

A X A

UNA REVISTA DE ARTE Y ARQUITECTURA

Víctor Acosta Cobacho

Un puente de maqueta o modelo

UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
Villanueva de la Cañada, MMIX



© del texto: **Victor Acosta Cobacho**

mayo de 2010

<https://www.uax.es/publicaciones/axa.htm>

© de la edición: **AxA. Una revista de arte y arquitectura**

Universidad Alfonso X el Sabio

28691 - Villanueva de la Cañada (Madrid)

Editor: Isabel de Cárdenas Maestre - axa@uax.es

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo ni su almacenamiento o transmisión, ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.



UN PUENTE DE MAQUETA O MODELO.

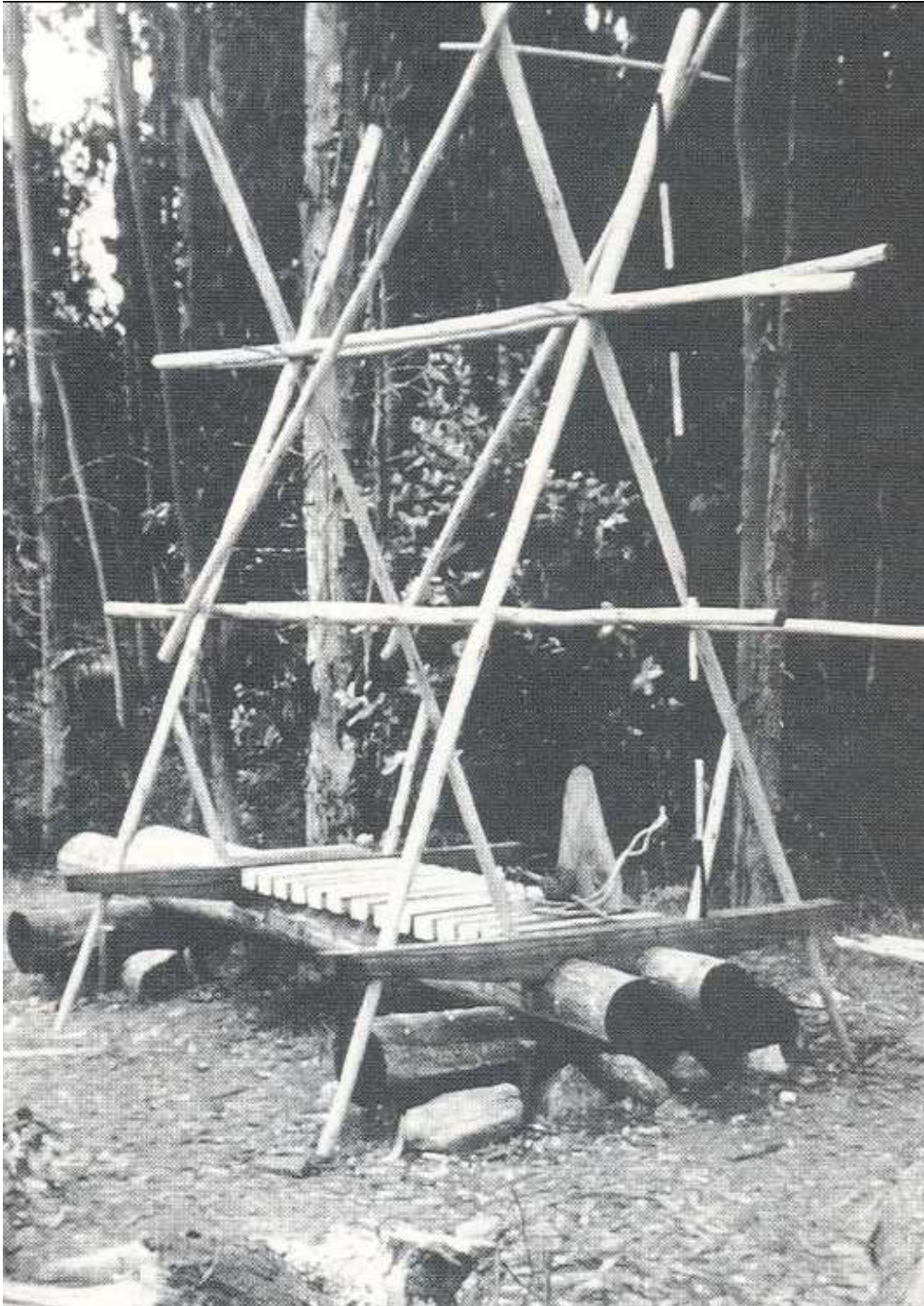
Un puente de paso en Chile.

Víctor Acosta Cobacho

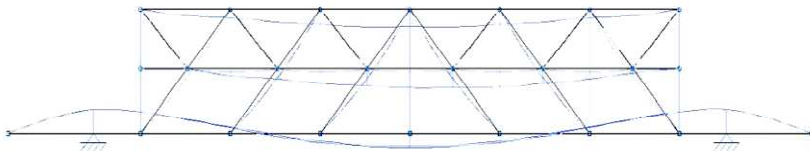
Coordinador de Área de Estructuras.

Profesor de Tipos Estructurales Y Análisis de estructuras.

Universidad Alfonso X el Sabio. Facultad de Arquitectura (Villanueva de la Cañada)



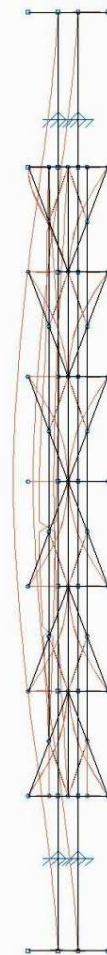
De la mano del profesor Jesús Bermejo y con motivo de la recién inaugurada exposición sobre arquitectura chilena en el museo de arte Reina Sofía “Desvíos a la deriva. Experiencias, travesías y morfologías” nos llega la oportunidad de analizar el diseño de un puente de paso de madera. Todo ello con un esquema artesanal, intuitivo pero también tecnológico. Resulta francamente atractivo poder acercarnos a este puente ligero.



El puente se realiza enteramente en madera y con uniones artesanales mediante pasadores del mismo material, que interpretaremos como uniones articuladas. Dos troncos longitudinales constituyen su el cuerpo central. Se le añaden piezas transversales para aumentarle la anchura. Sobre estos largueros transversales se dispone un listonado de madera que hace las veces de tablero del puente. Además una estructura de barras tridimensional configura el resto de la construcción. El material empleado es madera de eucalipto que se encuentra en el propio lugar.

De un primer análisis general, visual, y tras elaborar unos simples croquis, abordamos las primeras suposiciones sobre el comportamiento del puente y sobre su diseño estructural. Para ello debemos de generar un modelo estructural válido. Para poder generar un modelo estructural tenemos abstraer siempre la realidad, simplificarla y conseguir un modelo racional que sirva para el análisis, deducir certezas y estar suficientemente seguros de nuestras decisiones. Esto es lo que vamos a realizar a continuación.

Lo primera simplificación, reduciendo el esquema, los bocetos y los dibujos a un modelo muy básico, es el de una viga biapoyada simple. A esta viga se le añaden dos



voladizos simétricos con contrapesos para aumentar los momentos negativos en los apoyos y así poder disminuir los positivos en el centro del vano del puente. Se trata de una solución intuitiva que optimiza la estructura. Además encontramos toda una configuración constructiva secundaria a base de listones de madera, que trabajan como un conjunto de barras trianguladas con nudos articulados, formando así una estructura tridimensional de tetraedros que, además de ayudar a delimitar el espacio interior del puente y de tener un carácter funcional: proteger de posibles caídas, proporciona rigidez frente a las oscilaciones horizontales, causadas por el viento o debidas al propio movimiento de las personas en el puente.

Primer análisis: Viga biapoyada simple

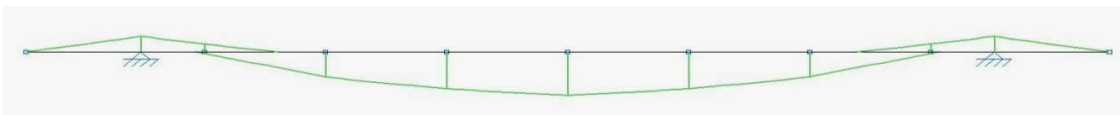


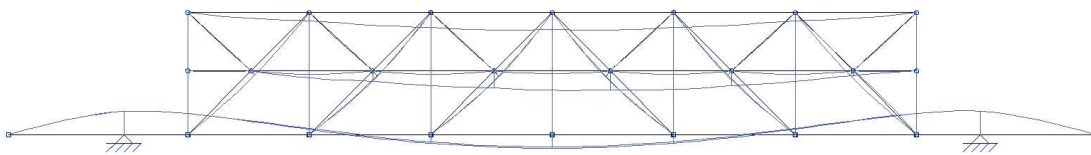
Fig: Envoltura de diagrama de momentos flectores de la estructura

Al disponer de dos troncos repartiremos la carga por cada uno de ellos, de tal manera que la mitad de la carga se transmita a través del conjunto de listones que configura el tablero. Disponemos la carga de tres personas más una posible carga adicional, siendo un total de 1 kN por cada persona, unos 100 kg. de carga puntual. El peso debido a los troncos en cada extremo se aproximará a 1 kN en cada extremo. Para cuantificar el desplazamiento horizontal y las posibles oscilaciones disponemos una carga horizontal de 1kN en el punto central más desfavorable y de 0,5 kN cerca de los apoyos. Si suponemos que es una madera con una resistencia a flexión baja de 18 N/mm², y la peor situación posible de cargas, obtenemos que la viga está soportando un momento flector positivo máximo de 9 m. × kN. Esto implica que la viga tiene una resistencia suficiente. La deformación, un L/128, no es relevante al tratarse de un puente flexible. Teniendo 160 cm³ de sección resistente implica que las tensiones en la sección con momento máximo no superan los 18 N/mm² de resistencia máxima a flexión de una madera tipo C-14. Al no tener catalogada la calidad del eucalipto empleado asumimos el tipo C-14 que está entre los que tienen una resistencia menor.

Segundo análisis: Viga biapoyada con estructura de barras articuladas trianguladas híper estáticas

En este segundo análisis se añade al modelo la estructura de barras articuladas, todas ellas formadas por elementos de madera de poca sección que obliga a la estructura a trabajar a tracción cuando por su disposición está trabajando a compresión. Pero los modelos son caprichosos y cuando las barras no pueden trabajar como el modelo requiere resulta que trabajan como pueden, ayudando a resistir la flexión mucho menos que si las barras estuvieran dimensionadas correctamente. Entramos así en la capacidad plástica del modelo.

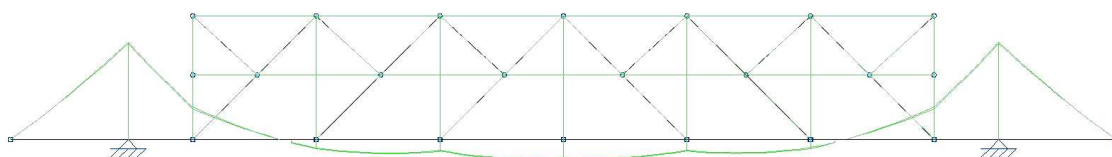
Fig: deformación vertical de la estructura



El cordón superior debe de trabajar la flexión a compresión pero no puede por su escasa condición resistente. No colapsa debido a la elasticidad del material y a la flexibilidad de las uniones del sistema. Las diagonales cortas en el sentido de la tracción permiten dar mas flexibilidad a la estructura global y en las diagonales a compresión disminuirá longitud de pandeo y los efectos de éste producidos por la compresión.

Se producen momentos flectores cerca de los apoyos debido a que el sistema de barras no se cierra con los apoyos. Al estar cerca de éstos y al ser los esfuerzos que se producen en las barras también pequeños hacen que no sea significativo para la estructura. La entidad del sistema de barras trianguladas es escasa, así la flexión es soportada principalmente por el cordón inferior formado por los dos largueros de madera de mayor sección.

Fig: diagrama de momentos flectores de la estructura



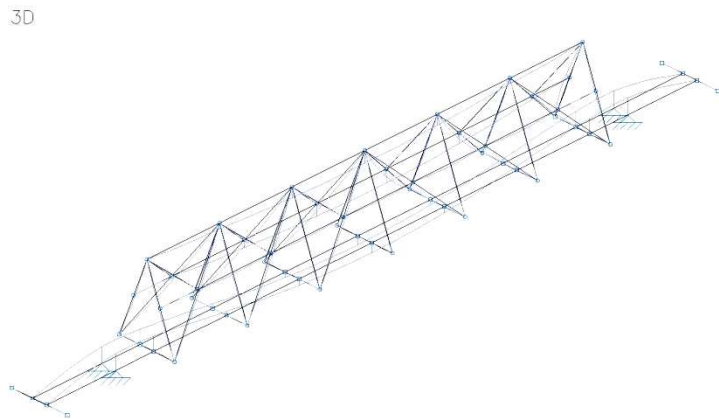
Si comparamos los modelos, el de viga simple con el de barras articuladas, sacamos las siguientes conclusiones:

- La deformación horizontal es sensiblemente menor en el análisis II frente al análisis I
- La deformación vertical del modelo de barras es menor y mejora las condiciones previas del modelo I.

	ANÁLISIS I	ANÁLISIS II
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	10,9 mm	7 mm
DESPLAZAMIENTO VERTICAL	96 mm	6 mm

Conclusiones sobre el modelo

La flexión del puente se resuelve principalmente con la sección de los dos pares de troncos longitudinales. La disposición de contrapesos en los extremos de las vigas longitudinales produce la contra-flecha necesaria para reducir la deformación en el centro del vano.



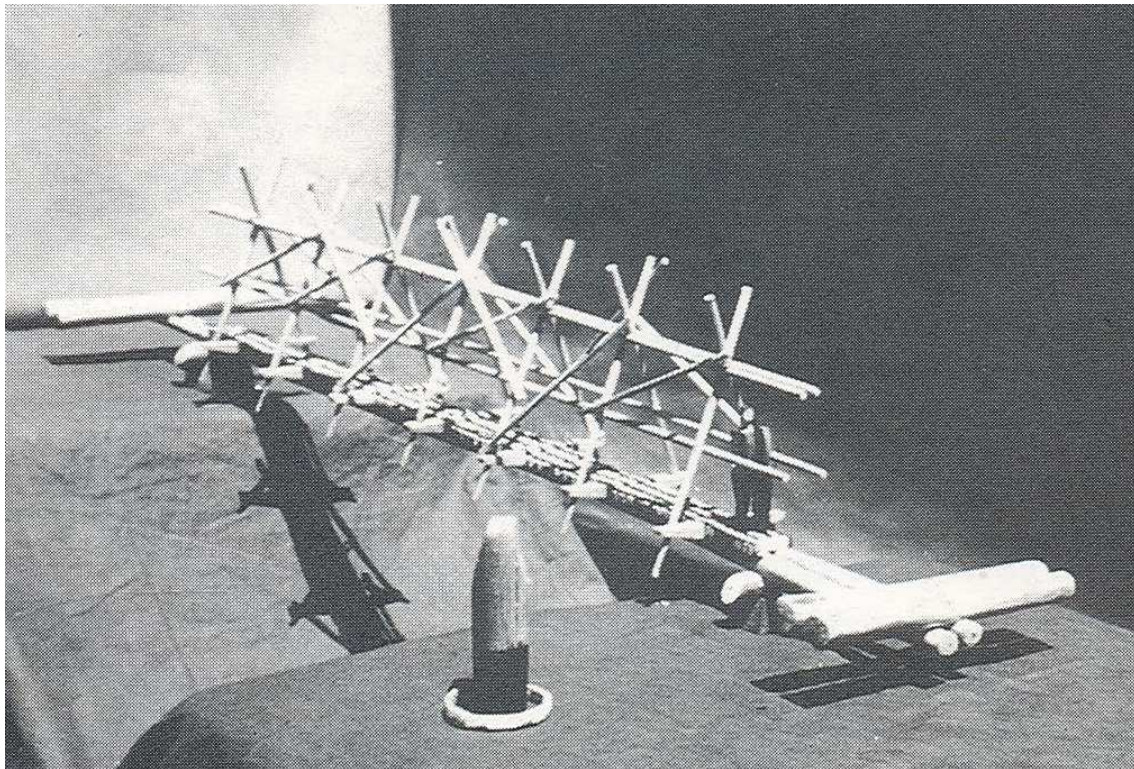
El modelo de barras trianguladas y nudos articulados no responde a un modelo de barras trianguladas como tal, ya que la estructura triangulada no llega hasta los apoyos. Esto genera momentos flectores en los troncos longitudinales cerca de los apoyos. Éstos no son relevantes debido a que los esfuerzos y la distancia a los apoyos son pequeños.

La deformación horizontal y las posibles oscilaciones son soportadas mejor por el conjunto de barras articuladas.



Es la deformación horizontal la que indudablemente mejora con el sistema de barras añadido, siendo mucho menor el desplazamiento horizontal respecto del modelo con una única viga biapoyada.

El modelo considera la estructura como enteramente solidaria. Es bastante probable que en la realidad lo fuera en menor medida. La colaboración de este sistema de barras será menor en la realidad que en el modelo de cálculo. El real se aproximará a un modelo intermedio entre el análisis I y II. Ni el caso pésimo de viga biapoyada (modelo I) ni el del modelo II de barras articuladas solidarias entre sí. Todo recuerda a soluciones similares de puentes realizados con bambú, material mucho más flexible que el eucalipto.



La estructura resulta de gran ingenio e intuición, ya que logra a base de aproximaciones previas y de maquetas un modelo que funciona y tiene un indudable atractivo estético. A ello se le añade la simplicidad y la lógica de los materiales y uniones realizadas.

Uniones artesanales de gran calidad técnica, frente a lo superfluo de la tecnología actual, que implica soluciones caras y complejas. En este caso tecnología bien entendida, comprendiendo bien los medios y los materiales con los que se contaba.

En definitiva: de una maqueta a un puente de paso que nunca fue pero que podrá ser algún día.

Víctor Acosta Cobacho
Arquitecto
Coordinador de Área de Estructuras
Universidad Alfonso X el Sabio

FOTOGRAFÍAS:

Gentileza de **D. Jesús Bermejo Goday**

BIBLIOGRAFÍA:

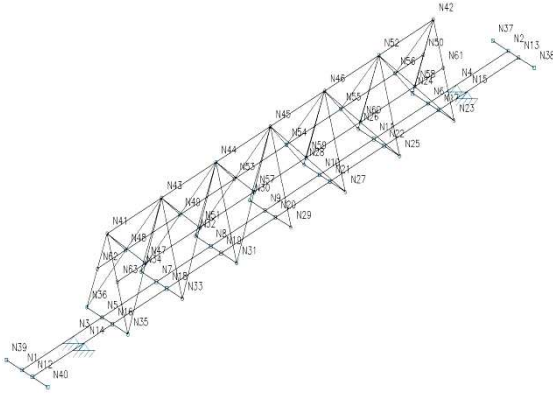
ARGÜELLES ÁLVAREZ, Ramón y Francisco ARRIAGA MARTITEGUI: *Estructuras de madera, diseño y cálculo*, Madrid, Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho, 2000.

GARCÍA BADELL, JOSÉ JAVIER: *CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE MADERA, cálculo para windows de estructuras de madera por los estado límite últimos y el Eurocódigo 5*. Madrid, Editorial Bellisco. Ediciones Técnicas y Científicas, 2000.

GARCÍA DEL MONTE, JOSÉ MARÍA CON LA COMISIÓN DE EXPERTOS DEL CONEJO SUPERIOR DE ARQUITECTOS DE ESPAÑA Y CONSEJO GENERAL DE ARQUITECTOS TÉCNICOS Y APAREJADORES DE ESPAÑA: *Documento de aplicación a viviendas del código técnico de seguridad estructural madera*. Madrid, CSCAE, 2008.



ANEJO: RESULTADOS MÁS SIGNIFICATIVOS DE LOS MODELOS DE CÁLCULO



RESULTADOS MAS SIGNIFICATIVOS ANALISIS I VIGA BIAPOYADA

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	Gx (rad)	Gy (rad)	Gz (rad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0041	-0.0184	0.0000	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0403	0.0000	0.0380	-0.0015	0.0000	0.0201
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0041	0.0015	0.0000	-0.0201
		Valor máximo de la envolvente	0.0403	0.0000	0.0380	0.0184	0.0000	0.0000
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0204	0.0000	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0034	0.0000	0.0201
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.0000	-0.0201
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	0.0204	0.0000	0.0000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0220	0.0000	-0.0234	-0.0216	0.0000	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0048	-0.0051	0.0000	0.0196
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0220	0.0000	-0.0234	0.0051	0.0000	-0.0196
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0048	0.0216	0.0000	0.0000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0599	0.0000	-0.0667	-0.0184	0.0000	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0165	-0.0055	0.0000	0.0157
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0859	0.0000	-0.0976	-0.0104	0.0000	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0262	-0.0034	0.0000	0.0088
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0956	0.0000	-0.1089	0.0000	0.0000	-0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0299	0.0000	0.0000	0.0000
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0859	0.0000	-0.0976	0.0034	0.0000	-0.0088
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0262	0.0104	0.0000	0.0000
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0599	0.0000	-0.0667	0.0055	0.0000	-0.0157
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0165	0.0184	0.0000	0.0000



Barra	ϕ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen
			N (KN)	Vy (KN)	Vz (KN)	Mt (KN·m)	My (KN·m)	Mz (KN·m)	
N1/N3	35.571	2.000	0.000	0.000	1.769	0.000	-3.119	0.000	G
N3/N5	35.571	0.000	0.000	0.000	-1.552	0.000	-3.119	0.000	G
N5/N7	112.807	2.100	0.000	1.500	-2.231	0.000	5.093	-4.800	G
N7/N8	157.361	2.100	0.000	0.750	-0.890	0.000	7.425	-6.375	G
N8/N9	191.370	2.100	0.000	0.750	-0.450	0.000	8.832	-7.950	G
N9/N10	191.370	0.000	0.000	-0.750	0.450	0.000	8.832	-7.950	G
N10/N11	157.361	0.000	0.000	-0.750	0.890	0.000	7.425	-6.375	G
N11/N6	112.807	0.000	0.000	-1.500	2.231	0.000	5.093	-4.800	G
N6/N4	35.571	1.100	0.000	0.000	1.552	0.000	-3.119	0.000	G
N4/N2	35.571	0.000	0.000	0.000	-1.769	0.000	-3.119	0.000	G

RESULTADOS MÁS SIGNIFICATIVOS ANALISIS II CONJUNTO DE BARRAS TRIANGULADAS ARTICULADAS:

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	Gx (rad)	Gy (rad)	Gz (rad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0000	-0.0000	-0.0040	0.0026	-0.0001	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	0.0000	-0.0040	0.0026	-0.0001	0.0007
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0040	-0.0026	-0.0001	-0.0007
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	0.0000	-0.0040	-0.0026	-0.0001	-0.0000
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	-0.0007	-0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0012
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0006	-0.0006	-0.0012
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0006	-0.0005	0.0000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	-0.0000	-0.0004	-0.0009	-0.0010	0.0001
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0004	-0.0009	-0.0008	0.0013
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	0.0000	-0.0004	0.0009	-0.0009	-0.0013
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0000	-0.0004	0.0009	-0.0008	-0.0001
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	-0.0000	-0.0031	-0.0013	-0.0001	0.0001
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0029	-0.0012	0.0006	0.0011
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0063	-0.0000	-0.0053	-0.0008	0.0006	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0050	-0.0007	0.0018	0.0007
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0071	-0.0000	-0.0061	0.0000	0.0009	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0059	0.0000	0.0021	0.0000
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0063	0.0000	-0.0052	0.0007	0.0006	-0.0007
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0050	0.0008	0.0018	-0.0000
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	0.0000	-0.0031	0.0012	-0.0001	-0.0011
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0000	-0.0029	0.0013	0.0006	-0.0001
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0000	-0.0000	-0.0040	0.0026	0.0001	-0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	0.0000	-0.0040	0.0026	0.0002	0.0007
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0040	-0.0026	0.0001	-0.0007
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	-0.0000	-0.0040	-0.0026	0.0002	0.0000

N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0007	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0008	0.0012
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0006	0.0007	-0.0012
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0006	0.0008	-0.0000
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	-0.0000	-0.0004	-0.0009	0.0010	-0.0001
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0004	-0.0009	0.0011	0.0012
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	-0.0000	-0.0004	0.0009	0.0009	-0.0012
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0000	-0.0004	0.0009	0.0011	0.0001
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	-0.0000	-0.0032	-0.0014	0.0002	-0.0001
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0031	-0.0013	0.0009	0.0010
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0063	-0.0000	-0.0055	-0.0008	-0.0006	-0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0053	-0.0008	0.0006	0.0006
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0071	-0.0000	-0.0064	0.0000	-0.0008	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0061	0.0000	0.0004	0.0000
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0063	-0.0000	-0.0055	0.0008	-0.0006	-0.0006
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0000	-0.0053	0.0008	0.0006	0.0000
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	-0.0000	-0.0032	0.0013	0.0002	-0.0010
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0000	-0.0031	0.0014	0.0009	0.0001
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	0.0001	-0.0018	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0007	-0.0018	-	-	-
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	0.0007	-0.0017	0.0006	-0.0026	-0.0022
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0012	-0.0017	0.0006	-0.0026	-0.0014
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	0.0001	-0.0038	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0006	-0.0033	-	-	-
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	0.0006	-0.0032	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0010	-0.0026	-	-	-
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0063	0.0000	-0.0054	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	0.0002	-0.0044	-	-	-
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0063	0.0002	-0.0044	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0005	-0.0035	-	-	-
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0072	0.0000	-0.0059	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0048	-	-	-
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0071	-0.0000	-0.0048	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0037	-	-	-
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0063	-0.0003	-0.0054	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0045	-	-	-
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0062	-0.0005	-0.0044	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0003	-0.0035	-	-	-
N33	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	-0.0006	-0.0039	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0001	-0.0033	-	-	-
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	-0.0010	-0.0033	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0006	-0.0027	-	-	-
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	-0.0007	-0.0019	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0001	-0.0018	-	-	-
N36	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	-0.0013	-0.0018	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0000	-0.0007	-0.0018	-	-	-
N37	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	0.0000	-0.0041	-0.0026	-0.0001	-0.0007
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	0.0004	-0.0041	-0.0026	-0.0001	-0.0000
N38	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.0000	-0.0004	-0.0042	-0.0026	0.0001	-0.0007
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	0.0000	-0.0041	-0.0026	0.0002	0.0000
N39	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0000	-0.0004	-0.0041	0.0026	-0.0001	0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	-0.0000	-0.0040	0.0026	-0.0001	0.0007
N40	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0000	-0.0000	-0.0041	0.0026	0.0002	-0.0000
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	0.0004	-0.0041	0.0026	0.0002	0.0007

N41	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	0.0005	-0.0018	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0005	-0.0018	-	-	-
N42	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0014	-0.0006	-0.0018	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0006	-0.0018	-	-	-
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0027	0.0005	-0.0032	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0005	-0.0032	-	-	-
N44	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0038	0.0003	-0.0044	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	0.0003	-0.0044	-	-	-
N45	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0042	-0.0000	-0.0047	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0000	-0.0047	-	-	-
N46	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0038	-0.0003	-0.0043	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0003	-0.0043	-	-	-
N47	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0040	-0.0001	-0.0033	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0019	0.0001	-0.0033	-	-	-
N48	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0003	-0.0003	-0.0032	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0019	-0.0001	-0.0032	-	-	-
N49	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0019	-0.0002	-0.0047	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0021	-0.0001	-0.0044	-	-	-
N50	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0023	0.0001	-0.0014	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0009	0.0003	-0.0014	-	-	-
N51	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0061	-0.0001	-0.0050	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0021	0.0001	-0.0047	-	-	-
N52	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0027	-0.0005	-0.0032	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0000	-0.0005	-0.0032	-	-	-
N53	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0031	-0.0001	-0.0055	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0021	-0.0000	-0.0051	-	-	-
N54	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0030	0.0000	-0.0055	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0022	0.0001	-0.0051	-	-	-
N55	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0023	0.0001	-0.0045	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0016	0.0002	-0.0042	-	-	-
N56	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0026	0.0001	-0.0023	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0003	0.0003	-0.0023	-	-	-
N57	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0073	-0.0000	-0.0059	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0020	0.0000	-0.0055	-	-	-
N58	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0040	-0.0001	-0.0032	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0019	0.0001	-0.0032	-	-	-
N59	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0073	-0.0001	-0.0059	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0020	0.0000	-0.0055	-	-	-
N60	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0061	-0.0001	-0.0049	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0021	0.0001	-0.0047	-	-	-
N61	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0017	-0.0001	-0.0019	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0003	0.0001	-0.0019	-	-	-
N62	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0011	-0.0003	-0.0020	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.0004	-0.0001	-0.0019	-	-	-
N63	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.0017	-0.0001	-0.0020	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	-0.0003	0.0001	-0.0020	-	-	-

Barra	█ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos					
			N (KN)	Vy (KN)	Vz (KN)	Mt (KN·m)	My (KN·m)	Mz (KN·m)
N1/N3	36.769	2.000	0.000	0.013	1.810	-0.052	-3.200	-0.025
N3/N5	37.107	0.000	-1.119	-0.225	-2.090	-0.052	-3.200	-0.025
N5/N7	14.321	0.000	-0.340	-0.204	-0.846	0.075	-1.028	-0.218
N7/N8	7.911	2.100	1.805	0.226	0.188	0.114	0.332	-0.614
N8/N9	12.903	2.100	3.964	0.334	0.098	0.035	0.591	-0.898
N9/N10	12.903	0.000	3.965	-0.334	-0.095	-0.034	0.591	-0.898
N10/N11	7.884	0.000	1.813	-0.227	-0.183	-0.113	0.326	-0.616
N11/N6	14.276	2.100	-0.324	0.202	0.836	-0.074	-1.025	-0.217
N6/N4	37.159	1.100	-1.147	0.222	2.102	0.051	-3.204	-0.024
N4/N2	36.814	0.000	0.001	-0.013	-1.812	0.051	-3.204	-0.024
N12/N14	36.844	2.000	0.000	-0.013	1.813	0.053	-3.207	0.024
N14/N16	37.186	0.000	-1.130	0.224	-2.100	0.053	-3.207	0.024
N16/N18	15.301	0.000	1.463	0.922	-0.882	-0.014	-1.081	0.855
N18/N19	9.512	2.100	-1.165	0.481	0.181	-0.025	0.388	-0.829
N19/N20	12.586	2.100	-2.763	0.407	0.106	-0.013	0.626	-0.949
N20/N21	12.585	0.000	-2.764	-0.406	-0.103	0.013	0.626	-0.949
N21/N22	9.446	0.000	-1.161	-0.478	-0.179	0.024	0.382	-0.827
N22/N17	15.341	2.100	1.475	-0.920	0.881	0.011	-1.089	0.851
N17/N15	37.129	1.100	-1.102	-0.223	2.088	-0.051	-3.202	0.025
N15/N13	36.796	0.000	-0.001	0.013	-1.811	-0.051	-3.202	0.025
N6/N17	77.449	0.000	0.361	4.260	0.042	0.002	-0.442	0.880
N17/N23	91.781	0.000	0.342	0.773	-0.981	0.000	-0.579	0.464
N24/N6	91.443	0.600	0.343	-0.821	1.048	0.006	-0.573	0.467
N11/N22	47.338	0.000	-0.280	3.581	-0.001	0.004	-0.072	0.742
N22/N25	40.322	0.000	0.018	0.654	-0.131	0.000	-0.069	0.392
N26/N11	40.056	0.600	0.019	-0.654	0.126	0.000	-0.066	0.392
N10/N21	41.324	0.000	-0.146	2.127	-0.048	0.002	0.277	0.434
N21/N27	43.298	0.000	-0.235	0.274	0.532	0.000	0.329	0.164
N28/N10	43.350	0.600	-0.235	-0.275	-0.532	0.000	0.329	0.165
N9/N20	22.019	0.200	-0.024	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000
N20/N29	34.958	0.000	-0.089	0.000	0.206	0.000	0.128	0.000
N30/N9	34.978	0.600	-0.089	0.000	-0.206	0.000	0.128	0.000
N8/N19	41.361	0.000	-0.145	-2.129	-0.047	-0.002	0.277	-0.434
N19/N31	43.744	0.000	-0.235	-0.281	0.533	0.000	0.329	-0.169
N32/N8	43.646	0.600	-0.235	0.279	-0.533	0.000	0.329	-0.168
N7/N18	47.757	0.000	-0.277	-3.583	-0.004	-0.004	-0.079	-0.742
N18/N33	41.111	0.000	0.020	-0.663	-0.138	0.000	-0.073	-0.398
N34/N7	41.038	0.600	0.020	0.661	0.138	0.000	-0.073	-0.397
N5/N16	78.625	0.000	0.371	-4.256	0.022	-0.002	-0.462	-0.880
N16/N35	93.955	0.000	0.353	-0.784	-1.011	0.000	-0.597	-0.470
N36/N5	93.669	0.600	0.352	0.782	1.008	0.000	-0.595	-0.469
N37/N2	0.823	0.600	0.000	0.000	0.031	0.000	-0.009	0.000
N2/N13	30.143	0.400	0.013	2.280	0.028	0.000	-0.064	-0.454

N13/N38	0.823	0.000	0.000	0.000	-0.031	0.000	-0.009	0.000
N39/N1	0.823	0.600	0.000	0.000	0.031	0.000	-0.009	0.000
N1/N12	30.250	0.400	0.013	-2.279	0.030	0.000	-0.066	0.454
N12/N40	0.823	0.000	0.000	0.000	-0.031	0.000	-0.009	0.000
N41/N43	13.620	2.100	-0.287	0.000	0.017	0.000	-0.006	0.000
N43/N44	91.873	0.000	-2.527	0.000	-0.015	0.000	-0.006	0.000
N44/N45	143.030	2.100	-4.024	0.000	0.014	0.000	-0.004	0.000
N45/N46	143.224	0.000	-4.029	0.000	-0.014	0.000	-0.004	0.000
N46/N52	92.035	2.100	-2.532	0.000	0.015	0.000	-0.006	0.000
N52/N42	13.450	0.000	-0.282	0.000	-0.017	0.000	-0.006	0.000
N35/N47	34.823	1.605	-1.139	0.008	0.005	0.000	0.004	-0.014
N47/N43	33.771	0.000	-1.278	-0.009	-0.004	0.000	0.004	-0.014
N36/N48	34.422	1.605	-1.136	-0.008	0.005	0.000	0.004	0.013
N48/N43	33.400	0.000	-1.276	0.009	-0.004	0.000	0.004	0.013
N34/N49	32.935	1.605	-0.959	-0.009	0.004	0.000	0.006	0.015
N49/N44	34.843	0.000	-1.233	0.010	-0.003	0.000	0.006	0.015
N33/N51	32.766	1.605	-0.962	0.009	0.004	0.000	0.006	-0.015
N51/N44	34.748	0.000	-1.240	-0.010	-0.003	0.000	0.006	-0.015
N32/N53	21.361	1.605	-0.401	-0.009	0.004	0.000	0.007	0.015
N53/N45	16.844	0.000	-0.218	0.010	-0.003	0.000	0.007	0.015
N31/N57	21.060	1.605	-0.404	0.009	0.004	0.000	0.006	-0.014
N57/N45	16.573	0.000	-0.223	-0.010	-0.003	0.000	0.006	-0.014
N47/N41	5.619	0.767	-0.368	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
N48/N41	5.003	0.767	0.719	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N49/N43	5.896	0.767	0.887	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N48/N49	7.046	2.100	0.937	0.000	0.016	0.000	-0.005	0.000
N49/N53	13.212	2.100	2.094	0.000	0.013	0.000	-0.003	-0.002
N53/N54	15.021	1.004	2.412	0.000	0.000	0.000	0.003	-0.002
N54/N55	13.719	2.100	2.085	-0.002	0.014	0.000	-0.003	0.004
N55/N56	8.307	2.100	0.912	0.003	0.015	0.000	-0.005	-0.003
N56/N50	5.335	0.000	-0.014	-0.003	-0.012	0.000	-0.005	-0.003
N51/N43	4.608	0.767	0.356	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N24/N56	50.893	0.000	-1.188	0.023	-0.014	0.000	-0.012	0.031
N56/N52	27.586	0.000	-1.300	-0.004	-0.008	0.000	-0.001	-0.006
N23/N58	34.483	1.605	-1.122	-0.008	0.005	0.000	0.004	0.014
N58/N52	33.445	0.000	-1.260	0.009	-0.004	0.000	0.004	0.014
N26/N55	29.369	1.605	-0.949	0.007	0.005	0.000	0.004	-0.011
N55/N46	31.559	0.000	-1.237	-0.008	-0.004	0.000	0.004	-0.011
N25/N60	32.498	1.605	-0.949	-0.009	0.004	0.000	0.006	0.015
N60/N46	34.491	0.000	-1.226	0.010	-0.003	0.000	0.006	0.015
N28/N54	21.561	1.605	-0.394	0.009	0.003	0.000	0.007	-0.015
N54/N45	17.176	0.000	-0.218	-0.010	-0.002	0.000	0.007	-0.015
N27/N59	20.829	1.605	-0.393	-0.009	0.004	0.000	0.006	0.014
N59/N45	16.441	0.000	-0.216	0.010	-0.003	0.000	0.006	0.014
N53/N44	4.263	0.767	-0.129	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N54/N46	4.111	0.767	-0.121	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N55/N52	5.949	0.767	0.897	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000



N56/N42	4.994	0.767	0.717	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N24/N50	22.266	0.000	-0.203	0.011	-0.014	0.000	-0.023	0.010
N50/N42	9.226	0.000	-0.186	-0.003	-0.011	0.000	-0.009	-0.003
N36/N62	6.088	1.172	-0.543	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000
N62/N41	5.460	0.000	-0.536	0.000	0.002	0.000	0.004	0.000
N35/N63	4.817	1.172	-0.181	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000
N63/N41	4.457	0.000	-0.174	0.000	0.002	0.000	0.004	0.000
N57/N44	7.943	0.767	-0.525	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N58/N42	5.645	0.767	-0.370	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
N59/N46	7.894	0.767	-0.521	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N60/N52	4.595	0.767	0.354	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N23/N61	4.575	1.172	-0.161	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000
N61/N42	4.247	0.000	-0.154	0.000	0.002	0.000	0.004	0.000
N47/N51	14.814	1.050	-0.543	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000
N51/N57	24.261	1.050	-0.949	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000
N57/N59	37.535	1.004	-1.662	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000
N59/N60	24.351	1.050	-0.953	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000
N60/N58	14.877	1.050	-0.546	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000
N58/N61	1.195	0.548	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
N62/N48	1.195	0.548	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
N63/N47	1.195	0.548	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
N34/N43	6.752	1.124	0.622	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N33/N43	6.768	1.124	0.624	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N32/N44	9.228	1.124	0.933	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N31/N44	9.243	1.124	0.935	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N29/N45	3.793	1.124	0.251	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N30/N45	3.794	1.124	0.251	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N25/N52	6.746	1.124	0.622	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N26/N52	6.782	1.124	0.626	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N27/N46	9.171	1.124	0.926	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
N28/N46	9.181	1.124	0.927	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000