

Análisis de Datos de Pesaje de Vehículos Pesados en las Vías Públicas de Puerto Rico

Dafne Valle Javier, ME
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico
Email: dafne_valle@hotmail.com

Benjamin Colucci Ríos, PhD
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico
Email: bcolucci@uprm.edu

Resumen

La sobrecarga en los pavimentos acelera su deterioro y reduce su vida útil. Esto es un problema muy común en Puerto Rico. En enero del 2004 se implantó el Reglamento de Dimensiones y Pesos que Transitan por las Vías Públicas. El Departamento de Transportación y Obras Públicas construyó la primera Estación Permanente de Pesaje, que fue inaugurada en marzo del 2003. El propósito de éste estudio es evaluar la operación de la primera estación de pesaje permanente, evaluar el cumplimiento con el Reglamento y realizar un análisis de datos obtenidos durante una semana típica de pesaje en la Estación. Además se realizó una comparación de datos obtenidos previos a la adopción del Reglamento con los datos obtenidos luego de su implantación. Se concluyó que sobre 12.9% de los vehículos pesados en la estación incurrió en violaciones al Reglamento. Además, se encontró que más de un 55% de los vehículos pesados que utilizan la autopista no entran a la Estación de Pesaje Permanente como lo estipula la ley. Entre los datos de pesaje de octubre del 2003 y marzo del 2004 se encontró aumento de 0.9% de violaciones al Reglamento.

Palabras Claves

Pesaje, Camiones

1. Introducción

El Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico (DTOP) tiene la responsabilidad de mantener la red de carreteras de nuestro país. Para que el sistema provea un nivel aceptable de movilidad y accesibilidad para todos los usuarios, tanto personas como transporte de carga, es necesario que dicho activo alcance su vida útil de una manera costo-efectiva.

La recopilación y análisis sistemático de los datos de peso de camiones son de gran importancia para lograr este fin. Esta información puede utilizarse para determinar los factores que ayuden a determinar los espesores de las capas en un diseño de pavimento y diseño de puentes en las vías públicas. Los datos de pesaje de camiones se utilizan para identificar patrones y tendencias de aumento en frecuencia y magnitud en carga tanto local como regional lo que ayuda a determinar los posibles tipos de mantenimiento y tratamientos.

Las cargas en exceso reducen significativamente la vida útil de las carreteras contribuyendo a la ocurrencia de defectos estructurales tales como grietas, hoyos, depresiones, deformaciones y roturas en tuberías de acueductos que de no repararse a tiempo atenta contra la seguridad pública. En estudios relacionados al tema de pesaje en los Estados Unidos se calcula el costo asociado al impacto de las sobrecargas al pavimento de aproximadamente 160-670 millones de dólares al año. (Batelle Team, 1995)

Los datos de pesaje de camiones ayudan a establecer restricciones de pesos permitidos para transitar puentes y carreteras y reducir el potencial de dichos defectos. Esta investigación se concentra en analizar datos de pesaje y determinar el por ciento de cumplimiento con los límites reglamentados. Estas razones determinan la necesidad de crear un programa para dar seguimiento a los pesos de los camiones. El gobierno de Puerto Rico estableció el Reglamento Número 6726 que regula los pesos para los ejes sencillos, dobles y triples y el peso bruto que puede transitar por las vías públicas y además provee mecanismos para otorgar por tiempo limitado permisos y autorizaciones especiales que aumentan la carga que se pueda transportar en las vías públicas.

1.1 Breve Descripción del Pesaje en Puerto Rico

Históricamente, en Puerto Rico, se han obtenido los datos de pesaje de vehículos por medio de básculas estáticas semi-permanentes o tecnologías de pesaje en movimiento. No obstante, la información proveniente de estos sistemas es limitada debido a que no se analizan los vehículos durante un periodo de tiempo definido que permita dar un entendimiento general de los cambios cíclicos o tendencias de aumento o disminución de carga a nivel regional. A modo de ejemplo, un aumento en carga se puede asociar a la creación de una o varias empresas en una región debido a la creación de un parque industrial. Es por tal motivo, que existía la necesidad de establecer un programa más completo de pesaje de camiones en Puerto Rico.

El Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico implantó el 2 de enero del 2004 el Reglamento de Dimensiones y Pesos de los Vehículos que Transitan por las Vías Públicas Número 6726. El propósito de este Reglamento es preservar la infraestructura vial del país, reducir el costo operacional de los vehículos y aportar a la seguridad de todos los conductores que utilizan la red vial del país. (DTOP, 2003). Según el DTOP, al implantar este Reglamento se reducirán los costos millonarios de mantenimiento de las carreteras debido al efecto adverso que tienen actualmente las sobrecargas sobre los pavimentos y puentes. El Reglamento aplicará los parámetros específicos de pesos y dimensiones provistas por la Ley Número 22 de Vehículos y Tránsito de Puerto Rico del 7 de enero del 2000. Esta ley dispone que ningún vehículo de motor o su arrastre podrá transitar las vías públicas con un peso bruto mayor de 110,000 lbs, ni podrá exceder las disposiciones del reglamento que incluyen, entre otros aspectos, los pesos límites de cargas por eje.

En el Reglamento se estipula que el peso bruto máximo permitido para transitar en las vías de rodaje es de 110,000 lbs. Además, se establecen los pesos máximos por eje. El eje sencillo no puede exceder las 22,000 lbs, el eje tandem no puede exceder las 42,000 lbs y el eje tridem no puede exceder las 60,000 lbs. En Estados Unidos los límites estipulan que el eje sencillo no puede exceder las 20,000 lbs, el eje tandem no puede exceder las 34,000 lbs y el eje tridem no puede exceder las 48,000 lbs. El peso bruto máximo permitido en las carreteras interestatales en E.U es de 80,000 lbs. En la tabla 1 se comparan los límites reglamentarios de Estados Unidos con los de Puerto Rico.

Tabla 1: Comparación de Límites de Peso entre Puerto Rico y Estados Unidos

Año	País	Peso por Eje (lbs)			GVW (lbs)
		Sencillo	Tandem	Tridem	
1956	USA	18,000	32,000		73,280
1980	USA	20,000	34,000	48,000	80,000
2004	PR	22,000	42,000	60,000	110,000
AE -Tipo I	PR	26,000	61,000	66,000	110,000

Según estudios realizados en Puerto Rico (Estudios Técnicos, 1996; Colucci, 1994) es un hecho que el sobrepeso de los camiones transmitido a través de los ejes, crea un aumento substancial en el costo de reparación y rehabilitación de pavimentos y puentes. La sobrecarga de los camiones contribuye directamente al deterioro acelerado de las carreteras provocando riesgos de seguridad, aumentos de gastos en mantenimiento y operación de vehículos de motor. El DTOP decidió establecer un programa de pesaje para cuantificar la frecuencia y magnitud de los vehículos pesados que transitan por nuestra red vial. Como parte de los requerimientos del gobierno federal y el interés del DTOP de Puerto Rico de inspeccionar los pesos y las dimensiones de los vehículos de motor, en marzo del 2003 se inauguró la primera estación permanente de pesaje en Puerto Rico en la Carretera PR-52 dirección sur en el Municipio de Salinas.

El objetivo principal de la Estación de Pesaje Permanente de Salinas es inspeccionar los pesos y dimensiones de los vehículos pesados. La estación posee un sistema de pesaje en movimiento incrustado en las losas del pavimento que provee acceso a la estación de pesaje. El mismo sirve de filtro para detectar vehículos potencialmente sobrecargados. Además, posee una báscula estática para el pesaje más preciso por eje y peso bruto. Esta tecnología de la estación aporta a la obtención de datos más precisos y completos del pesaje de camiones. Esto permitirá realizar un análisis detallado para caracterizar con mayor precisión las cargas que transitan por la autopista PR-52. Se podrá obtener una idea general de las cargas que transitan en este corredor que tiene el potencial de extrapolarse a otras carreteras y regiones del país.

La Estación de Pesaje de Salinas está localizada en una de las vías principales del país. La Autopista Luis A. Ferré (Carretera PR-52) que conecta San Juan con Ponce. Es por tal motivo, que cientos de vehículos pesados recorren esta ruta diariamente para llevar cargamento de una ciudad a otra. Con el propósito de conocer las frecuencias diarias de camiones y conocer más sobre el porcentaje de violaciones al Reglamento de Dimensiones y Pesos se realizó un estudio durante una semana típica de operación en la Estación de Pesaje Permanente de Salinas.

Entre las principales funciones de la Estación se encuentra la inspección de dimensiones y pesos de todos los vehículos que transitan por esa vía, realizar un Registro de Camiones o Certificación de Pesos Descargados y realizar la Certificación de Tara Provisional para cumplir con la ley 22 artículo 207 que requiere que todo vehículo de motor tenga una tara al costado del mismo. En la actualidad la única base de datos existente en la Estación es la de las Certificaciones de Pesos Descargados con la información general del vehículo. Sin embargo, no hay datos de los miles de vehículos que se han pesado en la báscula estática de la Estación.

El proceso de operación de la estación de pesaje de Salinas es sencillo. El vehículo entra en un carril exclusivo a la estación y pasa por una báscula de pesaje en movimiento (“Weight in Motion”). La báscula de pesaje en movimiento determina si hay algún alerta en cuanto a los pesos del vehículo. Si la báscula de pesaje en movimiento (WIM) determina que el vehículo pueda tener alguna violación al Reglamento de Dimensiones y Pesos, una señal electrónica que está instalada justo después del WIM le notificará al conductor que entre a la estación para ser pesado por la báscula estática “Survivor”. Si el WIM no detecta ninguna violación aparente del vehículo la señal electrónica le indica al conductor que salga a la autopista. El modelo de la báscula “Survivor” es “Rice Lake” y tiene una capacidad máxima de 270,000 libras y una capacidad de carga de celda de 75,000 libras (Rice Lake, 2004). Esta báscula tiene un ancho de 14 pies y esta construida de acero y hormigón.

2. Descripción del Estudio Realizado

Durante la semana típica en que se llevó a cabo el estudio, se pesaron alrededor de 1,194 vehículos en la Estación de Pesaje de Salinas. En el objetivo de esta sección es presentar un resumen de la clasificación

de los vehículos, del análisis estadístico y los porcentajes de sobrepeso de los vehículos que fueron pesados durante la semana típica del estudio (marzo 2004) y los de los vehículos que fueron pesados previo a la implantación del Reglamento (octubre 2003). Además hay una breve sección reseñando los hallazgos de un conteo de vehículos realizado en la carretera PR-52 (frente a la Estación) para saber el por ciento de vehículos pesados que no entran a la Estación de Pesaje Permanente de Salinas.

Los horarios de operación de la Estación de Pesaje de Salinas son de lunes a viernes desde las 6:00 AM hasta las 6:00 PM y los sábados de siete y media de la mañana hasta las 4 de la tarde. El estudio se realizó a finales del mes de marzo de 2004, esta semana fue ideal debido a que no había días de fiesta que interrumpieran la secuencia del estudio. El estudio se realizó comenzando el lunes y terminando el sábado, para un total de seis días tomando datos y más de 57 horas de recolección de datos. La clasificación vehicular del FHWA la utiliza la báscula estática de la estación para la clasificación de los vehículos que se pesan. Sin embargo, para propósitos del presente estudio se clasificarán los vehículos como se clasifican en los documentos oficiales de la estación de pesaje de Salinas.

2.1 Clasificación de Vehículos

Durante la semana del estudio se pesaron en la báscula estática de la estación un total de 1,194 vehículos. En la tabla 2 se muestra un resumen de la cantidad de vehículos pesados por cada clasificación de vehículos.

Tabla 2: Vehículos Pesados Durante la Semana de Estudio

Código Vehículos	Descripción	Por ciento	Cantidad de Vehículos
2E	Unidad Sencilla	28	339.0
3E	Unidad Sencilla	13	160.0
4E	Unidad Sencilla	3	37.0
2E-S1	Unidad con Arrastre	1	8.0
2E-S2	Unidad con Arrastre	2	21.0
3E-S1	Unidad con Arrastre	1	6.0
3E-S2	Unidad con Arrastre	43	513.0
3E-S3	Unidad con Arrastre	9	109.0
2E-S1-S2	Múltiples Arrastres	0	1.0
Totales		100%	1,194.0

El remolcador de 3 ejes en el remolque y con la unidad de arrastre de dos ejes traseros, mejor conocido como 3E-S2, fue el vehículo que más frecuentó la estación de pesaje durante la semana de estudio con un total de 513 vehículos. Esto representa un 43% del total de vehículos pesados en la estación de pesaje en esta semana. Otro de los vehículos que frecuentó la estación de pesaje de Salinas fue el vehículo con dos ejes sencillos. Estos vehículos representaron el 28% de los vehículos que se pesaron durante la misma semana. El tipo de vehículos que menos frecuentó la estación fue el remolcador con semi-arrastre seguido por un arrastre. Este remolcador de dos ejes tiene un semi-arrastre con un eje trasero y otro arrastre con dos ejes (uno delantero y uno trasero). Estos vehículos suelen pasar a horas de la madrugada para repartir la correspondencia en toda la isla. En Puerto Rico, son muy pocos los vehículos en combinación correspondiente a remolcadores con semi-arrastre y arrastres que transitan las vías públicas del país.

En la figura 1 se muestra un histograma comparativo con los vehículos del estudio de pesaje realizado en el mes de marzo de 2004 con los vehículos obtenidos en la datos correspondientes al mes de octubre del 2003 previo a la implantación del Reglamento. Los datos del mes de octubre fueron provistos por el director de la estación de pesaje para realizar el análisis comparativo.

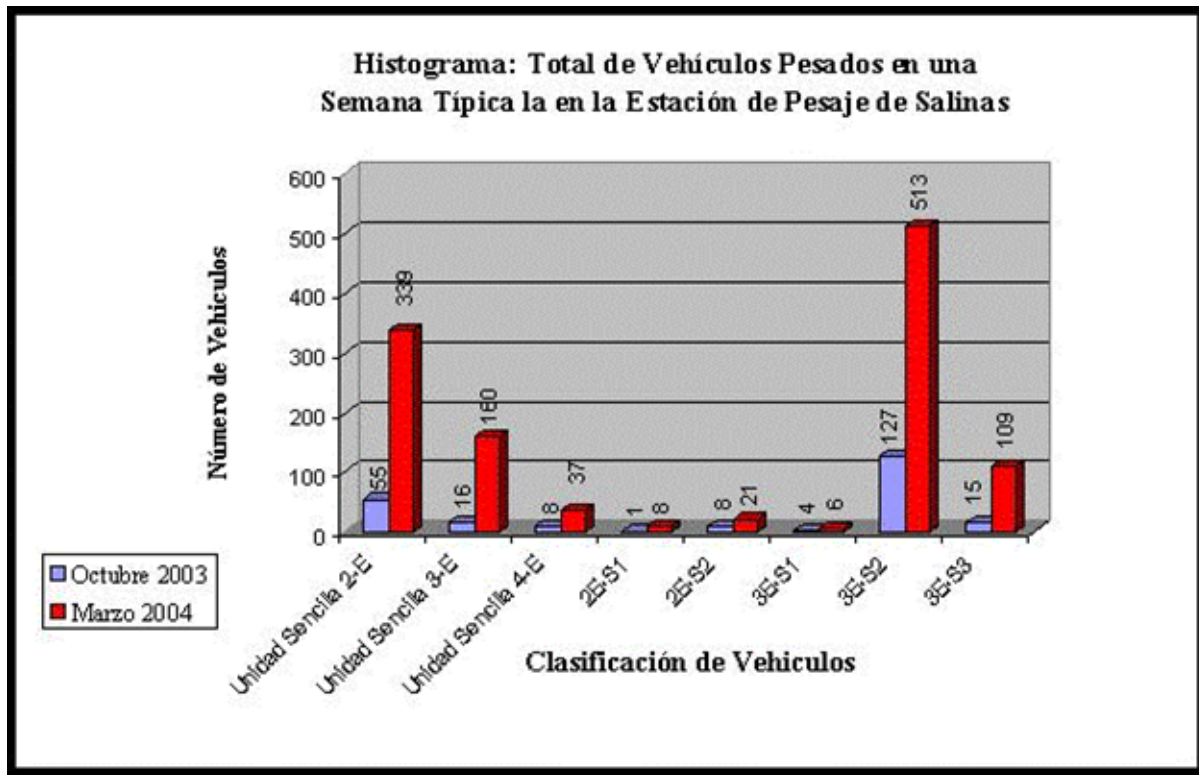





Figura 1: Histograma Comparativo de Vehículos Pesados en la Estación de Pesaje Permanente de Salinas

En la figura 1 se demuestra que ha habido un aumento substancial en el total de vehículos que se están pesando en la Estación de Pesaje Permanente de Salinas desde que se aprobó el reglamento. En el mes de marzo de 2004 se pesaron más cantidad de vehículos que en el mes de octubre de 2003. En la semana típica del mes de octubre el total de vehículos pesados fue de 234 vehículos. En la semana típica del mes de marzo del 2004 el total de vehículos que se pesaron fue de 1194 vehículos. Hubo un aumento substancial de 510%. Esto se debe a que se con la aprobación del reglamento ahora es obligatorio que los vehículos pesados se pesen en la Estación de Pesaje Permanente de Salinas. Es importante mencionar que tanto en octubre como en marzo los vehículos que más predominaron fueron los de remolques con semi-arrastre 3E-S2 y luego los de unidad sencilla con dos ejes en total.

2.2 Análisis Estadístico

Esta sección reseña el análisis estadístico de los datos históricos de una semana típica de pesaje en el mes de octubre del año 2003 previo a la implantación del Reglamento Número 6726 de Dimensiones y Pesos y datos recientes del mes de marzo de 2004. En la tabla 3 se resume el análisis estadístico de los vehículos de unidad sencilla.

Tabla 3: Análisis Estadístico de los Vehículos de Unidad Sencilla

Esquemático	Estadísticas	Octubre 2003	Marzo 2004	Diferencia
Unidad Sencilla - 2 Ejes				
	Total de Camiones Pesados	55.00	339.00	284.00
	Peso Promedio	19,144.33	18,745.34	(398.99)
	Peso Máximo	81,000.00	50,480.00	(30,520.00)
	Peso Mínimo	5,680.00	6,800.00	1,120.00
	Desviación Estándar	14,771.53	8,059.80	(6,711.73)
	Coefficiente de Variación	77.16	43.00	(34.16)
Unidad Sencilla - 3 Ejes				
	Total de Camiones Pesados	16.00	160.00	144.00
	Peso Promedio	37,352.50	44,358.43	7,005.93
	Peso Máximo	64,880.00	77,680.00	12,800.00
	Peso Mínimo	18,540.00	16,380.00	(2,160.00)
	Desviación Estándar	15,100.12	16,040.84	940.72
	Coefficiente de Variación	40.43	36.16	(4.26)
Unidad Sencilla - 4 Ejes				
	Total de Camiones Pesados	8.00	37.00	29.00
	Peso Promedio	46,312.50	54,811.35	8,498.85
	Peso Máximo	76,480.00	83,660.00	7,180.00
	Peso Mínimo	17,920.00	29,640.00	11,720.00
	Desviación Estándar	20,907.73	15,275.92	(5,631.81)
	Coefficiente de Variación	45.14	27.87	(17.27)






En los vehículos de unidad sencilla de 2 ejes no hay mucha diferencia entre los pesos promedios de ambas semanas estudiadas. Sin embargo, hay una diferencia substancial en el peso máximo del mes de octubre de 81,000 lbs que es 30,520 lbs más que el peso máximo reportado en el mes de marzo. Hay más variación en los pesos del mes de octubre. Esto quizás se deba a que no había controles o límites de pesos reglamentados. Además, hay una diferencia substancial entre el peso máximo y mínimo en el mes de octubre del 2003. Esto se debe el vehículo pesado que tiene el peso mínimo es una plataforma de unidad sencilla con dos ejes vacía y éstas no pesan mucho.

En los vehículos de unidad sencilla de 3 ejes se observa un aumento de alrededor de 7,000 lbs del mes de octubre al mes de marzo. Sin embargo, el peso más alto se reportó en el mes de marzo. El coeficiente de variación es mayor en el mes de octubre que en el mes de marzo. Esto quizás se deba a que no había controles o límites de pesos reglamentados. Por último, en los vehículos de 4 ejes el promedio de peso fue mayor en el mes de marzo. Sin embargo, el coeficiente de variación fue mayor en el mes de octubre como en los demás vehículos.

En resumen se nota un aumento substancial de vehículos de unidad sencilla pesados en el mes de marzo. Además, la variación de los pesos en el mes de marzo ha disminuido en comparación con la variación de los pesos del mes de marzo. Esto se debe a que el Reglamento de Dimensiones y Pesos define límites de pesos para los vehículos que transitan por nuestras vías.

En la tabla 4 se resumen las estadísticas de la remolques con semi-arrastre tanto del mes de octubre como del mes de marzo. En la tabla se puede apreciar que el vehículo que con más frecuencia se pesó tanto en octubre como en marzo es el vehículo con remolques con semi-arrastre 3E-S2. Este es el vehículo que más frecuentó la estación de pesaje permanente y es uno de los vehículos que más frecuenta las vías públicas de nuestro país.

Tabla 4: Análisis Estadístico de los Vehículos Remolcadores con Semi- Arrastre

Esquemático	Estadísticas	Octubre 2003	Marzo 2004	Diferencia
Remolque con Semi-Arrastre 2E-S1				
	Total de Camiones Pesados	1.00	8.00	7.00
	Peso Promedio	38,920.00	40,092.50	1,172.50
	Peso Máximo	38,920.00	51,280.00	12,360.00
	Peso Mínimo	38,920.00	23,780.00	(15,140.00)
	Desviación Estándar	-	10,167.10	10,167.10
	Coeficiente de Variación	-	25.36	25.36
Remolque con Semi-Arrastre 2E-S2				
	Total de Camiones Pesados	8.00	21.00	13.00
	Peso Promedio	43,475.00	42,376.19	(1,098.81)
	Peso Máximo	72,160.00	73,020.00	860.00
	Peso Mínimo	31,620.00	24,920.00	(6,700.00)
	Desviación Estándar	13,508.47	13,651.88	143.41
	Coeficiente de Variación	31.07	32.22	1.14
Remolque con Semi-Arrastre 3E-S1				
	Total de Camiones Pesados	4.00	6.00	2.00
	Peso Promedio	46,700.00	48,543.33	1,843.33
	Peso Máximo	72,360.00	73,600.00	1,240.00
	Peso Mínimo	29,760.00	37,300.00	7,540.00
	Desviación Estándar	20,025.64	13,333.28	(6,692.36)
	Coeficiente de Variación	42.88	27.47	(15.41)
Remolque con Semi-Arrastre 3E-S2				
	Total de Camiones Pesados	127.00	513.00	386.00
	Peso Promedio	74,534.09	64,307.47	(10,226.62)
	Peso Máximo	106,240.00	132,500.00	26,260.00
	Peso Mínimo	29,860.00	22,260.00	(7,600.00)
	Desviación Estándar	14,467.47	20,692.45	6,224.98
	Coeficiente de Variación	19.41	32.18	12.77
Remolque con Semi-Arrastre 3E-S3				
	Total de Camiones Pesados	15.00	109.00	94.00
	Peso Promedio	100,847.70	82,437.06	(18,410.64)
	Peso Máximo	123,660.00	114,140.00	(9,520.00)
	Peso Mínimo	82,340.00	34,500.00	(47,840.00)
	Desviación Estándar	8,757.80	24,234.65	15,476.85
	Coeficiente de Variación	8.68	29.40	20.71

En los vehículos de remolque con semi-arrastre 2E-S1 no se puede hacer una comparación exhaustiva debido a que sólo se pesó un vehículo de este tipo en el mes de octubre y se pesaron 8 en el mes de marzo. En los vehículos con remolque con semi-arrastre 2E-S2 el peso promedio del mes de octubre fue más alto (43,475 lbs) que en el mes de marzo. La diferencia entre los pesos promedios es poco más de 1,000 lbs. El peso mayor y menor para este tipo de vehículo fue registrado en el mes de marzo. Sin embargo, la variación entre los pesos es mayor en el mes de octubre que en el mes de marzo, aunque la diferencia entre las variaciones es sólo de 1.14.

En los vehículos pesados codificados 3E-S1 el peso promedio mayor se reportó en el mes de marzo con 48,543 lbs con una diferencia de 1,843 lbs en comparación al mes de octubre. El vehículo con peso mayor se reportó en el mes de marzo y el vehículo con peso menor se reportó en el mes de octubre. Sin embargo, en la variación no hay mucha diferencia entre los pesos promedios de ambas semanas estudiadas.

En los vehículos pesados 3E-S2 el peso promedio mayor se registró en el mes de octubre con una diferencia de más de 10,000 lbs. El vehículo de mayor peso y el de menor peso se registró en marzo. Sin embargo, este tipo de vehículos rompe las tendencias ya reportadas debido a que la variación del mes de marzo es mucho más alta que la del mes de octubre. Esto se puede deber a que en el mes de marzo se pesaron 386 vehículos más que en el mes de octubre.

Finalmente los vehículos pesados 3E-S3 el peso promedio mayor se reportó en el mes de octubre. Es raro que el peso mínimo del mes de octubre sea de más de 80,000 lbs, esto indica que todos los vehículos de este tipo que se pesaron en el mes de octubre estaban cargados y por tal motivo la variación de los pesos fue mucho más baja que los vehículos que se pesaron en el mes de marzo. La variación de los pesos es un parámetro más amplio en los casos dónde se pesen vehículos vacíos y llenos que en los casos dónde se pesen vacíos o llenos los vehículos. En la tabla 5 se puede apreciar las estadísticas resumidas de todos los vehículos pesados en la estación de pesaje.

Tabla 5: Resumen de las Estadísticas de los Vehículos Pesados en la Estación

Estadísticas	Octubre 2003	Marzo 2004	Diferencia
Total de Camiones Pesados	234 00	1,193 00	959 00
Peso Promedio (lbs)	58,356.18	49,402.29	(8,953 89)
Peso Máximo (lbs)	123,660.00	132,500.00	8,840.00
Peso Mínimo (lbs)	5,680.00	6,800.00	1,120.00
Desviación Estándar	29,705.53	27,846.44	(1,859.09)
Coefficiente de Variación	50.90	56.37	5.46

Desde que se aprobó el reglamento el aumento de vehículos que se pesan semanalmente ha sido de más de 500%. El peso promedio del mes de octubre es de 58,356 lbs y es mucho mayor que el promedio de marzo. Hay una diferencia de casi 9,000 lbs en los pesos promedios totales. El peso máximo se reportó en el mes de marzo y el mínimo se reportó en el mes de octubre. La desviación estándar fue mayor en el mes de octubre, por el contrario la variación fue mayor en el mes de marzo.

2.3 Comparación de Sobrecarga

En ambas semanas de estudio se detectaron violaciones en los vehículos tanto en pesos por eje como en el peso total permitido por el reglamento. En el mes de marzo sólo dos camiones de tipo 2E-S3 y 3E-S3 excedieron el peso total de las 110,000 lbs establecidas por el reglamento. Casualmente ambos vehículos eran plataformas que transportaban equipos o materiales de construcción. En el mes de octubre sólo se detectó una violación por exceder el peso total establecido por el reglamento en una plataforma 3E-S3. En la tabla 6 se observa una comparación de los vehículos que excedieron los límites reglamentarios de pesos por eje o por peso total tanto para el mes de octubre como para el mes de marzo.

Tabla 6: Vehículos con Violaciones la Reglamento

Vehículo	Marzo 2004			Octubre 2003		
	Vehículo Pesados	Vehículo con Sobrecarga	% de Sobrecarga	Vehículo Pesados	Vehículos con Sobrecarga	% de Sobrecarga
Unidad Sencilla-2E	339	26	7.7	55	6	10.9
Unidad Sencilla-3E	160	56	35.0	15	2	13.3
Unidad Sencilla-4E	37	1	2.7	8	2	25.0
2E-S1	8	2	25.0	1	0	0.0
2E-S2	21	5	23.8	8	1	12.5
3E-S1	6	2	33.3	4	0	0.0
3E-S2	513	38	7.4	127	12	9.4
3E-S3	109	25	22.9	15	5	33.3
Totales	1193	155		233	28	

En el mes de marzo el vehículo que más violaciones de peso por eje detectó fue el de unidad sencilla con tres ejes con un 35% de violaciones. Cabe destacar que un 68% de los vehículos de este tipo que incurrieron en violaciones eran camiones tipo tumba. Estos camiones usualmente exceden el límite reglamentario de peso en su eje trasero. Estos vehículos están haciendo mucho daño a los pavimentos de las vías públicas de nuestro país.

Sin embargo, cabe destacar que los vehículos que excedieron el peso total de las 110,000 lbs fueron plataformas que cargaban equipo de construcción. En ambos casos estos vehículos no tenían escolta como lo exige la ley y no tenían el permiso especial que se le otorga a este tipo de vehículos para que puedan llevar su carga. En la Estación de Pesaje Permanente de Salinas detuvieron estos camiones, los multaron y no los dejaron salir de la Estación hasta que no les llegara un vehículo para que los escoltara. El por ciento total de sobrepeso esta en los 12.9% y es sólo 1% por encima de lo detectado en el mes de octubre previo a la implantación del Reglamento.

En el mes de octubre el vehículo que más violaciones de peso por eje reportó fue el de remolque con semi-arrastre 3E-S3. Un 33% de los vehículos que se pesaron incurrieron en violaciones de peso por eje y uno de éstos también incurrió en violación por exceder el peso total reglamentario de 110,000 lbs. Sólo un 12% del total de vehículos pesados durante esa semana incurrieron en violaciones por exceder los pesos reglamentarios por eje o por peso total.

Para verificar si había diferencia significativa entre los por cientos de sobrepeso entre los vehículos pesados durante el mes de marzo de 2004 y los del mes de octubre de 2003 se realizó un análisis de intervalo de confianza al 95%. En la tabla 7 se indica que sólo hay una diferencia significativa en los vehículos de unidad sencilla con tres ejes, designados 3E, en donde el por ciento de sobrepeso del mes de marzo de 2004 fue mayor que el del mes de octubre de 2003.

Tabla 7: Análisis de Intervalos de Confianza del Por ciento de Sobrecarga

Vehículo	Marzo 2004		Octubre 2003		Intervalos con 95% Confabilidad		
	Vehículo Pesados	% de Sobrecarga P ₁	Vehículo Pesados	% de Sobrecarga P ₂	Li	Ls	Resultado
2E	339	0.077	55	0.109	-0.1191	0.1	No Diferencia
3E*	160	0.350	15	0.133	0.0299	0.4	P ₁ >P ₂
4E	37	0.027	8	0.250	-0.5276	0.1	No Diferencia
2E-S1	8	0.250	1	0.000	-0.0501	0.6	No Diferencia
2E-S2	21	0.238	8	0.125	-0.1797	0.4	No Diferencia
3E-S1	6	0.333	4	0.000	-0.0441	0.7	No Diferencia
3E-S2	513	0.074	127	0.094	-0.0756	0.04	No Diferencia
3E-S3	109	0.229	15	0.333	-0.3552	0.1	No Diferencia
Totales	1193		233				

Según el análisis de intervalos de confianza en el por ciento de sobrecarga de los vehículos pesados el único por ciento que demostró tener una diferencia significativa fue el de los vehículos de unidad sencilla con tres ejes designado 3E. En conclusión, aunque ha aumentado considerablemente el número de vehículos que se pesan en la Estación de Pesaje Permanente de Salinas, el por ciento de sobrepeso no ha demostrado un cambio significativo.

2.4 Vehículos Evasores que No Entraron a la Estación de Pesaje

Como parte del estudio se realizó un conteo de los vehículos pesados que transitaban por la autopista. Se contaron cuantos vehículos entraban a la estación de pesaje y cuantos no lo hacían durante las horas de mayor flujo de vehículos en la mañana. En el mismo se detectó que 55% de los vehículos que transitaban por la carretera PR-52 no entraban a pesar sus vehículos pesados. Este por ciento es hasta más alto si se considera que a menos de un kilómetro de distancia de la estación de pesaje se encuentra una salida hacia la carretera PR-1, donde muchos de los vehículos pesados tienden a desviarse para evitar ser pesados en la estación de pesaje. Esto resulta ser una limitación debido a que no todos los vehículos característicos que transitan por la autopista fueron considerados en el estudio.

3. Conclusiones

Los hallazgos más significativos del estudio realizado en la estación se demostró que la Estación de Pesaje Permanente de Salinas cuenta con personal adiestrado, equipos muy sofisticados y una infraestructura que va de acuerdo con las necesidades de los trabajos que se realizan en la misma. Sin embargo, tanto el horario de operación como la falta de intervención policíaca afecta, debido muchos vehículos pesados pueden transitar a horas del día donde la estación no se encuentra operando o a horas del día donde no haya intervención policíaca y éstos no se sienten obligados a entrar en la Estación.

Con relación al Reglamento de Dimensiones y Pesos en Estados Unidos el límite reglamentario de peso máximo de vehículos pesados es de 80,000 libras y en Puerto Rico es de 110,000 libras. Esto significa que si nos dejáramos llevar por los límites reglamentados de pesos de EEUU el por ciento de sobrecarga en nuestras vías sería mucho mayor. Según el estudio realizado el por ciento de vehículos con violaciones al reglamento es de aproximadamente 12.9%, según los límites establecidos en el Reglamento de P.R. Sin embargo, si se realiza el mismo análisis pero utilizando los límites establecidos por el Reglamento de E.U el por ciento de vehículos con violaciones de sobrepeso asciende a un 37.4%. Esto representa un incremento de más de 24%. Esto demuestra que los límites reglamentarios utilizados en Puerto Rico son altos y no se debe permitir que el Reglamento incremente los límites.

En la evaluación general de datos de pesaje durante una semana típica antes de la implantación del Reglamento de Dimensiones y Pesos y al realizar un análisis comparativo entre datos de pesaje después de la implantación del Reglamento lo primero que se observó es que la frecuencia de vehículos que se pesan en la actualidad es mucho mayor que antes de la implantación del Reglamento. En la actualidad se pesan aproximadamente seis veces más vehículos que los que se pesaban en el pasado. Esto debido a que al implantar el Reglamento ahora gran parte de los conductores de vehículos reconocen que se tienen que pesar obligatoriamente. En términos de la distribución de vehículos pesados no varía significativamente y el por ciento de sobrepeso aumento sólo por 0.9% para el mes de marzo del 2004. Por lo general las violaciones al reglamento eran por sobrepasar el peso por eje. Solo fueron dos los casos de vehículos que excedieron el peso total reglamentado de 110,000 libras.

Durante el estudio se observó que sólo un 45% de los vehículos pesados que transitan por la autopista entran a la estación de pesaje. Esto es un por ciento muy alto de infractores del Reglamento. En el mes de octubre que no era obligatorio entrar a la estación pues no estaba aprobado el Reglamento el por ciento de vehículos que no entraban a la estación era mucho más alto. Esto crea unas limitaciones en el estudio pues no abarca la realidad de las distribuciones de peso de los vehículos que transitan por la autopista.

En general este estudio brinda un cuadro general de los vehículos de motor pesado y las cargas que transitan a diario por las vías públicas de Puerto Rico. Es necesario continuar monitoreando estos tipos de vehículos para saber como cambian sus distribuciones de carga y cotejar que no haya aumentos substanciales de sobrecarga.

4. Recomendaciones

Se realizaron recomendaciones sobre posibles mejoras que se le podrían realizar a la Estación o a las futuras Estaciones de Pesaje Permanente. Además se realizaron recomendaciones relacionadas a las tendencias de los pesos. La evaluación realizada de la Estación de Pesaje Permanente de Salinas fue basada en las observaciones que se realizaron durante la semana del estudio. Además de las observaciones se sugirieron algunas recomendaciones que se pueden implantar en diseños de futuras estaciones de pesaje a través de la isla.

Las instalaciones físicas de la Estación de Pesaje de Salinas cuentan con los aditamentos necesarios para realizar los pesajes y resulta ser cómoda tanto para el personal como para los usuarios. Existen una serie de detalles que se podrían mejorar en los carriles de entrada a la estación y en el carril de entrada a la báscula estática como por ejemplo la rotulación.

Durante la semana del estudio se percató que muchos de los camioneros que pesan sus vehículos en la báscula estática no pueden leer la pantalla electrónica, por tal motivo se sugiere la instalación de banderas que indiquen al conductor en dónde el vehículo se debe detener en la báscula estática. Además, se recomienda añadir caracteres en la pizarra de mensaje variable (VMS) que tiene la báscula estática o mejorar el sistema de comunicación en la báscula para poder tener mejor comunicación con los conductores del camión. Se recomienda que en vez de que la pizarra de mensaje variable lea DESPACIO, lea un mensaje más específico como una velocidad máxima de entrada a la Estación.

Otra de las sugerencias para mejorar el funcionamiento de la estación es la instalación de un rótulo para indicar la velocidad específica en la cual el camionero debe de entrar a la báscula estática. Se sugiere un rótulo que indique que el camión debe de transitar por la báscula a una velocidad máxima de 5 millas por hora. Esta sugerencia se basa en que la pantalla lo único que le indica al conductor es que transite DESPACIO, pero la palabra DESPACIO es algo relativo y en algunas ocasiones el conductor se aproxima a una velocidad que descalibra la báscula estática debido a la vibración que genera el vehículo al transitar sobre ésta. Es por eso que es recomendable establecer límites de velocidad previa a la entrada de la báscula estática.

La rotulación antes de entrar a la estación de pesaje se debe mejorar para indicar por dónde deben de transitar los vehículos pesados y por dónde deben transitar los vehículos livianos. Se debe aclarar por dónde transitan los vehículos livianos porque en estos momentos muchos de estos vehículos entran por el carril dónde se encuentra la báscula estática cuando deben entrar por la marginal adyacente a dónde se encuentra la báscula.

Para lograr crear conciencia ante toda la comunidad que posee un vehículo o conduce en este momento histórico es de suma importancia la intervención policíaca. Aunque actualmente tienen policías, éstos no se encuentran en todo momento y es por tal motivo que muchos de los vehículos pesados no entran a la estación. Se recomienda que mientras la estación esté abierta al público siempre haya intervención policíaca. Una Enmienda a la ley 22 de vehículos y tránsito en estos aspectos ha sido incorporada en junio de 2004. También se recomienda la intervención policíaca en rutas paralelas a la Estación para que se pesen los vehículos pesados que toman rutas alternas para evitar la entrada a la Estación. Para evitar vehículos pesados evasores, se recomienda que se instale una cámara oculta en la autopista para que ésta tome fotografías de las tabillas de los vehículos que no entran a la estación y darles una multa por evasión. Actualmente, existe un equipo similar en los carriles de auto expreso en las plazas de pesaje.

La localización estratégica en dónde se encuentra la Estación de Pesaje de Salinas permite conocer más de los patrones de cargas de los camiones que por allí transitan. Es por tal motivo, que es de suma importancia que implementen un programa de recopilación de datos de pesaje de camiones en la estación para cuantificar la frecuencia y magnitud de los vehículos pesados que transitan por esa red vial. En estos

momentos no existe o no estaba aparente durante el estudio el sistema de almacenamiento de datos de pesaje en la estación. Para que se puedan cuantificar la frecuencia y magnitud de las cargas de los vehículos pesados con más exactitud, es esencial que el horario de operación incluya los periodos durante las noches y todo el fin de semana.

Según el cálculo de por ciento de sobrepeso, sólo dos vehículos pesados durante el mes de marzo sobrepasaban las 110,000 libras reglamentarias en Puerto Rico. Sin embargo, la tendencia en las cargas indica que el 13% de los vehículos pesados tenían violaciones al Reglamento por causa de los pesos por eje. Por tal motivo, se le recomendaría a los conductores de los vehículos pesados que distribuyeran mejor sus cargas entre los ejes pues esto reduciría dramáticamente le por ciento de violaciones por causa de los pesos por eje.

No se debe incrementar el límite reglamentario de 110,000 libras debido a que como se pudo observar en Estados Unidos el límite es 30,000 libras menos y al evaluar los datos se deduce que si utilizáramos los límites reglamentarios de Estados Unidos, tendríamos un por ciento de violaciones por peso tres veces mayor que el obtenido del estudio. Además, deben otorgar las autorizaciones especiales a casos que verdaderamente lo ameriten. La recomendación final del estudio es que se debe dar seguimiento al programa de pesaje en las vías públicas del país y se deben construir nuevas estaciones de pesaje permanente en otros puntos de nuestra isla.

4.1 Limitaciones del Estudio

Entre las limitaciones del estudio se encuentran el no tener un sistema de recopilación de datos en la Estación de Pesaje. En estos momentos no hay datos almacenados de los vehículos de motor que se hayan pesado en el pasado. Otra de las limitaciones fue el no saber que vehículos iban llenos y que vehículos iban vacíos. Esto dificultó la manera de realizar el análisis de frecuencia de vehículos. Además una de las limitaciones más grandes del estudio es el hecho que debido a la poca intervención policíaca sólo un 45% de los vehículos pesados que transitan la autopista entraron a la estación para pesarse. En general, se deben realizar futuros estudios más rigurosos sobre el pesaje de vehículos. Sólo así se comprenderá con más detalle los patrones de los vehículos pesados y el daño prematuro que le hacen a los pavimentos de nuestra red vial.

5. Referencias

- Colucci, Benjamín. (1994). “Recomendaciones para Implantar el Reglamento de Pesos y Dimensiones del Departamento de Transportación y Obras Públicas”
- Batelle Team. (1995). “Comprehensive Truck Size and Weight Study”, p.3.
- DTOP. (2003). “Reglamento Número 6726: Dimensiones y Pesos de los Vehículos que Transitan por las Vías Públicas”
- Estudios Técnicos Inc. (1994). “Estudio para Determinar el Impacto de Implantar el Reglamento de las Dimensiones y Pesos Máximos de los Vehículos”
- Mc Clave, Benson, Sincich. (2001). “Statistics for Business and Economics”, 8th Edition, Prentice Hall.
- Rice Lake Weighing Systems. (2004). “Survivor Scales”. <http://www.rlws.com>
- Santoni, Rosa. (1993) “Analysis of Truck Weight Data for Pavement Applications”, Universidad de Puerto Rico- Recinto de Mayagüez
- SPSS Inc. (1997) “User Guide for SPSS Base 7.5 for Windows”
- Vega, Javier. (1998). “Analysis and Evaluation of Weight in Motion Data”, Universidad de Puerto Rico- Recinto de Mayagüez