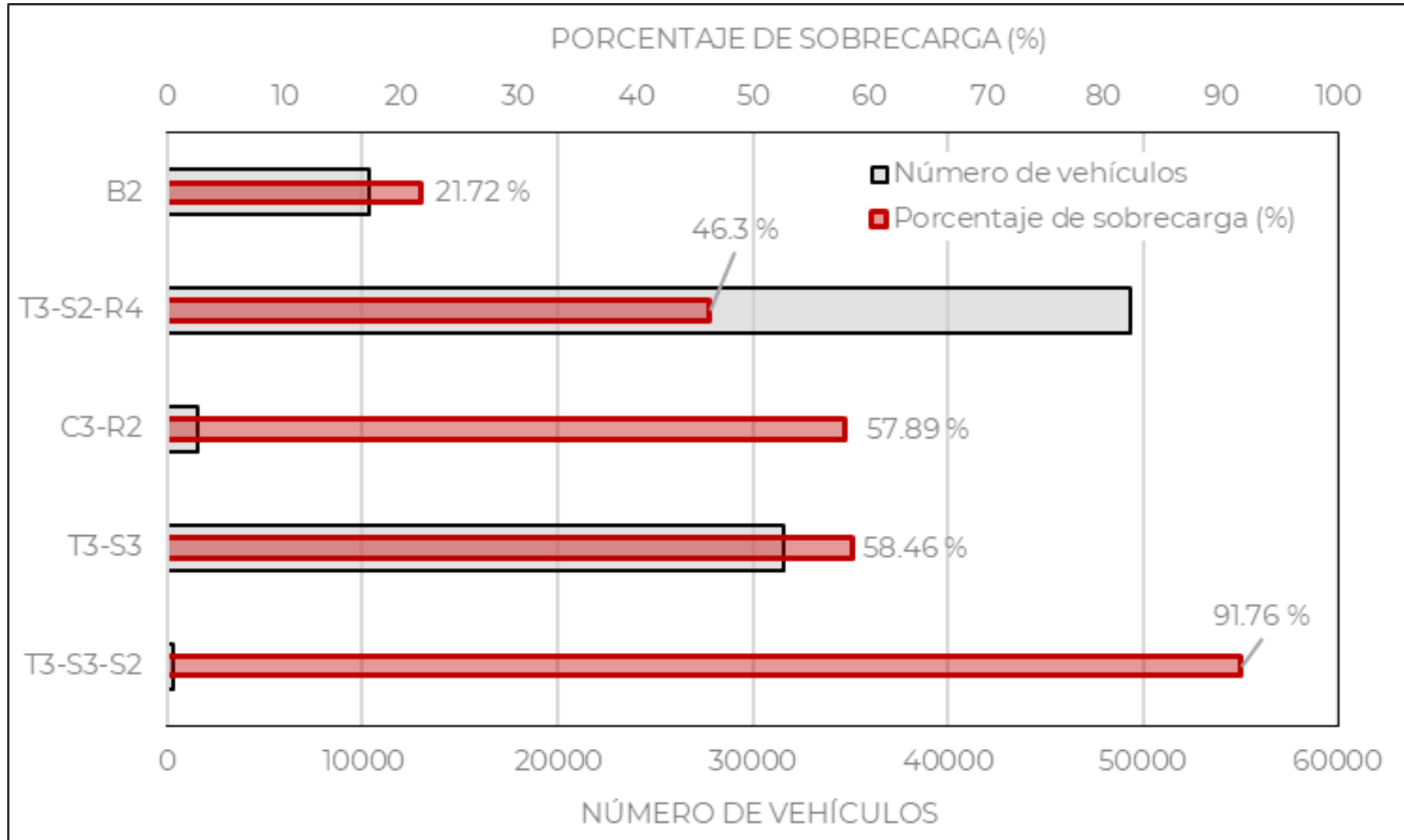
Espectros de carga



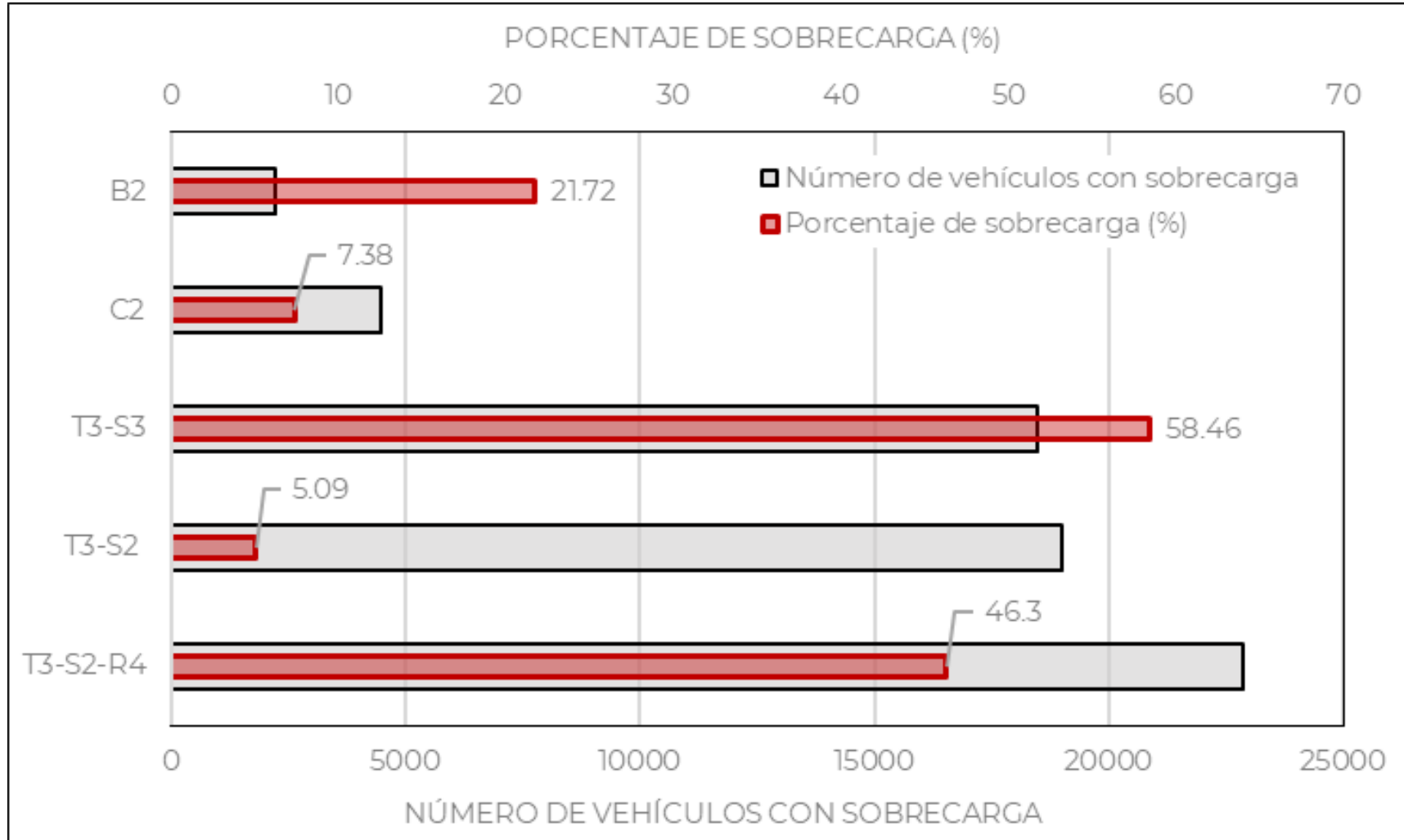
Espectros de carga



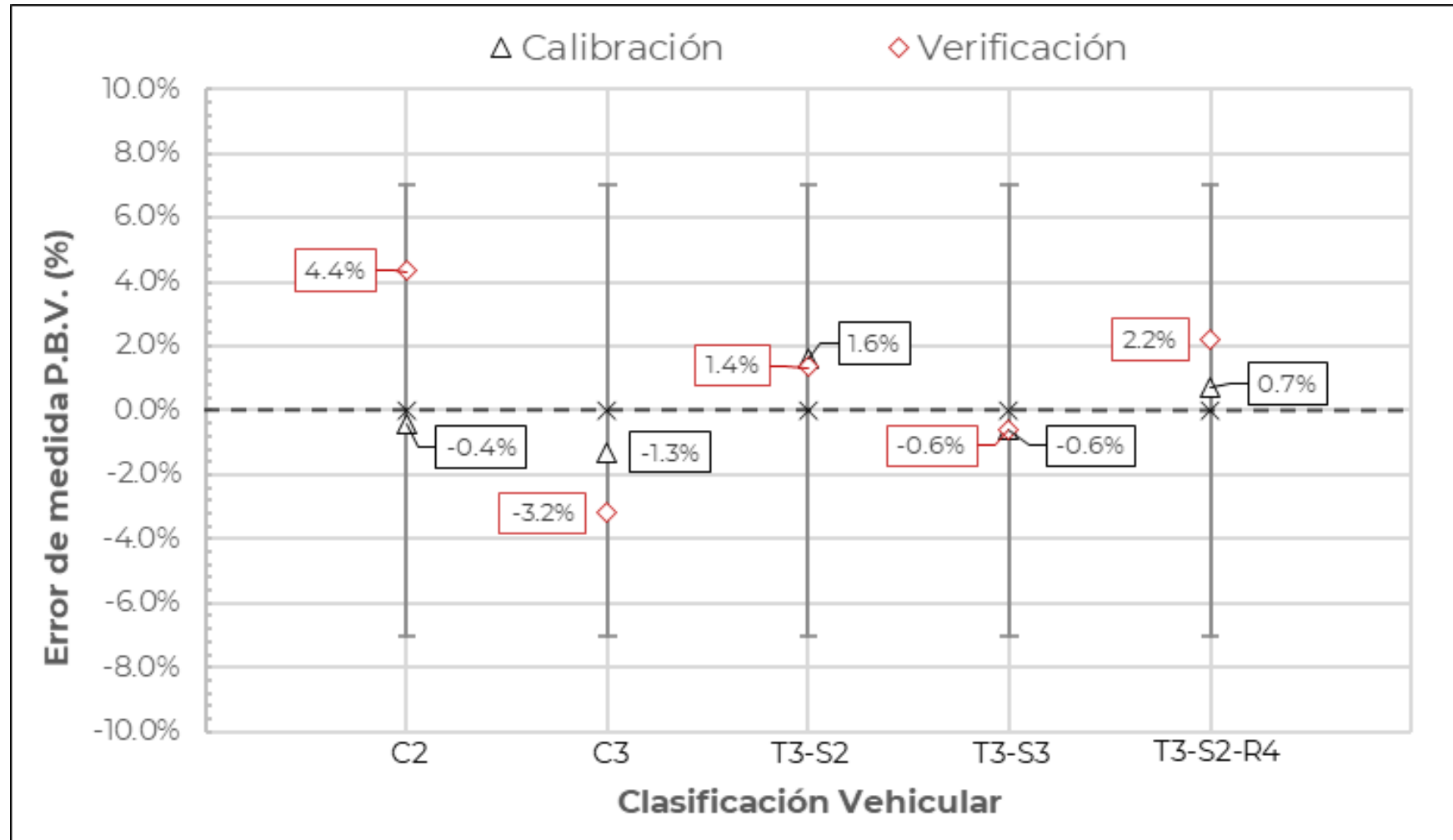
Análisis de la sobrecarga



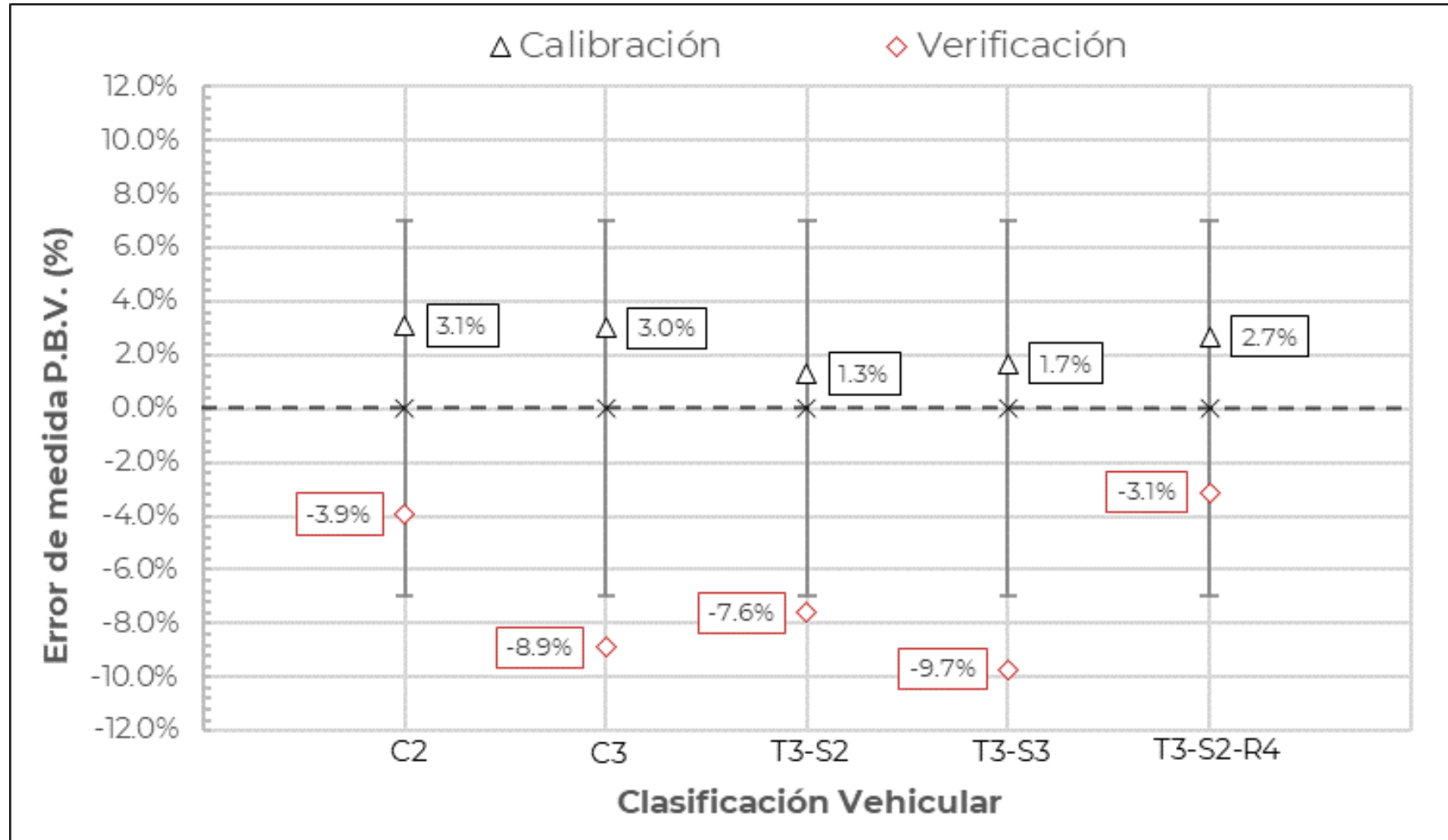
Análisis de sobrecarga



Evolución de los sistemas de pesaje



Evolución de los sistemas de pesaje



Comentarios finales

La determinación de las cargas vehiculares que circulan por una red carretera es fundamental para la planeación de la conservación y/o refuerzo estructural de los pavimentos.

Los sistemas de pesaje dinámico han demostrado contar con la suficiente precisión para caracterizar el tránsito vehicular así como la definición de las cargas que circulan por las carreteras.

Es importante considerar las variables que se pueden introducir en el proceso de medición para mitigar o eliminar su efecto.

Cada sistema de pesaje dinámico tiene un comportamiento metrológico muy particular en el tiempo (deriva) por lo que es necesario considerarlo para el caso en el que se requiera realizar ajustes en las mediciones.



Seminario
**Patrimonio Vial,
Transporte
y Logística**

Determinación de espectros de
carga a partir de datos de un
sistema de pesaje dinámico

aperez@imt.mx