

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309349499>

# ANÁLISIS DEL TRAZADO FERROVIARIO DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE PANAMÁ

Poster · October 2016

CITATIONS

0

READS

247

2 authors:



[Aranzazu Berbey-Alvarez](#)

Universidad Tecnológica de Panamá

136 PUBLICATIONS 138 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Rony Caballero](#)

Universidad Tecnológica de Panamá

67 PUBLICATIONS 168 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



railway engineering textbook in spanish [View project](#)



Caracterización de la línea 1 del Metro de Panamá [View project](#)

# ANÁLISIS DEL TRAZADO FERROVIARIO DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE PANAMÁ.

A. Berbey Alvarez<sup>1-2</sup>, R. Caballero George<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Dr. Víctor Levi Sasso. Facultad de Ingeniería Eléctrica  
Panamá, República de Panamá

<sup>2</sup>Panama Railway Engineering Research Group

**Abstract-** Para la definición geométrica de la posición de los carriles de la línea 1 del metro de Panamá, se utilizan dos elementos geométricos que son: el eje en planta y el eje de alzado. El trazado en planta es definido por el eje de la entavía, ya que la línea 1 del Metro de Panamá es una vía doble con conducción a la derecha. El trazado de la línea 1 del metro de Panamá está compuesto por tres tipos alineaciones: rectas, que se definen por dos puntos o por un punto y una dirección, tramos circulares, que se definen por su centro y su radio y las correspondientes curvas de transición, que se definen por su parámetro.

El desarrollo del perfil longitudinal (eje en alzado) corresponde al eje definido en planta y representa al hilo más bajo (cota del carril más bajo) ya que el peralte ferroviario exige en los tramos curvos una cota distinta para los dos carriles de la misma vía.

En este sentido, este trabajo presenta un análisis del trazado ferroviario de la línea uno y su influencia en el cálculo de la resistencia al avance de los trenes en la línea 1 del Metro de Panamá.

**Introducción:** De acuerdo a la SMP [1] la línea 1 del metro de Panamá tiene un total de 24 acuerdos verticales en la sección que corresponde a Albrook-Los Andes, es decir la fase 1 cuya longitud corresponde a 13,7 km mientras que la línea 2 del metro tiene un total de 57 acuerdos verticales en su fase 1, cuya longitud corresponde a un total de 21,320 km [2]. Las máximas pendientes de la línea 1 del Metro de Panamá corresponden a valores del -35 mm/m y las máximas rampas corresponden +35mm/m, respectivamente [1]. La línea 2 del metro de Panamá en su diseño conceptual geométrico presenta pendientes máximas de 35 mm/m y rampas de -34 mm/m [2]. De acuerdo a la SMP [4] la información técnica relevante para el cálculo al avance del material rodante sobre el trazado ferroviario de la línea 1. Con respecto a los radios de curvatura de la línea 1 del metro de Panamá [1][6], tenemos radios mínimos con valores de 300 metros y radios máximos con valores de 2000 metros.

Aspecto	Valor
Masa(tara)	98500 Kg
Masa con pasajeros 6 p/m <sup>2</sup>	164425 kg
Longitud del tren	52968 mm= 52.968 m
Potencias auxiliares	55 KWh
Velocidad máxima	80 Km/h
Aceleración máxima	1 m/s <sup>2</sup>
Desaceleración máxima	0.91 m/s <sup>2</sup> (servicio), 1.3 m/s <sup>2</sup> (frenado urgencia)
Coficiente en curva	
A	2547.648
B	21.6048
C	0.59
Curva de tracción	500 [5]
Rendimiento mecánico	85 [5]
% de frenado regenerativo	De 0 a 100% dependiendo de la línea hasta (6 km/h)
% de frenado reostático	100 % hasta (6km/h) si necesario

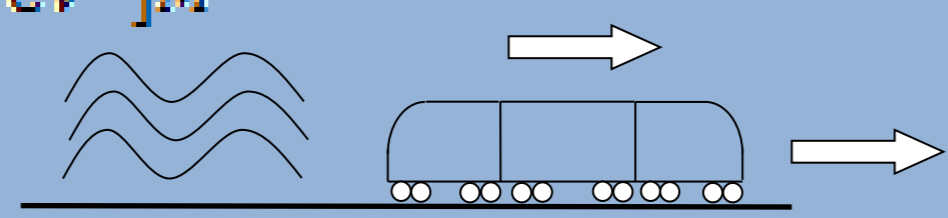
**Fuente:** SMP. Secretaria del Metro de Panamá. Nota Técnica de la SMP. SMP-168-2011.  
A. Berbey, R. Caballero, A. Cogley. Simulaciones eléctricas de la línea 1 del Metro de Panamá. P-B-83.XIV Congreso nacional de ciencia y tecnología. Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC). Del 17al 20 de octubre de 2012 en el Centro de Convenciones de la Ciudad del Saber, en la Ciudad de Panamá. República de Panamá. ISBN 978-9962-8984-2-9. 2014. 2012.

## 2. Metodología:

Se realizaron los cálculos respectivas sobre la resistencia al avance de los trenes en la vía normal-recta, la resistencia en vía curva y la resistencia gravitatoria.

2.1 La resistencia en recta y en horizontal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Resistencia_{avance\ en\ recta\ horizontal} = [a + bV + cV^2]M$$



Donde,  
M corresponde a la masa del tren en toneladas  
V corresponde a la velocidad del tren en km/h  
a, b y c son los coeficientes específicos de la resistencia al avance de acuerdo al modelo del tren, que se expresan en daN/t, daN/(t.km/h) y daN/[t.(km/h)<sup>2</sup>].

2.2 Resistencia en curva (tramo curvo) se calcula mediante la formula siguiente:

$$Resistencia\ en\ curva(Rc) = M \frac{500a}{R}$$

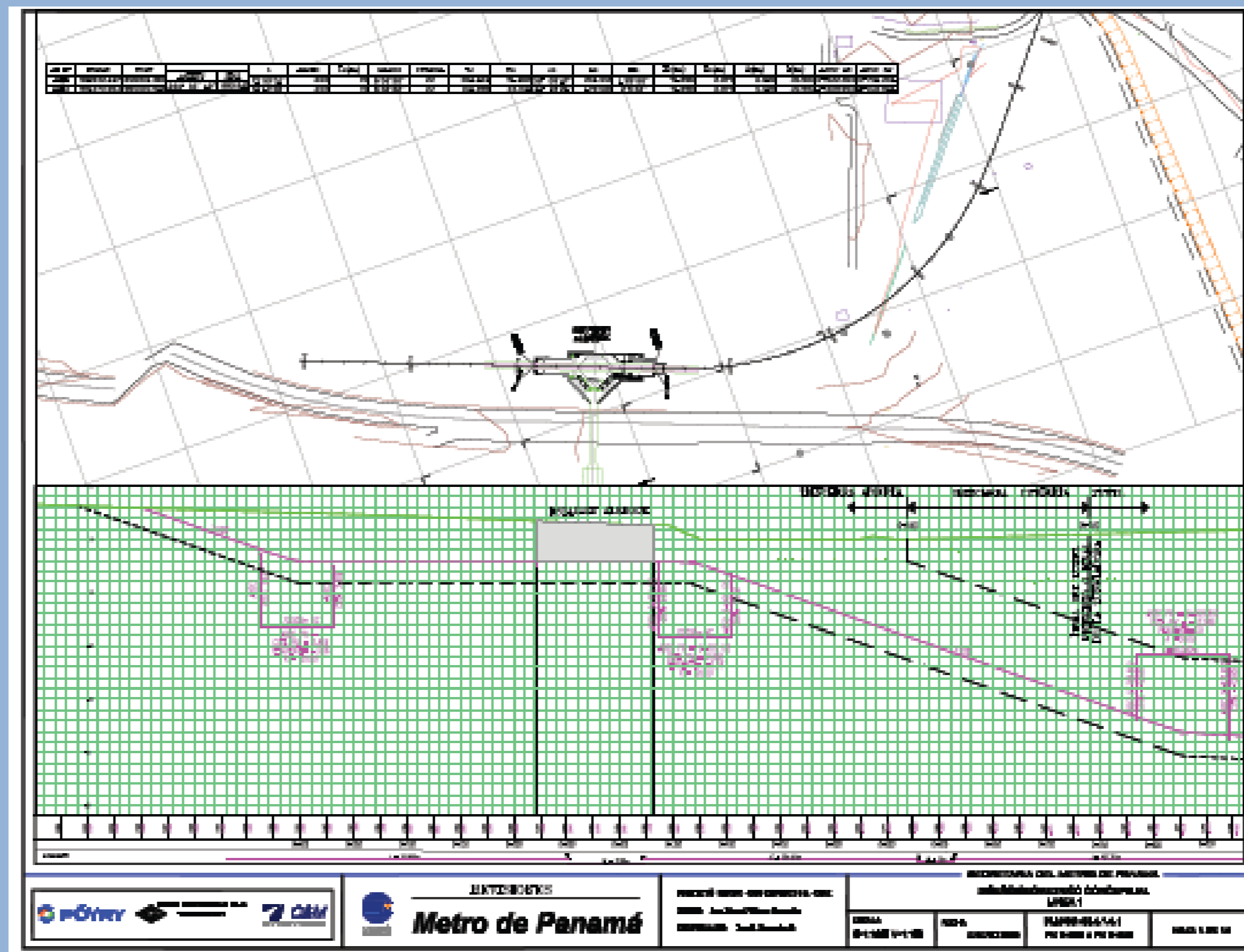
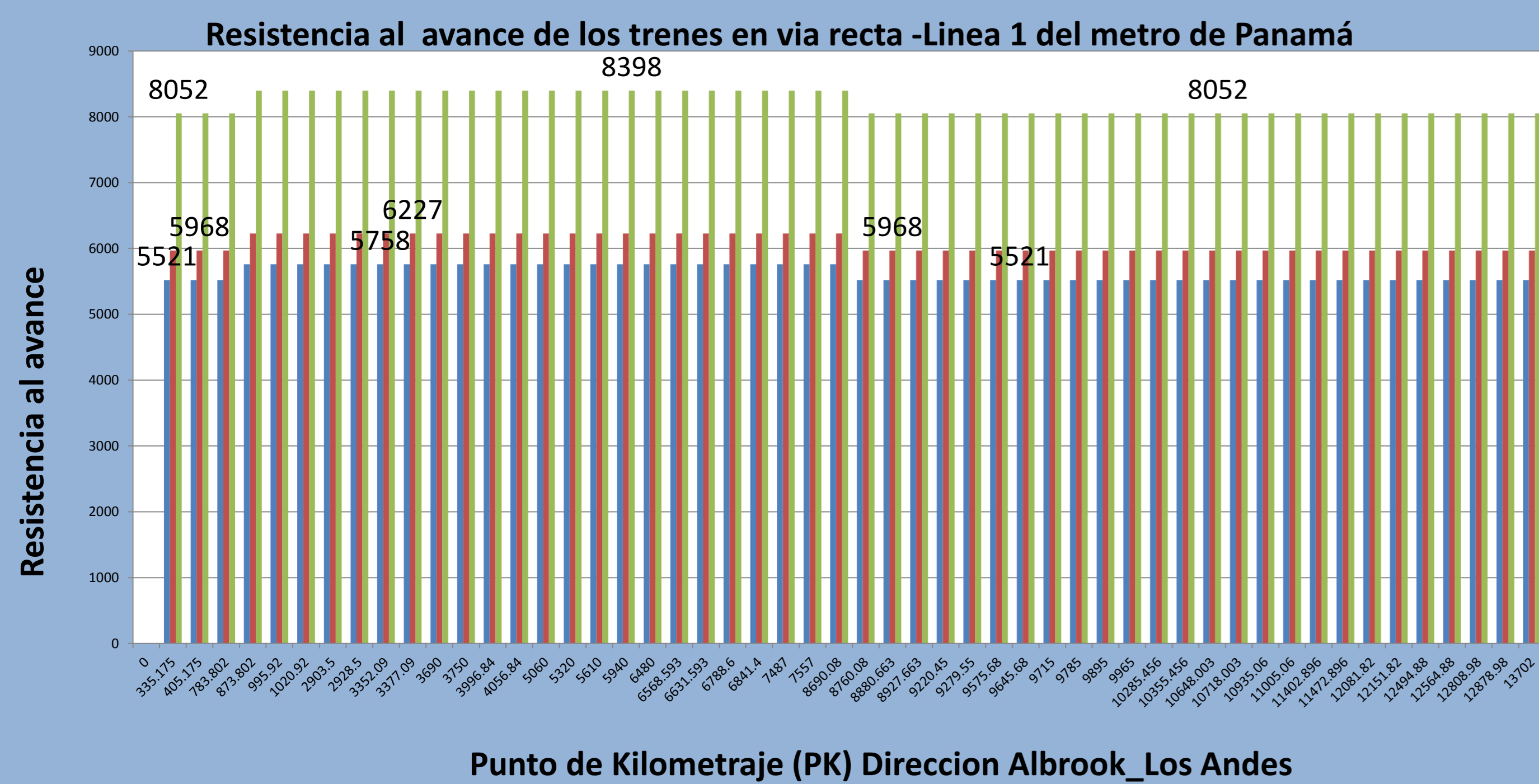
Donde,  
M corresponde a la Masa del tren en toneladas.  
R radio de la curvatura del tramo en metros.  
a corresponde al ancho de vía en metros.

2.3 Resistencia gravitatoria:

La resistencia en pendiente (-) o en rampa (+) corresponde al movimiento del tren sobre un tramo con alguna inclinación, su fórmula corresponde a:

$$R_{en\ rampa} = Mi$$

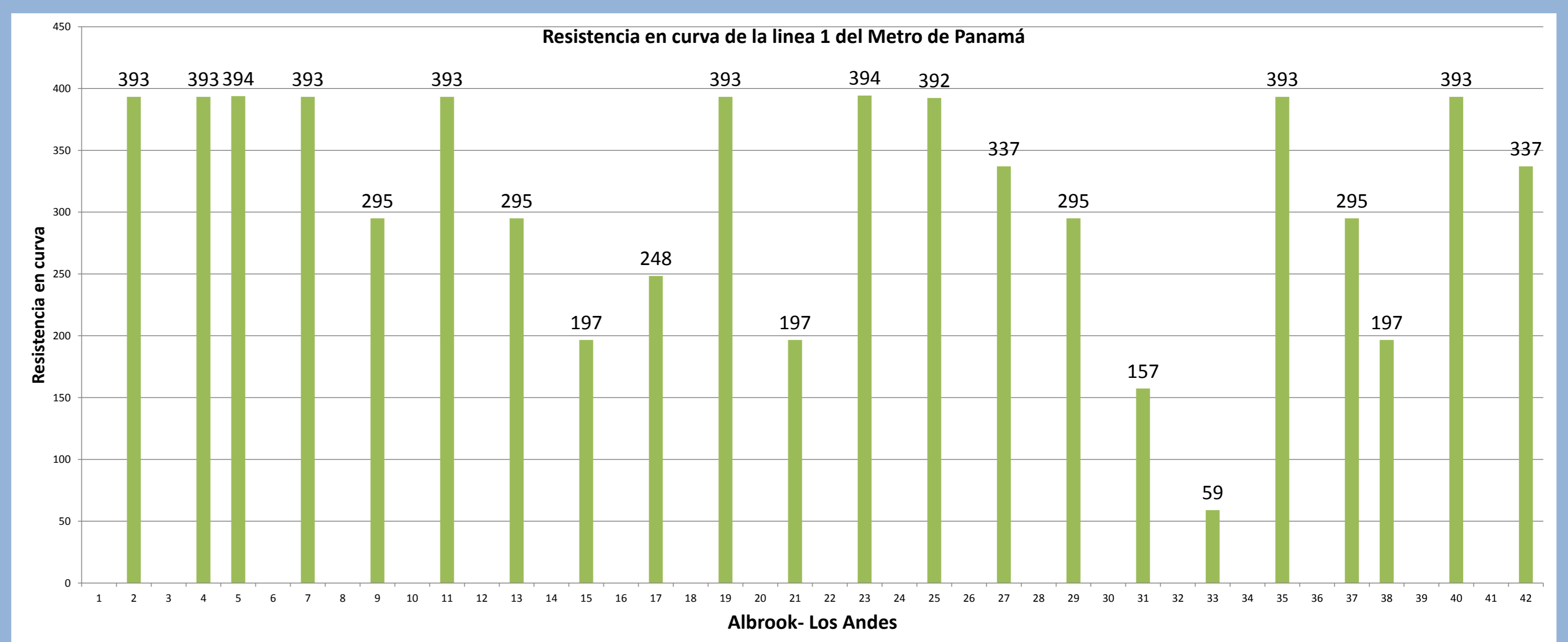
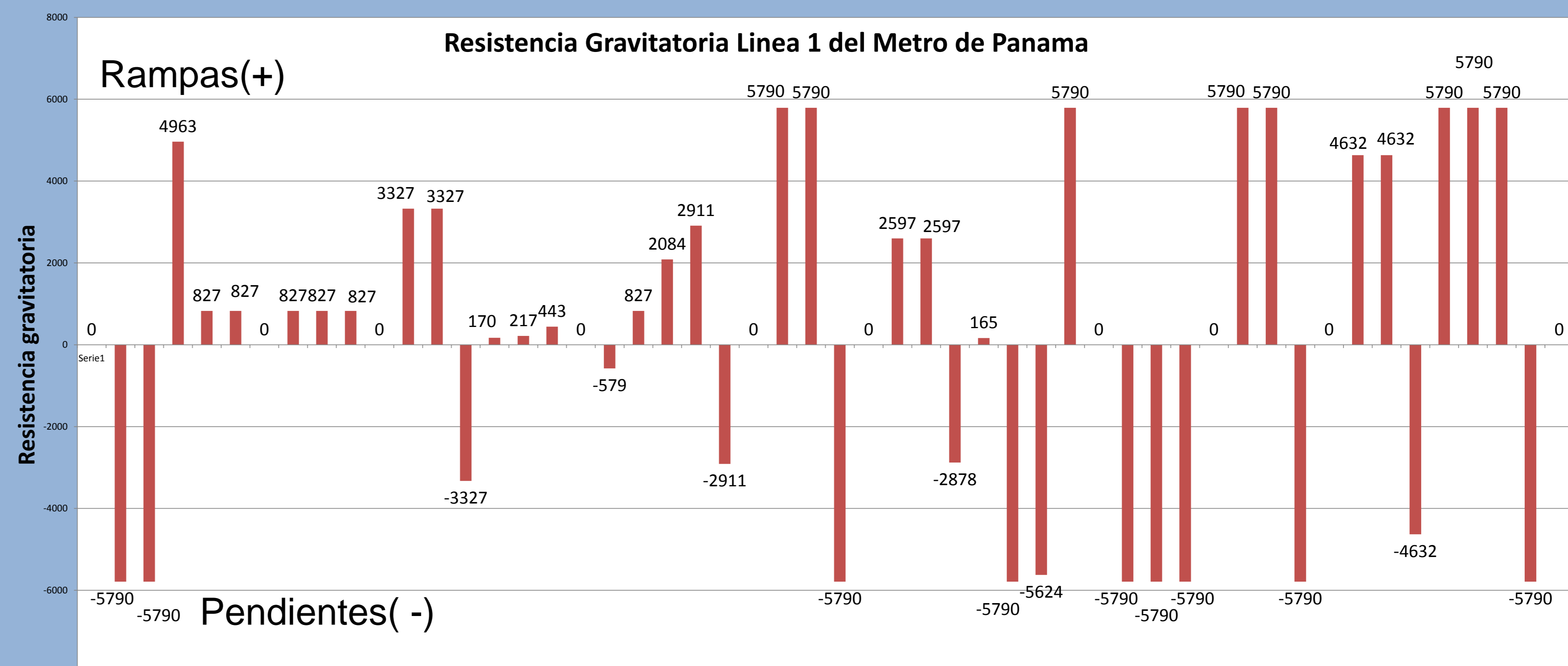
M corresponde a la Masa del tren en toneladas.  
i es el valor de la pendiente (-) o rampa (+) en mm/m o en tanto por mil (‰)



**Fuente:** Secretaria del Metro de Panamá. Diseño geométrico conceptual línea 1. Planos II.17.2.1 Hoja 1 a 14. Revisiones Metro de Panamá. Proyecto: PoYry-Geo Consult S.A. – C&M. Dibujo: Juan Manuel Velasco Fernández. Conformado: José R. Fernández O. 2010.



**Fuente:** A.Berbey, F. Merchan, J. Guevara, R. Caballero "Caracterización de la Línea 1 del Metro de Panamá", Proceedings of the 13th Latin American Conference for Engineering and Technology (LACCEI 2015), 2015.



**Conclusiones:** En este afiche de investigación se ha procurado desglosar cada uno de los términos que componen la resistencia al avance de los trenes en función del trazado de la línea 1 del Metro de Panamá, para una mejor comprensión de los estudiantes a través de este recurso didáctico en cursos de ingeniería ferroviaria I. Se ha utilizado información técnica del diseño conceptual de la línea 1 del Metro de Panamá para hacer los cálculos. En las gráficas se aprecia los cambios de los valores de cada una de las resistencias de los trenes en función de los cambios en el trazado.

## Referencias:

- [1] Secretaria del Metro de Panamá. Diseño geométrico conceptual línea 1. Planos II.17.2.1 Hoja 1 a 14. Revisiones Metro de Panamá. Proyecto: PoYry-Geo Consult S.A. – C&M. Dibujo: Juan Manuel Velasco Fernández. Conformado: José R. Fernández O. 2010.
- [2] Metro de Panamá. Línea 2 del Metro de Panamá. Perfil longitudinal línea 2. Hojas 1 a 30. Octubre 2014.
- [3] A.Berbey, F. Merchan, J. Guevara, R. Caballero "Caracterización de la Línea 1 del Metro de Panamá", Proceedings of the 13th Latin American Conference for Engineering and Technology LACCEI 2015, 2015.
- [4] SMP. Secretaria del Metro de Panamá. Nota Técnica de la SMP. SMP-168-2011.
- [5] A. Berbey, R. Caballero, A. Cogley. Simulaciones eléctricas de la línea 1 del Metro de Panamá. P-B-83.XIV Congreso nacional de ciencia y tecnología. Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC). Del 17al 20 de octubre de 2012 en el Centro de Convenciones de la Ciudad del Saber, en la Ciudad de Panamá. República de Panamá. ISBN 978-9962-8984-2-9. 2014. 2012.
- [6] Carlos Mosquera. Puntos, distancias y radios de los empalmes circulares. Proyecto Metro de Panamá. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Universidad Tecnológica de Panamá. 2012.