Identificación	VIGA 2 Tramo 2	Elemento	Índice Esclerométrico Medido N°	N (promedio)	Calidad del Hormigón
P1	**Viga 02 Dirección 0°**	1-1	42	42,8	Buena
P2		1-2	42		
P3		1-3	44		
P4		1-4	42		
P5		1-5	44		
P6		1-6	44		
P7		1-7	40		
P8		1-8	42		
P9		1-9	42		
P10		1-10	44		
P11		1-11	44		
P12		1-12	42		
P13		1-13	42		
P14		1-14	44		
P15		1-15	45		

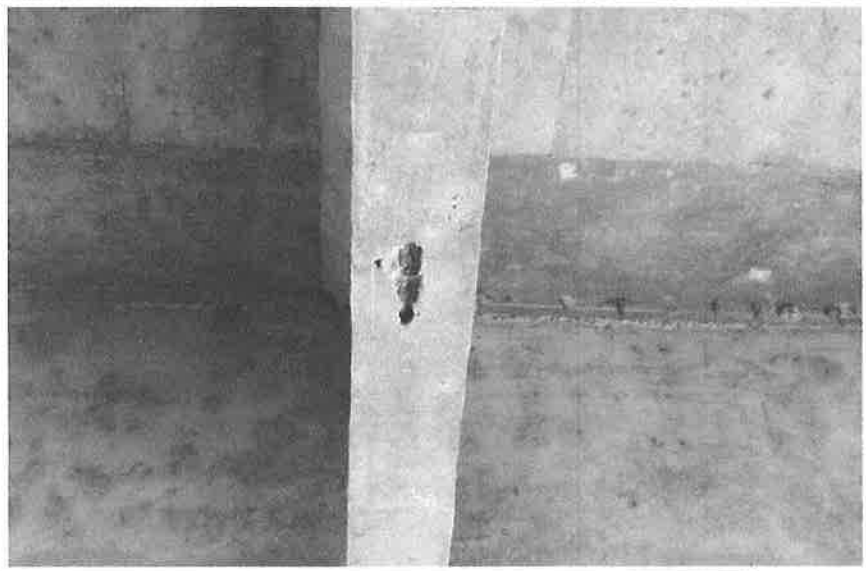
Identificación	VIGA 3 Tramo 2	Elemento	Índice Esclerométrico Medido N°	N (promedio)	Calidad del Hormigón
P1	**Viga 03 Dirección 0°**	1-1	40	42,0	Buena
P2		1-2	40		
P3		1-3	42		
P4		1-4	40		
P5		1-5	42		
P6		1-6	40		
P7		1-7	42		
P8		1-8	44		
P9		1-9	44		
P10		1-10	42		
P11		1-11	42		
P12		1-12	44		
P13		1-13	42		
P14		1-14	42		
P15		1-15	44		

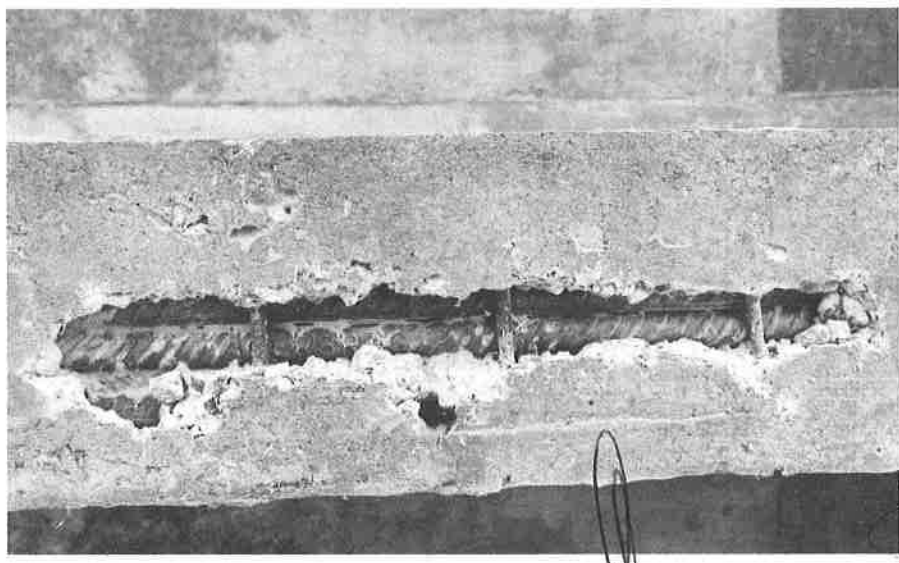
Identificación	VIGA 4 Tramo 2	Elemento	Índice Esclerométrico Medido N°	N (promedio)	Calidad del Hormigón
P1	**Viga 04 Dirección 0°**	1-1	44	42,13	Buena
P2		1-2	44		
P3		1-3	42		
P4		1-4	42		
P5		1-5	40		
P6		1-6	42		
P7		1-7	40		
P8		1-8	40		
P9		1-9	42		
P10		1-10	44		
P11		1-11	44		
P12		1-12	44		
P13		1-13	40		
P14		1-14	42		
P15		1-15	42		

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

P15		1-15	42		





Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

6- Conclusiones

Los resultados de los ensayos ejecutados en este grupo de 8 (VIGAS) – Se puede considerar la resistencia del Hormigón utilizado en **37,00 MPa.**

VIGA N°1 Tramo 01 presenta valores del índice esclerómetro homogéneo en las paredes verticales a ambos lados, en la zona inferiores del elemento (base) presenta valores muy heterogéneos esto es debido a que hay coqueras importantes, debido al mal procedimiento en la colocación de las varillas longitudinales, el elemento no está en condiciones para los trabajos requeridos.

VIGA N°2 Tramo 01 presenta valores del índice esclerómetro homogéneo en las paredes verticales a ambos lados, en la zona inferiores del elemento (base) presenta valores muy heterogéneos esto es debido a que hay coqueras importantes, debido al mal procedimiento en la colocación de las varillas longitudinales, el elemento no está en condiciones para los trabajos requeridos.
el hormigón presenta valores del índice esclerómetro dispersos, material heterogéneo la variación del hormigón presenta valores bajos en las zonas inferiores del elemento por lo tanto se concluye que el elemento no está en condiciones para los trabajos requeridos.

VIGA N°3 Tramo 01 presenta valores del índice esclerómetro homogéneo en las paredes verticales a ambos lados, en la zona inferiores del elemento (base) presenta valores muy heterogéneos esto es debido a que hay coqueras importantes, debido al mal procedimiento en la colocación de las varillas longitudinales, el elemento no está en condiciones para los trabajos requeridos.

VIGA N°4 Tramo 01 el hormigón se presenta de calidad aceptable en el 100% de las zonas ensayadas

VIGA N°1 – Tramo 02 presenta valores del índice esclerómetro homogéneo en las paredes verticales a ambos lados, en la zona inferiores del elemento (base) presenta valores muy heterogéneos esto es debido a que hay coqueras importantes, debido al mal procedimiento en la colocación de las varillas longitudinales, el elemento no está en condiciones para los trabajos requeridos.

VIGA N°2 – tramo 02 el hormigón se presenta de calidad aceptable en el 100% de las zonas ensayadas

VIGA N°3 – Tramo 02 presenta valores del índice esclerómetro homogéneo en las paredes verticales a ambos lados, en la zona inferiores del elemento (base) presenta valores muy heterogéneos esto es debido a que hay coqueras importantes, debido al mal procedimiento en la colocación de las varillas longitudinales, el elemento no está en condiciones para los trabajos requeridos.

VIGA N°4 – tramo 02 el hormigón se presenta de calidad aceptable en el 100% de las zonas ensayadas

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

7 - Bibliografía

1- Muñoz Hidalgo. Diagnosis y causas en patología en la edificación. Servilla 1994
2- Calavera, José. Patología de Estructuras de Hormigón Armado y pretensado – Tomos 1y2 – Intemac. Madrid. 2005
3- Fernández Cánovas, Manuel. Patología y Terapéutica del Hormigón Armado. CICCP. Madrid 1.994

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL HORMIGÓN EN VIGAS PREFABRICADAS

ENSAYO DINÁMICO EN VIGAS LONGITUDINALES

ENSAYO DINÁMICO EN VIGAS LONGITUDINALES

INFORME

"ENSAYOS DINÁMICO EN VIGAS LONGITUDINALES"

Puente (Río Jejui. Maracana – Canindeyú)

AGOSTO 2021

CONTENIDO

Tabla de contenido

CONTENIDO....2

OBJETO....3

DATOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO....3
1.1 Ubicación del puente....3
1.2 Tipo de puente....3
1.3 Condiciones de ejecución....5
1.4 Instrumentación....6
1.5 Análisis de resultados....6
1.6 Frecuencias....7
1.7 Amortiguamiento....7
1.8 Impacto....8

Proceso de los trabajos....9
2.1 Equipo Técnico....9
2.2 Descripción de la prueba estática propuesta....14
2.3 Carga Utilizada....14
2.4 Medición de los desplazamientos....15
2.6 Medición de la temperatura....16
2.7 Estado de carga....18

Desarrollo de las Pruebas....19
3.1 Desarrollo de las pruebas....20
Resumen de Resultados Obtenidos....22
Análisis sobre los resultados....22
El tramo 1....22

BIBLIOGRAFÍA....23

OBJETO

El presente tiene como objeto presentar el resultado obtenido en la prueba de carga estática – dinámica sobre el Puente (Río Jejui – Maracana)

DATOS PREVIOS PARA EL ESTUDIO

1.1 Ubicación del puente

Puente (Río Jejui – Colonia Maracana – San Vicente)

Puente dentro del Departamento de Canindeyú.

1.2 Tipo de puente

Puente de hormigón armado estructura de 100,00 m de longitud se compone de 6 vanos de 2 x 18,00 m + 4 x 16,00 m apoyados sobre estribos en las cabeceras y pórticos intermedio

El ancho total del tablero es de 9,00 m con un ancho útil de calzada de 7,65 m y dos guardarruedas de 1,05 m y 0,30 m la losa de tablero de 25 cm de espesor.

La estructura esta rigidizada con vigas trasversales intermedias en el tramo. La vigas en los tramos miden (alma) 0,22 m x 1,25 m altura y separadas a 2,25 m de eje a eje.

Fotografía 1. Vista del puente.

Ing. Jorge Regueiro

CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Fotografía 2 Vista inferior del puente.

Los estribos forman muros frontales y laterales son de hormigón armado de 0,30 m de espesor. **No poseen** apoyos de neopreno para los apoyos de las vigas longitudinales.

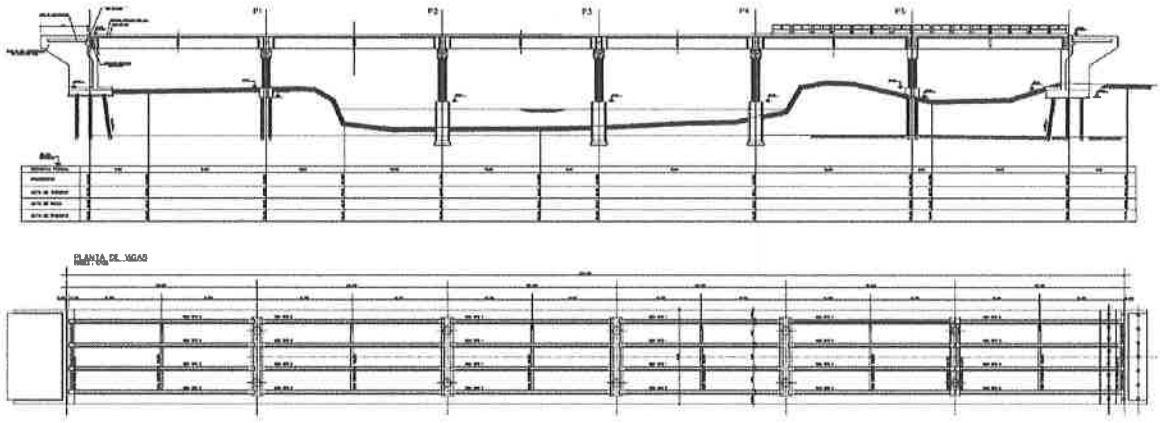


Figura 1. Esquema Longitudinal del Puente.

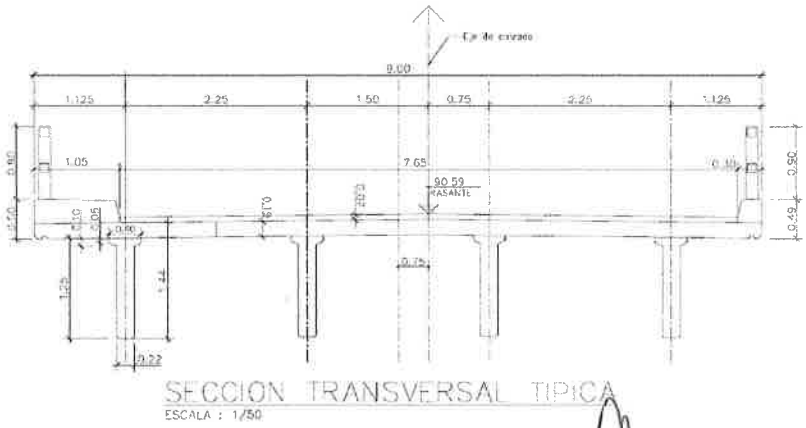


Figura 2 Esquema Transversal del Puente.

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

Para el desarrollo de la prueba se siguieron los criterios y las recomendaciones para la prueba de carga de recepción en Puentes de Carreteras publicados por la Dirección general de Carreteras del Ministerio de Fomento de España (1999).

El objeto de la prueba dinámica es obtener información sobre la estructura, más allá de la proporcionada por la prueba de carga estática, determinando ciertos parámetros que identifican las características intrínsecas de la estructura, así como su respuesta bajo excitación externa. Los resultados de una prueba dinámica pueden estar en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia. En general, estos resultados podrán ser:

Líneas de influencia
Acelerogramas
Espectros de frecuencia
Modos de vibración
Impacto (amplificación dinámica)
Amortiguamiento

Asimismo, los ensayos dinámicos pueden ser útiles para detectar anomalías de carácter funcional como movimientos imprevistos en aparatos de apoyo, vibraciones en tirantes, etc.

El Proyecto de la prueba de carga debe definir cuáles son los parámetros dinámicos que se van a determinar en la prueba, así como los valores teóricos previstos para los mismos.

Suele ser habitual obtener las primeras frecuencias de vibración y el valor del amortiguamiento, como características intrínsecas de la estructura, y las aceleraciones y el coeficiente de amplificación dinámica, como respuesta de esta frente a una excitación externa.

1.3 Condiciones de ejecución

El proyecto y ejecución de las pruebas dinámicas deberán ser realizados por equipos técnicos con experiencia acreditada en este campo.

Para efectuar la prueba será imprescindible que el puente este acabado (pavimento, aceras, juntas de dilatación), debido a la repercusión del estado de la obra en su respuesta dinámica, salvo que se pretenda evaluar el comportamiento de la estructura en una etapa intermedia de su construcción.

Excitación de la estructura
La fuente de excitación será un tren de carga que recorrerá el puente a diferentes velocidades:

- Velocidad lenta: 5,5 km/h (prueba cuasi-estática) - Velocidad media: entre 30 y 40 km/h
- Velocidad rápida: > 60 km/h (siempre que las condiciones de la obra lo permitan)

El tren de carga estará formado, en general, por un único camión avanzando a velocidad constante a lo largo del eje longitudinal del puente. Cuando se desee excitar un modo de torsión, dicho vehículo circulará por un lateral del tablero.

En el caso de que se desee evaluar el grado de confort en zonas de uso peatonal del

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

puente, el tren de carga estará formado por una batería de tantos camiones como carriles de circulación tenga la calzada, avanzando con velocidad constante a lo largo del tablero en sentido único.

Para la determinación de las frecuencias propias y del amortiguamiento estructural, podrá disponerse en la calzada un obstáculo transversal a la marcha del camión, siempre que se considere necesario aumentar las vibraciones generadas durante el ensayo.

En la tabla siguiente se recoge y detalla lo indicado en los párrafos anteriores

Parámetro del medido	Tren de carga	Velocidad de tren de carga	Disposición de obstáculo
Línea de influencia	1 camión	Lenta	No
Frecuencia	1 camión	Media y rápida	Opcional
Amortiguamiento	1 camión	Media y rápida	Opcional
impacto	1 camión	Lenta, media y rápida	No
Aceleración (confort)	1 o más camiones	Media y rápida	I No

1.4 Instrumentación

De forma general, pueden medirse las mismas magnitudes que las indicadas para las pruebas estáticas, además de aceleraciones.

Los dispositivos de medida a emplear son para pruebas estáticas, que en este caso deberán ser capaces de proporcionar registros dinámicos, la instrumentación contará con acelerómetros cuya respuesta sea de 0 a 50 Hz en frecuencia y de 10.5 g en amplitud.

La instrumentación utilizada deberá posibilitar la obtención de registros de señales que permitan su estudio mediante un ordenador o analizador adecuado. La duración de los registros deberá ser la suficiente para que reflejen, sin interrupción, las condiciones iniciales, el desarrollo del ensayo y la zona de amortiguamiento final.

Los registros se harán de forma analógica o digital, debiendo en ambos casos garantizar el análisis en frecuencia en el rango comprendido entre 0 y 50 Hz. Si el registro es digital, o se obtiene digitalizando uno analógico previo, deberá contener al menos 10 lecturas por segundo y punto de medida, en pruebas cuasi-estáticas, y 100 lecturas por segundo y punto de medida, en pruebas dinámicas.

En particular, el sistema de adquisición de datos deberá proporcionar el valor de la frecuencia fundamental de vibración con una precisión mínima de 0,05 Hz.

1.5 Análisis de resultados

La prueba servirá para detectar un posible problema de incomodidad en los usuarios o la generación de esfuerzos no previstos en el cálculo. En otros, una eventual desviación de la frecuencia de vibración respecto a su valor teórico, sin la correspondiente desviación de la

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

flecha estática, pondrá de manifiesto una posible variación de la masa respecto a su valor de cálculo. En general, la determinación de las características dinámicas intrínsecas de la estructura proporcionará unos valores de referencia que permitirán efectuar un seguimiento de la estructura a medio o largo plazo.

Como marco de referencia, se dan a continuación unas indicaciones relativas a los aspectos que normalmente se tratan en las pruebas dinámicas, con órdenes de magnitud para puentes de tipos y luces habituales.

A) Características dinámicas intrínsecas de la estructura

1.6 Frecuencias

La frecuencia principal o, en su defecto, la correspondiente al modo excitado durante la prueba (en general, flexión de eje horizontal ortogonal a la directriz del puente), no diferirá de la calculada teóricamente en mayor medida de lo que lo hayan hecho las flechas, teniendo en cuenta que éstas son proporcionales a la rigidez del tablero mientras que la frecuencia lo es, en primera aproximación, a la raíz cuadrada de la misma.

1.7 Amortiguamiento

El amortiguamiento suele expresarse mediante el decremento logarítmico, que se define como:

$$\delta = 1/n \ln (A_0/An)$$

siendo:
n número de ciclos del intervalo considerado, a la frecuencia fundamental
A_0, amplitud de la respuesta dinámica al inicio de dicho intervalo
An, amplitud de la respuesta dinámica al final del intervalo

El número de ciclos deberá ser el mayor posible que permita el amortiguamiento de la estructura y la resolución de los instrumentos de medida. En general, se considera deseable un mínimo de 5 a 10 ciclos.

Las amplitudes A_0, y An, se tomarán de la zona del registro de datos correspondiente a las vibraciones libres de la estructura, tras el paso del tren de carga. Con preferencia a otras magnitudes, las amplitudes A_0, y An, serán de desplazamientos (flechas). En defecto de éstas podrán utilizarse deformaciones unitarias (tensiones) o aceleraciones.

Si en el intervalo considerado existieran varios modos de vibración superpuestos y las amplitudes A_0, y An , no pudieran determinarse claramente de los registros analógicos de datos en el dominio del tiempo, se procesará la señal y se utilizarán las amplitudes a la frecuencia fundamental f, en dos espectros correspondientes a instantes de tiempo separados n/f_0, segundos.

Se suelen considerar valores normales del amortiguamiento, expresado éste en forma

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

de decremento logarítmico, los comprendidos entre 0,03 y 0,12.

También es frecuente expresar el amortiguamiento como fracción del amortiguamiento crítico a través del índice de amortiguamiento ς que se define mediante la relación:

$$\varsigma = \delta / 2\pi$$

1.8 Impacto

$$\Phi = fdin / fest$$

siendo: fdi, máxima respuesta dinámica
fest, máxima respuesta estatica
El coeficiente de impacto puede considerarse:

Bajo: $\Phi <= 1,10$
Medio: $1,10 < \Phi <= 1,30$
Alto: $\Phi > 1,30$

El coeficiente de impacto se determinará a partir de registros de desplazamientos (flechas) y/o deformaciones unitarias.

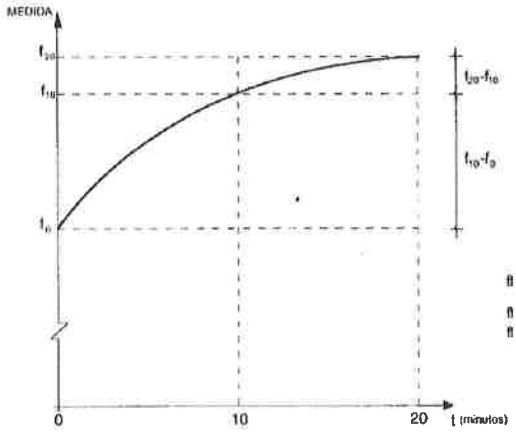


Figura 3. Proceso de Carga.

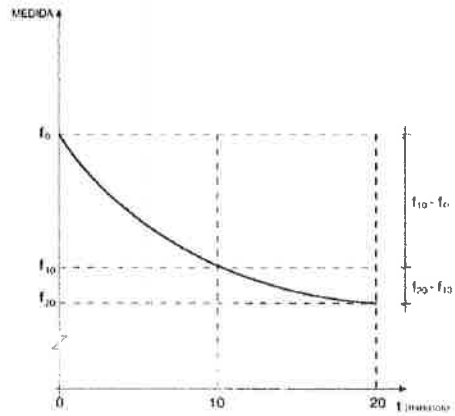


Figura 4. Proceso de Descarga

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

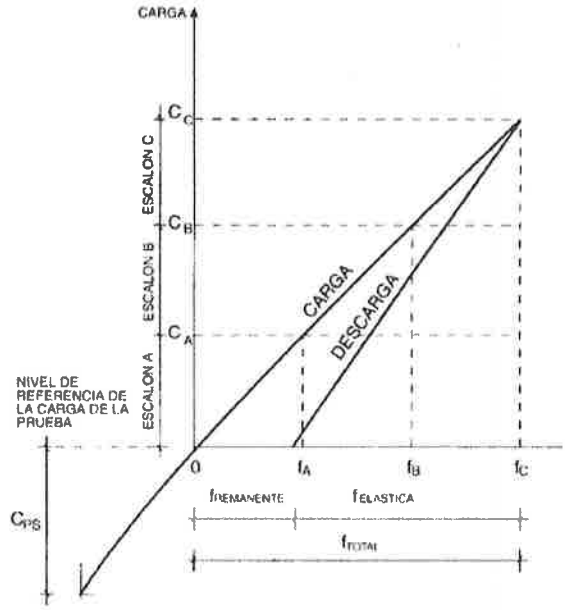


Figura 5. Ciclo de Carga / Descarga

Proceso de los trabajos

2.1 Equipo Técnico

El análisis estructural se desarrolló en función a la memoria de cálculo realizado por el Ing. Angel Gaona (Memoria de Calculo Estructural), la memoria de cálculo correspondiente y a continuación se presenta el resumen de los valores de desplazamiento vertical esperado en los puntos de control durante la prueba estática se indican en la siguiente tabla:

Se ha modelado la superestructura completa (vigas longitudinales, vigas transversales y losa) utilizando la norma AASHTO – STANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIGES – 1996

- carga permanente correspondiente al peso del hormigón estructural del tablero
- carga permanente correspondiente a vereda y baranda
- carga permanente de carpeta de rodamiento
- sobrecarga vehicular (HS20-44) sobre calzada con impacto
- sobrecarga peatonal sobre vereda
- sobrecarga vehicular (HS20-44) accidental sobre vereda
- impacto sobre cordón
- carga sobre barandas

En el caso particular de la sobrecarga accidental sobre vereda, para el diseño de la losa en voladizo se aplica una rueda con impacto a 30 cm desde la baranda.

Se presentan a continuación croquis de los estados de sobrecarga vehicular de diseño para las distintas solicitaciones:

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

CONSORCIO
Río Tembey

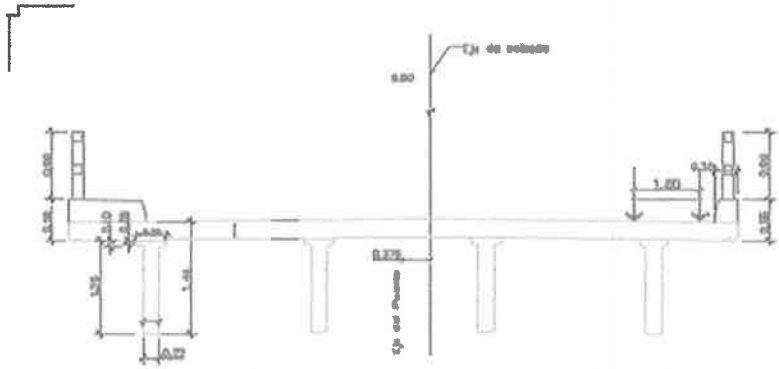


Figura 6. Estado 1 de carga

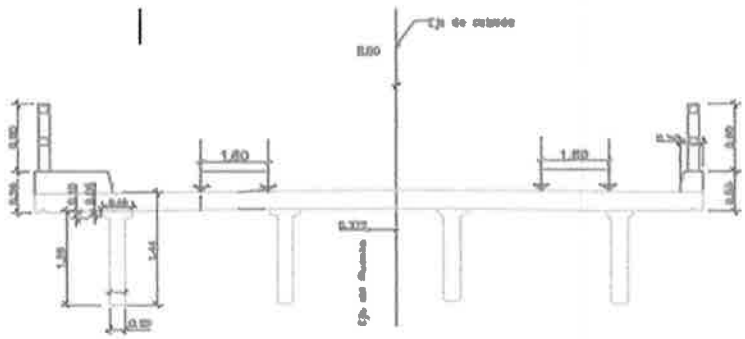


Figura 7 Estado 2 de carga

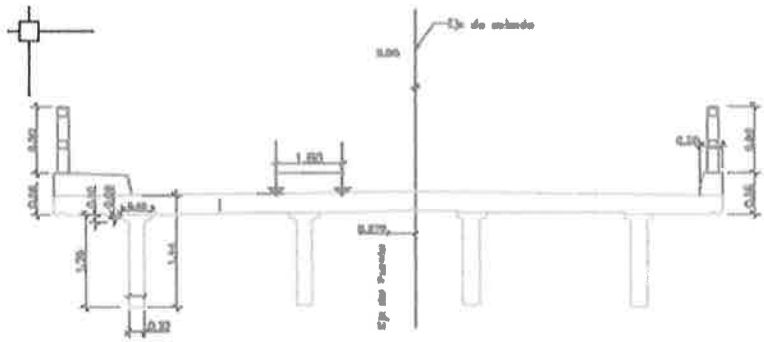


Figura 8 Estado 3 de carga

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

CONSORCIO
Río Tembey

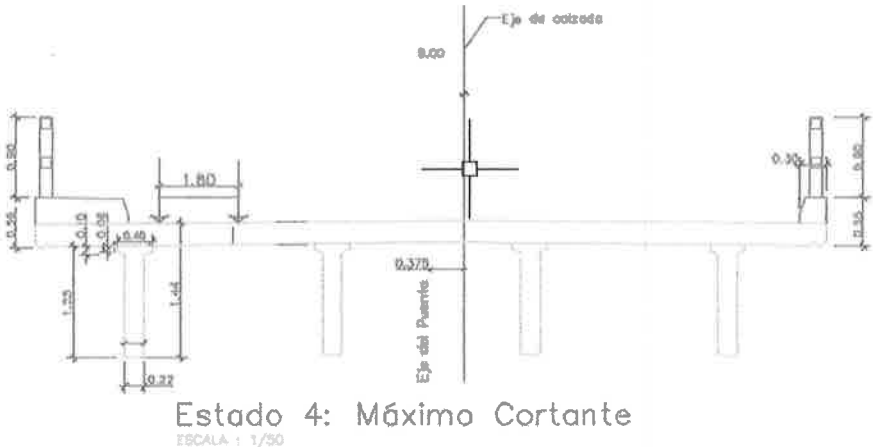


Figura 9 Estado 3 de carga

Figura 10 Esquema Modelo del Tablero en SAP2000

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

ENSAYO DINÁMICO EN VIGAS LONGITUDINALES

SECCION CENTRAL

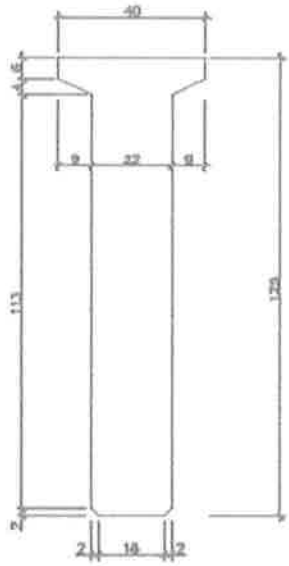


Figura 11 Viga 16,00 m (H = 1,25 m)

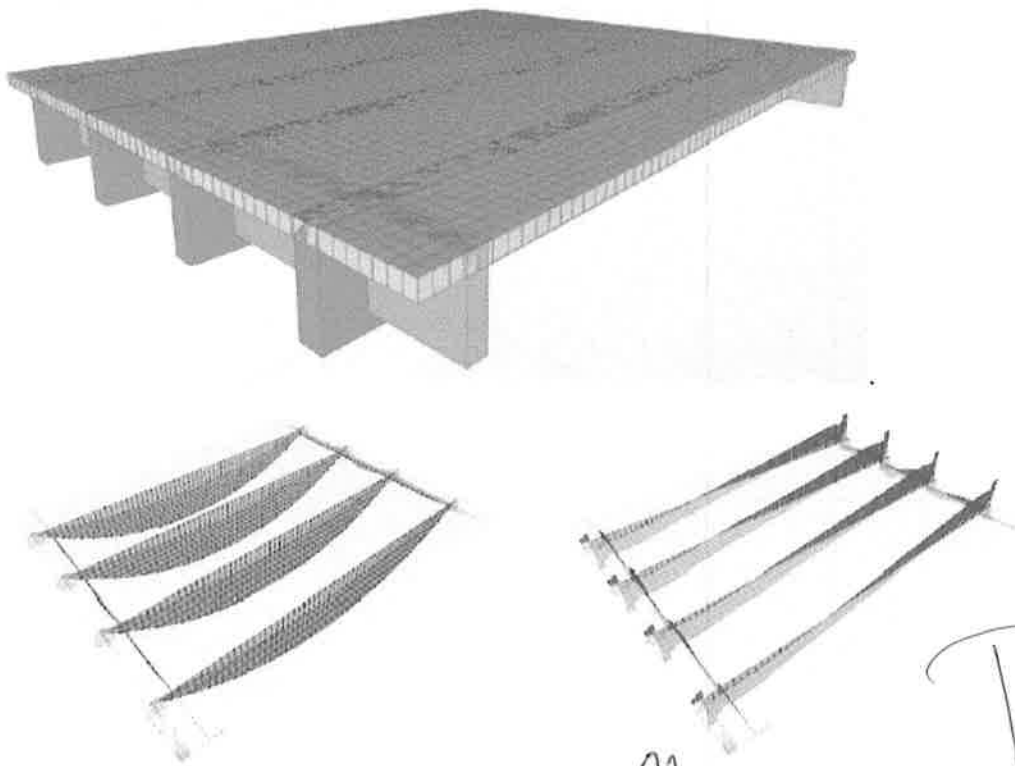
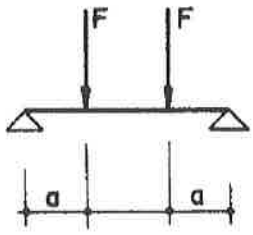
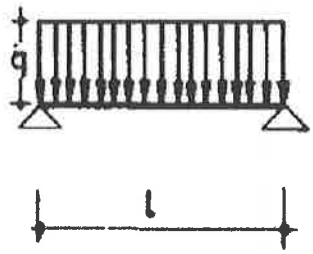


Figura 12 Deformaciones Máximas – (10^{-3} cm)

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey





$$f = \frac{F.a}{24EI}(3l^2 - 4a^2) \qquad f = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI}$$

Esquema de viga apoyados simplemente

formula que relaciona el Momento y las deflexiones
Siendo F.a = Momento
l = longitud de la viga
a = longitud
E = módulo de elasticidad
I = inercia viga

Tabla 2. Valores calculados de deformación

TRAMO	PUNTO	ABCISA (mm)	VIGA	FLECHA (mm)
1	1	1.55	Ext. Derecha	-1.23
1	2	4.24	Ext. Derecha	-3.30
1	3	1.54	Ext. Derecha	-1.31
1	4	1.60	Int. Derecha	-1.39
1	5	4.50	Int. Derecha	-3.30
1	6	1.78	Int. Derecha	-1.33

TRAMO	PUNTO	ABCISA (mm)	VIGA	FLECHA (mm)
2	1	1.53	Ext. Derecha	-1.41
2	2	4.50	Ext. Derecha	-3.25
2	3	1.41	Ext. Derecha	-1.08
2	4	1.80	Int. Derecha	-1.63
2	5	4.80	Int. Derecha	-3.25
2	6	1.78	Int. Derecha	-1.04

El cálculo fue realizado calculado los momentos máximos y relacionando con la formula presentada

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Camion T1

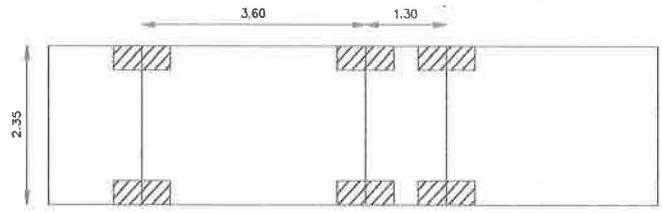


Figura 13. Esquema del Camión Carga

2.2 Descripción de la prueba estática propuesta

- El ensayo de prueba de carga se realizará sobre 2 tramos que compone el puente.
- La carga se materializará mediante camiones tipo doble eje, con un peso de 20,00 tn nominales estacionados sobre el tablero.
- La posición de cada vehículo en el puente se replantea con marcas sobre la calzada de tal modo de permitir la ubicación de cada unidad en forma sencilla, evitando marchas y contramarchas sobre la superestructura.
- Los medidores de deformación serán colocados en las vigas en las pociones indicadas en los planos. La medición de los desplazamientos se realizará con medidores digitales de 26 mm de capacidad y 0,01 mm de precisión.
- Los medidores serán colocados en contacto con la estructura en estudio. Se montarán sobre andamios metálicos y se fijaron mediante bases magnéticas. Las lecturas se efectuarán desde estructuras metálicas independientes de las de montaje de los deflectómetros de manera a evitar movimientos y vibraciones que afecten las magnitudes medidas.
- De forma complementaria se realizarán mediciones de temperatura.

2.3 Carga Utilizada

Mediante camiones tipo doble eje, con un peso de 20 tn nominales estacionados sobre la estructura se realizó la transmisión de la carga. el peso de los camiones se determinó de modo tal que, ubicados sobre el tablero en cada uno de los tramos, representa el 60% de los esfuerzos de diseño. También se procedió a la descarga de la estructura retirando ambos vehículos al mismo tiempo y lentamente.

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Fotografía 3. Tipos de Camiones empleados para la prueba.

Fotografía 4. Ubicación de los camiones durante la prueba.

2.4 Medición de los desplazamientos

Los desplazamientos por efecto de las cargas son medidos mediante el uso de los medidores de 26 mm de capacidad y 0,01 mm de precisión, también se emplearon deflectómetros analógicos de 10 mm de carrera y 0.01 mm de precisión estos equipos fueron colocados en contacto con la estructura en estudio montados sobre estructuras metálicas fijados mediante bases metálicos e independientes de cualquier efecto externos.

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

Fotografía 5. Tipos de Deflectómetros utilizados en las mediciones.

Las mediciones y lecturas se efectuaron desde estructuras auxiliares independientes a los del montante de los deflectómetros de manera a evitar movimientos y vibraciones que afecten las magnitudes medidas

Fotografía 6. Medición de las deflexiones.

2.6 Medición de la temperatura

Durante las pruebas de carga se realizaron registros de las temperaturas de las vigas principales y la temperatura ambiente. Los registros de temperatura sobre la cara superior del tablero e inferior de las vigas, en concordancia con las mediciones de la deflexión.

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Ing. Jorge Reguero

CONSORCIO
Río Tembey

Esta información resultará útil para el caso de las deformaciones producidas por diferencia de temperatura entre los elementos principales de la estructura y deducirlas de las provocadas por la sobre carga.

Fotografía N°7 - Medición de la temperatura sobre tablero.

Fotografía N°8 (Medición de las deflexiones).

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

2.7 Estado de carga

Camion T1

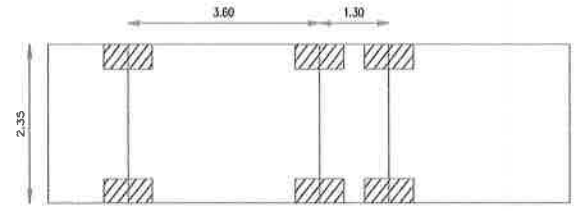


Figura N°14 Esquema de trenes de carga a utilización.

Camion T1

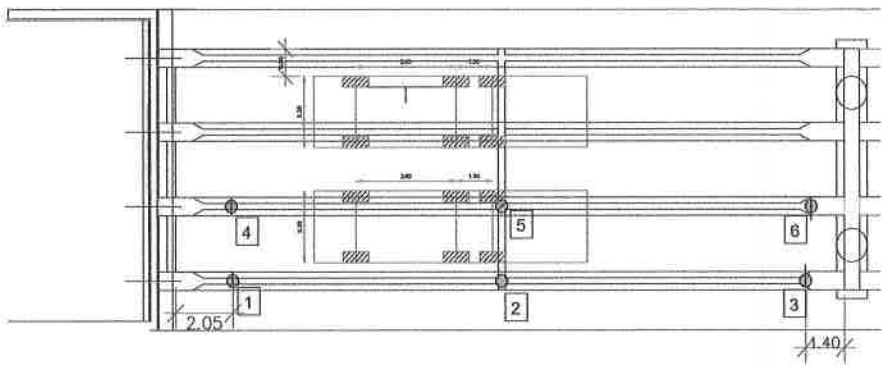


Figura N°15 Esquema de trenes de carga a utilización.

Se considera un estado de carga

Estado de carga A : 20 tn (dos camiones T1 y T2) ubicados en el centro del vano

Ing. Jorge Regueiro

CONSORCIO
Río Tembey

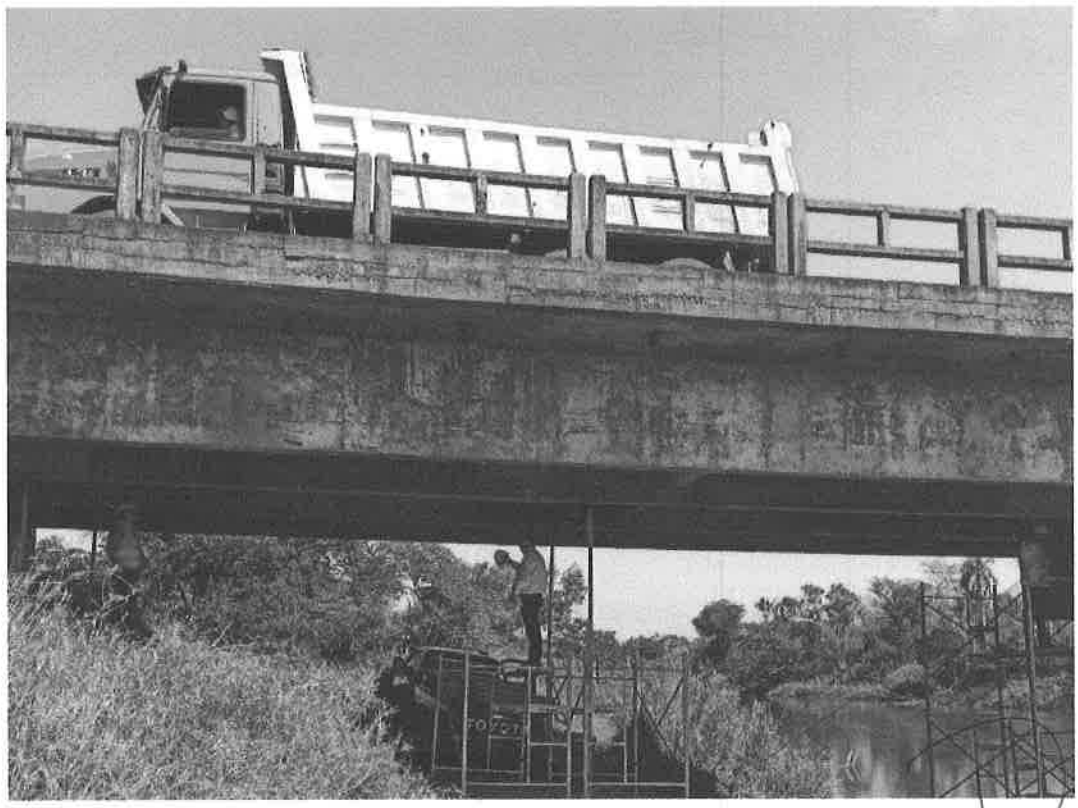
JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Desarrollo de las Pruebas

Puente Río Jejui

Fotografía N° 9 Ajustes de sensores.

Preparación de las estructuras para la colocación de los soportes de los deflectómetros.



Fotografía N°10 Inicio de ensayo de cargas.

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

ENSAYO DINÁMICO EN VIGAS LONGITUDINALES

Los medidores de deformación fueron colocados en los puntos indicados en el plano y cada punto debidamente identificado.

La posición de cada vehículo en el puente fue replanteo sobre la calzada de modo a ubicar en forma sencilla, evitando marchas y contramarchas sobre el tablero.

3.1 Desarrollo de las pruebas

Puente Río Jejui

En obra el orden seguido fue el siguiente. Prueba A

Prueba A

A continuación, se presenta los detalles de la Prueba A la planilla de medición correspondiente

Prueba A	
Cantidad de camiones	2 unidad
Tramos en estudio	1
Puntos de medición	6

Camiones	Chapa	Distancia entre ejes (m)			Carga (kg)
		Distancia del eje 1er. eje	Distancia del 2do. eje	Distancia entre ejes	
Camión tipo 1	ARR 671	3,6	3,80	1,30	20.000
	BVH 025	3,6	3,80	1,30	20.000

Tramo 1	Estado	Referencias	Tramo 1					
			1	2	3	4	5	6
		$f_{0\text{-min}}$	0	0	0	0	0	0
		Lectura f_{10}	1,23	3,30	1,31	1,39	3,30	1,33
		Lectura f_{20}	1,21	3,30	1,34	1,38	3,30	1,31
		$f_{20} - f_{10}$	-0,02	-0,00	-0,02	0,01	-0,00	-0,02
		$0{,}2x(f_{20} - f_{10})$	0,004	0,000	0,004	0,002	0,000	0,004
		Criterio de estabilización	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	Verifica
		Flechas Máxima	-1,55	-4,24	-1,54	-1,60	-4,50	-1,78

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

Resumen de Resultados Obtenidos

Prueba A – Tramo 1	Puntos de Control					
	1	2	3	4	5	6
Deformaciones esperadas (mm)	1,55	4,24	1,54	1,60	4,50	1,78
Deformaciones medidas (mm)	1,22	3,30	1,325	1,385	3,30	1,32
Diferencias mm	-0.33	-0.94	-0,215	-0,215	-1,20	-0,46
Diferencias en (%)	-21.29%	-22.17%	-13.96%	-13.44%	-26.67%	-25.84%
Criterio de estabilización en carga	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio de estabilización en descarga	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio de Remanencia	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica

Tramo 2	Estado	Referencias	Tramo 2					
			1	2	3	4	5	6
		$f_{0\text{-min}}$	0	0	0	0	0	0
		Lectura f_{10}	1,41	3,25	1,08	1,63	3,25	1,04
		Lectura f_{20}	1,39	3,25	1,04	1,61	3,25	1,04
		$f_{20} - f_{10}$	-0,02	-0,00	0,04	-0,02	-0,00	0,00
		$0{,}2x(f_{20} - f_{10})$	0,004	0,000	0,008	0,004	0,000	0,000
		Criterio de estabilización	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	Verifica
		Flechas Máxima	-1,53	-4,50	-1,41	-1,80	-4,80	-1,78

Prueba A – Tramo 2	Puntos de Control					
	1	2	3	4	5	6
Deformaciones esperadas (mm)	1,53	4,50	1,41	1,80	4,80	1,78
Deformaciones medidas (mm)	1,40	3,25	1,06	1,62	3,25	1,04
Diferencias mm	-0,13	-1.25	-0,35	-0,18	-1,55	-0,74
Diferencias en (%)	-8.5%	-27.8%	-24.82%	-10.0%	-32.29	-41.57%
Criterio de estabilización en carga	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio de estabilización en descarga	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio de Remanencia	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica	verifica

Ing. Jorge Regueiro

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

CONSORCIO
Río Tembey

Resumen de Resultados Obtenidos

Se observa que las flechas medidas son menores a las esperadas.

Análisis sobre los resultados

El tramo 1 – tramo 2

Se realizaron dos procesos de carga y descarga en ambos sentidos.
Durante el proceso se colocaron en total 6 puntos de medición por cada tramo y se obtuvieron valores de deformación satisfactorios esperados en 100%.

En base al análisis de resultados realizados en el tramo y teniendo en cuenta el comportamiento de la estructura la pruebas realizados en el tramo (A) y (B) se concluye que la misma se encuentra dentro de lo esperado y por tal motivo el puente puede ser habilitado

Asunción, agosto de 2021

Ing. Jorge Requeira
CONSORCIO
Río Tembey

MSc. Ing. Julio Patiño

BIBLIOGRAFÍA

Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección general de Carreteras del Ministerio de Fomento. (Madrid, 1999)

J. Fernández Gómez et alii. Evaluación de la Capacidad Resistente de estructuras de Hormigón- Ensayos No Destructivos y pruebas de carga –. Intemac.

Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 Normas técnicas. Comisión Permanente del Hormigón. Madrid 2008.

Manual con Diseños Estructurales Estandarizados para Puentes de Hormigón Armado – Ing. Jorge Rodríguez Guillén

Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carreteras. Dirección general de Carreteras del Ministerio de Fomento. (Madrid, 1996)

MSc. Ing. Julio Patiño

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL HORMIGÓN COLOCADO EN VIGAS PREFABRICADAS

Obra: PUENTE Río Jejui

(COLONIA MARACANA - SAN VICENTE) – Departamento Canindeyú

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

Agosto - 2021

Elaborado: MSc. Ing. Julio C. Patiño

1 Informe Preliminar

INVESTIGACION Y DIAGNOSTICO DE UNA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO:

Esta primera fase del proceso consiste en un reconocimiento inicial de la estructura especialmente de sus componentes estructurales de hormigón para identificar sus características fundamentales y detectar la presencia de síntomas o lesiones. Se realizará mediante la inspección visual de la estructura y con la recogida de la información genérica imprescindible para conocer el estado de la misma.

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

ÍNDICE

INFORME PRELIMINAR .....
OBJETIVO.....
CONCLUSIONES .....
BIBLIOGRAFÍA .....

OBJETIVOS:

Los objetivos fundamentales de esta etapa:

1. El presente Informe tiene por objeto presentar los resultados de los ensayos de velocidad impulso ultrasónico ejecutado en un grupo de vigas prefabricadas.

ACCIONES:

Las principales acciones a llevar a cabo se resumen en:

• Identificación de la estructura de hormigón a analizar.
• Búsqueda de defectos en los elementos estructurales:
- ✓ Deformaciones excesivas en elementos horizontales.
- ✓ Fisuraciones o grietas, tanto estructurales como los no estructurales que hayan podido ser producidos por fallos estructurales.
- ✓ Cambios de aspecto superficial del hormigón.
- ✓ Análisis de otros aspectos que puedan afectar al hormigón (térmicos, de uso, etc.)
- ✓ Análisis estructural con un esquema de distribución y descenso de cargas.
- ✓ Determinación cualitativa de los materiales.
- ✓ Localización de los puntos de patología.

DESCRIPCIÓN

Las vigas en estudio tienen tramos de 16,00 m y tramos de 18,00 m de luz, sección constante 0,22 m y altura de 1,25 m. Los trabajos se han realizados en 2 (dos) tramos lado izquierdo.

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS EJECUTADOS
Ensayos de Velocidad de Impulso Ultrasónico

Los ensayos de velocidad de impulso ultrasónico se fundamentan en la propagación de una onda elástica a través de un material, en nuestro caso hormigón, midiendo el tiempo que tarda un impulso en recorrer la distancia que separa a un transductor emisor de un transductor recptor[1].
Los tipos de mediciones son: medición directa, indirecta y semi directa. En la figura se presenta los tipos de mediciones:

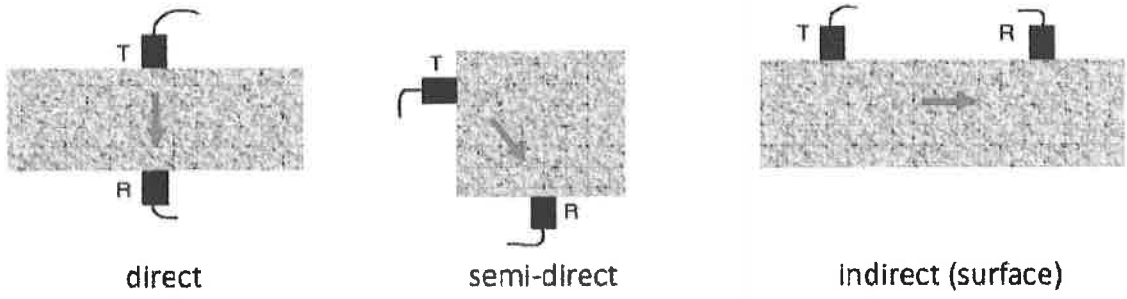


Figura 1 – Tipos de mediciones en el Ensayo de Velocidad de Impulso Ultrasónico a) Medición directa, b) Medición semi-directa c) Medición indirecta.

Fotografía 1 - Equipo de Velocidad de Impulso Ultrasónico.

La transmisión directa es la que transmite el impulso ultrasónico a través del hormigón con una mayor energía y por ello es la más precisa en la medición del tiempo de tránsito. En este tipo de transmisión, la longitud de recorrido está definida y puede ser medida con la presencia requerida[2].

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos realizados a fin de evaluar la calidad y continuidad del hormigón.

- Preparación de superficie para los ensayos.
- Ensayos de velocidad de impulso (medición directa).

RESULTADOS OBTENIDOS

Sobre el Ensayo de Velocidad de Impulso Ultrasónico

Velocidad de propagación lineal (m/s)	Calidad del Hormigón
➢ 4500	Excelente
3600 - 4500	Bueno
3000 - 3600	Aceptable
2100 - 3000	Mala

Tabla 1 – Cuadro Calidad del hormigón vs Velocidad de propagación.

ESTIMACIÓN A PARTIR DEL RESULTADOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Las siguientes tablas presenta el resumen de los valores de índice esclerométrico (IE) y velocidad de pulso ultrasónico Vp obtenidos en los distintos puntos de la viga.

A partir de los resultados obtenidos se realizó una correlación entre estos datos para estimar valores de resistencia del hormigón colocado.

La correlación se realizó con la siguiente formula (Gavilán Martínez Sergio Determinación de la Resistencia del Hormigón por medio de ensayos no destructivos Tesis de Maestría FCT – UCA – Paraguay .2011)

$$fc = 0{,}845\ IE + 0{,}001\ V^4 + 1{,}219$$

A continuación, se presenta los resultados de resistencia a compresión estimada por medio de la correlación.

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos se tiene que las resistencias estimadas del hormigón en los elementos en estudio son:

VIGA N°1 tramo 01: 37,32 MPa.

VIGA N°2 tramo 01: 37,27 MPa.

VIGA N°3 tramo 01: 37,83 MPa.

VIGA N°4 tramo 01: 37,32 MPa.

VIGA N°1 tramo 02: 37,87 MPa.

VIGA N°2 tramo 02: 37,48 MPa.

VIGA N°3 tramo 02: 36,88 MPa.

VIGA N°4 tramo 02: 36,99 MPa.

El puente en consideración no posee apoyos neopreno, se observan fisuras transversales a 45° en ciertas vigas debidos a las deformaciones que las vigas en uso soportan.
Presentan algunas vigas huecos (grietas de aproximadamente 4 cm) falta de recubrimientos en la parte inferior por malos procesos de construcción.

Bibliografía

Fernández Cánova Manuel. Patología y Terapéutica del Hormigón Armado. CICCP. Madrid 1.994 - España.

J. Fernández Gómez y otros. Evaluación de la Capacidad Resistente de Estructuras de Hormigón Armado – Ensayos No Destructivos y pruebas de carga – Intemac.

ASTM C42 Standard Methods of Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.

J. Calavera. Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado – Tomo 1 y 2 – Intemac.

Adam M. Neville. Propiedades do Concreto PINI, 1.997 Brasil

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

JULIO C. PATIÑO
MSc. Ing. Civil

ESTUDIO GEOTECNICO PARA EVALUACION DE FUNDACIONES. PUENTE L= 100,00 m

JULIO C. BAREIRO M.
INGENIERO CIVIL

INFORME GEOTÉCNICO N° 87/2021.

ESTUDIO GEOTECNICO PARA EVALUACIÓN DE FUNDACIÓN DEL PUENTE JEJUI.

DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO.

SOLICITADO POR: SOTEC S. A.

FECHA: 20/10/2021

Calle Eligio Ayala N° 912 – B° Pitiantuta. Fernando de la Mora.
Tel. /Fax 508.999 - Celular: 0981-462.432
jbareiro@gmail.com
Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

Julio C. Bareiro M.
Ingeniero Civil
Reg. Prof. N° 1604
Matrícula C.S.J. N° 1535

INFORME GEOTECNICO Nº 87/2017

INTRODUCCION

EL presente informe se refiere a los trabajos realizados para la investigación de suelos del lugar, donde se encuentra un Puente de hormigón armado de cuatro tramos, sobre el Rio Jejui en el tramo vial que une las localidades de San Vicente y Marcana, en el Departamento de San Pedro.

TRABAJOS REALIZADOS

ENSAYOS DE PENETRACION

El presente informe se basa en los resultados obtenidos de cuatro (4) sondeos exploratorios mixtos, consistentes inicialmente en perforaciones con pala barreno y ensayos de penetración estándar (S.P.T.), para lo cual se utilizó un muestreador bipartido del tipo RAYMOND – TERZAGHI, y la metodología conforme a la norma ASTM D-1586, con ensayos y muestreos a cada metro, hasta detectar el estrato resistente con números de golpes del SPT mayores a cincuenta, luego se prosiguió con rondeos rotativos. Se perforaron en total, SPT más rotativos, 33,10 m (treinta y tres coma diez metros).

MUESTREO Y DESCRIPCION

Las muestras de suelos obtenidas fueron descriptas tacto – visualmente In *situ* y remitas al laboratorio, donde se procedió a su clasificación por medio de ensayos de rutina.

NIVELACIÓN DE LOS SONDEOS

La contratante proveyó los datos de las cotas de las bocas de los sondeos.

OBSERVACION DEL NIVEL FREATICO

Durante la realización de los trabajos fue detectada actividad freática, en todos sondeos, en el sondeo P1 en la cota 111,23, en el sondeo P2 en la cota 111,09, en el sondeo P3 en la cota 111,30 y en el sondeo P4 en la cota 111,52.

Cabe mencionar que la potencia y la cota de aparición del agua, pueden variar según la época del año y el régimen de precipitación de lluvias.

Ing. Jorge Regueiro
CONSORCIO
Río Tembey

Julio C. Bareiro M.
Ingeniero Civil
Reg. Prof. Nº 1604
Matrícula C.S.J. Nº 1535

Calle Eligio Ayala Nº 912 – Bº Pitiantuta. Fernando de la Mora
Tel./Fax 508.999 - Celular: 0981-462.432
jbareiro@gmail.com