

Estudio dinámico de la pasarela peatonal Liniers.

Scotti Vidal, Alfredo Manuel; Bortz, Diego Ariel
Estudiante, Ingeniero Civil
SVAM Ingeniería.
info@svamingeneria.com

RESUMEN

El presente trabajo estudia el comportamiento dinámico de una pasarela peatonal ubicada sobre las vías del ferrocarril Belgrano Norte, la misma presenta notorios problemas de confort para los peatones.

Para el análisis de la pasarela se realizó el relevamiento de la estructura, con los datos obtenidos se modeló por elementos finitos para una primera aproximación de su comportamiento dinámico. Se realizó una campaña de mediciones de aceleraciones sobre distintos puntos de la pasarela, para obtener los parámetros dinámicos de la estructura.

Por último, se realiza un análisis de confort en base a normativa internacional, y se establece una propuesta de trabajo para la reparación de la pasarela.

ABSTRACT

The present work studies the dynamic behavior of a pedestrian bridge on the Belgrano Norte railway, it's presenting comfort problems for pedestrians.

As a first approximation of its dynamic behavior, the structure was modeled by finite elements. A campaign of measurements of the dynamic parameters of the structure was carried out to obtain the dynamic parameters of the structure.

Finally, an analysis of comfort is made on an international basis, and a work proposal is established for the repair of the footbridge.

1. INTRODUCCIÓN.

A razón de una campaña de medición de pasarelas peatonales en el ámbito de Ciudad Autónoma de Buenos Aires y alrededores, para el estudio de su comportamiento dinámico, se seleccionó la pasarela peatonal Liniers. En este contexto se detectaron grandes desplazamientos de la misma al caminar sobre ella, y notorios comentarios de los peatones que circulaban acerca de los movimientos, su disconfort con respecto a ellos y la sensación de inseguridad que les producían. Es por esto que se decidió realizar un análisis más profundo sobre esta estructura.

2. PASARELA PEATONAL LINIERS.

La pasarela se encuentra sobre las vías del ferrocarril Belgrano Norte, dando continuidad al tránsito peatonal sobre la calle Liniers perteneciente al Partido de Vicente López, Provincia de Buenos Aires. Esta próxima a una de las salidas del Club Atlético Platense, por lo que resulta muy transitada, especialmente cuando hay partidos de fútbol.

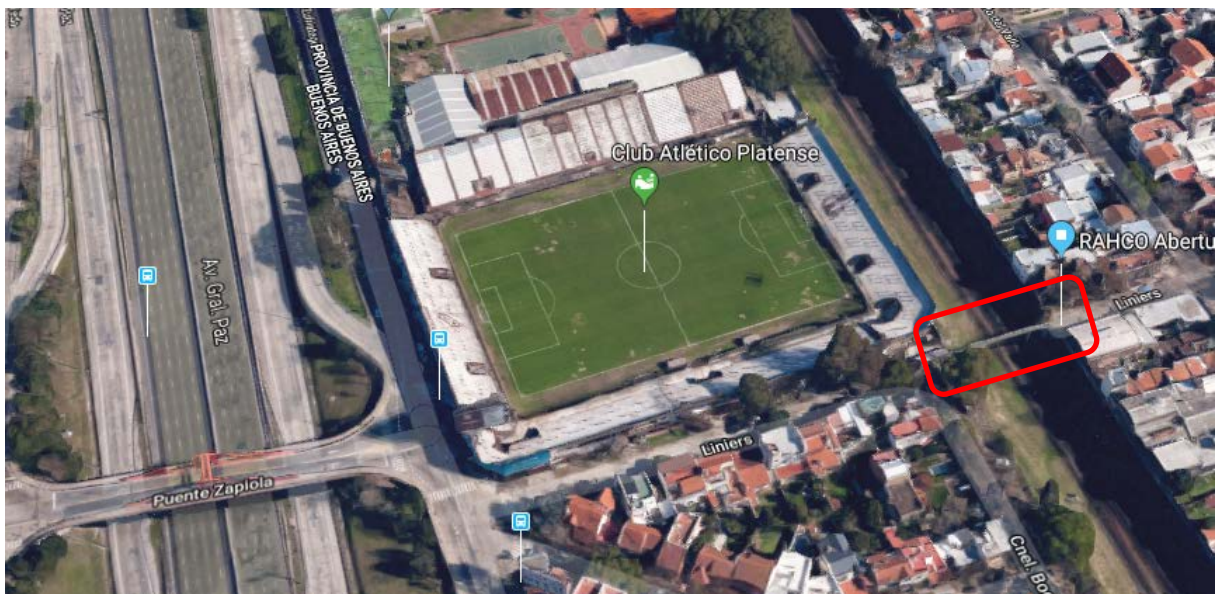


Figura 1. Locación de la pasarela.

Se trata de una pasarela de acero, constituida por una rampa de tres tramos a izquierda, un tablero central apoyado en dos torres, y una rampa de un tramo a derecha.

Todo el puente está constituido por la misma sección cajón de acero. El tramo central, objeto de análisis, tiene una longitud de 16.22 m.

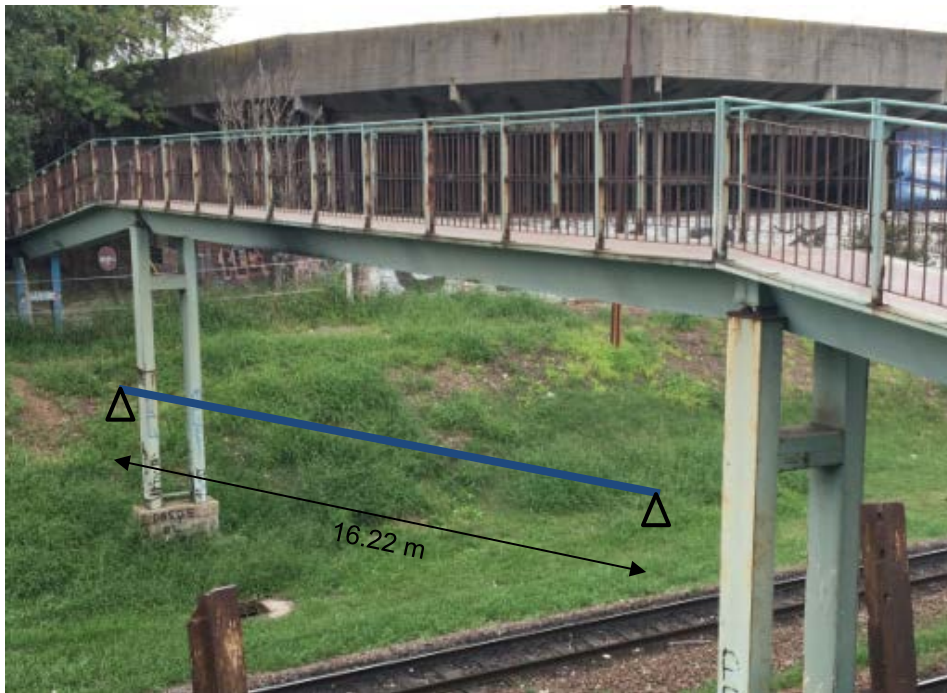


Figura 2. Tramo central analizado.

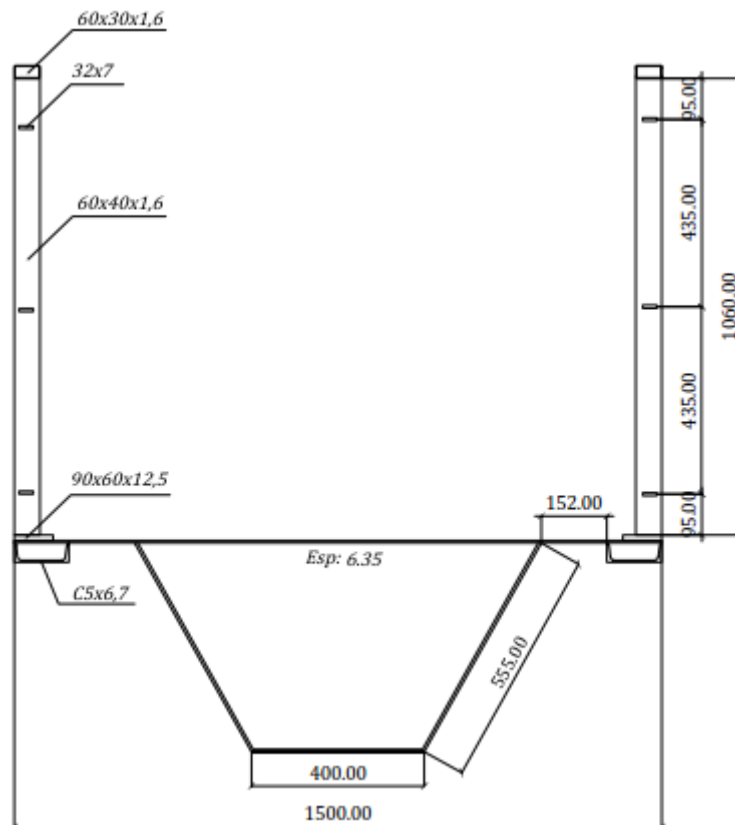


Figura 3. Sección transversal relevada.

3. MODELACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS.

Para tener una primera aproximación del comportamiento de la pasarela, se realizó un modelo de elementos finitos del tramo analizado. El modelado debe ser meticuloso, prestando particular atención a la vinculación de los elementos estructurales y no estructurales, como a su masa. Esto debe a que las propiedades dinámicas están relacionadas con la rigidez de la estructura.

A causa de eso se modelaron, junto a la sección transversal, las barandas perimetrales; ya que su aporte de rigidez aumenta la frecuencia natural de la estructura. A modo de comparación, se muestran las frecuencias naturales de la pasarela cuando no se considera el aporte de rigidez del cerramiento, en este caso la variación de las frecuencias naturales es de un 5% aproximadamente.

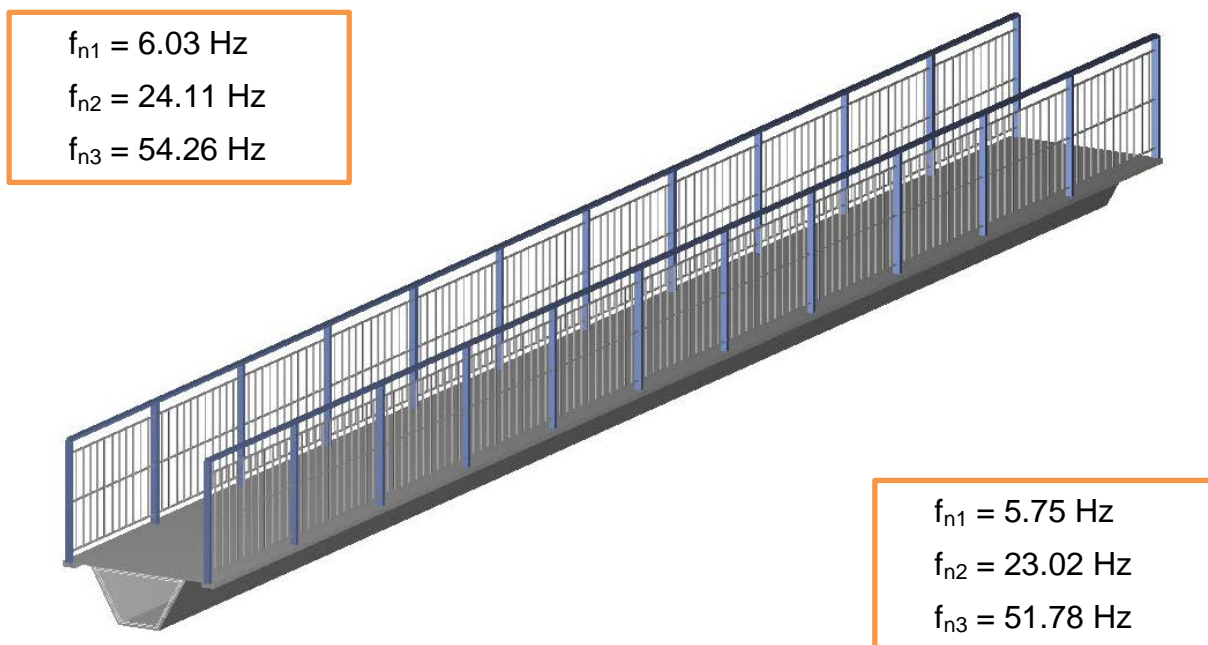


Figura 4. Modelo FEM de la pasarela.

4. CAMPAÑA DE MEDICIÓN.

Se realizaron mediciones de las aceleraciones en el tramo analizado, en dos secciones correspondientes con la sección central del tramo y la sección de apoyo inicial (de lado izquierdo) del tablero. Se registraron las aceleraciones en los tres ejes ortogonales, utilizando un acelerómetro de ST Microelectronics, modelo K330 Acceleration Sensor. Se muestran a continuación las aceleraciones verticales para distintos “estados de carga”.

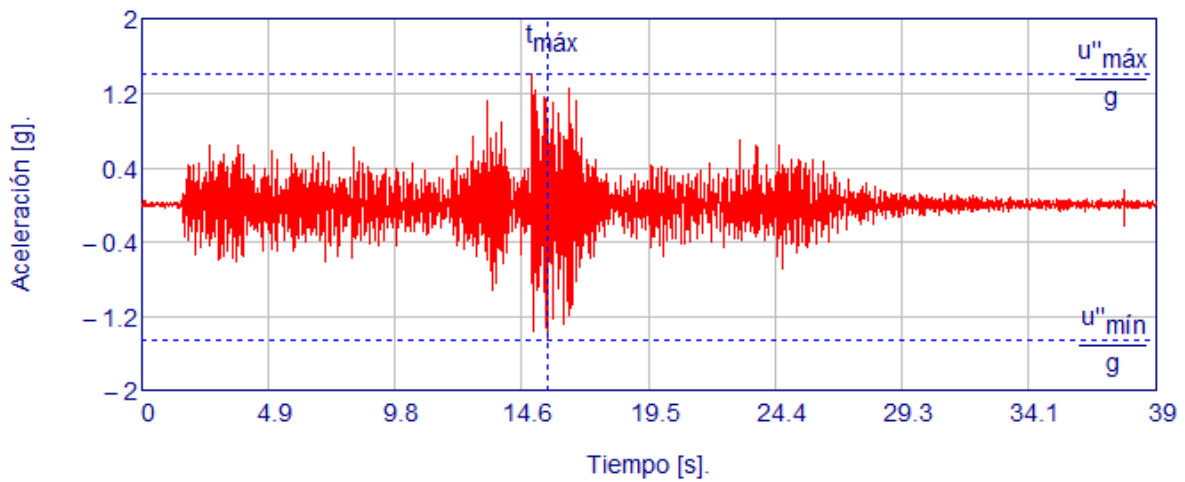


Figura 5. Aceleración en la sección central producida por el tránsito peatonal.

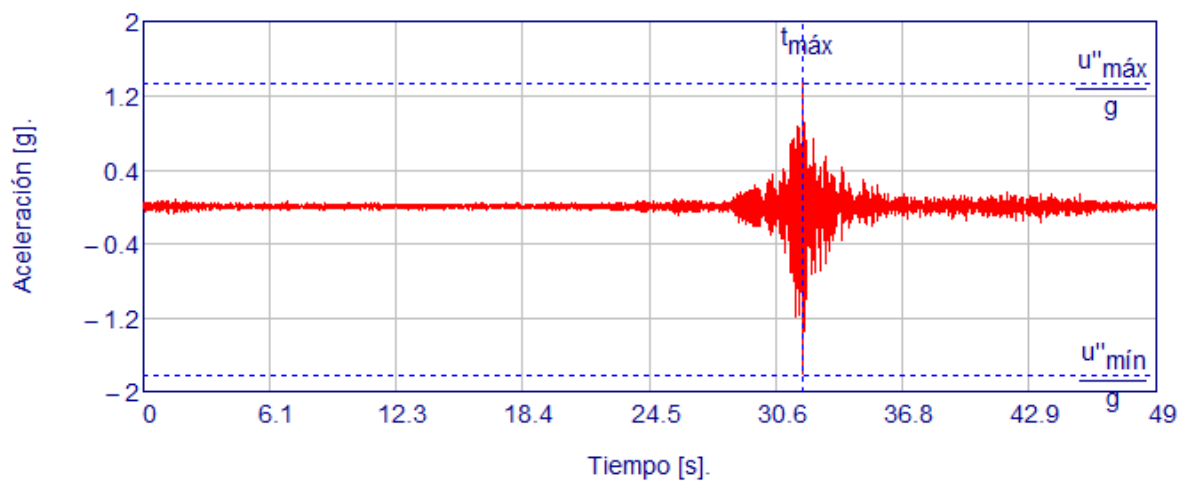


Figura 6. Aceleración en la sección central producida por el paso del ferrocarril.

Durante la campaña de medición se notó el excesivo giro de la pasarela alrededor de su eje longitudinal, que se produce por el simple caminar de los peatones. Por lo que se procedió a registrar las aceleraciones verticales sobre un lateral de la sección transversal en dos puntos de la pasarela, la sección central y la sección inicial de lado izquierdo.

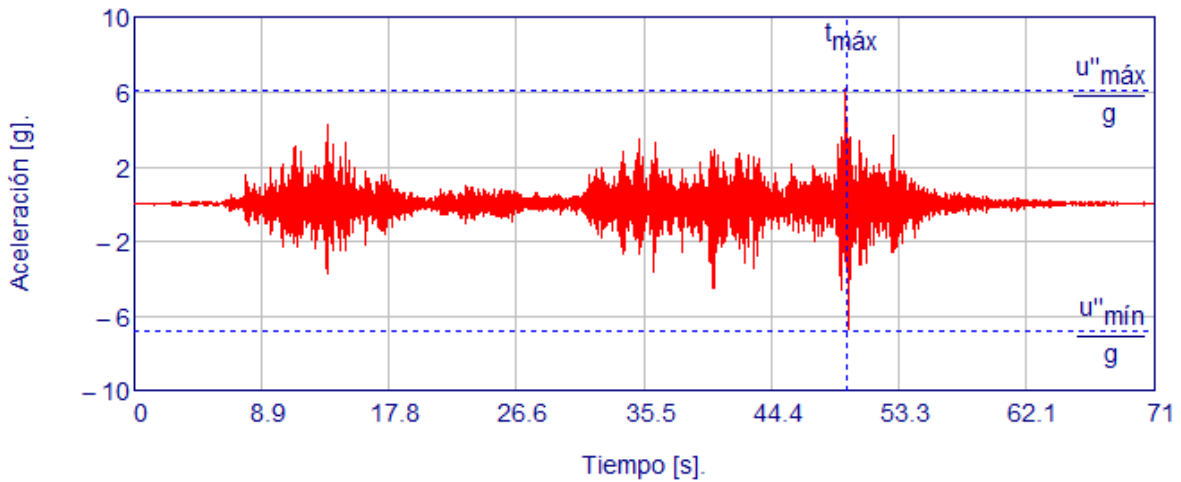


Figura 7. Aceleración en la sección central producida por el bamboleo horizontal de una persona.

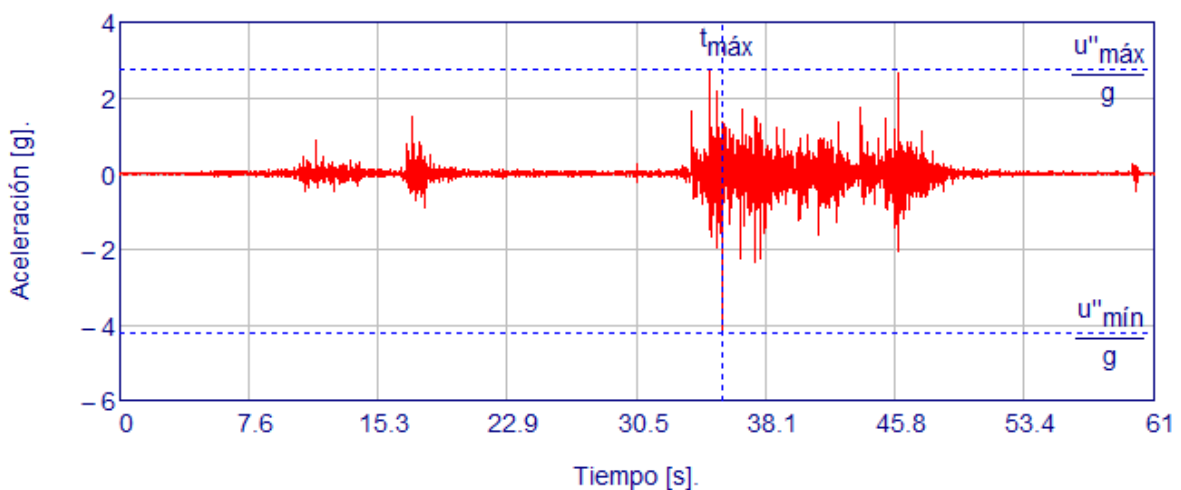


Figura 8. Aceleración en la sección de apoyo producida por el bamboleo horizontal de una persona.

5. CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL.

A partir del registro de aceleraciones en el dominio del tiempo y utilizando la transformada rápida de Fourier se obtienen las aceleraciones transformadas en el dominio de las frecuencias. A partir de este gráfico se determinan las frecuencias fundamentales la pasarela.

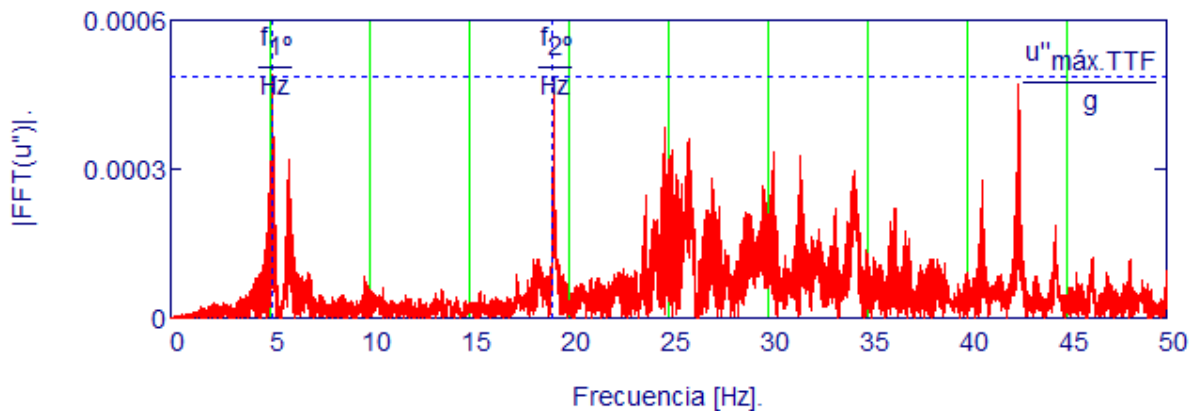


Figura 9. Transformada rápida de Fourier de la aceleración en la sección central.

Modo de vibración	Frecuencia natural	Error relativo FEM
1º modo de vibración vertical.	5.12 Hz	17.75 %
2º modo de vibración vertical.	19.22 Hz	25.46 %
3º modo de vibración vertical.	42.58 Hz	27.42 %

Tabla 2 – Frecuencias naturales obtenidas.

6. VIBRACIONES LÍMITES.

Para determinar si las aceleraciones producidas en el tramo son admisibles o no, se recurre a la Norma ISO 2631-2 (Evaluation of human exposure to whole-body vibration) que da los valores límites de aceleraciones recomendados para distintos destinos de la estructura.

Para las distintas mediciones que se han realizado se obtuvieron los siguientes valores medios cuadráticos de aceleraciones:

Registro/Sección.	RMS [% g]
Salto/Sección central.	4.40
Caminar/Sección central.	2.65
Tren/Sección central.	1.51
Bamboleo/Sección central.	11.72
Bamboleo/Apoyo izquierdo.	3.93

Tabla 2 – RMS de la aceleración para distintos estados de carga.

Para la medición denominada “caminata” se registro el caminar de una sola persona a lo largo del tramo de la pasarela en un sentido y otro, siempre circulando por el eje central longitudinal de la misma. Ya que el caminar fuera del centro provoca que la pasarela comience a tener un giro de su sección alrededor del eje longitudinal.

Debido a esto se procedió a registrar el caminar de varias personas sobre la pasarela, por fuera de su eje longitudinal, registrando la medición “bamboleo”.

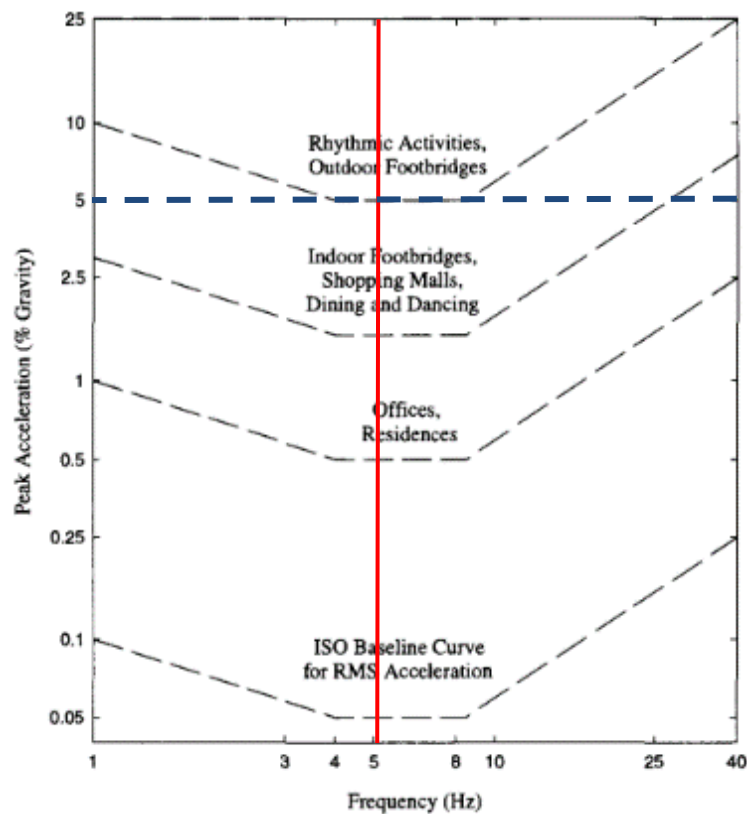


Figura 10. Valores límites dados por Norma ISO 2631-2.

Se observa de la Figura 10, que los valores de RMS se encuentran debajo del límite establecido para pasarelas peatonales exteriores, siempre y cuando no se produzca el bamboleo de esta. Es por esto que se debe reparar la misma a fin de evitar este movimiento.

7. REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL.

Debido a que la pasarela sale de servicio a causa del movimiento pivoteante que se produce a lo largo del eje A-A, el cual produce aceleraciones por encima de lo permitido. Para rehabilitarla será necesario evitar o disminuir este movimiento.

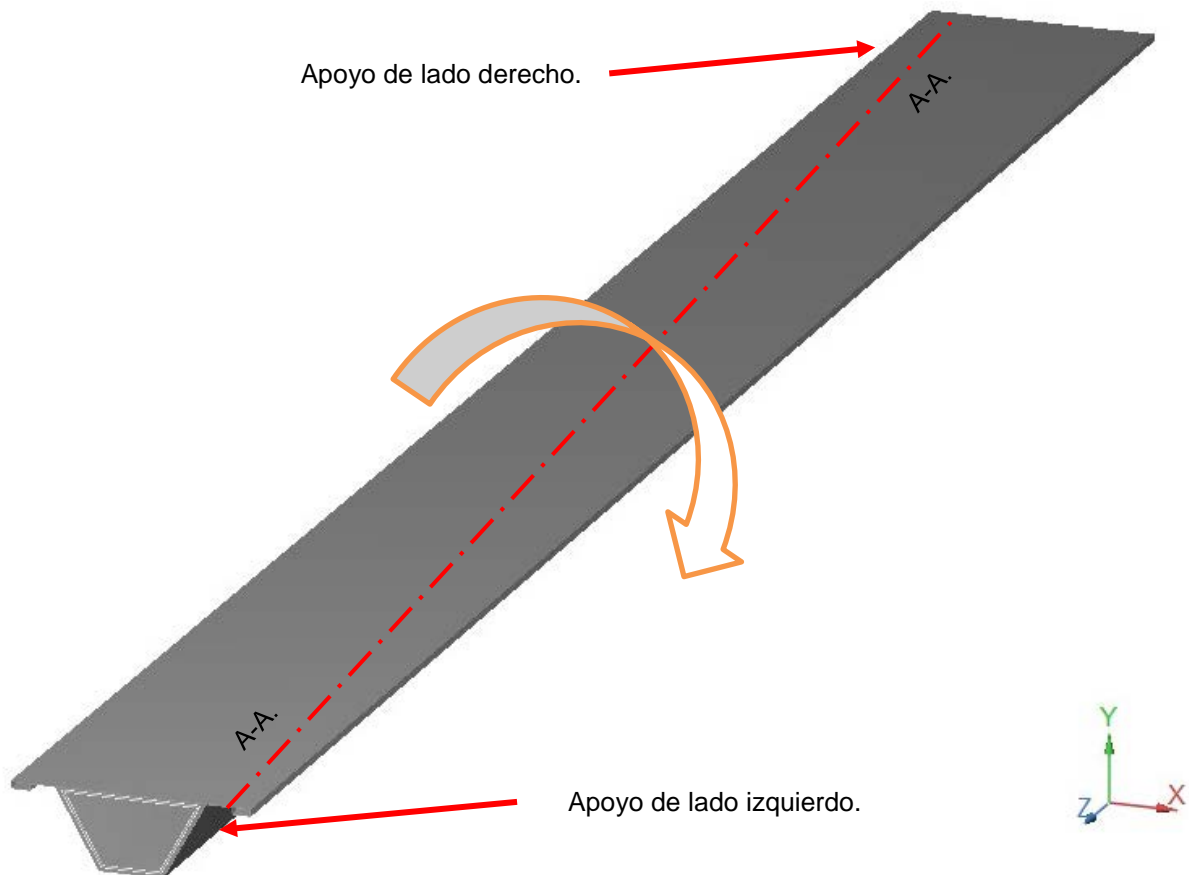


Figura 11. Movimiento pivoteante de tramo central.

A este fin se propone realizar un recalce del apoyo de lado izquierdo, para lo que se deberá izar o gatear el tramo central del tablero y suplementar la diferencia de nivel entre el nivel inferior del apoyo y el nivel superior de la columna metálica.

Se cree que la falta de apoyo entre el tablero y el pilar se puede deber o bien a la falta de precisión en la fabricación y/o montaje de la estructura metálica, o bien a un asentamiento diferencial del apoyo. Por lo que se sugiere un control posterior a la reparación para controlar que no se haya producido un nuevo cedimiento de vínculo.



Figura 12. Apoyo izquierdo del tramo central.



Figura 13. Detalle típico de apoyos.

Bibliografía:

Clough, Ray W., y Joseph Penzien. *Dynamics of Structures*. Third Edition. Computers & Structures, Inc, 1995.

Organization, International Standards. "ISO 2631-2 Evaluation of human exposure to whole-body vibration." *Part 2: Human exposure to continuous and shock-induced vibrations in buildings*. 1989.

Scotti Vidal, A. *Guía de diseño de pasarelas peatonales y caracterización dinámica*. 2018.