

ESTUDIOS

Criterios de diseño del sistema de disipación sísmica en los viaductos del ferrocarril Caracas - Tuy Medio

Robert Pérez H. *(+), Jose Nieto F. **, Emilio Solorzano **

ASPECTOS GENERALES.

La línea ferroviaria La Rinconada-Cúa, actualmente en construcción, está situada en la región norte-central de Venezuela, cuya sismicidad se encuentra influenciada por la interacción entre las Placas Tectónicas del Caribe y América del Sur. El Estudio de Amenaza Sísmica (J. Grases, Coral 83), realizado para este proyecto, fundamenta la selección de los movimientos de diseño en la aceptación de una pequeña probabilidad de excedencia (7.5%) durante la vida útil del Sistema (70 años) equivalente a un período medio de retorno de 900 años. Para el control de daños se selecciona eventos asociados a un período medio de re

torno de 50 años, los cuales es probable que ocurran más de una vez durante la vida útil de las estructuras. Los viaductos y puentes son clasificados dentro del Grupo 1, al cual pertenecen las obras e instalaciones vitales para la operación del Sistema.

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS MOVIMIENTOS RECOMENDADOS.

Los parámetros característicos de las zonas, aceleración horizontal máxima de la roca, velocidad y período de esquina, se resumen en la siguiente tabla:

ZONA	SISMO DE VERIFICACIÓN			SISMO DE DISEÑO		
	A (gal)	V (cm/s)	Te (s)	A (gal)	V (cm/s)	Te (s)
Caracas — km 14	150	7	0.27	400	30	0.37
Km 14 - Cúa	125	6	0.27	360	25	0.34

EXCITACIÓN SÍSMICA.

La excitación sísmica queda definida por los parámetros característicos y las formas espectrales indicados en el Estudio de Amenaza, a partir de los cua

les se construyen los espectros de respuesta elástica de cada componente (horizontal y vertical) para la zona de interés y el perfil del subsuelo correspondiente. Los viaductos de montaña de esta Línea son fundados en terrenos esencialmente constituidos por roca, esquistos predominantemente grafitosos blandos a duros, a los

(*) Universidad Católica Andrés Bello, PSN Ingeniería S.C. (**) PSN Ingeniería S.C.

que corresponde un GSI (Geological Strength Index, E. Hoek) comprendido entre 20 y 40.

A partir del Espectro de Respuesta de las Aceleraciones Horizontales de Diseño se generaron cinco registros artificiales consistentes con dicho Espectro, utilizando el programa SIMQKE (MIT, Massachusetts, Gasparini-Vanmarcke), de 40 segundos de duración.

Los registros sísmicos reales (J. Grases, Coral 83) seleccionados para el análisis son representativos del área de interés, afectada por eventos tanto de fuentes cercanas como lejanas. Ellos son:

Evento Whittier, Estación Obregon Park, componentes 270 y 90, aceleración horizontal máxima 0.410g y 0.428g respectivamente, y 40 segundos de duración. Evento Landers, Estación Baker Fire Sta., componentes 140 y 50, aceleración horizontal máxima 0.11g en ambas direcciones, y 80 segundos de duración.

Los registros del evento Northridge, Estación Santa Mónica, componentes 90 y 360, aceleración horizontal máxima 0.883g y 0.370g respectivamente, 60 segundos de duración, se emplearon para algunas investigaciones particulares.

El grado de severidad de estos registros (artificiales y reales) se midió utilizando la Intensidad Instrumental propuesta por A. Arias:

$$I_a = \left(\frac{\pi}{2g}\right) \int_0^{t_0} \ddot{u}_g^2(t) dt$$

y la Potencialidad Destructora (R. Araya y R. Saragoni) definida directamente proporcional a la intensidad de Arias e inversamente a la intensidad del número de cruces por cero del registro.

PRINCIPIOS BÁSICOS.

Los Criterios de Diseño adoptados en el proyecto se basan en los siguientes principios:

- Evitar la ocurrencia de daños estructurales bajo las condiciones impuestas por el "Sismo de Verificación".
- Proteger a los tableros de los viaductos de la formación de articulaciones plásticas o falla de algunos de sus componentes para las condiciones impuestas por el "Sismo de Diseño".
- Proteger a los tableros de la pérdida de apoyo cuando ocurran los desplazamientos sísmicos asociados al "Sismo de Diseño".

Se ha previsto un Sistema Disipativo Pasivo (SDP) entre el tablero y la infraestructura (pilas y/o estribos), capaz de actuar a partir de un Umbral de Fuerzas Horizontales (U). Dicho Umbral se estableció, tal que sea permitida la operación normal de los trenes en ambas vías sin iniciarse la disipación. Por otra parte, se provee la capacidad de resistencia demandada por las fuerzas inerciales correspondientes al Sismo de Verificación mayoradas por 1.15.

$$U = 1.5 * \text{Hop}, 2t$$

Siendo Hop, 2t los efectos debidos a las Fuerzas horizontales operativas de dos trenes

Estas condiciones particulares se realizan en vista de que las fuerzas horizontales nominales longitudinales y transversales debidas a la operación de los trenes en cada vía, determinadas de acuerdo con las normas que rigen el proyecto (UIC Code 776- 1 R), normalizadas por el peso permanente mas el removible y el de un tren (W) alcanzan una magnitud aproximadamente igual a 0.12 y 0.10 respectivamente.

OTROS ASPECTOS EN LA SELECCIÓN DE LOS APARATOS DE APOYO

Esencialmente por razones directamente relacionadas con el soporte de la vía férrea no se emplean apoyos que permitan una condición de "flotación" del tablero (norma UIC Code 772-1R).

Otros aspectos no menos relevantes que han sido considerados en la selección, regulados por las normas, lo constituyen la durabilidad ante el ataque de agentes externos como los biológicos (insectos, hongos u otros), la alteración de las propiedades mecánicas debida a los efectos de envejecimiento del material y los cambios en las propiedades de los materiales originados por el calor e incrementos de temperatura durante el proceso de disipación histerética de la energía.

APARATOS DE APOYO SELECCIONADOS

Las características de los aparatos de apoyo para los tableros de los viaductos de esta Línea se establecieron tomando en consideración el adecuado funcionamiento en todo momento bajo las condiciones impuestas por las cargas originadas durante la operación de los trenes, las previamente establecidas cuando ocurra un evento asociado al Sismo de Verificación, así

como la disipativa entre dicho estado y el producido por un evento asociado al Sismo de Diseño. Estas funciones pueden cumplirse incorporando elementos de sacrificio calibrados (fusibles), capaces de restringir los movimientos hasta alcanzarse el umbral U de rotura de los mismos, instante a partir del cual se iniciaría la disipación de la energía.

El esquema de vínculos de los tableros a la infraestructura (pila y/o estribo) es isostático y provee una condición de vínculo isotrópica en el plano horizontal.

Superado el Umbral de Fuerzas Horizontales, debido a la ocurrencia de un evento sísmico, la falla del fusible permitirá a los aparatos iniciar su función disipadora de energía, limitando la magnitud de las fuerzas horizontales transmitidas a la subestructura. El diseño de los aparatos prevé la accesibilidad para la sustitución de los elementos de sacrificio sin requerirse ser desmontados.

INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES

Dentro de programa de investigaciones contemplado en las Especificaciones Técnicas del Proyecto se estableció realizar pruebas sobre una mesa vibratoria de un modelo físico que incluyera un elemento de sacrificio. Las pruebas se llevaron a cabo en el ISMES (Bergamo), el modelo de un grado de libertad dinámico, masa 38765 kg y elemento disipativo tipo a escala natural caracterizado por un F_y igual a 43 kN, d_y igual a 5 mm, d_{max} de diseño igual a 65 mm y relación rigidez plástica a elástica igual a 0.027.

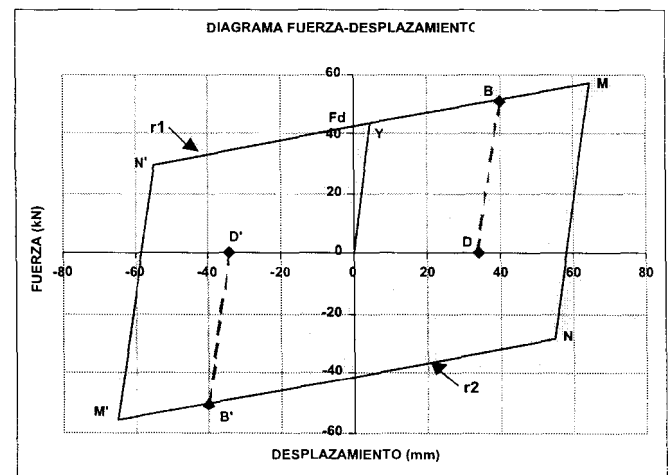
Las respuestas registradas durante la secuencia de pruebas realizadas sobre el mismo elemento disipativo indican un comportamiento estable, el cual puede observarse cuando se comparan los registros de desplazamiento de la masa en la quinta y sexta prueba para la misma señal de entrada (excitación AST1). Los diagramas fuerza-desplazamiento de la segunda y octava prueba confirman un comportamiento histerético estable.

Las propiedades de los elementos disipativos utilizados en el diseño se determinan mediante pruebas individuales de cargas reversibles cíclicas, para una amplitud de desplazamiento constante. El Eurocode 82, NEHRP Guidelines y otros incluyen este tipo de pruebas como medio de validación de las propiedades de diseño y coinciden en aclarar que dichas especificaciones no son consideradas como un estándar de pruebas de control de calidad de la fabricación.

Las propiedades de los elementos de sacrificio (fusibles), cuyo comportamiento debe tender a ser elástico-frágil, son determinadas mediante pruebas de carga monotónicas creciente.

MODELO CONSTITUTIVO

El modelo constitutivo del elemento de disipación pasiva se ha representado por la curva fuerza—desplazamiento transversal, su comportamiento es idealizado en forma bilineal. Los puntos donde se inicia la descarga, como el B o el M, así como aquellos donde se inicia la recarga (B' o M') están asociados a los valores máximos y mínimos de la función desplazamiento $X(t)$, que ocurren cuando la velocidad de la respuesta es cero. De tal manera que, el paso de un proceso de carga a descarga o viceversa, dependerá muy especialmente de la excitación, como se desprende de la ecuación del equilibrio dinámico.



$$F = -m[\ddot{X}_g(t) + \ddot{X}(t)]$$

La figura muestra el lazo histerético asociado al máximo desplazamiento de diseño, representado por las coordenadas del punto M (X_{max} , F_{max}). El punto de corte de la recta r_1 con el eje de las ordenadas corresponde al llamado Valor Característico de la Fuerza (F_d).

$$F_d = F_y + \gamma K_o X_y$$

El punto Y corresponde a la cedencia del material (X_y , F_y).

K_o : Rigidez Elástica (F_y/X_y)

γK_o : Rigidez Post-elástica

Ecuación de la Recta r1:

$$F - F_v = \gamma K_o (X - X_v)$$

Ecuación de la Recta r2:

$$F + F_v = -\gamma K_o (X - X_v)$$

Las curvas fuerza-desplazamiento obtenidas experimentalmente no son exactamente reproducidas por el modelo constitutivo bilineal, Ozdemir propone un modelo general capaz de ajustarse más fielmente a los resultados experimentales.

LIMITACIONES DEL MODELO CONSTITUTIVO

Los modelos constitutivos representados por la clásica relación tensión-deformación que caracteriza el comportamiento de los metales en el rango inelástico cuando las cargas son aplicadas cíclicamente, no incluyen el concepto de falla. Sin embargo, los resultados experimentales indican que el material sujeto a la aplicación de ciclos reversibles de carga frecuentemente falla por fatiga, después de haber transcurrido un cierto número de ciclos (Nf). El mecanismo envuelve la formación e interconexión de microgrietas o fracturas que eventualmente conducirán a la falla. Cuando la falla ocurre para un número limitado de excursiones en el rango inelástico, el fenómeno se conoce como "fatiga de bajo ciclaje".

La relación entre la componente plástica de las deformaciones ($\Delta \epsilon_p/2$) y el número de ciclos que conduce a la falla ($2N_f$) puede describirse mediante una ley de potencia como la propuesta por Mason-Coffin.

$$\frac{\Delta \epsilon_p}{2} = \epsilon_f (2N_f)^c$$

El modelo de falla por acumulación de daño postula que en cada excursión al rango inelástico o ciclo de respuesta se impone un incremento del daño, el cual dependerá de la amplitud pico de la excursión. Cada ciclo sucedido impondrá un daño adicional, y la falla ocurrirá cuando sea alcanzado el 100% del daño. Cuando la amplitud de los ciclos es constante, se observa que cuanto mayor sea la amplitud menor será el número de ciclos necesarios para producir la falla.

Cuando la amplitud de los ciclos no es constante, como en el caso de la acción sísmica, se debe realizar alguna hipótesis adicional, como puede ser postular una acumulación de daño por fatiga del tipo lineal, regla de Palmgren-Miner, donde se dice que la falla ocurrirá cuando el daño $D > 1$.

$$D = \sum_i \frac{n_i}{N_{fi}}$$

Donde n_i es el número de ciclos de la respuesta cuya amplitud es igual a A_i , y N_{fi} el número de ciclos de dicha amplitud que conducirían a la falla por fatiga.

La vida útil del elemento disipativo dependerá muy especialmente de la máxima deformación de diseño seleccionada. Durante la ocurrencia de un terremoto severo, como el de diseño, no debe agotarse la vida útil del elemento disipativo, ya que las réplicas que comúnmente suceden después del evento impondrá un daño adicional.

Por esta razón, códigos como el Eurocode 8-2 y NEHRP Guidelines plantean la realización de ensayos de caracterización, y hacen un énfasis muy especial en el mínimo número de ciclos y amplitud que al menos deben cumplirse.

ANÁLISIS DINÁMICO

La estructura se modela en forma discreta mediante elementos finitos, usualmente unidimensionales y por un número de masas apropiado que definen las coordenadas asociadas a los grados de libertad dinámicos. El proceso de síntesis estructural conducirá al sistema de ecuaciones diferenciales del movimiento, cuya forma es bien conocida.

$$M\ddot{x}(t) + C\dot{x}(t) + Kx(t) = -M\{1\}x_g(t)$$

Donde M , C y K representan la matriz de masa, amortiguamiento y rigidez de la estructura.

En estructuras cuyo comportamiento es lineal, mediante el método de superposición modal, el problema puede reducirse a la determinación de los autovalores (ω_i^2) y autovectores (ϕ_i) del sistema de ecuaciones. Mediante una transformación de coordenadas se desacopla dicho sistema, tal que se disponga de una ecuación para cada modo de vibración, cuya forma corresponda a la de un oscilador de un grado de libertad.

$$y_i(t) + 2\zeta_i \omega_i y_i(t) + \omega_i^2 y_i(t) = -\Gamma_i x_g(t) = y_{gi}(t)$$

La respuesta $y_i(t)$ puede ser calculada mediante la integración de cada una de las ecuaciones correspondientes al modo i , evaluando la integral de Duhamel. La respuesta $x(t)$ se determina mediante la superposición de las correspondientes a cada modo de vibración:

$$x_i(t) = \sum_{i=1}^n \phi_i y_i(t)$$

Otro procedimiento para determinar la respuesta sería el de emplear el espectro de pseudo-aceleraciones, cuyas ordenas $S(T_i, \zeta_i)$ corresponden al período natural T_i y a la relación de amortiguamiento ζ_i , que puede designarse por S_i ; tal que la máxima respuesta para cada modo i es expresada por:

$$x_i = \left(\frac{\Gamma_i}{\omega_i}\right) \phi_i S_i$$

La respuesta más probable de la estructura viene dada por la combinación de las máximas respuestas de cada modo (ri) de vibración, la cual puede realizarse mediante la regla de combinación cuadrática completa conocida comúnmente por las siglas CQC.

La respuesta dinámica de estructuras no lineales debe preferentemente determinarse en el dominio del tiempo, mediante la integración directa del sistema de ecuaciones diferenciales del movimiento, utilizando algoritmos numéricos como el método β de Newmark o e de Wilson. Este procedimiento también puede aplicarse a sistemas lineales, aun cuando ciertamente demandaría un mayor esfuerzo de cálculo.

De una manera general, los elementos de disipación pasiva pueden representarse por una función lineal del vector de aceleraciones, velocidades y desplazamiento.

$$R_{dp} x(t) = M_{dp} \ddot{x}(t) + C_{dp} \dot{x}(t) + K_{dp} x(t)$$

En ese caso las matrices de masa (M), amortiguamiento (C) y rigidez (K) serán iguales a la suma de las correspondientes a la estructura y al sistema de disipación pasivo.

$$M = M_{est} + M_{dp}$$

$$K = K_{est} + K_{dp}$$

$$C = C_{est} + C_{dp}$$

La forma de la ecuación del movimiento no se altera

$$M\ddot{x}(t) + C\dot{x}(t) + Kx(t) = -M\{1\}x_g(t)$$

En particular, el sistema de disipación pasivo presentado puede ser representado como una función lineal del vector desplazamiento, ya que la masa y el amortiguamiento propio no es significativo.

Programas de computación como el DAIN-2DX (Kanaan y Powell, 1993), IDARC (Nagarajaiah, Reinhorn y Constantinou, 1991) y SAP2000 están orientados para aplicaciones en ingeniería estructural, mientras que para propósitos más generales se dispone de programas como ABAQUS, ADINA y NASTRAN. En general se fundamentan en el método de la aceleración constante. Del equilibrio dinámico se desprende:

$$[M]\{\Delta x\} + [C]\{\Delta \dot{x}\} + [K]\{\Delta x\} = \{\Delta P\}$$

$$[K^*] = [K] + \frac{2}{\Delta t}[C] + \frac{4}{\Delta t^2}[M]$$

$$g(\Delta x) = [M]\{\Delta \dot{x}\} + [C]\{\Delta x\} + [K]\{\Delta x\} - \Delta P = 0$$

$$[K^*]\{\Delta x\} = \{f^*(t_i)\}$$

$$[K^*]_{(n)} = \left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)_{(n)}$$

La solución de este sistema de ecuaciones no lineal se obtiene aplicando el método de Newton-Raphson.

El balance de la energía impuesta a la estructura por la excitación sísmica (**Eug**) viene dado por la suma de la contribución individual de la energía cinética relativa de la masa (Ek), la energía disipada por el amortiguamiento inherente a la estructura usualmente supuesto viscoso (ED), la energía de deformación (**Es**) y la energía del sistema de disipación pasivo (E_{dp}).

$$Eug = Ek + ED + Es + E_{dp}$$

RESPUESTA DINÁMICA EN LA ETAPA DISIPATIVA

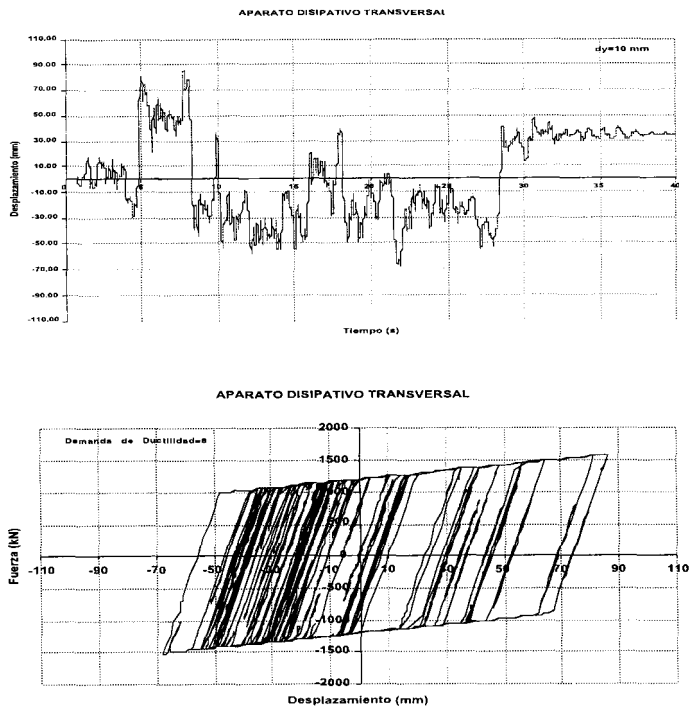
Se presentan los resultados del análisis realizado para un viaducto conformado por cinco (5) luces de 50 m, tablero de acero (dos vigas doble T) de sección compuesta para dos (2) vías, pilas de concreto armado de sección rectangular hueca cuya altura varía entre 20 y 35 m fundadas mediante pozos de 15 m de profundidad.

El tablero, las pilas y los pozos de fundación de los viaductos se modelaron mediante elementos finitos unidimensionales y masas discretas de comportamiento elástico lineal, mientras que los componentes de disipación pasiva (huso, spindle) fueron simulados por elementos de comportamiento elasto-plástico bilineal y las superficies de deslizamiento (PTFE) de los aparatos mediante elementos de comportamiento rígido-plástico perfecto. El medio circundante al pozo de fundación se incorporó en el modelo empleando para ello elementos de conexión simple (resortes) con comportamiento elasto-plástico perfecto.

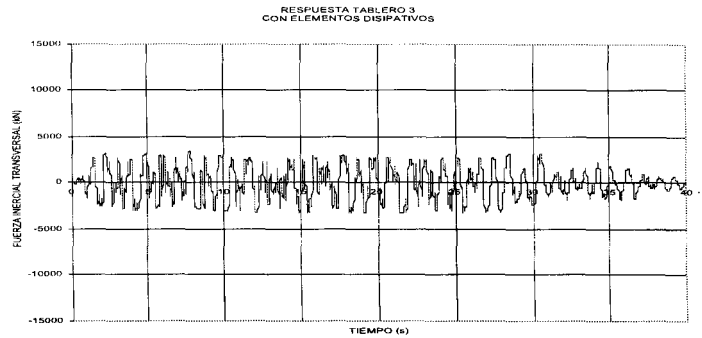
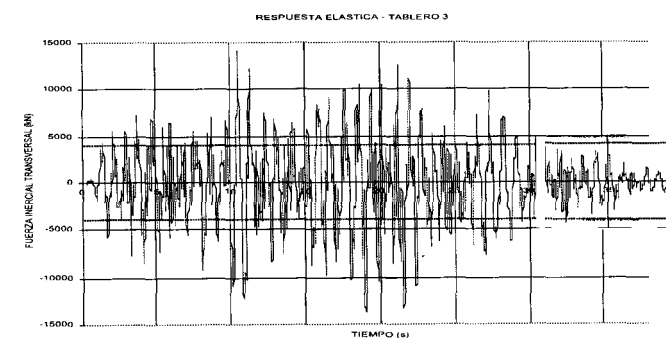
El análisis dinámico no lineal en el dominio del tiempo, para la excitación sísmica representada por un registro acelerográfico simulado, se realizó utilizando el programa DRAIN-2DX (Kanaan y Powell, 1993). Estos análisis permitieron establecer las demandas de resistencia y las máximas deformaciones.

Para ilustrar la respuesta dinámica de los diferentes componentes estructurales se ha seleccionado un conjunto de resultados que permiten tal objetivo.

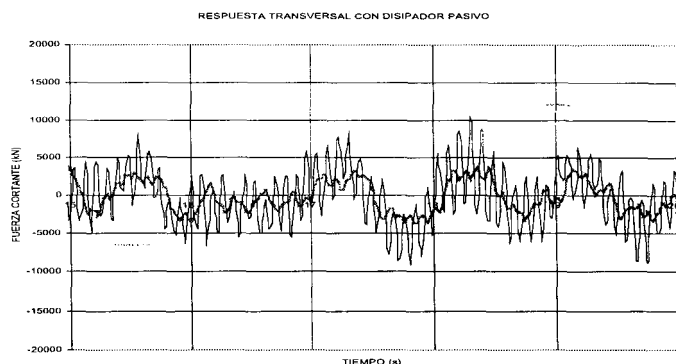
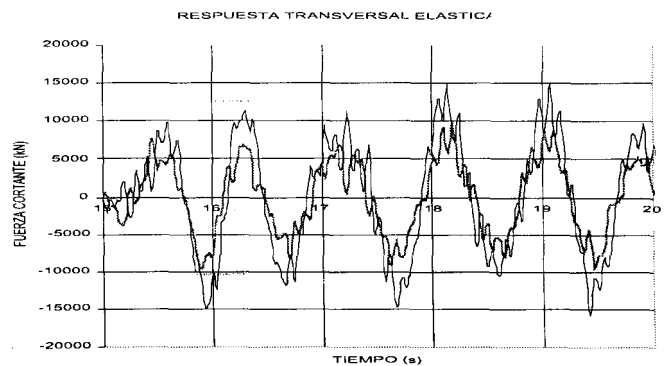
La respuesta de los elementos de disipación pasiva, en cualquiera de las direcciones (longitudinal o transversal), puede representarse mediante la historia de los desplazamientos o de las fuerzas, así como por el diagrama fuerza-desplazamiento. En la historia de las fuerzas se puede observar como la respuesta del sistema disipativo permite uniformar la magnitud de la misma. Seguidamente se muestran las figuras que ilustran estas formas de representación.



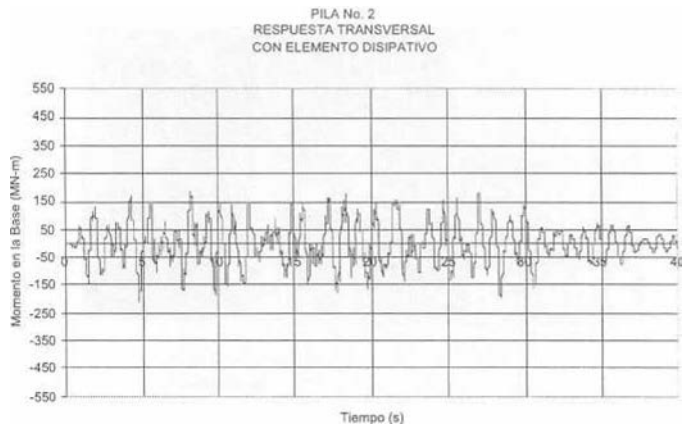
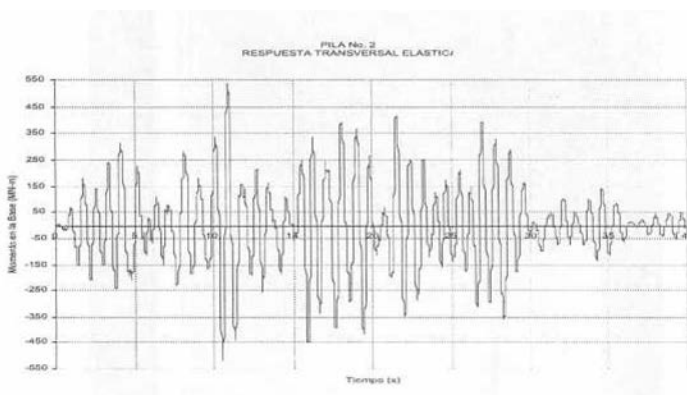
En las siguientes figuras se muestra la historia de la fuerza inercial total del tercer tablero, longitudinal y transversal, y se puede observar cómo mediante el medio de disipación pasiva se puede controlar la máxima magnitud de la misma. La respuesta elástica supera ampliamente el umbral establecido para el diseño.



Las siguientes figuras muestran la historia de la fuerza corte en el tope y base de las pilas, transversales, entre 15 y 20 segundos. Se puede observar cómo la interacción entre los componentes estructurales y el medio de disipación pasiva permite controlar la máxima magnitud de la respuesta cuando se compara con la respuesta elástica.

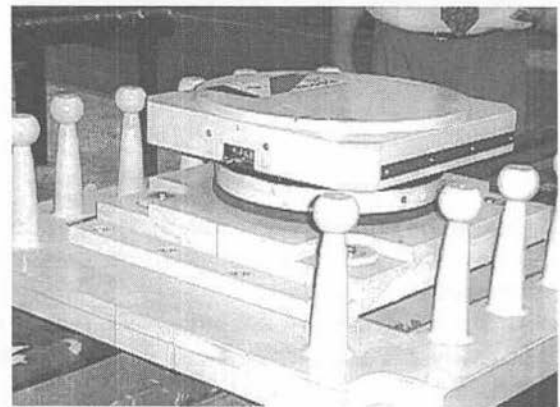
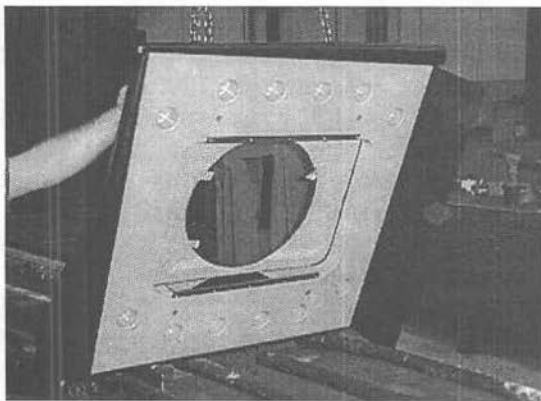


Las siguientes figuras muestran la historia del momento flector en base de las pilas, en dirección transversal. Se puede observar cómo la interacción entre los componentes estructurales y el medio de disipación pasiva permite controlar la máxima magnitud de la respuesta cuando se compara con la respuesta elástica.

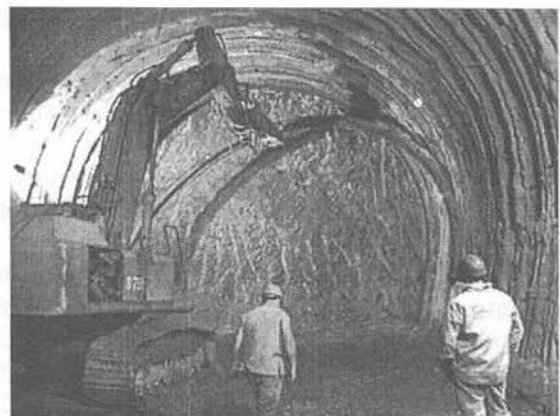


En la siguiente Tabla se comparan los valores máximos de la fuerza cortante y el momento flector en la base de las pilas que resultan del análisis dinámico correspondiente al viaducto con disipación pasiva, con los del análisis supuesto el comportamiento elástico y lineal.

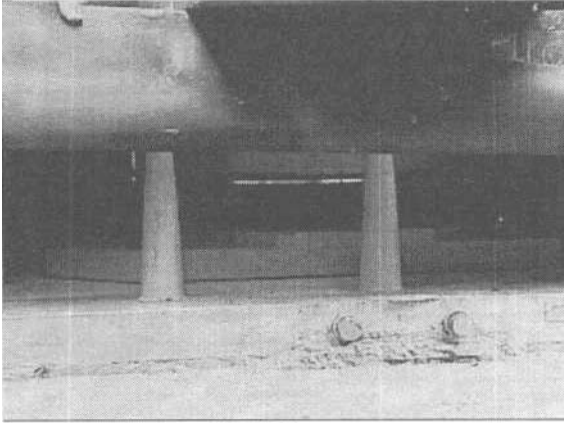
	RESUMEN PARA UN VIADUCTO							
	RESPUESTA ELÁSTICA				RESPUESTA CON DISIPACIÓN PASIVA			
	LONGITUDINAL		TRANSVERSAL		LONGITUDINAL		TRANSVERSAL	
	F. CORTANTE (kN)	MOMENTO (MN-m)	F. CORTANTE (kN)	MOMENTO (MN-m)	F. CORTANTE (kN)	MOMENTO (MN-m)	F. CORTANTE (kN)	MOMENTO (MN-m)
PILA No. 7	1707	319	21614	43	8177	16	8841	19
PILA No. 2	8	281	18839	4	9151	9	1058	2
PILA No.3	1611	307	15637	53	9976	20	2	21
PB-4 No.4	4	318	19598	7	7660	9	8248	0



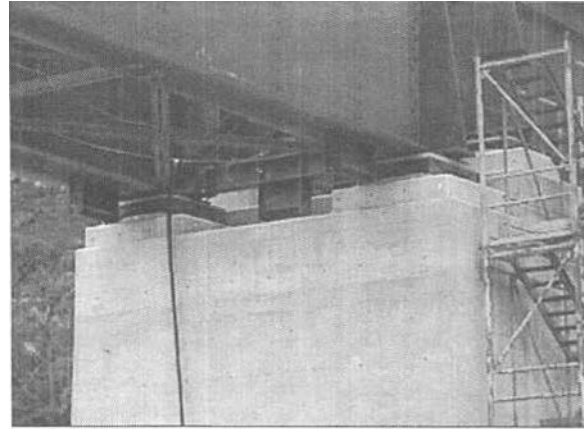
Túnel



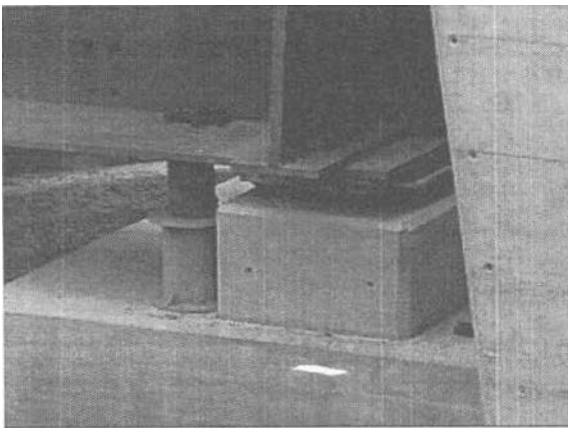
Colocación de Costillas en el túnel excavado



Detalle Apoyos



Apoyo Vigas



Detalle apoyos

REFERENCIAS

- R-1. Loads to be considered in the design of railway bridges, UIC Code 776-1R, International Union of Railways.
- R-2. Estudio de Amenaza Sísmica, J. Grases, A. Malaver y J. Manzanares, Coral 83, 1993, Consorcio Contuy.
- R-3. Medidas de la Intensidad de un Sismo, Prof. Arturo Arias, Notas Curso Universidad Autónoma de México, 1975.
- R-4. Capacidad de los Movimientos Sísmicos de Producir Daño Estructural, R. Araya y R. Saragoni, Universidad de Chile, 1980.
- R-5. Criterios y Normas de Diseño para los Viaductos de las Tramos 3 y 4, PSN Ingeniería S.C., 1996, Consorcio Contuy.
- R-6. Eurocode 8 - Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 2: Bridges, 1996.
- R-7. Eurocode 1- Basis of design and actions on structures - Part 3: Traffic loads on bridges, 1995.
- R-8. Pseudodynamic and shaking table tests on R. C. Bridges, ECOEST PREC 8, 1996.
- R-9. Guide Specifications for seismic isolation Design, AASHTO, 1998.
- R-10. Finite Element Procedures, K. Bathe, 1996.
- R-11. Probabilistic Theory of Structural Dynamics, Y. K. Lin, 1967.
- R-12. Random Vibration in Mechanical Systems, S. Crandall and W. Mark, 1963.
- R-13. Dynamic of Structures, A. Chopra, 1995.
- R-14. Seismic Design and Retrofit of Bridges, M. Priestley - F. Seible - G. Calvi, 1996.
- R-15. Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering, T. Soong - G. Dargush, 1997.
- R-16. Passive Energy Dissipation Systems for Structural Design and Retrofit, M. Constantinou - T. Soong - G. Dargush, 1998.
- R-17. Manual DRAIN-2DX, Universidad de California, Berkeley.
- R-18. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, R. Hertzberg, 1996.
- R-19. Nonlinear Transient Dynamic Analysis of Yielding Structures, Ozdemir H.
- R-20. Shape Memory Alloy Crossbracing of Brick Masonry Walls. Cyclic Test of Large Scale Model and Numerical Analyses, Bono F., Tirelli G., Verzeletti G., Molina J., Renda V.
- R-21. Comunicaciones del Prof. Andrew Whittaker, Universidad de California, 1998.
- R-22. Especificaciones Técnicas, Pruebas de Caracterización de los Aparatos de Apoyo, Viaductos Tramos 3 y 4 de la Línea Ferrea Caracas-Tuy Medio, PSN Ingeniería S.C., 1998, Consorcio Contuy.
- R-23. Análisis de los resultados de las pruebas de los aparatos sobre la Mesa Vibrante. PSN Ingeniería S.C., 1998, Consorcio Contuy.
- R-24. Proyecto del Viaducto 17, Línea Ferrea Caracas-Tuy Medio, PSN Ingeniería S.C., 1999, Consorcio Contuy.