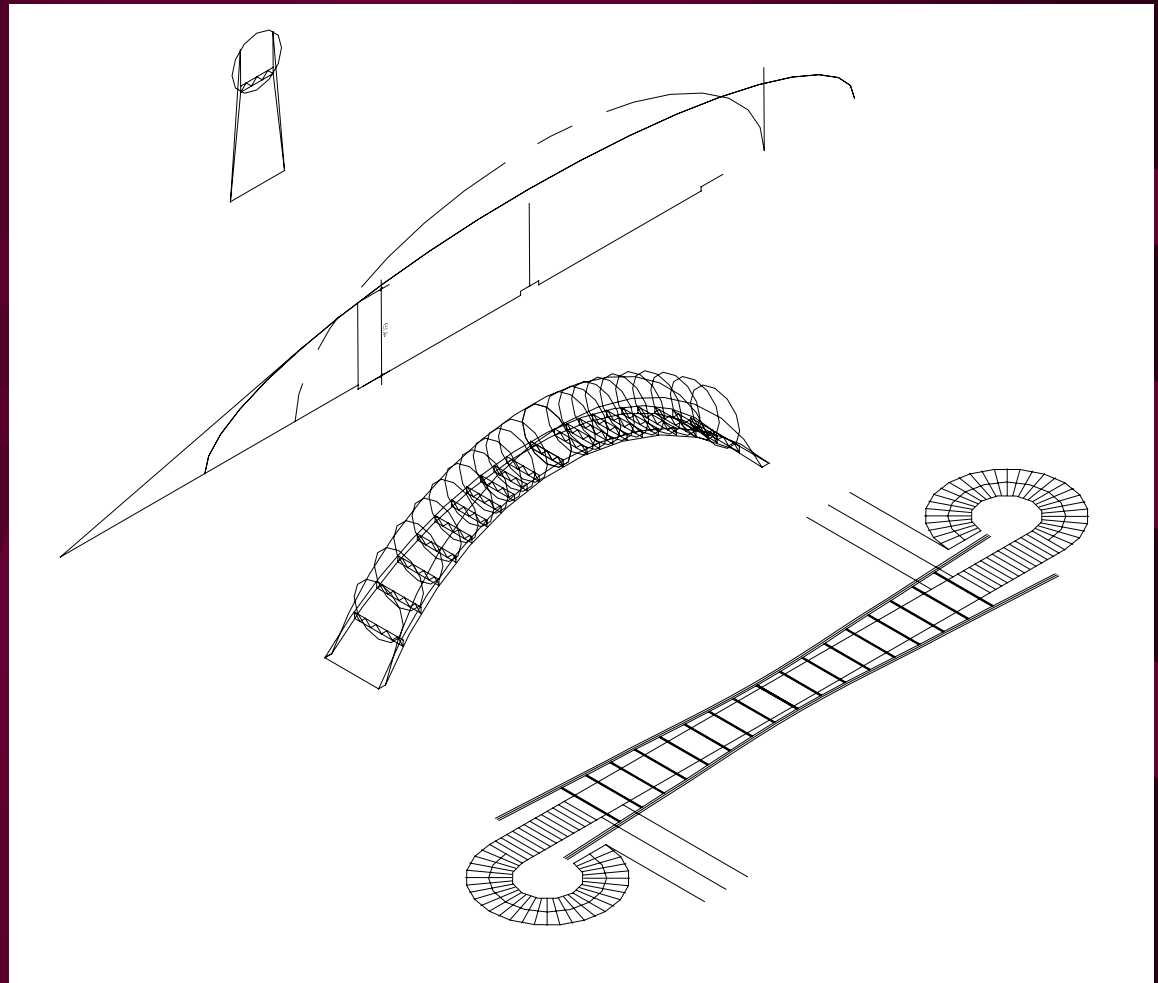


UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y
ESTRUCTURAL DE UNA
PASARELA PARA LA CIUDAD
DE GUATEMALA UTILIZANDO
SISTEMAS ESTRUCTURALES DE
VANGUARDIA

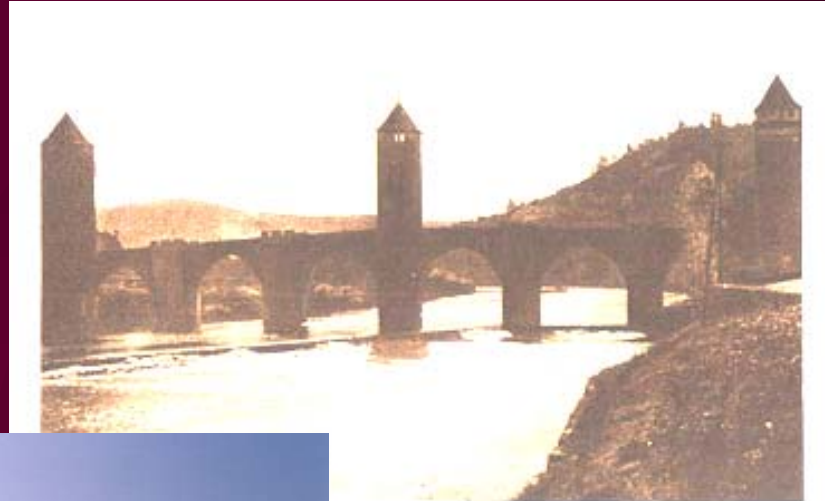
JAVIER ENRIQUE GÓMEZ AROCHE, ARQUITECTO

PRIMERAS IDEAS



Tema Problema

Introducción
Tema de estudio



Tema Problema



Justificación
Planteamiento del problema

Objetivos

GENERAL

Promover la construcción de puentes peatonales “PASARELAS” arquitectónica y estructuralmente bien resueltos.

ESPECÍFICOS

Promover la construcción de puentes peatonales arquitectónica y estructuralmente bien resueltos.

Investigar el comportamiento de los anillos en un puente atirantado sujeto a cargas dinámicas

Promover el uso del cable en construcción de puentes en Guatemala.

Realizar un ejemplo de cálculo estructural con tubo circular metálico.

Investigar una cimentación para arcos y puntales.

Determinar las ventajas y desventajas de este tipo de elementos estructurales respecto de los tradicionales

Presentar un diseño vanguardista para las pasarelas en nuestro país

ANÁLISIS

PUNTES PEATONALES

Metodología de la investigación

Generalidades de la planificación urbana
La integración al entorno



Altura libre (Galibo) 5.40 Mínimo sobre el nivel de la rasante.

Altura de la Baranda Mínimo 1.20 m.

Ancho del paso peatonal Mínimo 2.00 m.

El ancho debe ser constante.

ancho del Puente Mínimo 2.00 m.

Gradas Huella 0.30 m.

Contrahuella 0.17 m.

Conexión directa y segura a caminamientos peatonales

Baranda de protección de el caminamiento es muy cercano a la vía vehicular

Uso de rampas para personas de menores capacidades y bicicletas

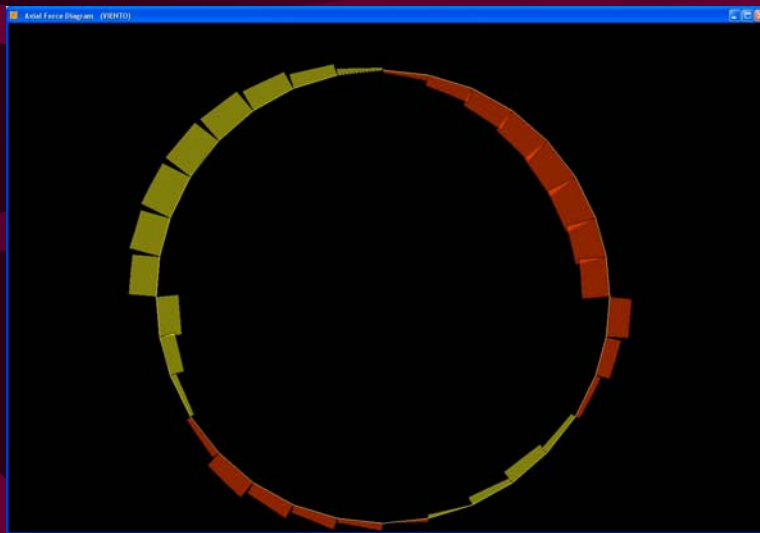
Acceso a la rampa por la zona más alejada de la vía vehicular

Iluminación, decorativa y funcional

ANÁLISIS

GENERALIDADES DEL DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Análisis y diseño estructural de aros



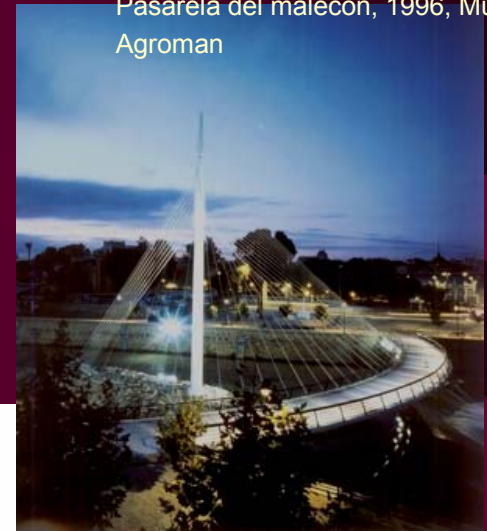
ANÁLISIS

Puentes sostenidos por cables



Puente Colgante
Tsing Mai, Hong Kong, 1995
Arq. Ronald Yee
Ing. Mott McDonald

Puente Autoanclado
Pasarela del malecón, 1996, Murcia
Agroman

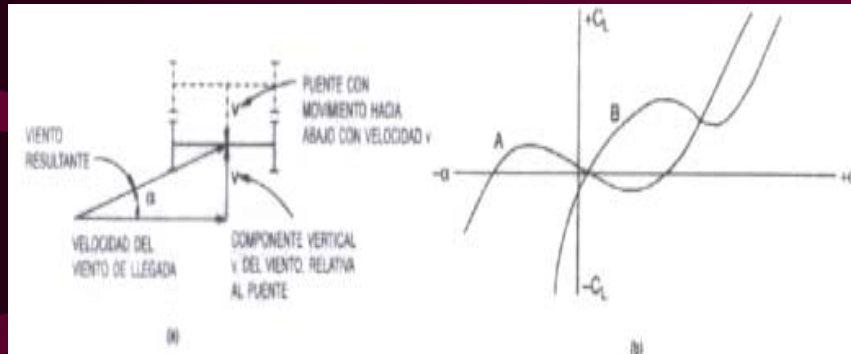


Puente Atirantado
Erasmus, 1996, Rotterdam
Arq. Ben van Berkel

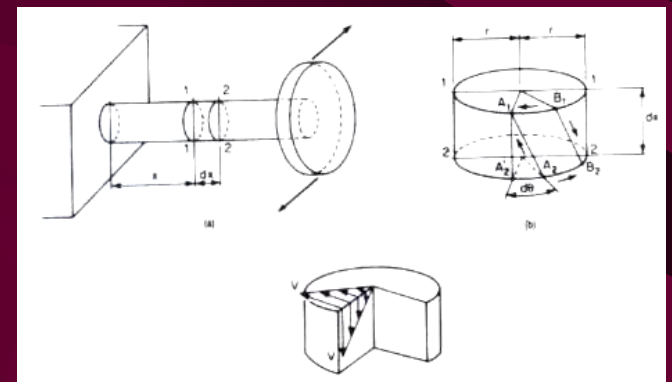


ANÁLISIS

Diseño para cargas de viento en puentes atirantados

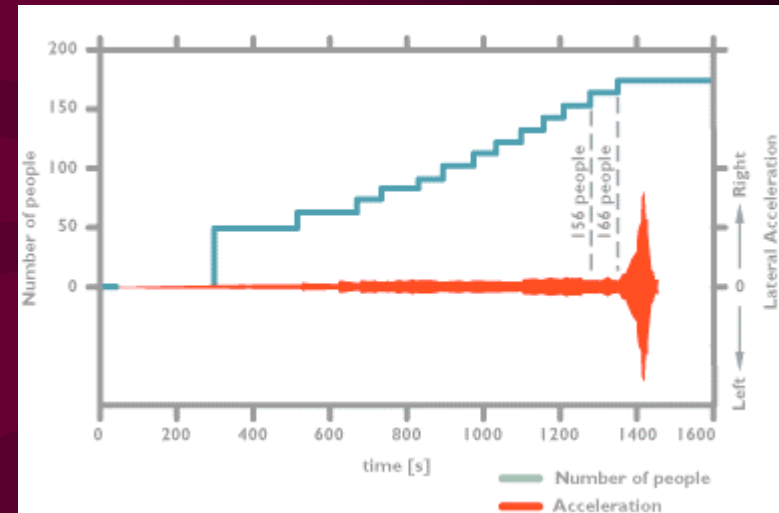
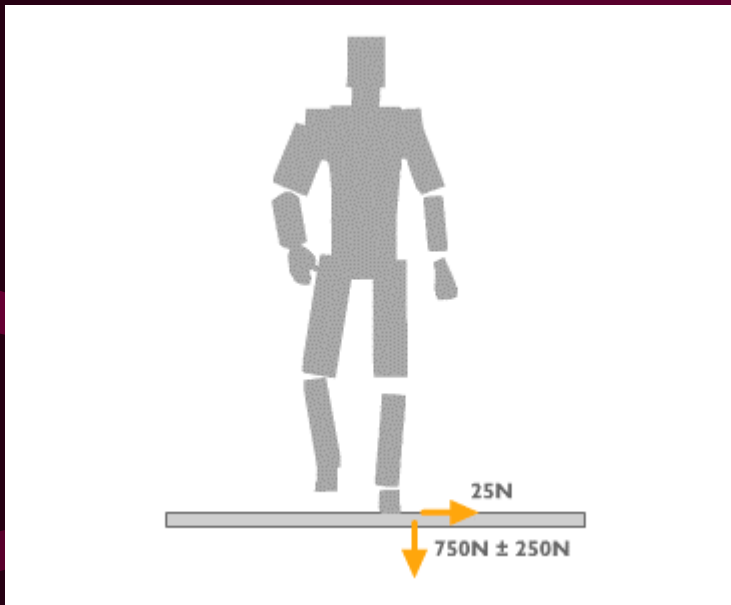


Análisis de tubos circulares de metal



ANÁLISIS

Análisis dinámico de los puentes peatonales



Arup y compañía Julio del 2000

55 libras verticales, 5.5 libras laterales

Una muchedumbre crea el efecto de Sincronización de la Excitación Lateral

El número de personas puede crecer con efecto gradual hasta un punto en que colapse el puente

$F = k \times V$ fuerza lateral = constante rigidez x Velocidad lateral del puente

ANÁLISIS

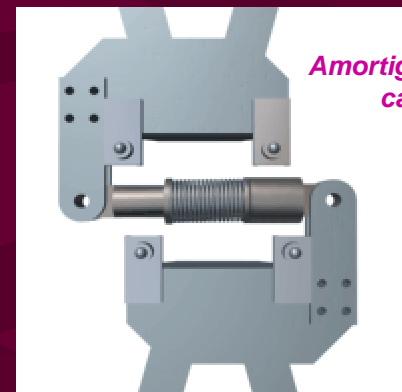
Análisis dinámico de los puentes peatonales

Amortiguadores activos: complejos, caros, tiempo de producción muy largo.

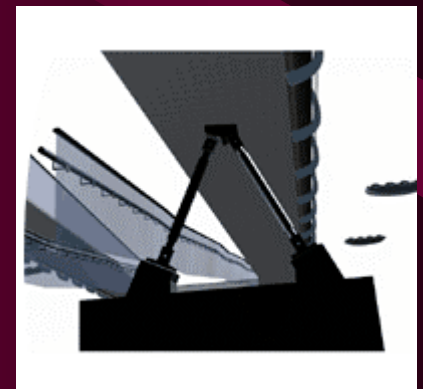
Amortiguadores pasivos: viscosos, "Masa afinada".



Amortiguadores para losas, carga vertical, masa afinada



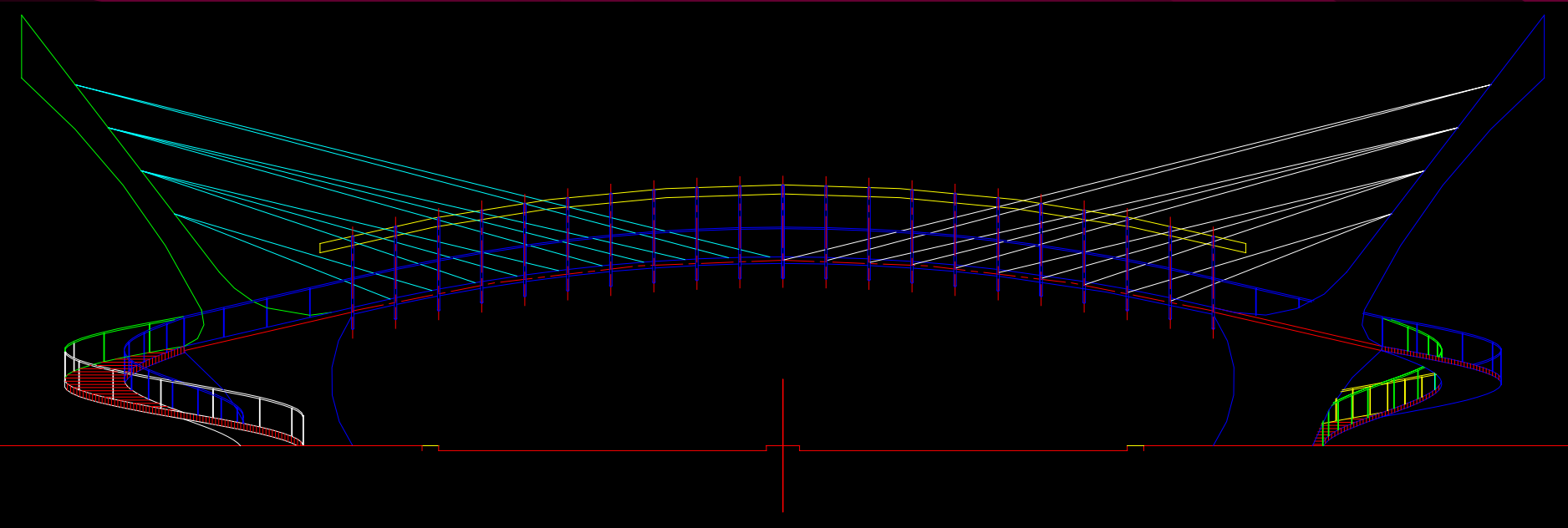
*Amortiguadores para muelles,
carga lateral, viscosos*



Amortiguadores al piso, carga bamboleo, viscosos

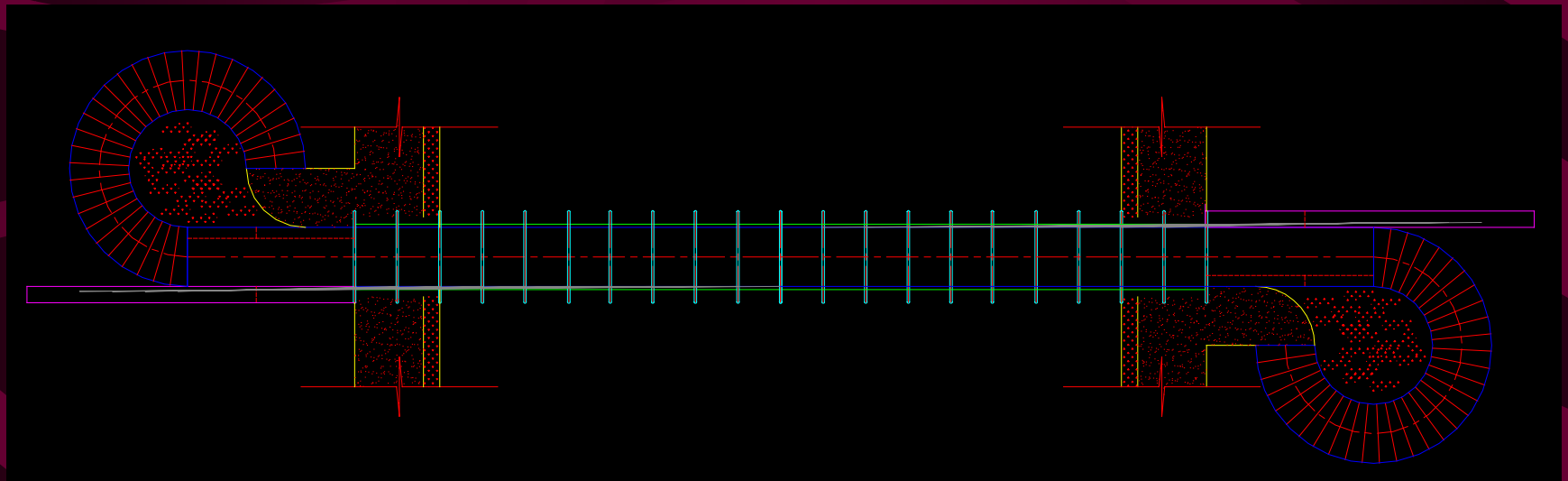
Síntesis

Elevación



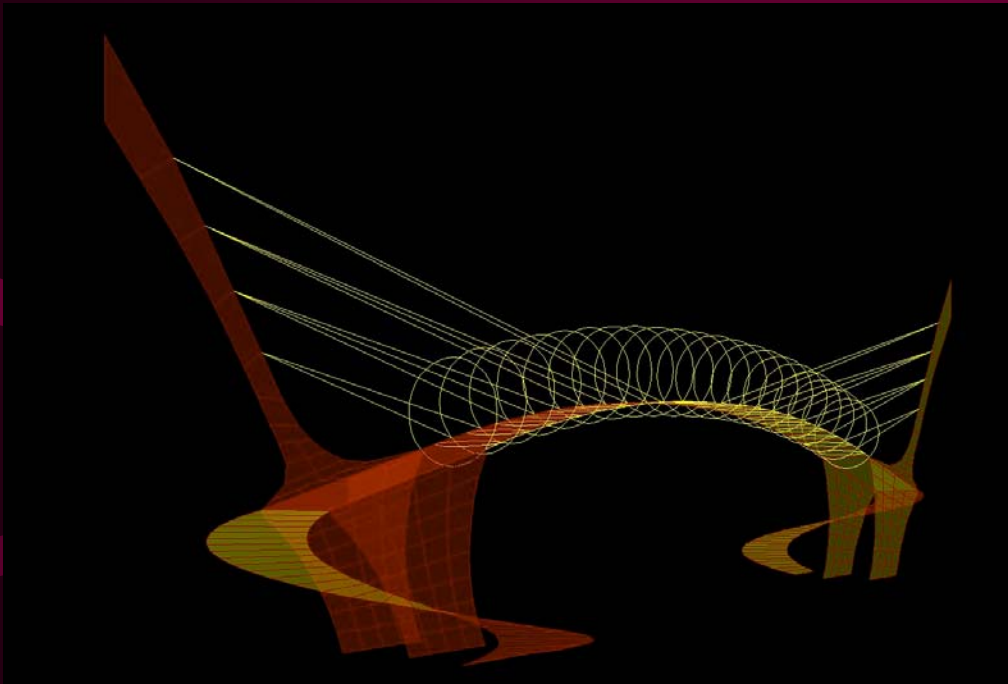
Síntesis

Planta



Síntesis

MODELO



Memoria de cálculo

Factor Sísmico UBC97 = g/R

x = muro de cortante = 4.5

y = columna en voladizo = 2.2

$C_a = 0.4$

Perfil del suelo S_d con $C_v = 0.64$

Carga de viento UBC97 = $C_e C_q q_s l_w = 8.204448$ psf

Table: Modal Participating Mass Ratios, Aceleración %

OutputCase	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
MODAL	1.000000	0.851588	0.27	1.176E-02	0.00	0.27	1.176E-02
MODAL	7.000000	0.342399	6.297E-02	3.418E-02	0.00	0.35	0.53
MODAL	15.000000	0.146582	0.14	7.777E-04	3.173E-06	0.58	0.60
MODAL	17.000000	0.135529	0.12	9.465E-04	5.124E-06	0.71	0.60
MODAL	29.000000	0.018630	8.096E-02	1.760E-02	2.224E-04	0.91	0.87
MODAL	30.000000	0.016710	4.380E-02	6.800E-02	1.657E-05	0.96	0.93

CORTANTE BASAL MODAL

StepNum	GlobalFX	GlobalFY	GlobalMX	GlobalMY
Unitless	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m
1	3458.58	-727.65	3624.67	54969.43
7	10413.71	7671.63	-28069.76	124648.07
15	-82364.71	3424.3	-17723.7	856642.71
17	94009.21	2116.96	59372.49	-1261534.15
29	-5167059.48	3600040.28	9504133.89	3681708.78
30	-5422756.83	-8969209.17	-18885174.7	27893443.1

Síntesis

Memoria de cálculo

CORTANTE BASALCOMBINADO

StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalIMX	GlobalIMY
Text	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m
Max	13725.31	30748.81	116781.15	178458.01

DESPLAZAMIENTOS

PUNTAL

X	Y	Z
0.040414	0.137588	0.025324 Punta
RAMPA		
0.013021	0.01192	0.024183
Junta con puntal		Al centro de la luz no soportada
ARCO		
0.025346	0.030512	0.048508
Centro luz sin soporte		centro luz con cable
AROS		
0.042839	0.08537	0.052454
Arriba 2 d/pilastra	Arriba central	Lateral sexto desde pilastra
PILASTRA		
0.012104	0.016997	0.011923
Junta rampa	Junta arco	junta arco

Comprobación de la AASHTO

Peso $W \geq 180^{e(-0.35f)}$

f = frecuencia fundamental = 1.2502 Hz

W fórmula = 116.21 Kips

W estructura = 328.7543 Kips incluye carga viva, sin pilotes

Síntesis

Memoria de cálculo

Pilote

Columna

Análisis de cortante V_u "Sway Ordinary"

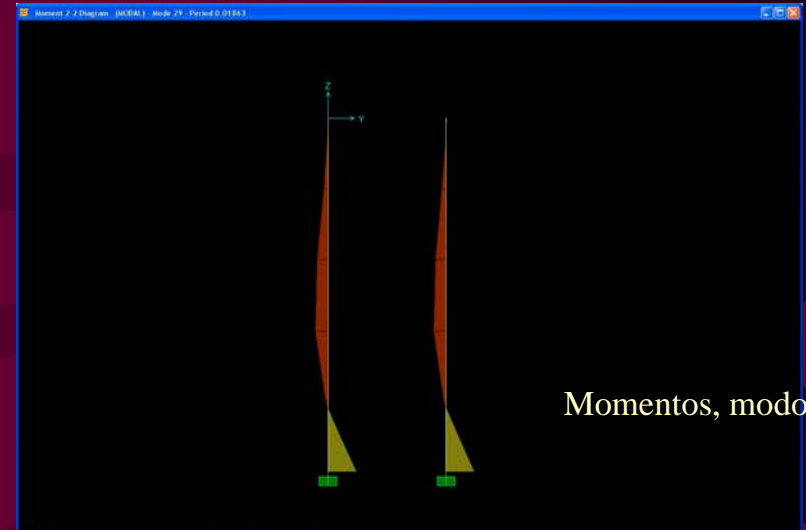
Modelo de resorte $K=\emptyset K_s h$

$h=1.20$ la altura no es acumulativa solo varia K_s de 1.92 a 9.58 Kg/cm²

Para 1.20 $K=2,304,000.00$ Kg/m

Para 4.80 $K=9,198,000$ Kg/m

Zapata de 1.30 x 3.00 x 0.15 en la conexión



Síntesis

Memoria de cálculo

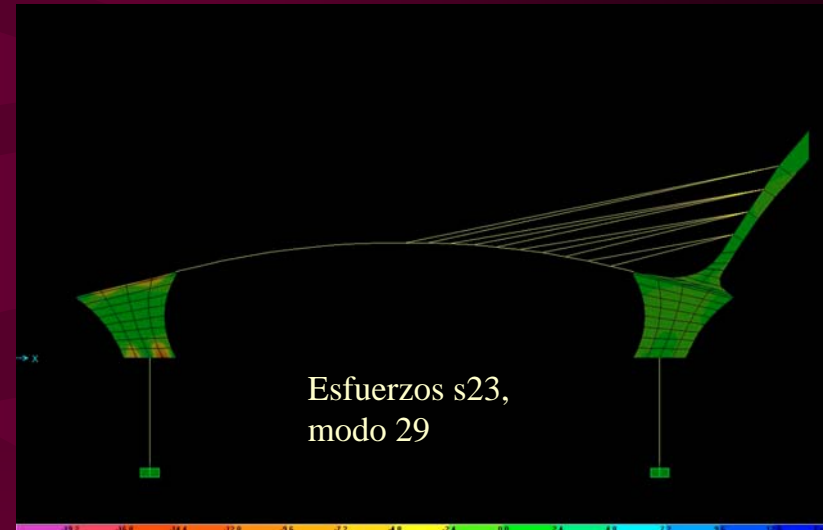
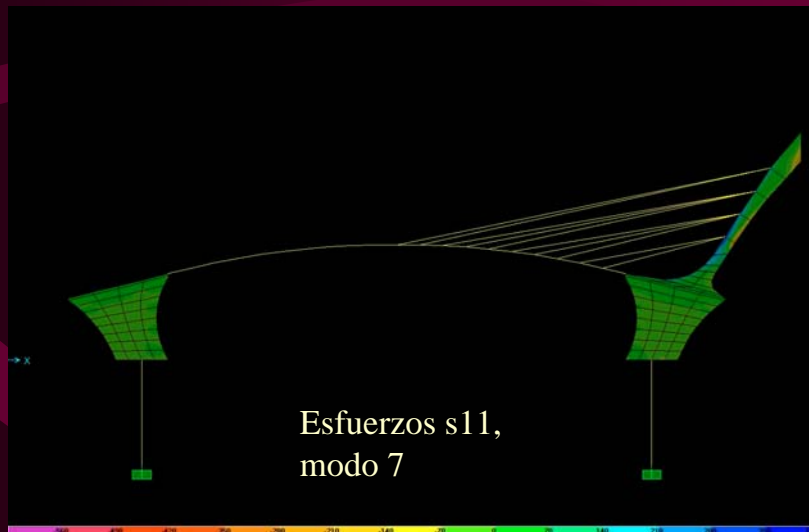
Puntal y Pilastra

Análisis como muros de cortante

Modelados como “Shells” de 0.75×0.75 o menores

Stresess S11 dan el valor de cortante en el plano del elemento, los mayores están en las juntas de los cables

Diseñado por el método del ACI 95 para muros de cortante.



Síntesis

Memoria de cálculo

Cables

Análisis No lineal

Limite de compresión 0

El valor para $kl/r = 0.0001$

Elementos de armadura con sección de cortante, sección torsional y momento de inercia igual a 0.0001

Factor de momento = 0.0001

Tipo de cable Bridge Rope, Bethlehem Steel Corporation

Sección nominal 1 1/2 “

$F_u = 1.354 \times 10^8 \text{ Kg/m}^2$ $F_y = 1.083 \times 10^8 \text{ Kg/m}^2$

Módulo de elasticidad = 20,000,000.00 psi presforsado

Reducción del Módulo de elasticidad debido a longitud

$$EI = \frac{E}{1 + \frac{E(y l)^2}{12 \zeta^3 (16\mu)^2}}$$

Donde

E = módulo de elasticidad original

$\zeta = (\zeta_u + \zeta_i) / 2$ que es el esfuerzo promedio donde ζ_u y ζ_i son el esfuerzo superior e inferior.

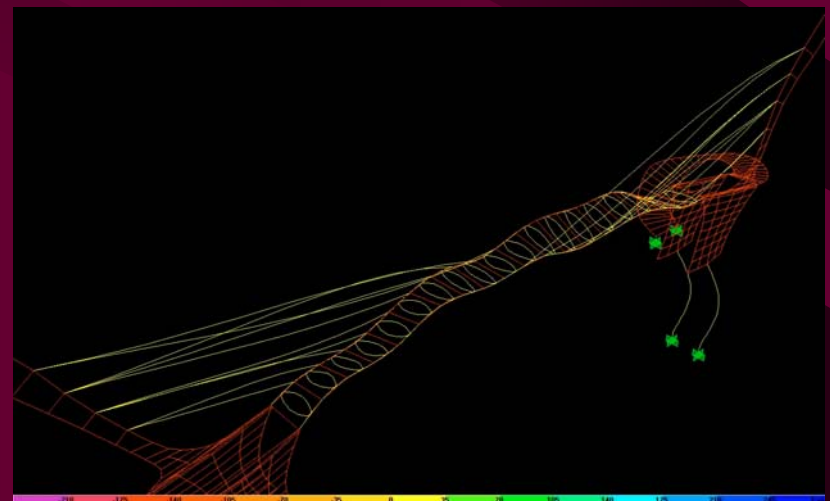
$\mu = \zeta_u / \zeta_i$

y = peso del cable por unidad de longitud por un área de la sección transversal.

l = longitud horizontal proyectada del cable

El desarrollador de esta fórmula es J. H. Ernest.

El cable más largo tiene 21.67 m. Por lo que su módulo no cambia



Memoria de cálculo

Aros

Tubo cédula 40 INTUPERSA

Diámetro nominal 2 pulgadas

Diámetro exterior 2.375 pulgadas

Espesor 4 milímetros

Peso 33.147 Kg. Cada tubo de 6

$F_y = 280$ mega pascales

$F_u = 375$ mega pascales

Elongación del 30 al 40 %.

Composición química de 0.10 % de carbono, 0.25 a 0.50 de manganeso, 0.040 de fósforo, máximo y 0.050 máximo de Azufre.

Módulo de elasticidad de 29,000 Ksi.



Momentos máximos provocados por fuerzas de viento

Síntesis

Memoria de cálculo

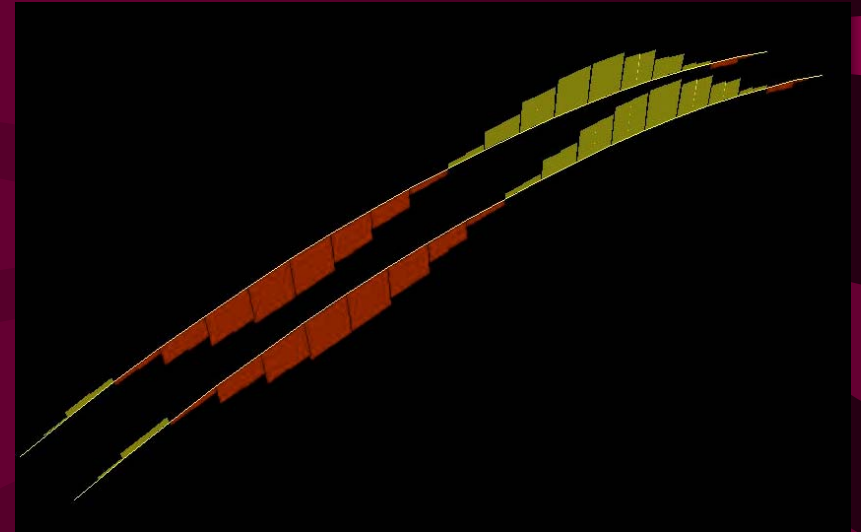
Arco

Tubo cédula 40 INTUPERSA
Diámetro nominal 4 pulgadas
Diámetro exterior 4.5 pulgadas
Espesor 6 milímetros
Peso 96.768 Kg. Cada tubo de 6
 $F_y = 280$ mega pascales
 $F_u = 375$ mega pascales

Modelado de 4 pulgadas para soportar solo el 25%
del sismo sin los cables

Apoyo en la pilastra y puntal articulado.

Trabajo solo a compresión



Momentos máximos

Síntesis

Memoria de cálculo

Rampa

Espesor 0.20 m según ACI 95 tabla 9.5a

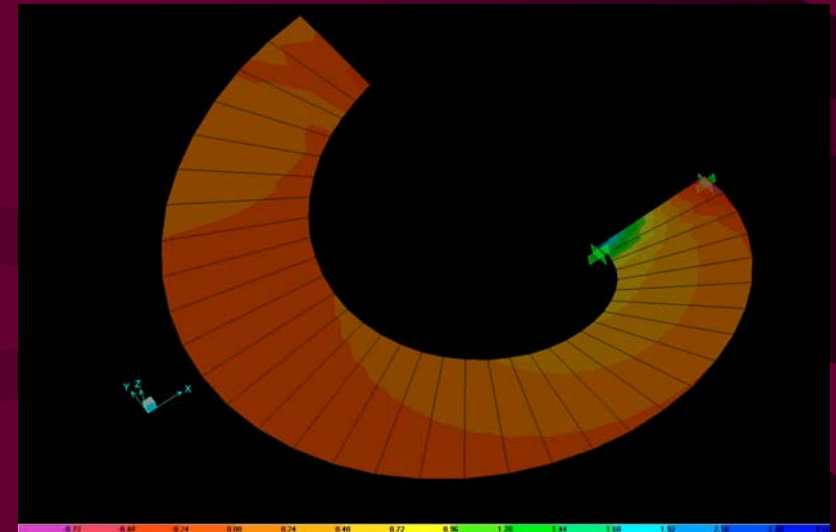
Longitud 14.553 m

Cortante máximo 13,712.00 Kg (SAP S23)

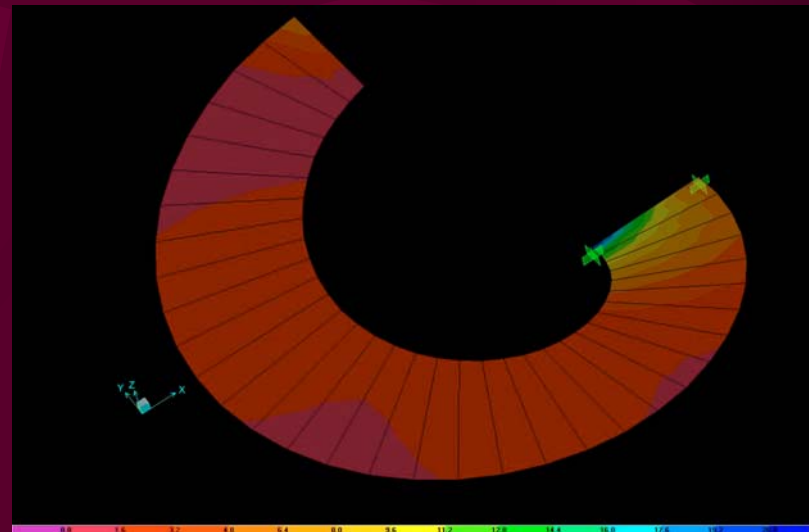
Cortante que el concreto soporta

$ACI95 V_u = 0.85RAIZ(210)(20)(200) = 49,271.00 \text{ Kg.}$

Momento máximo 10,282.00 Kg-m en los empotramientos.



Cortantes S 23



Momentos M22

Conclusiones

Un compendio muy completo de aspectos de diseño planificación y ejecución de puentes peatonales

Buena solución arquitectónica y estructural.

Los anillos son auto portantes y arquitectónicamente muy estéticos principalmente de tubo redondo

El cable es igual de estético en configuraciones múltiples y muy eficiente estructuralmente

El tubo metálico es muy liviano comparado con lo que resiste a cortante y momento, es redundante

El pilote fue una opción adecuada para soportar el momento de volteo, y resulto ser muy eficiente.

Las ventajas notables sobre sistemas tradicionales

Estética

Menor peso

Mayor resistencia comparativa con volumen y peso

Mas eficiencia estructural

Recomendaciones

Continuar con la investigación de otros arreglos estructurales con estos materiales para lograr pasarelas muy modernas con poco.

Que se iluminen las pasarelas no solo utilitariamente sino arquitectónicamente

Que se ubiquen las pasarelas dentro de un sistema de diseño urbanístico no sin un estudio previo que crea mas conflictos que favores.

Profundizar más en la investigación de bloques de anclaje de los cables para este tipo de puente, principalmente al respecto de amortiguadores de deflexiones locales.

