



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

El pensamiento estético de los ingenieros: Fernández
Ordóñez y Martínez Calzón

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Vilez Carrión, Teresa

Tutor/a: Songel Gonzalez, Juan María

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Resumen: Se trata de explorar el pensamiento crítico-estético de los ingenieros José Antonio Fernández Ordóñez y Julio Martínez Calzón, mostrando cómo a través de la concepción de sus obras y sus textos, el efecto estético de la forma diseñada en la obra de ingeniería tiene una estrecha e indisoluble vinculación con otros parámetros técnicos, como la funcionalidad o la resistencia mecánica.

A lo largo de la historia se concibe la ingeniería como una disciplina muy analítica, donde la belleza o la estética es, en muchos casos, dejada de lado o despreciada. En la ingeniería civil en particular, se tiende a asignar la estética a los arquitectos, relegando a los ingenieros las cuestiones técnicas.

Fernández Ordóñez y Martínez Calzón nos enseñan a lo largo de sus carreras que esta concepción es errónea, pues la ingeniería puede, y debe, ser bella. En un mundo donde las construcciones son hechas por y para las personas, es indiscutible el valor más allá de la función. La forma, el color o el lugar inciden directamente en la manera de percibir estas obras y sentir que se forma parte de ellas, alejándolas de ser simples objetos inertes.

Con trayectorias destacables y distintos logros a lo largo de sus vidas profesionales, ambos ingenieros reflexionan sobre la belleza en la ingeniería civil, y de cómo esta no debe ser una elección respecto a la función sino algo que la acompaña.

Historia, arte, arquitectura, escultura, filosofía o poesía; son algunos de los campos por los que se mueven e influyen, relacionándose con figuras importantes de estos ámbitos, desarrollando diferentes conceptos estéticos que luego reflejan en sus proyectos a juicio propio.

Rehuyendo de la posible confusión de la propiedad de ideas estéticas que podría ofrecer una estructura, el análisis se centra y pone la atención en cuatro de sus puentes más emblemáticos, donde sus diseños emergen de sí mismos, rompiendo con esta distinción de decisiones entre arquitectos e ingenieros.

Palabras clave: estética; forma; belleza; ingeniería civil; ingeniería de estructuras; Fernández Ordóñez; Martínez Calzón

Resum: Es tracta d'explorar el pensament crític-estètic dels enginyers José Antonio Fernández Ordóñez i Julio Martínez Calzón, mostrant com a través de la concepció de les seues obres i els seus texts, l'efecte estètic de la forma dissenyada a l'obra d'enginyeria té una estreta i indissoluble vinculació amb altres paràmetres tècnics, com ara la funcionalitat o la resistència mecànica.

Al llarg de la història es concep l'enginyeria com una disciplina molt analítica, on la bellesa o l'estètica és, en molts casos, deixada de banda o menyspreada. A l'enginyeria civil en particular, es tendeix a assignar l'estètica als arquitectes, relegant als enginyers les qüestions tècniques.

Fernández Ordóñez i Martínez Calzón ens ensenyen al llarg de les seues carreres que aquesta concepció és errònia, ja que l'enginyeria pot ser, i ha de ser, bella. En un món on les construccions són fetes per i per a les persones, és indiscutible el valor més enllà de la funció. La forma, el color o el lloc incideixen directament en la manera de percebre les obres i sentir que se'n forma part d'aquestes, allunyant-les de ser simples objectes inerts.

Amb trajectòries destacables i diferents èxits al llarg de les seves vides professionals, ambdós enginyers reflexionen sobre la bellesa en l'enginyeria civil, i de com aquesta no ha de ser una elecció respecte a la funció sinó quelcom que l'acompanya.

Història, art, arquitectura, escultura, filosofia o poesia; són alguns dels camps pels quals es mouen i influencien, relacionant-se amb figures importants d'aquests àmbits, desenvolupant diferents conceptes estètics que després reflecteixen als seus projectes a judici propi.

Defugint de la possible confusió de la propietat d'idees estètiques que podria oferir una estructura, l'anàlisi se centra i posa l'atenció en quatre dels ponts més emblemàtics, on els seus dissenys emergeixen de si mateixos, trencant amb aquesta distinció de decisions entre arquitectes i enginyers.

Paraules clau: estètica; forma; bellesa; enginyeria civil; enginyeria d'estructures; Fernández Ordóñez; Martínez Calzón

Abstract: It is about exploring the critical-aesthetic thinking of the engineers José Antonio Fernández Ordóñez and Julio Martínez Calzón, showing how through the conception of their works and their texts, the aesthetic effect of the form designed in the engineering work has a close and indissoluble link with other technical parameters, such as functionality or mechanical resistance.

Throughout history, engineering has been seen as a highly analytical discipline, where beauty or aesthetics are, in many cases, left aside or disdained. In civil engineering, there is a tendency to assign aesthetics to architects, relegating technical issues to engineers.

Fernández Ordóñez and Martínez Calzón teach us throughout their careers that this conception is erroneous, since engineering can, and should, be beautiful. In a world where constructions are made by and for people, the value beyond function is indisputable. The shape, colour or location directly affect the way we perceive these works and feel that we are part of them, moving them away from being simple inert objects.

With notable careers and different achievements throughout their professional lives, both engineers reflect on beauty in civil engineering, and how this should not be a choice regarding function but something that accompanies it.

History, art, architecture, sculpture, philosophy or poetry; These are some of the fields in which they move and influence, relating to important figures in these areas, developing different aesthetic concepts that are then reflected in their projects in their own judgment.

Avoiding the possible confusion of the ownership of aesthetic ideas that a structure could offer, the analysis focuses and puts attention on four of their most emblematic bridges, where their designs emerge from themselves, breaking with this distinction of decisions between architects and engineers.

Keywords: aesthetics; shape; beauty; civil engineering; structural engineering; Fernández Ordóñez; Martínez Calzón

Contenido

Introducción	6
Estado de la cuestión	7
Objetivos	9
Metodología	10
Biografías	11
José Antonio Fernández Ordóñez	11
Julio Martínez Calzón	13
Contexto histórico	16
Visión sobre la ingeniería	19
José Antonio Fernández Ordóñez	19
Julio Martínez Calzón	24
Análisis de obras	27
Paso superior sobre el Paseo de la Castellana	27
Puente del Milenario sobre el Río Ebro	33
Puente del Centenario en Sevilla sobre el río Guadalquivir	38
Cuarto puente sobre el río Urumea	44
Relación teoría-práctica	51
ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible	64
Conclusiones	65
Bibliografía y recursos electrónicos	68
Índice de imágenes	71

Introducción

Se estudiará y comentará la visión que tenían los ingenieros José Antonio Fernández Ordóñez y Julio Martínez Calzón sobre la ingeniería civil, con enfoque en el ámbito estético, bello y formal. Pues la visión de estos dos ilustres profesionales se expande de la vista técnica propia de una obra de ingeniería civil, hacia una perspectiva estética que no funciona de forma independiente a la función, sino que trabaja en conjunto con esta en un diálogo constante de ambas partes, aportando valor a las ideas de diseño y potenciando las cualidades constructivas. Condición usual que también se refleja en los arquitectos.

La elección de esta temática para el trabajo de final de grado radica en el interés de la dualidad existente entre ingeniería civil y arquitectura, una relación que, a pesar de ser complementaria, sigue muchas veces siendo objeto de debate. Aunque en los últimos años se ha asentado más la importancia de la forma y la estética en este tipo de obras, el debate lejos de estar cerrado continua vigente, o quizá simplemente no se aborda con tanto detalle o delicadeza. Fernández Ordóñez y Martínez Calzón, cuya trayectoria y visión son el eje principal de este estudio, han sido figuras importantes en este debate longevo, teniendo un papel fundamental no solo en discusiones, entrevistas o reflexiones, sino también en la enseñanza de los nuevos ingenieros y las huellas que han dejado en las Escuelas de Ingeniería Civil.

Cabe mencionar que ambos ingenieros no solo destacan por su labor en el ámbito de la ingeniería, sino también por sus contribuciones en áreas que se alejan del fundamento técnico, como la filosofía, la poesía o la cultura. Esta sensibilidad a lo humanístico y artístico ha influido de forma clara y evidente en la visión que tenían del mundo, en consecuencia, hacia la ingeniería, reflejada en una práctica profesional que resuelve muchos problemas técnicos a la vez que del entorno en el que construyen sus obras.

Sus puentes y estructuras no son sólo ejemplos de innovación técnica, sino también de diálogo con otras formas de expresión, aportando a un legado que trasciende la construcción; pues son un punto de reflexión sobre la sociedad, el urbanismo, la naturaleza, el arte o la interacción entre personas.

Estado de la cuestión

El tema de la estética y la belleza en la ingeniería es algo que se ha analizado durante el transcurso de la historia, con especial atención en el último siglo, el mundo de las estructuras tuvo su auge a partir de la aparición del hierro en construcción: las nuevas e infinitas posibilidades de formas que ello conllevaba, junto al uso en consonancia con otros materiales, como podía ser el hormigón.

A día de hoy, el debate sigue estando abierto y se sigue promulgando la búsqueda de la belleza. Empezando por Fernández Ordóñez, que quizá es el que más ha reflejado en escritos esta necesidad y el que más defendía esta idea, seguido por Martínez Calzón. Y consecuentemente en la actualidad por ingenieros, arquitectos y profesionales de otros campos.

Haciendo una búsqueda rápida, podemos encontrar diferentes textos que hablan de la gran pregunta: ¿Belleza e ingeniería? ¿Belleza o ingeniería? La diferencia de cómo se cuestione es mínima, pero ello provoca una diferente reacción al lector, considerando una y otra por separado o juntas.

Por ejemplo, en la Revista de Obras Públicas, se pueden ver títulos como *De la verdad y la belleza en las matemáticas...* (Eduardo Saavedra Moragas, ingeniero y arquitecto, 1912)¹, *¿El arte y la estética en el diseño de puentes: puentes monumento u obra civil funcional?* (Juan José Arenas de Pablo, ingeniero, 1995)², *Obras públicas y monumentos* (José Antonio Fernández Ordóñez, ingeniero, 1995)³.

También se añaden reflexiones y entrevistas en Arquitectura Viva, aunque la revista esté asociada como su nombre dice, al campo de la arquitectura. Al final, son profesiones muy similares que comparten las mismas metas y objetivos, no solo en cuanto a función, sino también en diseño.

El debate no solo es publicado mediante artículos en revistas, o hablado solo en entrevistas. Por ejemplo, la página web *dobooku.com Asociación para la Cultura del Diseño en la Obra Pública*, es un foro dedicado a la ingeniería civil, donde usuarios publican sobre diversos temas de actualidad, la mayoría

¹ . SAAVEDRA MORAGAS, E. (1912). *De la verdad y la belleza en las matemáticas...* Revista de Obras Públicas, 1903. https://quickclick.es/rop/detalle_articulo.php?registro=11813&anio=1912&numero_revista=1903

² . ARENAS DE PABLO, J. J. (1995). *¿El arte y la estética en el diseño de puentes: Puentes monumento u obra civil funcional?* Revista de Obras Públicas, 3344. https://quickclick.es/rop/detalle_articulo.php?registro=17447&anio=1995&numero_revista=3344

³ . FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, J. A. (1995). *Obras públicas y monumentos*. Revista de Obras Públicas, 3347. https://quickclick.es/rop/detalle_articulo.php?registro=17470&anio=1995&numero_revista=3347

girando en torno al diseño, la forma y la belleza. A día de hoy, es activo y se promulgan noticias, eventos o reflexiones en torno a la estética.

En conclusión, ya sean revistas que se acercan más a lo técnico, foros, u otros, la cuestión de la estética sigue estando presente y cada vez más se acepta como un requisito más de la construcción.

Objetivos

Los objetivos de este estudio están centrados en entender mejor la idea de belleza o estética que puedan tener los ingenieros respecto a sus obras, ya que en arquitectura es algo muy asentado, y usualmente se concibe al ingeniero como una persona centrada en la función.

Se pretende descubrir la relación y similitudes entre arquitectos e ingenieros, así como sus diferencias. No sólo en un ámbito técnico sino también en su forma de pensamiento.

Además, se busca conocer mejor la obra de los ingenieros Julio Martínez Calzón y José Antonio Fernández Ordóñez, dado que ambos han tratado el estado de la cuestión que es la estética en la ingeniería civil.

Se estudia a través de sus obras conjuntas, cuyos diseños e ideas nacen de sus mentes y se plasman en el papel con sus manos. Pero también se relacionará ese producto final con las ideas estéticas y los conceptos que reflejan en sus escritos, siendo estos mayoritariamente textos publicados por ellos mismo, o recopilados. Todo ello haciendo un repaso breve sobre el contexto histórico y las influencias que los propios ingenieros han tenido de otras ramas.

Como objetivo personal, el estudio representa una fuente más de referencias y de trato a lo ajeno en una disciplina propia: los arquitectos estudian la historia del arte, la historia de la arquitectura y brevemente la de la ingeniería —especialmente centrándose en aquellos hitos que han supuesto un avance técnico y también de mentalidad—. No se profundiza en los temas de estética y belleza en ingeniería. Quizá por ser un debate abierto, o bien por ser algo subjetivo.

Metodología

Este trabajo se centrará en sus puentes, por una razón sencilla: Aunque las colaboraciones que ambos han tenido con distintos arquitectos en estructuras son admirables y dignas de destacar, cierto es que a ojos externos es difícil poder especificar qué decisiones de diseño y forma han sido creadas por unos y otros. En los puentes, los conceptos iniciales han salido de la mano de los propios ingenieros de forma evidente, y ello nos hace entender de mejor forma la visión y el pensamiento estético que tenían y que salía de ellos. Una visión y pensamiento que, evidentemente, después ha influenciado en la toma de decisiones o cambios en obras de importantes arquitectos o incluso escultores, por mencionar una rama más artística.

Para el análisis, la búsqueda de información y la reflejada en este trabajo, se ha extraído principalmente de estos tres libros.

- *Puentes, estructuras, actitudes*, obra autobiográfica de Julio Martínez Calzón, donde narra en detalle las características de cada obra, así como la visión formal y técnica, junto con las intenciones detrás de cada una.
- *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Una lectura que, como el título indica, es una recopilación de textos que este ingeniero ha tenido en medios como la *Revista de Obras Públicas*, así como conversaciones y escritos privados o manuscritos, llevados de la mano de José Ramón Navarro Vera.
- *El pensamiento estético de los ingenieros: Funcionalidad y belleza*. Este es un tomo más corto, pues se trata del discurso que hizo José Antonio Fernández Ordóñez en su acta de Recepción Pública como miembro de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

Por supuesto, esta información ha sido complementada con otros escritos de los autores, como entrevistas o noticias, entre otros.

Biografías

José Antonio Fernández Ordóñez

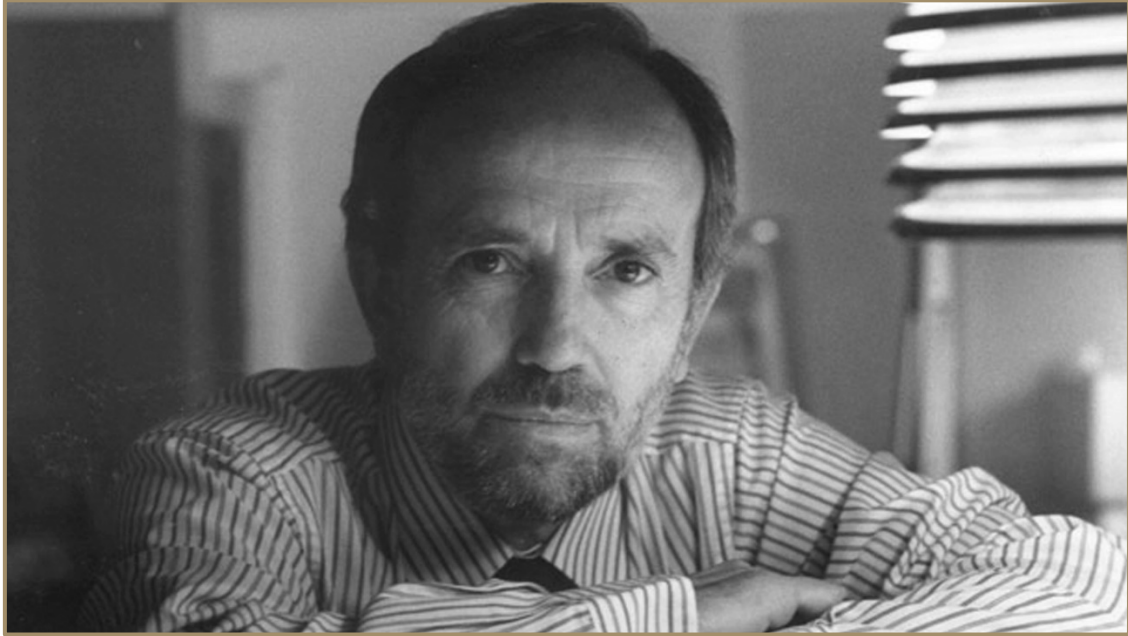


Imagen 1. José Antonio Fernández Ordóñez

José Antonio Fernández Ordóñez (Madrid, 18 de noviembre de 1933 — 3 de enero de 2000), fue un ingeniero de caminos, catedrático y académico.

En el 1959 se graduó en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos. Sus primeros trabajos fueron en la empresa de su padre, IDEAM, consistiendo en la prefabricación industrial de puentes. Posteriormente, viajó por distintos lugares para visitar fábricas de hormigón pretensado prefabricado.

En 1960 fue profesor adjunto de *Estilos Artísticos* en la Escuela de Caminos. Además, años más tarde obtuvo el título de doctor y posteriormente se convirtió en el encargado de la cátedra de Historia y Estética de la Ingeniería, desde donde promovió trabajos de catalogación de obras públicas históricas.

Más tarde, en el 1968, junto con Julio Martínez Calzón, ganó el concurso para el proyecto del *Puente de Juan Bravo*, ubicado sobre el paseo de la Castellana en Madrid. Posteriormente, en el entorno del puente se instaló un museo de escultura abstracta (*Museo de Arte Público del Paseo de la Castellana*), entre las cuales destaca *Lugares de Encuentros III* de Eduardo Chillida, la cual cuelga de la propia estructura del puente.

Desde el 1974 fue elegido, durante tres años, presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, promoviendo el reconocimiento de los ingenieros civiles en la cultura y la sociedad.

Años después fundó el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas, y en el 1988 fue elegido académico de Bellas Artes de San Fernando.

Entre sus obras individuales, destaca el puente del Infante Don Henrique en Oporto, además de su empeño en catalogar y realizar inventario del patrimonio cultural que supone la ingeniería civil. Al igual que la rehabilitación de puentes califales romanos de los siglos XVIII y XIX.⁴

⁴ . SÁENZ RIDRUEJO, F. (2018). *José Antonio Fernández Ordóñez* | Real Academia de la Historia. <https://dbe.rah.es/biografias/21173/jose-antonio-fernandez-ordonez>

Julio Martínez Calzón



Imagen 2. Julio Martínez Calzón

Julio Martínez Calzón (Valencia, 11 de marzo de 1938 — Madrid, 26 de septiembre de 2023) fue ingeniero de camino, proyectista y humanista.

En el 1962 se graduó como Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, siendo ya en 1968 Doctor Ingeniero. Sus primeros pasos en el mundo laboral fueron en el Instituto Eduardo Torroja, y poco más tarde se unió a IDEAM, oficina de la familia de José Antonio Fernández Ordóñez, con el cual coincidió y trabajó conjuntamente años más tarde.

En 1988 crea la empresa "MC2, Estudio de Ingeniería, S.L.", enfocándose en obras de estructuras mixtas. A su vez, hasta 2003 fue profesor de Estructuras Metálicas y Mixtas en la Escuela de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Alguna de sus obras destacadas es, el antes mencionado, *Puente de Juan Bravo* sobre el Paseo de la Castellana junto a J. A. Fernández Ordóñez. A su vez, en su obra individual podemos destacar otros puentes, como el de *las Américas* en Montevideo o el puente rotatorio del puerto de Valencia, ambos bajo su estudio.⁵

También ha sido partícipe en colaboración con arquitectos para la elaboración de grandes estructuras, como el *Auditorio Nacional de Música*

⁵ . SÁENZ RIDRUEJO, F. (2018). *Julio Martínez Calzón* | Real Academia de la Historia. <https://dbe.rah.es/biografias/julio-martinez-calzon>

(Madrid, García de Paredes), el *Palacio de Congresos de Salamanca* (Salamanca, Navarro Baldeweg), el *Palau Sant Jordi* (Barcelona, Isozaki y Kawaguchi), la *Torre de Collserola* (Barcelona, Norman Foster), o el *Edificio Mare Nostrum* (Barcelona, Enric Miralles y Benedetta Tagliabue).⁶

Además de ingeniero, J. Martínez Calzón tiene un pensamiento humanista y artista, como muestra y menciona varias veces en sus textos, haciendo poesía y reflexionando sobre el arte y la sociedad en sus propias obras.

Ambos ingenieros comparten una visión sobre el arte, la belleza y la forma en la ingeniería civil. Esto lo han demostrado en sus textos, entrevistas y en sus obras de ingeniería.

A continuación, se expone una lista de los proyectos de puentes y pasarelas que diseñaron juntos⁷, algunos de ellos llegando solamente a fase de concurso. Como se puede apreciar, es una lista muy amplia, de 33 puentes, de los cuales algunos se analizan más adelante, seleccionados a criterio propio.

⁶ . MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Págs. 372-373

⁷ . MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Págs. 369-371

- 1966.** (Concurso) Puente sobre la glorieta de Cuatro Caminos. Madrid
- 1970.** Paso superior entre las calles Juan Bravo y Eduardo Dato sobre el Paseo de la Castellana. Madrid
- 1970.** (Concurso) Pasos superiores de Inchaurreondo. San Sebastián
- 1972.** (Concurso) Puente sobre el río Paraguay. Asunción, Paraguay
- 1972.** Puente de Alzola en la Autopista Bilbao-Behovia
- 1974.** Puente del Diablo sobre el río Llobregat. Martorell, Barcelona
- 1977.** Puente de Castellbisbal sobre el río Llobregat. Barcelona
- 1980.** Puente de Vallecas en la M-30. Madrid
- 1980.** Puente de La Pedrera sobre el río Alberche en Aldea del Fresno. Madrid
- 1981.** Viaducto sobre el embalse de Charco Redondo en Algeciras. Cádiz
- 1981.** Puente sobre el río Jarama en Algete. Madrid
- 1982.** Puente del Milenario sobre el río Ebro. Tortosa, Tarragona
- 1982.** Puente de acceso al centro comercial del Jarama (Pryca) sobre la N-II. San Fernando, Madrid
- 1983.** Puente de la calle Torrelaguna sobre la N-II. Madrid
- 1984.** Puente Verde sobre el río Genil. Granada
- 1985.** (Concurso). Puente de la Academia en Venecia. Italia
- 1986.** Puente de la Autonomía sobre el río Guadiana. Badajoz
- 1987.** Puente Fernando Reig sobre el río Barxell. Alcoy, Alicante
- 1987.** Paso superior de la calle Marqués de Suanes sobre la N-II. Acceso recintos feriales de IFEMA. Madrid
- 1987.** (Concurso) Puente de Sama de Langreo sobre el río Nalón. Asturias
- 1989.** Puente atirantado Laredo-Santoña. Cantabria
- 1989.** (Concurso) Nuevo puente sobre el río Guadiana y accesos en la travesía de Mérida. Badajoz
- 1991.** Puente del V Centenario sobre río Guadalquivir. Sevilla
- 1991.** Doble puente de Sant Adrià en la Ronda Litoral. Barcelona
- 1991.** Puente de Cerdeña entre las calles Ali-bey y Almogavers. Barcelona
- 1991.** (Concurso) Puente sobre el río Lerez. Pontevedra
- 1992.** Puente sobre la Variante Norte a Huelva de la Red Arterial Ferroviaria de Camas. Sevilla
- 1992.** Puente sobre el río Turia. Valencia
- 1992.** Puente de Fontejau sobre el río Ter. Gerona
- 1993.** Puente del Arrenal sobre el río Guadalquivir. Córdoba
- 1997.** Puente E2 en el Parque Tecnológico. Granadilla, Tenerife
- 1999.** Puente sobre el río Cinca. Línea de ferrocarril de Alta Velocidad Madrid-Barcelona
- 2000.** 4º Puente sobre el río Urumea en San Sebastián. Puente de Mundaiz

Contexto histórico

“Uno de los requisitos fundamentales que exige nuestro trabajo de ingenieros es la reflexión continua sobre la relación dialéctica, contradictoria y misteriosa, entre utilidad y belleza, ya que en nuestro quehacer diario se presenta de continuo el problema, en apariencia irresoluble, de conciliar la funcionalidad exigida con la belleza de las obras.”

— El pensamiento estético de los ingenieros. Funcionalidad y belleza. José Antonio Fernández Ordóñez, 1990.⁸

Para entender la visión de los dos ingenieros del tema, se ha de enraizarse a la búsqueda de la belleza a lo largo de la historia de la ingeniería.

A finales del siglo XVIII, el funcionalismo empezó a hacerse presencia en las escuelas de caminos a raíz de las enseñanzas de Jean N. Louis Durand. El funcionalismo omite la búsqueda de la belleza, rechazando cuestiones como la proporción y la forma, centrándose exclusivamente en la utilidad y en la reducción del coste económico que supone la producción.

Siendo Durand sucesor de Boullée, empezó a cuestionar la arquitectura neoclásica y los órdenes que marcaba Vitruvio —*Firmitas, Utilitas, Vetustas*—. Una arquitectura de formas puras y simples, obsoletas de decoración, que recordaban a ese estilo (*Imagen 3*).⁹

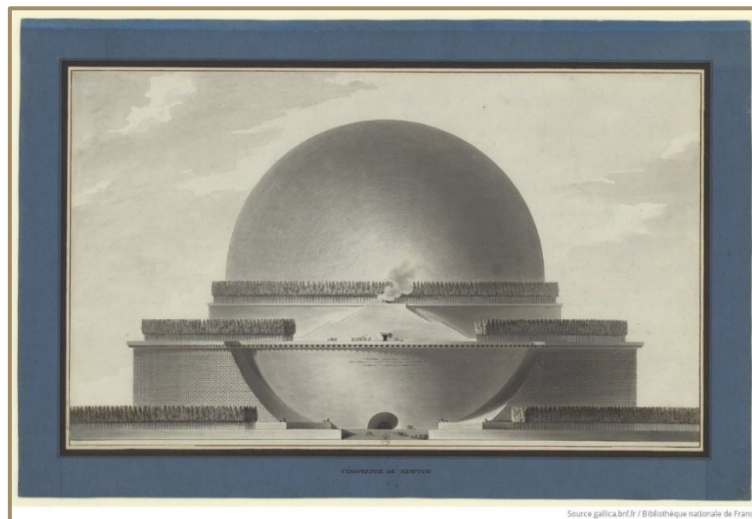


Imagen 3. Cenotafio de Newton (1784), Boullée

⁸. FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, J.A. (1990). *El pensamiento estético de los ingenieros. Funcionalidad y belleza*. Pág. 13.

⁹. FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, J.A. (1990). *El pensamiento estético de los ingenieros. Funcionalidad y belleza*. Pág. 15

Aunque de forma más o menos paralela otros profesionales negaban el funcionalismo, lo cierto es que se empezó a poner en duda la triada vitruviana.

En el discurso de José Antonio Fernández Ordóñez en su acto de Recepción Pública por la Academia de Bellas Artes de San Fernando, menciona cómo este debate se contempla por distintos ingenieros españoles de finales del siglo XVIII, y las visiones entre algunos son muy distintas.

“En aquellos mismos años, [...], Adolf Loos predicaba que la ornamentación es un crimen, mientras que Gaudí defendía que la decoración es a la estructura lo que la piel al esqueleto, es decir, que decoración y estructura son inseparables.”

— El pensamiento estético de los ingenieros. Funcionalidad y belleza. José Antonio Fernández Ordóñez, 1990.¹⁰

Algunos ven la forma como aquello que expresa el funcionamiento, como su esencia.

Otros conciben la forma como un aditivo, quizá innecesario, que además no incumbe al ingeniero. En nuestro caso más familiarizado, el arquitecto crea y diseña, y el ingeniero hace las estructuras acordes a las instrucciones del arquitecto, dedicándose a temas más técnicos.

Por otra parte, tampoco se puede focalizar la belleza y la forma dejando de lado la función, pues se haría algo incómodo, o incluso inútil, quitándole así la estética que se le quiere aportar.

Ya en los años 30, nos encontramos con ingenieros como Freyssinet o Torroja, que recogen el uso exponencial del nuevo material que es el hormigón, y lo trabajan. Ambos autores crean estructuras extensas, pero de espesores mínimos, ligeras. Algo casi imposible o difícil de imaginar, estando habituados a trabajar con otros materiales que requieren mucha más sección. Y aunque a simple vista quizá tenían un punto de vista más funcional, sus obras reflejan una estética clara e innovadora, donde la propia estructura descubierta da la forma, una forma manipulada para conseguir su mayor rendimiento o resistencia.

Gran parte fue gracias a las construcciones de hormigón armado de la época, que potenciaron enormemente la técnica en cuanto a resistencia y luces en las construcciones.

¹⁰. FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, J. A. (1990). *El pensamiento estético de los ingenieros. Funcionalidad y belleza*. Pág. 23.

Ejemplo de ello son los famosos hangares de Orly de Eugène Freyssinet, la cubierta de la tribuna del Hipódromo de la Zarzuela (*Imagen 4*) o el Frontón Recoletos, ambas obras de Eduardo Torroja.



Imagen 4. Cubierta del hipódromo de la Zarzuela (1941), por Torroja

A raíz de estos dos últimos ingenieros mencionados —siendo Torroja profesor de Fernández Ordóñez—, y también de otros ingenieros que, aunque bien afirmaban o negaban su estética en las obras, se empieza a ver un claro cuidado de la forma. Un cuidado que estaba directamente relacionado con la potencia y técnica de las propias estructuras, puentes y otras obras de ingeniería civil o arquitectura, que potenciaba la resistencia y capacidad para soportar cargas.

Algunos de los autores que tenían esta visión, como menciona Fernández Ordóñez en su discurso de recepción en la Academia de Bellas Artes de San Fernando, son Telford, Eiffel, Roebling, Maillart, Nervi, o Fernández Casado, este último nombrado en varios de sus textos.

Visión sobre la ingeniería

José Antonio Fernández Ordóñez

Desde sus inicios, tuvo una gran implicación en el patrimonio histórico, llegando a la creación de catálogos donde se recopilaban distintas obras de España, por provincias. En ese momento no había existencias de nada que recogiera las obras de ingeniería existentes en el país. Tampoco las más antiguas o con cierto valor patrimonial.

También fue propulsor de la rehabilitación de puentes califales, romanos, del siglo XVIII y del siglo XIX. Fuertemente influenciado, entre otros, por el famoso ingeniero Eduardo Torroja, que fue su profesor en la Escuela de Caminos de Madrid, y le hizo amar la profesión.¹¹

Las catalogaciones y las exposiciones que creaba estaban destinadas a una función social. Pues, aunque en ese momento y época del país sí era necesario y escaseaba ese conocimiento en el entorno del ingeniero civil, su intención principal era concienciar y hacerse conocer a la comunidad y a los expertos de otras artes.¹²

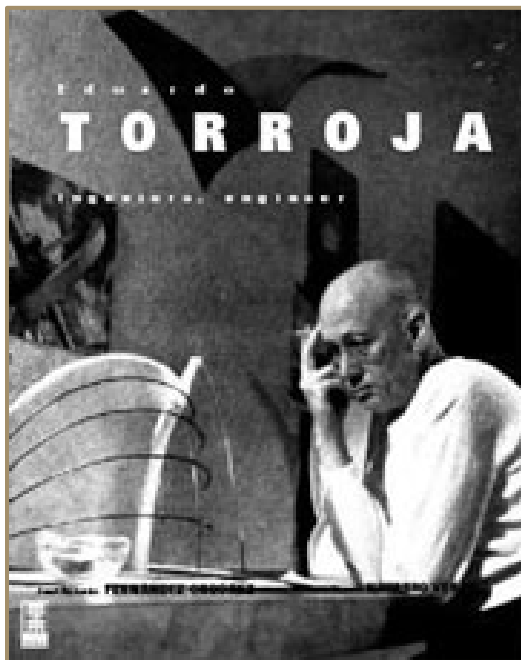


Imagen 5. *Eduardo Torroja. Ingeniero, engineer.* Por J. A. Fernández Ordóñez y J. R. Navarro Vera

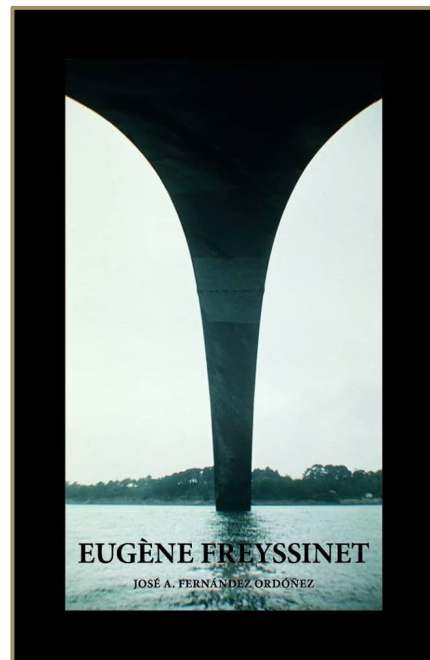


Imagen 6. *Eugène Freyssinet,* por J. A. Fernández Ordóñez

¹¹ . COLLELL MUNDET, G. (2022). *José Antonio Fernández Ordóñez, puente hacia el arte.*

¹² . FERNÁNDEZ-ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ, D. (2013). *En recuerdo de José Antonio Fernández Ordóñez.* Pág. 33.

Tanto fue así, que escribió muchos textos de reflexión, pero entre sus libros propios no figuran su propia obra, sino análisis y explicaciones de ingenieros como Torroja (*Imagen 5*) o Freyssinet (*Imagen 6*).

José Antonio Fernández Ordóñez no le daba mucha importancia al pensamiento de los ingenieros. Esto es debido a que muchas veces es difícil reflejar unas intenciones o unas metas en la práctica. Consideraba que, si había que juzgar a alguien, debía ser a la obra hecha, y no a las intenciones que el ingeniero tenía prescritas. Unos conocimientos técnicos y funcionales son evidentes en las obras de ingeniería, pero en su opinión, el bagaje cultural y artístico era igual de importante, y más aún reflejarlo en dichas obras.¹³

Trabajó con escultores y artistas, conjuntamente. Quizá por ello, en los conceptos y diseños, ya incorporaba las ideas de escultores o artistas, no siendo esto una adherencia posterior. Por ejemplo, en el *Paseo superior sobre el Paseo de la Castellana* —del que se habla posteriormente—, colabora con cercanía con Eusebio Sempere, y buscan de forma conjunta más artistas que pudieran donar sus obras para la construcción de un museo escultórico. Estaba muy interesado en el mundo que se escapaba de lo técnico, como podía ser la escultura, que se vio fuertemente influenciada en sus obras así cómo lo que se pretendía conseguir. Un paso más allá de lo funcional, donde la naturaleza y lo estético cobraban vida.

Por ejemplo, a raíz de la obra *del Puente de la Castellana* —junto a Julio Martínez Calzón—, y la colaboración que tuvo con el artista Eusebio Sempere en la misma, le presentan a Eduardo Chillida (*Imagen 7*). Los mutuos intereses en arte e ingeniería de ambos llevan a Fernández Ordóñez a trabajar de forma cercana con las obras de hormigón armado del escultor.

¹³ . FERNÁNDEZ-ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ, D. (2013). *En recuerdo de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 62.

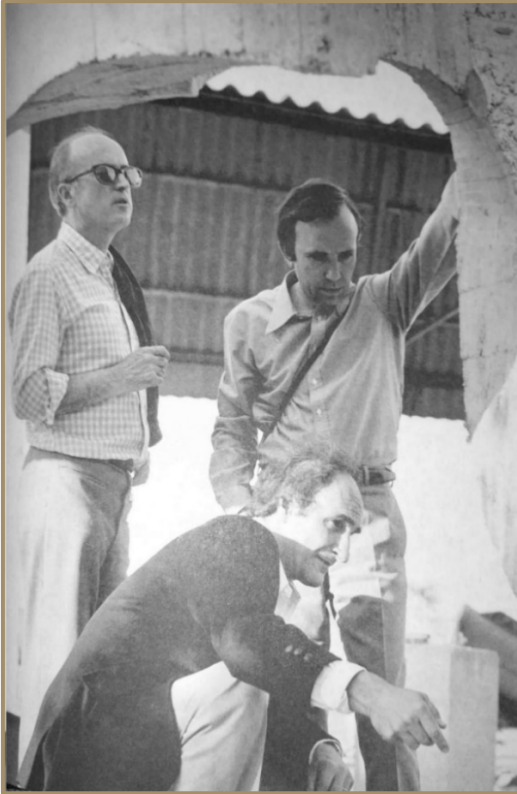


Imagen 7. Sempere, Fernández Ordóñez y Chillida examinando la escultura *Lugares de Encuentros III*.

Algunas de esas obras destacadas, son *Lugares de Encuentros III* (1972, Madrid), *La Casa de Goethe* (1981, Frankfurt), *Elogio al agua* (1987, Barcelona) o *Elogio del horizonte IV* (1989, Gijón).¹⁴



Imagen 8. Chillida y JAO con la montaña Tindaya de fondo

¹⁴. COLLELL MUNDET, G. (2005). *Relación entre la obra de José Antonio Fernández Ordóñez y de Eduardo Chillida Juantegui*. Tesina. Universitat Politècnica de Catalunya.
<https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3265;jsessionid=E11587A3F020F4B5C44B19D28DB4DC57?>

Tanto se influenciaron que, en el año 1994, cuando Chillida hace su discurso como nuevo miembro honorario de la Academia de Bellas Artes de San Fernando, José Antonio Fernández Ordóñez, que fue nombrado miembro de esta misma academia en 1990, es el encargado de su contestación —como es tradición en estos actos—. En un momento dado, dice así:

“Cuando Chillida se planteó la realización de su primera escultura de hormigón (me refiero a la célebre colgada bajo el Puente del Paseo de la Castellana de Madrid), tuvo que enfrentarse con un mundo en muchos aspectos desconocido para él, tuvo miedo. Es admirable cómo supo entonces imponerse aquella disciplina de los antiguos maestros, renunciando a todo lo que no fuera imprescindible, y preguntándose continuamente por sus propios límites, con la honradez que supone ponerlo todo en cada cosa, cómo realizó aquella escultura extraordinaria —que por tantas razones amo—, manteniendo siempre el nivel del miedo, como decía su padre, al menos un poco por debajo del nivel de la dignidad.

Ayudar a Eduardo, colaborar con él en la realización de sus grandes esculturas de hormigones tan diferentes y misteriosas, me ha enseñado por ejemplo que las leyes y propiedades del hormigón son más complejas de los que suponen las normas y los prontuarios, y me ha acercado —a través del ejemplo—, a esa ingeniería aún no corrompida, en su aire esencial, a la que todavía sigo aspirando.”

— Extracto de la contestación de José Antonio Fernández Ordóñez – Preguntas. Eduardo Chillida, 1994.¹⁵

Así, refleja que esta interacción y beneficio no eran unilaterales. La visión artística y escultórica de Chillida aportó conocimiento en su trayectoria con el trabajo de hormigón. Por ello, muchos elementos estructurales de sus obras también reflejaban cierta estética escultórica. Prueba de ello es que, por ejemplo, las pilas del *Puente de la Castellana* son una añoranza a una columna clásica.

¹⁵. CHILLIDA JUANTEGUI, E. (1994). *Preguntas*. Pág. 54.

Su forma de trabajar en el diseño también tenía una cierta peculiaridad: Fernández Ordóñez creaba maquetas de sus obras, propias de la profesión del arquitecto, para hacerse dueño de la escala del lugar y hacer diferentes pruebas de diseño.

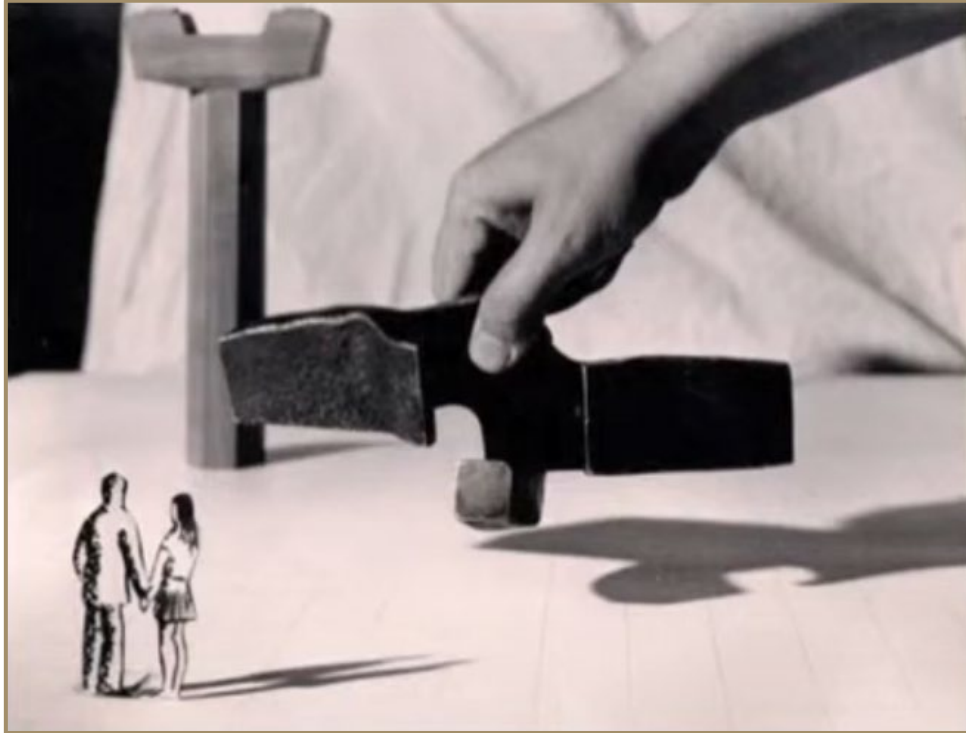


Imagen 9. Maqueta de una columna del *Puente del Paseo de la Castellana*, junto a *Lugares de Encuentros III*

Julio Martínez Calzón

Sus obras están fuertemente marcadas por el uso de estructuras mixtas, el cual es pionero en España en hacer el primer puente mixto —es decir, de acero y hormigón— y, como afirma, estaba a la vanguardia en Europa. Ese interés radica en su trabajo y estudio separado de hormigón y estructuras metálicas, planteándose si se podían unir. Pues para entonces ya había varios estudios alemanes donde se juntaban el hormigón y el acero, y Julio se acogió a esa idea, pero yéndose por otro camino, resultado visto en las obras del autor de manera clara y concisa y que resultan en una estética innovadora, donde el color y la forma cobran protagonismo.

En cuanto a la situación que se aleja de lo técnico, el propio Julio nombra en numerosos textos y entrevistas que se considera un humanista. Prueba de ello es sin duda el tercer apartado del libro *Puentes, Estructuras, Actitudes* (Imágenes 10 y 11). A modo de poemas, dibujos y textos, donde se aleja totalmente de la tecnicidad que se espera de un libro autobiográfico que habla de sus obras.

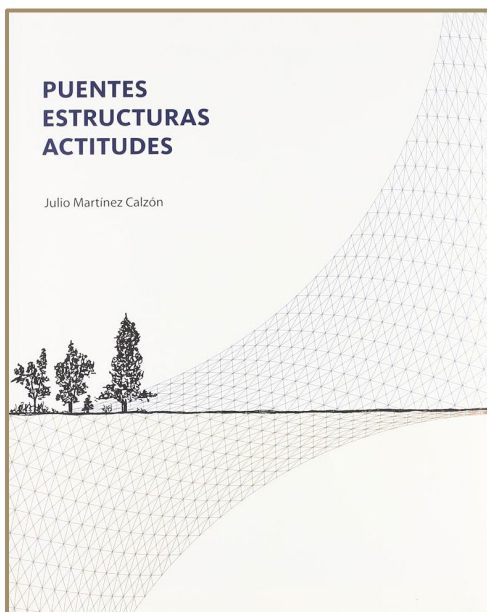


Imagen 10. Puentes, estructuras, actitudes

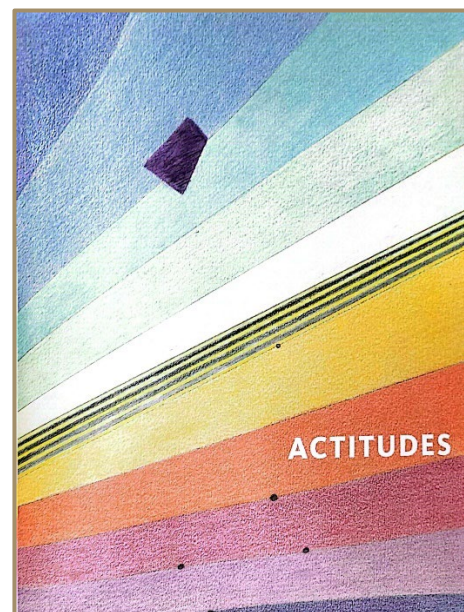


Imagen 11. Apartado de Actitudes

Innumerables ingenieros de los que aprendió (Torroja, Fernández Casado), filósofos a los que estudió (Píndaro, Tales, Aristóteles), músicos clásicos a los que escuchó (Beethoven, Bach, Leonhardt), artistas a los que observó (Brunelleschi, Chillida), y poemas que leyó (T. S. Elliot, Dylan Thomas). Todos influyen a su manera las ideas y los conceptos que Martínez Calzón pretende

llevar a sus puentes y estructuras. Acoge diferentes realidades y las hace suyas y propias.¹⁶

Aunque haya tenido influencias de diversas épocas, en sus obras no busca una reinterpretación de los últimos siglos de ingeniería civil (los más destacados desde la Revolución Industrial, gracias a la incorporación del hierro). Sí le atraen más la atención los elementos y las arquitecturas clásicas. Por supuesto, no intenta recrearlos, sino hacerlos suyos. Esto se refleja en las abstracciones que hace de dichos elementos, como veremos más adelante.

Hay que destacar que también es un apasionado del arte. Sin ir más lejos, publicó dos tomos sobre la pintura del siglo XIX; uno se centra en la Europa Centro-Occidental y Gran Bretaña, mientras que el otro se enfoca en América Latina y Canadá.

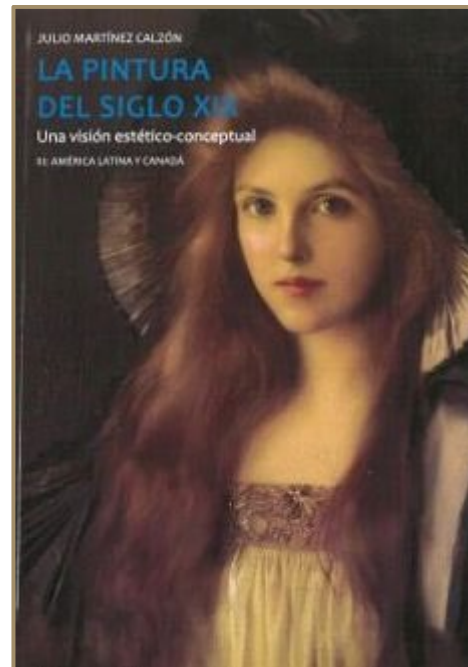


Imagen 12 y 13. Tomos de *La pintura del siglo XIX*, de Julio Martínez Calzón

Por último, pero no menos importante, cabe destacar que su colaboración con Fernández Ordóñez supuso la unión perfecta entre técnica y belleza, reforzando aún más el valor estético. A continuación, se añade un fragmento de una entrevista que se publicó en el número 3626 de la Revista de Obras Públicas, que dice lo siguiente:

“¿Cómo fue su colaboración con José Antonio Fernández Ordóñez en los distintos trabajos que hicieron juntos?”

¹⁶ . PÉREZ HERRERAS, J. & DELGADO ORUSCO, E. (2018). *Entrevista con Julio Martínez Calzón. Vivir tantas vidas como realidades*. Pág. 74

Fue enriquecedora para ambos. Éramos muy diferentes. Yo era un profesional de la estructura y él era un profesional de la historia y del pensamiento de la ingeniería en el sentido de belleza, de la forma de construcción, de la sociabilidad. La combinación fue extraordinaria porque teníamos el plano del humanismo, del arte y la cultura, que nos conectaba en profundidad. En el ámbito profesional yo era la estructura y él era la sociedad. Fue un matrimonio de perfección.”

— Extracto de la entrevista realizada por Daniel Rodríguez a Julio Martínez Calzón, *El hormigón y el acero crean un universo de poemas*, para la Revista de Obras Públicas (2021).¹⁷

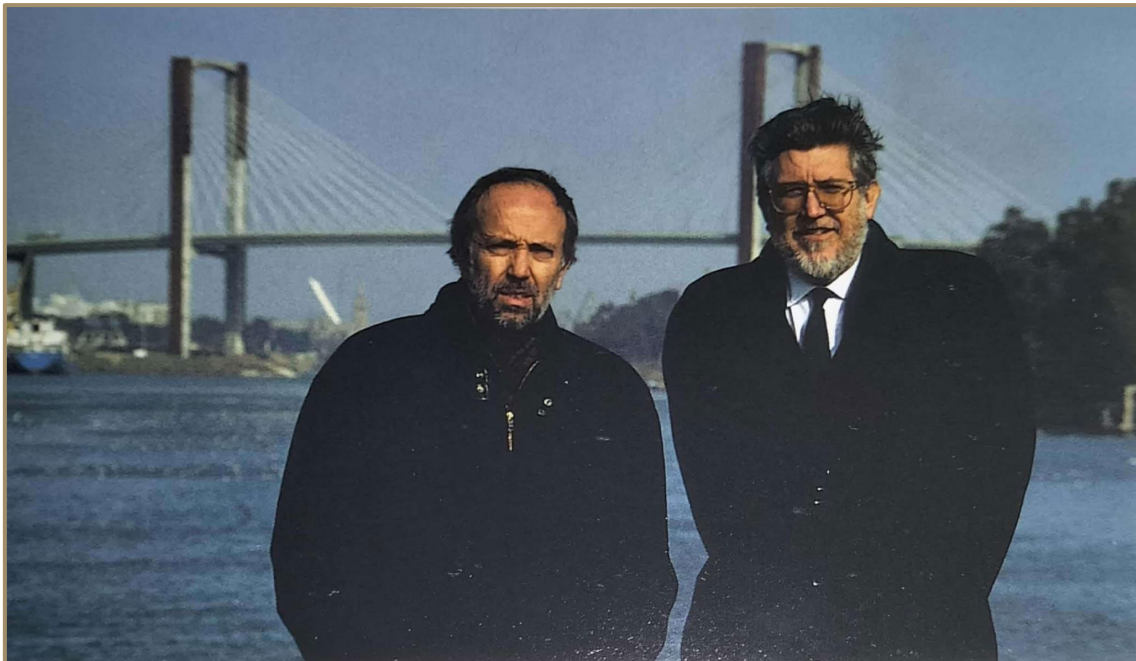


Imagen 14. J.A. Fernández Ordóñez y J. Martínez Calzón, con el *Puente del Centenario* de fondo, Sevilla

¹⁷ . RODRÍGUEZ, D. (2021). “El hormigón y el acero crean un universo de poemas”. Revista de Obras Públicas, 3626. <https://www.revistadeobraspublicas.com/entrevistas/el-hormigon-y-el-acero-crean-un-universo-de-poemas/>

Análisis de obras

Paso superior sobre el Paseo de la Castellana

Puente de Juan Bravo - Eduardo Dato, Madrid. 1970.

1. Situación



Imagen 15. Situación del Puente de Juan Bravo - Eduardo Dato

La primera obra conjunta de los ingenieros Julio Martínez Calzón y José Antonio Fernández Ordóñez, en la que después se dio lugar un museo al aire libre, en las cercanías bajo el puente. Quizá es la que más se puede destacar, pues fue el primer concurso que ganaron conjuntamente y que potenció sus trayectorias. En el contexto de una Madrid que seguía atada a los vestigios del pasado, el proyecto supuso una mejoría necesaria en un punto conflictivo de la ciudad, facilitando la unión de las dos calles y superando el obstáculo que suponía el Paseo de la Castellana.¹⁸

¹⁸ . MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). Puentes, estructuras, actitudes. Turner. Págs. 38-39

2. Características técnicas

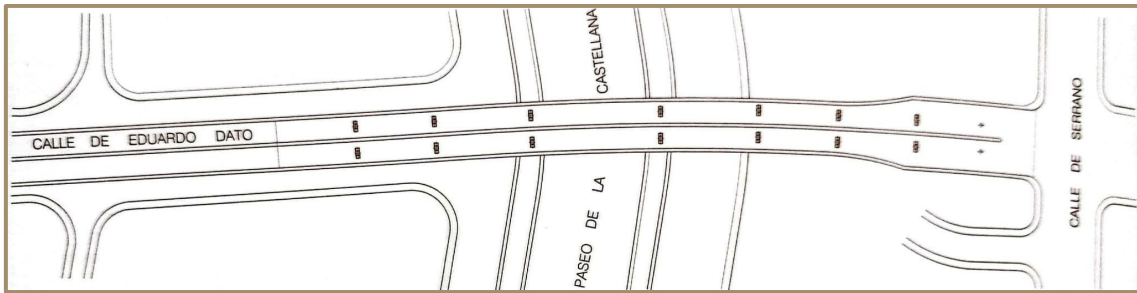


Imagen 16. Planta del Puente de la Castellana

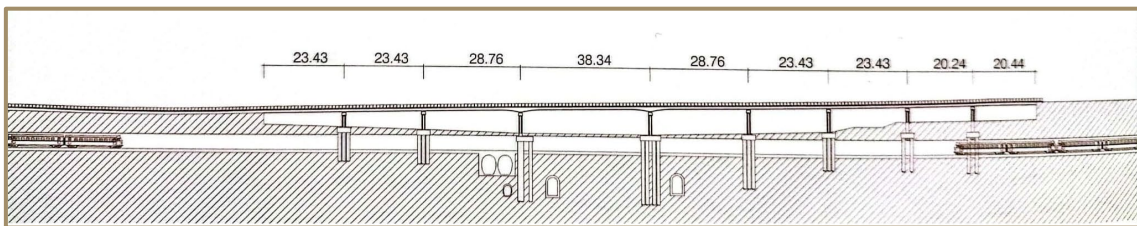


Imagen 17. Sección del Puente de la Castellana

Desde un punto de vista técnico, la obra de por sí ya tiene muchas características que destacar, dignas de mención por su importancia en el contexto en el que se hizo, dada su innovación. Además del uso de nuevos materiales en España, como el acero Corten junto al hormigón blanco, el puente destaca por la tipología de estructura mixta, que era una novedad en nuestro país en ese momento, siendo la primera obra ejecutada así. Un proceso constructivo industrializado y prefabricado, que mezclaba el metal con losas prefabricadas de hormigón.

Además, un tratamiento de la forma en el diseño estructural, donde se busca lo estético mediante una inspiración de lo clásico. Esta búsqueda de la estética y la belleza, algo cuestionable en aquel momento al menos, en la ingeniería civil —ya que en arquitectura ha tenido diferentes visiones, pero siempre ha sido una cuestión que se ha planteado—. Hoy día está más aceptada y valorada, buscándose la estética en las nuevas obras de ingeniería civil.

Esta búsqueda no fue un mero capricho, pues el aproximamiento estético fue positivo en varias de las características técnicas del puente, mencionadas anteriormente. No solo se enfoca en lo bello y lo estético, sino también en una integración en lo urbano y su arquitectura al estar tan sito en la ciudad.

La luz más grande, correspondiente al vano central, es de 38,34 metros, y la distancia entre fusta y fusta es de 8 metros, una dimensión determinante dada la situación del metro de la ciudad de Madrid, que pasa por debajo del puente y, en consecuencia, para asegurarse de que los pilares no afectaran a la estructura subterránea, apoyándose en suelo sólido. ¹⁹

3. Encuentro formal



Imagen 18. Vista general del Puente de Juan Bravo - Eduardo Dato

Siguiendo la línea contextual del Paseo de la Castellana y del entorno de ese momento, donde diferentes elementos arquitectónicos como columnatas o jardines adornaban Madrid, se busca una forma vinculada al clasicismo. Para lograr esta vinculación, se emplean columnas con capiteles abiertos (*Imagen 21*), cuya representación varía en función de la perspectiva. En la frontal, se busca recordar un capitel persa de un caballo (*Imagen 19*). En la transversal, un capitel egipcio de una flor de loto (*Imagen 20*). Es decir, se busca una abstracción de elementos de la arquitectura clásica, y los autores lo hacen suyo. Es un claro acercamiento al elemento histórico.

¹⁹ . MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Págs. 42-43

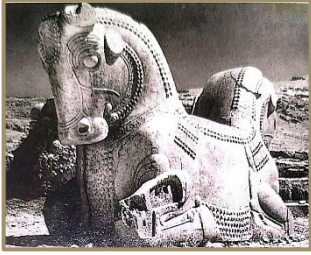


Imagen 19. Capitel persa, caballo bifronte

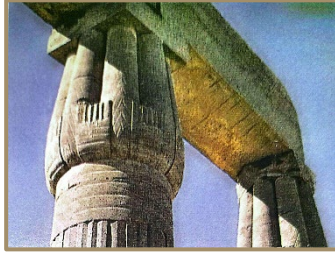


Imagen 20. Capitel egipcio, flor de loto cerrada

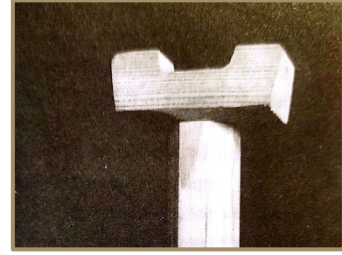


Imagen 21. Maqueta de la pila del puente de la Castellana

Cabe señalar de nuevo que el añadido de estos capiteles no solo rememora un movimiento más clasicista, sino que también cumple una función estructural, evitando que las fuerzas del puente/dintel interactúen de forma directa con el fuste, transmitiendo las cargas de una forma más homogénea de la estructura al terreno.

La estética no se ve solamente en la forma, materia o iluminación de los elementos estructurales, sino también recogida en las barandillas. Diseñadas por el artista Eusebio Sempere, que trabaja con ambos ingenieros en la creación de otros espacios, mobiliario o luces. Sempere opta por unos módulos de barandilla, separados entre sí, con forma de "S". En algunos centros o en los giros de acceso al puente, emplea circunferencias concéntricas.



Imagen 22. Barandillas, por Eusebio Sempere

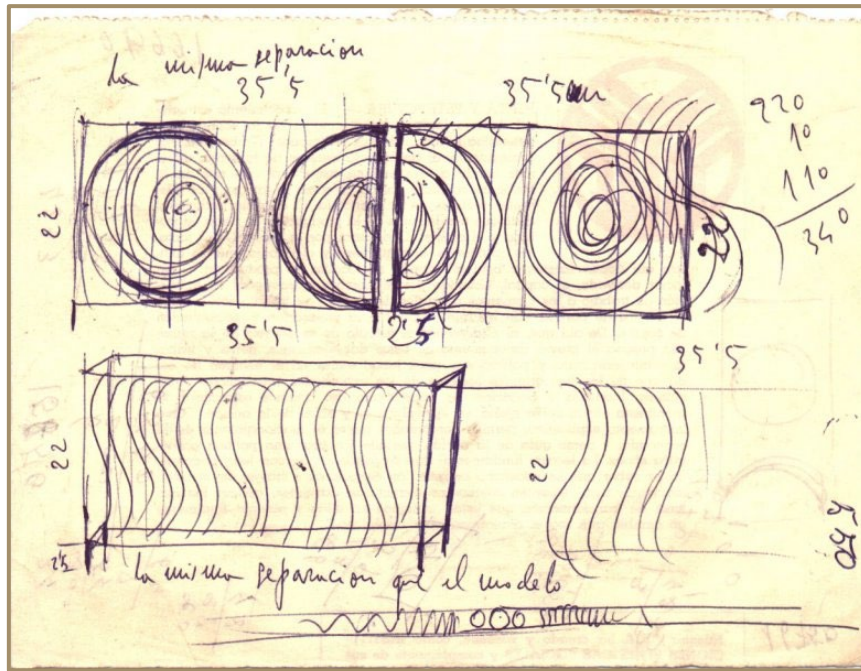


Imagen 23. *Boceto para Barandilla de la Calle Juan Bravo, 1971.* Eusebio Sempere

Con la consecuente exposición escultórica (conocida como *Museo al Aire Libre del Paseo de la Castellana*), vino con ella una conexión mucho más directa no sólo con la ciudad, sino también con el arte y la cultura. Muestra de ello es la imponente escultura hecha de hormigón armado por Eduardo Chillida (*Lugares de Encuentros III*, conocida popularmente también como *La sirena varada*), colgada mediante cables tensados de acero desde cuatro de los fustes del puente.

Además, también se recogen obras de otros diecisiete artistas importantes del momento, entre ellos Eusebio Sempere, Andreu Alfaro (*Imagen 24*), Amadeo Gabino, Pablo Serrano (*Imagen 25*), Joan Miró (*Imagen 26*) o Gerardo Rueda.²⁰

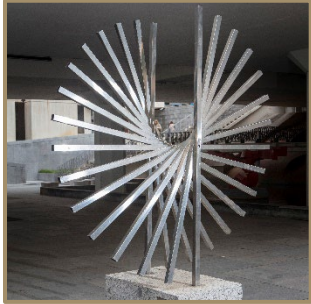


Imagen 24. Andreu Alfaro: *Un món per infants*, 1971



Imagen 25. Pablo Serrano: *Unides-Yunta*, 1972

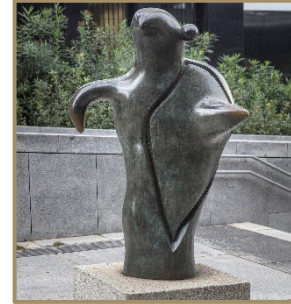


Imagen 26. Joan Miró: *Mère Ubu*, 1975



Imagen 27. Eduardo Chillida: *Lugares de Encuentros III*, 1972

²⁰ . Ayuntamiento de Madrid. **Museo de Escultura al Aire Libre de La Castellana**. Portal web del Ayuntamiento de Madrid.

<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/UnidadWeb/Museo-de-Escultura-al-Aire-Libre-de-La-Castellana/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=252434f3409ab010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=e278e8124824b010VgnVCM1000000b205a0aRCRD>

Puente del Milenario sobre el Río Ebro

Tortosa, Tarragona. 1982.

1. Situación



Imagen 28. Situación del Puente del Milenario

La selección para hablar de este puente es principalmente que Julio Martínez Calzón confía en una entrevista para la Revista de Obras Públicas que dicho puente es con el que más se siente representado, en cuando a la búsqueda de belleza y estética, entre otras cualidades.²¹

Como se puede apreciar en la imagen de situación, dicho puente forma parte de un entorno natural, pero rozando lo urbano. Pues se construyó como consecuencia de desviar una carretera nacional a su paso por Tortosa. A su vez, en la obra se busca una buena integración paisajística con el río Ebro. Esto, aparte de en su forma y su materialidad, entre otras, se refleja también en la construcción de un museo dentro del puente, o más bien, en una de las entradas del puente, ajustándose a él de forma transversal.

²¹ RODRÍGUEZ, D. (2021). "El hormigón y el acero crean un universo de poemas". Revista de Obras Públicas, 3626. <https://www.revistadeobraspublicas.com/entrevistas/el-hormigon-y-el-acero-crean-un-universo-de-poemas/>



Imagen 29. Vista general del Puente del Milenario

2. Características técnicas

Este puente en Tortosa tiene el honor de haber sido récord del mundo (hasta el 1991), como el puente de estructura mixta con más luz —es decir, la distancia entre pilar y pilar—, midiendo la parte central 180 metros de envergadura, siendo en la actualidad el que tiene más metros de luz de toda Cataluña.²²

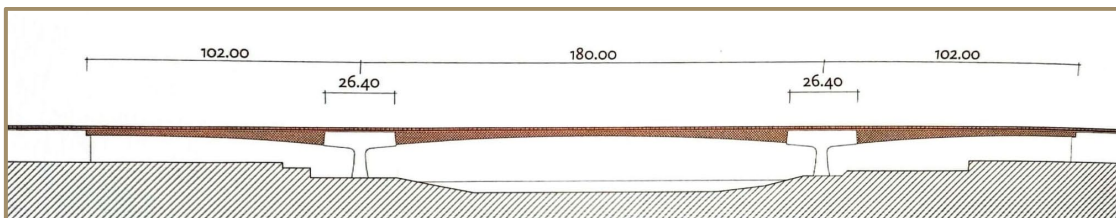


Imagen 30. Sección longitudinal del Puente del Milenario

El dintel está formado por luces de 102-180-102, con un acabado de acero Corten —muy característico en obras de estos ingenieros— junto con dos pilares en forma de T de hormigón blanco. Tiene una composición simétrica

²². MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). Puentes, estructuras, actitudes. Turner. Págs. 54-55

respecto al cauce. Es una construcción limpia y esbelta que cruza uno de los ríos más importantes del país, centrandolo el foco en el elemento fluvial más que en la propia obra, a pesar de que los elementos hechos con hormigón son grandes y de escala relativamente mayor a su entorno. Y en parte esto fue una decisión psicológica, con la intención de aligerar y alegrar el ambiente triste o pesado que habría supuesto un hormigón gris común.²³

Además, las pilas del puente son lisas e idénticas, unos fustes que acaban de forma abierta. Recogen toda la sección del puente, acoplándose a la forma del canto de las vigas que conforman el dintel. Tienen un aspecto casi escultórico.



Imagen 31. Detalle del encuentro fuste-dintel

3. Encuentro formal

Analizando una vez más el proceso constructivo y todos los inconvenientes y soluciones que supuso este puente, no es de extrañar que, en concreto J. Martínez Calzón, lo viera como una de las obras que más lo pueden identificar. Pues no parte solamente de unos ensayos técnicos y un diseño que,

²³. NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 468

después, se tuvieron que cambiar por otros debido a las características técnicas del terreno o cambios mandados por la constructora, sino que la propia idea del puente nació a raíz de una servilleta en la mesa de un bar.²⁴

Teniendo en cuenta el calibre del río y la importancia histórica que tuvo Tortosa como pueblo naval, se opta por crear un museo (*Museo del Ebro*). Los estribos huecos a cada lado del puente y las distintas elevaciones que conlleva la creación del puente, permiten albergar dicho espacio, junto con terrazas y un parque urbano, que antes era una zona de vertidos, no haciendo solamente que el puente cumpla su función, sino también que mejore su entorno.



Imagen 32. Puente del Milenario, sobre el Ebro, Tortosa

Los ingenieros reiteran en varias ocasiones su definición de puente. Y ello lo hacen mediante decisiones técnicas y de diseño, sin separar la una de la otra. Pero también llevan el puente a una reflexión. Por una parte, sus orígenes, pues los primeros puentes se hacían con una materialidad mucho más natural, como la piedra, mientras que en la actualidad se emplea indiscutiblemente el hormigón armado como sustento principal.

Esto ha llevado a su vez a que el puente pierda, en esencia, un significado más acercado a lo místico o a las leyendas, pero lo que nunca pierde es la belleza, propia de los elementos simples, como el pilar y la viga, la columna y el

²⁴ . MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Págs. 48-59

dintel, elementos asociados a la simplicidad del arte clásico, y que ambos ingenieros intentan reflejar a lo largo de sus obras con estructuras esbeltas y serenas: simplificación de arcos apoyados e integrados en el paisaje.

*“[...] Haber tensado creativamente la materia sobre el río
es núcleo de mi vida y yo me soporto en su coraje.”*

*— Puente (poema), Julio Martínez Calzón,
publicado en Puentes, estructuras, actitudes.²⁵*

²⁵. MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Pág. 59

Puente del Centenario en Sevilla sobre el río Guadalquivir

Sevilla. 1991

1. Situación



Imagen 33. Situación del Puente del Centenario

Este puente, como se aprecia en la imagen, forma parte de la Autovía de Circunvalación de Sevilla. Dispone de grandes luces y altitud, puesto que por debajo cruzan barcos por uno de los brazos del río Guadalquivir.

Se llama *Puente del Centenario* porque se construye junto al *Muelle del Centenario*, que se hizo en 1972 por el centenario de la Junta de Obras del Puerto de Sevilla (1872). A pesar de esto, es conocido como *Puente del V Centenario*, pues su inauguración en 1991 coincidía por ese momento con la *Exposición Universal de Sevilla de 1992* (o *Expo'92*), que coincidía a su vez con la quinta efeméride del Descubrimiento de América (1492).²⁶

²⁶ . MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE. *Puente del Centenario (Sevilla)*. Gobierno de España. <https://www.transportes.gob.es/el-ministerio/blog-transportes/puente-del-centenario-sevilla>



Imagen 34. Vista general del Puente del Centenario

2. Características técnicas

La necesidad de un puente atirantado fue derivada de buscar una solución de un túnel. Una solución que era imposible debido al coste, ya que debería tener bastante profundidad para pasar por debajo del cauce del río Guadalquivir.

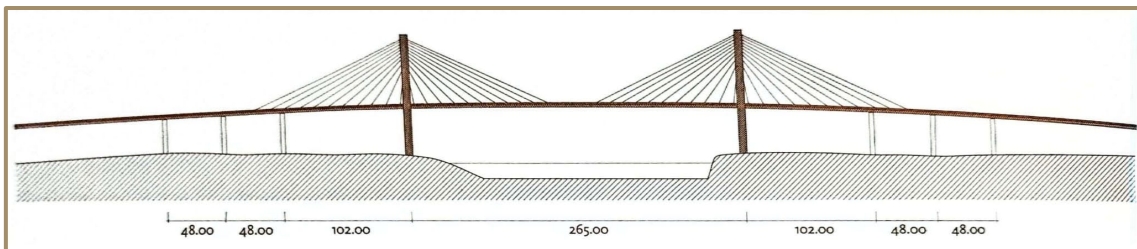


Imagen 35. Sección longitudinal del Puente del Centenario

La elevación del puente era a su vez necesaria, debido a la situación del puerto fluvial de Sevilla justo en las inmediaciones. El puente se diseñó con la idea de que los barcos puedan pasar debajo, dejando un galibo entre plataforma y agua de unos 50 metros de alto en su parte central.

Supone una parte importante de la red arterial de carreteras de Sevilla, siendo una de las entradas a la ciudad. En el momento en que se proyectó, no se previó el incremento de densidad de la ciudad, por lo que se crean varias retenciones, también debido a su diseño de cuatro carriles de 3,5 metros cada uno, que poco después de finalizar la obra ampliaron a cinco carriles de 3,12 metros, reduciendo la sección de carriles en consecuencia y haciéndolo un puente peligroso.²⁷ De momento, existe ya un proyecto de ampliación, interviniendo directamente en el puente.

3. Encuentro formal

“La vocación de este puente es corregir el radio de la Tierra”
— Eduardo Chillida, sobre el Puente del Centenario.²⁸



Imagen 36. Portal del convento de Nuestra Señora de la Salud, Sevilla



Imagen 37. Distinción de los colores en una de las pilastras

La decisión de los materiales usados en la construcción del *Puente del Centenario* no es casual. Va relacionada directamente con el color, y lo que se pretende conseguir. El hormigón blanco y el acero Corten estructural, ya usados en algunas otras obras de los ingenieros, evocan los portales con tonos rojizos de iglesias o conventos (*Imagen 36*) que hay en Sevilla. Los ingenieros buscan

²⁷. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. (2013). *Visita al puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir*. Fuentes para la historia de las obras públicas. <https://fhop.aopandalucia.es/es/videos-y-documentales/visitas-de-obra/videos/visita-al- puente-del-centenario-sobre-la-darsena-del-rio-guadalquivir-2013/>

²⁸. NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 448

un acercamiento clásico e histórico en su obra. Como se puede apreciar, las pilas principales del puente pretenden recordar uno de estos portales.²⁹

Además de la búsqueda del color, también se busca una simplificación de las columnatas históricas, buscando su silueta mediante el uso de estos materiales más modernos. Esto no solo reduce el abalorio, sino que aporta una estética única a la obra, que destaca también por su funcionalidad básica. Es decir, un puente: facilitar el tránsito de vehículos de un lado a otro salvando el accidente geográfico que es el río.



Imagen 38. Vista sobre el puente

Los ingenieros tomaron como referencia, entre otros elementos históricos, las arcadas del patio de la Casa de Pilatos, una obra arquitectónica sevillana de estilo gótico y mudéjar, que ha conllevado innovaciones del Renacimiento. Se puede ver de forma clara otra mirada a los clásicos y también a la historia del lugar, de Sevilla.

²⁹ . MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Págs. 62-63



Imagen 39. Patio de la Casa de Pilatos, Sevilla



Imagen 40. Vista global donde se aprecian las columnatas

La parte inferior del puente, donde se aprecian los nervios y las vigas transversales, tiene intención de recordar los artesonados mudéjares de los edificios califales de Sevilla, como el Alcázar.

Además, la parte superior de las pilas principales tiene una sección que se abre y cierra. Esto fue una decisión compositiva traída de Fernández Ordóñez, donde buscaba asemejar este elemento clave y funcional a la obra del escultor rumano Constantin Brâncuși y sus "*Columnas sin fin*", convirtiendo así ese gran elemento estructural en una gran escultura para la ciudad de Sevilla.³⁰

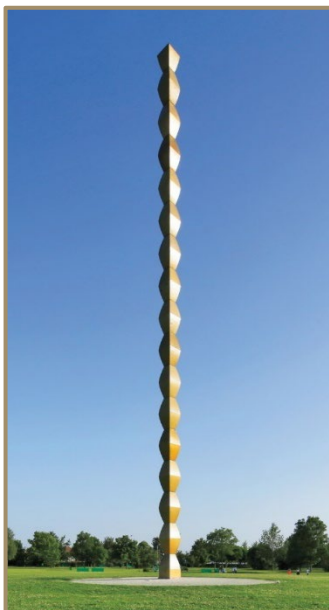


Imagen 41. Columna sin fin, de Brâncuși

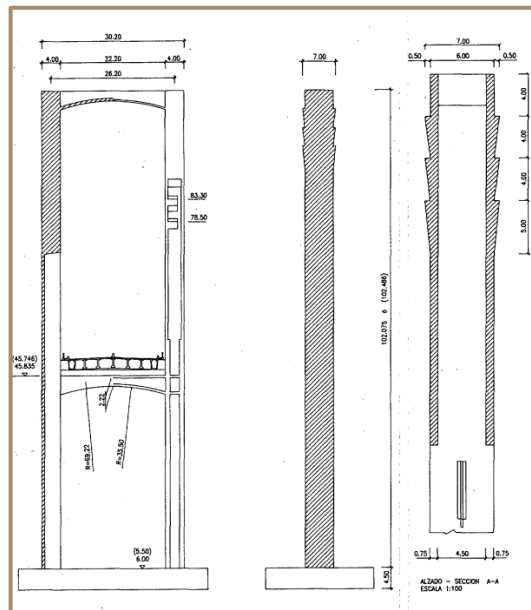


Imagen 42. Sección y alzado de las pilas del Puente del Centenario, Sevilla

³⁰. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. (2013). *Visita al puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir*. Fuentes para la historia de las obras públicas. <https://fhop.aopandalucia.es/es/videos-y-documentales/visitas-de-obra/videos/visita-al- puente-del-centenario-sobre-la-darsena-del-rio-guadalquivir-2013/>

Así, en el puente contemporáneo, se hace alusión a figuras y colores más tradicionales y clásicos que inspiran armonía, serenidad y estabilidad, con la elección de la materialidad y la forma de las pilastras, siendo un puente atirantado.

Cuarto puente sobre el río Urumea

San Sebastián. 2000.

1. Situación

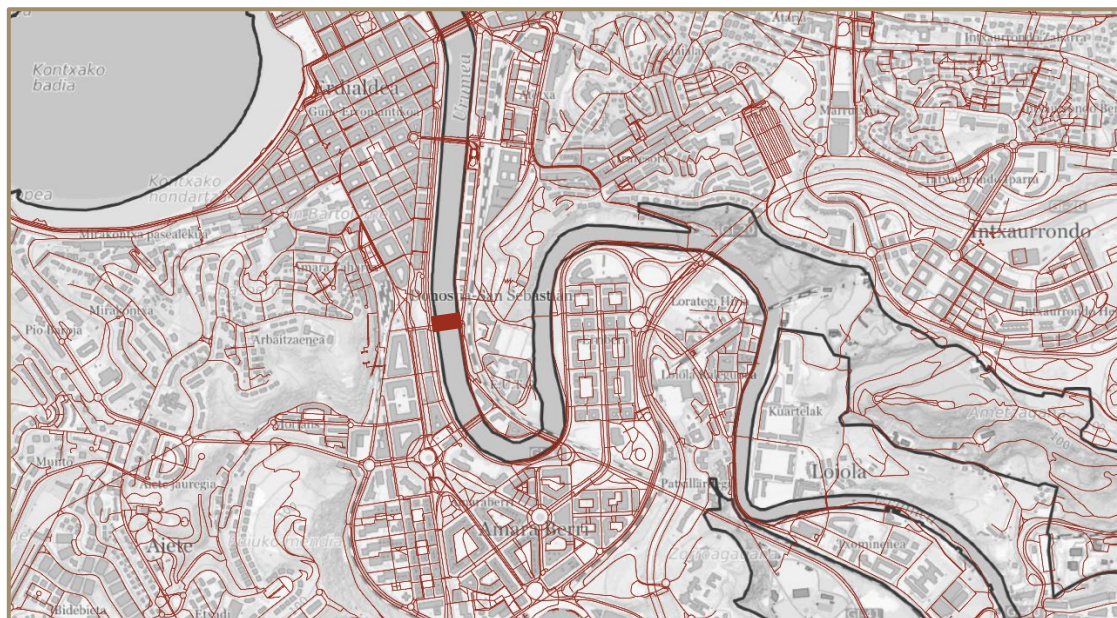


Imagen 43. Situación del cuarto puente sobre el río Urumea

El *Cuarto puente sobre el río Urumea*, más conocido popularmente como *Puente de Mundaiz*, se sitúa como una estructura destacada dentro del entorno urbano de la ciudad de San Sebastián. Y aunque su función principal es la de salvar la riada que cruza el interior de esta bella ciudad tanto para vehículos como para transeúntes, ha conseguido integrarse de forma sutil en el paisaje urbano y también en el entorno más directo fluvial.

El *Puente de Mundaiz*, junto con otro de los varios puentes que se sitúan entre los márgenes del Urumea, conecta diferentes zonas de la ciudad, facilitando el paso de unas a otras y contribuyendo a su atmósfera mediante una clara belleza arquitectónica, cumpliendo a su vez su propósito funcional.



Imagen 44. Imagen general Puente de Mundaiz

Con su diseño y ejecución —en la cual ya se tuvo en cuenta el aspecto formal y físico que se dejaba ver mientras se construía—, se ha convertido en un elemento clave en la configuración urbana de San Sebastián, simbolizando de una forma que casi se acerca a la serendipia la unión entre lo natural y lo construido, y permitiendo que la vida diaria de la ciudad fluya sin interrupciones a lo largo de esta importante vía de comunicación.

2. Características técnicas

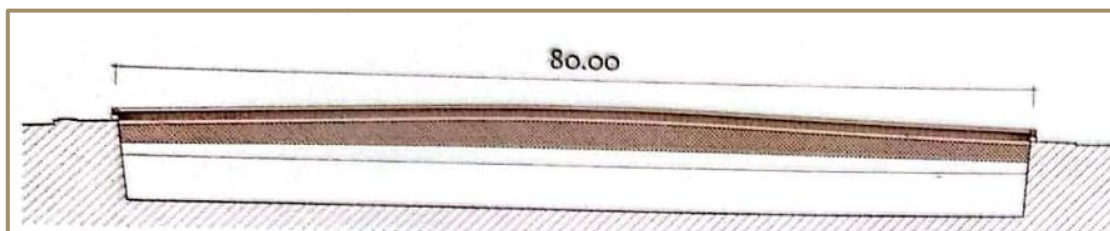


Imagen 45. Sección longitudinal del Puente de Mundaiz

El puente no tiene ningún apoyo en la base del río, de forma totalmente buscada para crear una estructura limpia y armoniosa. La solución aportada es un tablero simple que no añade ningún elemento estructural ni arriba ni abajo. Un añadido más sería una sobredecoración, innecesaria y contraria al objetivo que se pretende conseguir.

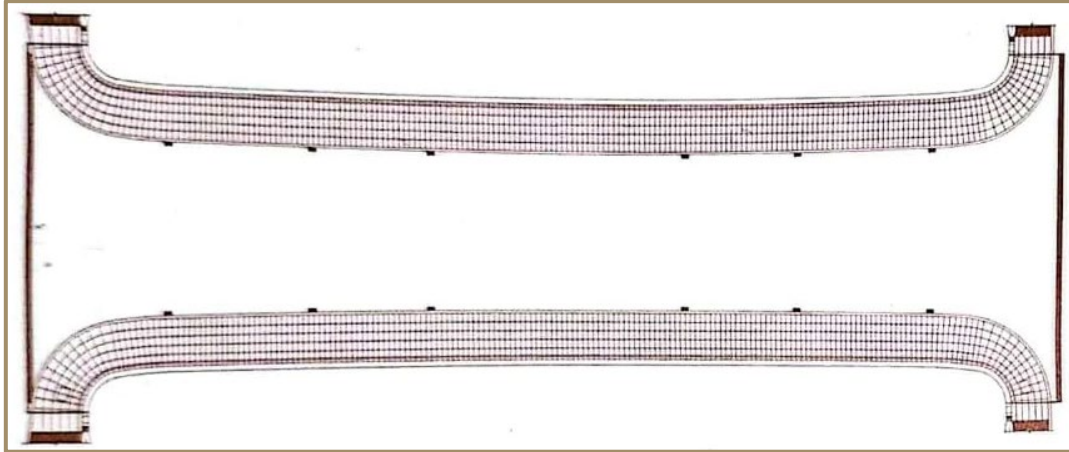


Imagen 46. Planta del Puente de Mundaiz

Las aceras tienen una sección de 4,50 metros, pensadas para un paseo amable de las personas, y también con una curvatura a cada final del puente para mejorar la transición hacia las aceras de las calles circundantes, quedando reducida aquí a 4 metros.³¹

En cuanto a la construcción, el tramo central se adjunta mediante cables y correas, elevándolo desde el propio cauce del río, y uniéndolo a los voladizos laterales. Es decir, se transporta flotando mediante elementos auxiliares hasta el punto adecuado, haciendo de clave del puente. A fin de cuentas, es la simplificación de un arco, o arco reducido



Imagen 47. Flotación del tramo central

³¹. MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Págs. 118-119

3. Encuentro formal

Las intenciones que guiaron a ambos ingenieros en la concepción del *Puente de Mundaiz* son claras y reveladoras. Por un lado, su objetivo principal era crear un puente que cumpliera su función esencial. Un elemento útil, que además influenciará de manera positiva a la comunidad y a la ciudad de San Sebastián, pero en esencia, un puente en su forma pura y funcional.

De forma paralela pero no separada, Fernández Ordóñez y Martínez Calzón buscaban minimizar cualquier alteración en el cauce del río Urumea, por su valor natural y por su valor estético: unas aguas espejo limpias, puras y sin interrupciones. Dicha preocupación por el entorno natural y fluvial llevó a la decisión de no utilizar pilares que se anclaran en el lecho del río (*Imagen 48*). Una decisión no sólo ambiental, sino también técnica que provocó una solución innovadora y también limpia. Apoyando la estructura del puente en ambos márgenes del río, sobre una mampostería añadida y poco perceptible, evitando la intervención directa en el curso natural.



Imagen 48. El Puente de Mundaiz visto desde uno de sus lados

El proceso para llevar a cabo la construcción de este puente estuvo marcado por desafíos financieros y administrativos. Originalmente, el proyecto fue sometido a concurso, pero la falta de presupuesto por parte del ayuntamiento llevó a la revocación del primer concurso y a la convocatoria de un segundo.³² A pesar de estas dificultades y de un retraso adicional de cinco años antes de que la obra pudiera comenzar, los ingenieros mantuvieron su

³² . MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Págs. 116-117

visión intacta, adaptando su diseño y enfoque a las circunstancias sin comprometer la calidad ni la integridad del proyecto.

Además de un fuerte sentido de la ética y el profesionalismo que ambos ingenieros reflejaron en su trabajo, se combina una búsqueda de la estética, guiados por una sensibilidad propia de sus ideales, conocimientos y amplia experiencia. El nuevo puente se integra de manera sutil y respetuosa con la ciudad de San Sebastián y su contexto arquitectónico y urbano, reflejo de lo que podría considerarse como una obra propia de "ingeniería total"³³. Este concepto implica que el puente no busca protagonismo ni captar la atención ni imponerse, sino que se establece un diálogo entre puente y río, dejando libre su base para poder reflejarse en sus aguas de forma limpia y serena. A su vez, busca relacionarse con la evocación de otras obras de ingeniería mediante su forma, con la historia, y con la naturaleza.

Esto se aprecia de diferentes modos. El ligero arco que se ciñe al puente en su lateral es un elemento distintivo de su diseño, el concepto e imagen del puente propiamente dicho. También se puede ver en el tratamiento de la unión del borde del puente con la orilla, facilitando una transición sutil y casi imperceptible para las personas, mediante un redondeo que se abre hacia la calzada.



Imagen 49. Vista nocturna del Puente de Mundaiz

En cuanto a los detalles, el hecho de que las luces tipo led estén ocultas en la barandilla, en vez de aplicarse un elemento vertical, está ya pensado y

³³. El término de "Ingeniería total" es un término adoptado por José Antonio Fernández Ordóñez, como explica José Ramón Navarro Vera en *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez* (2009). La ingeniería total es aquella que reúne las circunstancias íntegras para considerarse bella y útil.

visualizado acorde a la percepción que tendría el puente de noche (*Imagen 49*). Suma a la tonalidad dorada tanto en las barandillas, el reflejo hace una remembranza a la luz en la cultura clásica añadiendo otra capa de poesía histórica y cultural. La sensación de ligereza que transmite el diseño refuerza la idea de un puente funcional que parece estar apoyado de forma fortuita en el paisaje.

Por último, el diseño también invita a la reflexión. El amplio pasamanos (*Imagen 50*) de la barandilla está pensado para que los usuarios se detengan, observen y se sumerjan en la contemplación del río Urumea y su entorno natural. Esta invitación a la pausa y la reflexión subraya la conexión y la importancia hacia el paisaje natural que le rodea.



Imagen 50. Detalle de la barandilla

El aspecto estético se aprecia no sólo en los laterales y en los bordes, sino también en la cara inferior del puente (*Imagen 52*), que interactúa de manera dinámica con las mareas del río. Cuando la marea está alta, el lateral del puente parece casi rozar el agua, creando la ilusión de que flota sobre la superficie. Sin embargo, durante la bajada de marea, el reflejo revela los nervios y arcadas que conforman la base del puente, dejando a la vista la estructura fundamental, como ya hacía el puente durante las primeras fases iniciales de su construcción.



Imagen 51. Redondeo del puente al llegar a la orilla



Imagen 52. Parte inferior, donde se puede ver su estructura

Este juego de elementos, influenciado por la naturaleza cambiante del río, añade una dimensión adicional de belleza y complejidad al puente, convirtiéndolo en una obra que no solo sirve a su propósito funcional, sino que también enriquece el paisaje urbano con su presencia discreta y elegante.

Relación teoría-práctica

La idea de estética es concebida a partir de distintas fuentes, como se ha hablado anteriormente. Ideas que son enunciadas en manuscritos, memorias de obras y reflexiones propias, y que más tarde son reflejadas en sus estructuras.

A continuación, se nombran algunas de sus principales ideas estéticas.

1. El puente urbano como arte

Esta idea surge a partir de una reflexión sobre la definición del elemento que tuvieron que hacer para su primera obra: *El Paso superior sobre el Paseo de la Castellana*. Se plantean si se acerca más a un elemento arquitectónico o a un mobiliario urbano. La respuesta no es ni lo uno, ni lo otro.

¿Cuál es la entidad del puente urbano? El puente urbano no puede encasillarse en ninguna de estas dos subdivisiones. Ni es propiamente arquitectónico, ni pertenece al mobiliario de la ciudad, Es más parecido a una escultura, a una gigantesca escultura. Pero es algo más que una escultura, ya que tiene dos facetas importantes, nuevas, en el ámbito escultórico: primero, es funcional se usa; y segundo, la gente lo pasa y lo traspasa, por arriba y por abajo, como un objeto utilizable a la vez desde fuera y desde dentro, exento, en medio del entorno urbano. [...] Y esta es la cuestión. El paso superior urbano es una obra de arte, y como tal, hay que concebirlo y —no lo olvidemos— ejecutarlo.

— Pensear la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 461³⁴

Y si se percibe como elemento escultórico, se percibe como arte. Pero es un arte funcional, porque se usa. No solamente está para observarse, aunque se puede ver de varios ángulos. A raíz de esta reflexión la solución estaba clara. Arriba un lugar predominado por el coche. Abajo por las personas. Estirando la idea del museo escultórico, que acompaña a la propia escultura que ya es el puente.

³⁴ NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensear la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 461

2. Ingeniería total: Funcionalidad y belleza

“La dicotomía funcionalidad/belleza no significa sino nuestra incapacidad de satisfacer lo que todos reclaman; trabajo y belleza, funcionalidad y belleza. En una sociedad más justa y humana la gente no debería verse forzada a elegir entre las dos.”

— *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 115* ³⁵

Así como pasa en la arquitectura, funcionalidad y belleza trabajan juntas, de la mano, y comparten el mismo periplo. Pues, como dice Fernández Ordóñez, no se debería forzar a elegir entre una y otra.

Parte de esa belleza viene dada por el tratamiento con la naturaleza. Sus puentes no pasan desapercibidos en el paisaje, pero tampoco se fuerzan sobre ellos. Buscan un equilibrio donde ingeniería y naturaleza tienen un diálogo amable y de respeto.

“La ingeniería total podría definirse como aquella que agrupa simultáneamente la utilidad, el arte y la naturaleza. Es evidente que sin utilidad no hay ingeniería. En segundo lugar, una ingeniería que aspire a ser total no debe olvidarse de la naturaleza, debe recuperarla como imagen de belleza, de tranquilidad, de orden no represivo. Una ingeniería que incorpore con amor y poesía la naturaleza y construya obras humanas. Será una ingeniería civil que no destruya, sino que más bien acomode las relaciones naturales de la geología, de la geografía y de la vegetación, creando una realidad nueva donde el hombre encuentre un refugio más humano.”

— *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 39* ³⁶

El trato con lo natural se ve con fuerza en aquellas obras que salvan ríos.

- En el *Puente del Milenario* en Tortosa, crea una gran luz, reforzando la inmensidad del río, acompañada de las pilas escultóricas en forma de T, blancas, que destacan. Además, implementan un museo del río en uno de los extremos, fortaleciendo la implicación con el medio natural.

³⁵ NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 115

³⁶ NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 39

- En el *Puente del Centenario* en Sevilla, buscan que el puente quede muy separado de la rasante del río, aunque esta vez por problemas de navíos. El hecho de que sea colgante evita la colocación de soportes en mitad del Guadalquivir.
- En el *Cuarto Puente sobre el río Urumea*, buscan horizontalidad y quedar a una cota baja para no quitarle importancia al elemento fluvial, destacando el pronunciado meandro que pasa por el medio de la ciudad.

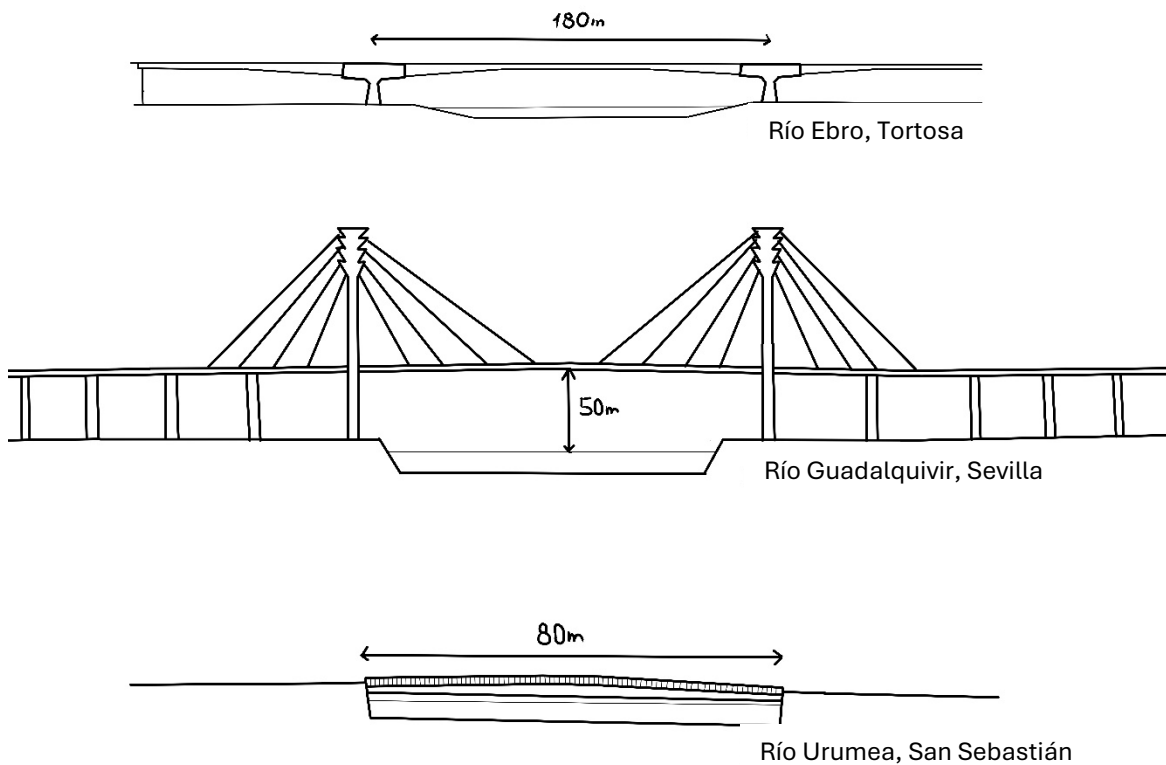


Imagen 53. Esquemas de interacción puente-río, sin escala

3. La materia como forma de expresión

Entienden la materia que forma las construcciones como una forma de sentir, reivindicando al ingeniero artista. Dado que la conciben como un elemento que tiende a lo formal, perciben las estructuras como hitos o referencias a las emociones y a la sensibilidad.

“[...] la ingeniería civil permite atisbar perfectamente la materia. Pero no sólo en su versión empírico-matemática, o en la del material alcanzando su realidad formal, su presencia en el espacio sino también en el de la intensa expresión que definimos como artística; es decir, en el plano de la estética, entendida como sensibilidad.”
— *Puentes, estructuras, actitudes. Pág. 307*³⁷

La forma más clara de manipulación de la forma se puede ver, en su mayoría, en las pilas y columnas que forman los puentes:

- En el *Paso superior sobre el Paseo de la Castellana*, la columna adopta una forma hexagonal y su capitel adquiere la abstracción de elementos clásicos.

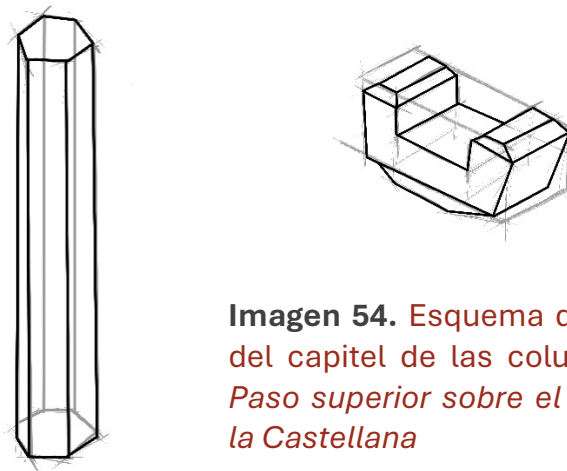


Imagen 54. Esquema del fuste y del capitel de las columnas del *Paso superior sobre el Paseo de la Castellana*

- En el *Puente de Tortosa*, tienen una forma más tosca, más semejante a una escultura. Hace destacar el elemento estructural sobre el paisaje del Ebro (probablemente aquí hay una incidencia más fuerte de Fernández Ordóñez y su influencia de Chillida).

³⁷. MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Pág. 307

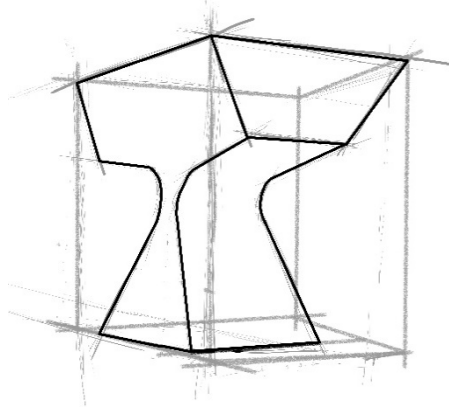


Imagen 55. Esquema de la columna del Puente del Milenario, Tortosa

- En el puente de Sevilla, la parte superior de las pilas hace un guiño a la obra del escultor Constantin Brâncuși, como se ha mencionado anteriormente, y se puede ver en el esquema siguiente. Lo usan además para colocar la salida de los arcos tensores.

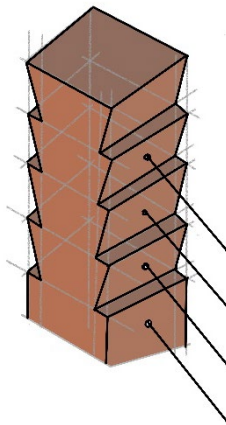


Imagen 56. Esquema de la parte superior de las columnas del puente de Sevilla.

- También se pueden mencionar, aunque no se haya hablado de ellos, las formas que se crean en los soportes del *Puente del Diablo* en Martorell o el del *Arenal* en Córdoba, —ambos de los mismos autores— que se alejan de la columna convencional, y se convierten en elementos más moldeables, cualidad propia del hormigón.

4. La luz y las formas clásicas

La arquitectura e ingeniería clásica transmite una sensación de solemnidad, limpieza y equilibrio. Quizá por la robustez, la perdurabilidad en el tiempo, o como en muchos casos, por su referencia y evocación a lo místico y a las deidades. Prescindiendo de abalorios y ornamentación, son elementos bellos, simples, puros. Ambos ingenieros toman como base la idea de lo blanco y las formas sencillas.

La luz también juega un papel importante. Pues es el elemento que da sombra, que hace percibir el volumen. Aporta calidez a estructuras que podrían ser frías o hoscas, sin olvidar también su uso funcional de alumbramiento.

“[...] he optado por dirigir la mirada hacia la historia lejana antes que a la cercana; es decir, al mundo de las formas clásicas y renacentistas. Por otra parte, el terreno del conocimiento cosmogónico y cosmológico, el de la luz y la materia, el mundo de los signos y los grafos son también parcelas a las que debo demasiado para no citarlas, en cuanto a impulso interior para el trabajo sistemático.”

— Puentes, estructuras, actitudes. Pág. 309 ³⁸

En varias de las obras mencionadas se trabajan estas cuestiones. Por mencionar algunas:

- Los capiteles del *Paso sobre el Paseo de la Castellana*. El caballo persa, la flor de loto egipcia. Elementos hechos propios con una simplificación, que recogen el gran dintel que es el puente.

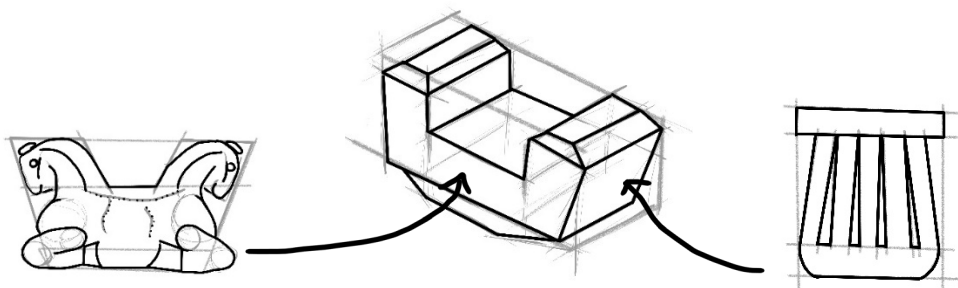


Imagen 57. Esquema de simplificación de elementos clásico en el capitel del Paso sobre el Paseo de la Castellana

³⁸ MARTÍNEZ CALZÓN, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Pág. 309

- Las pilas del *Puente del Centenario* en Sevilla también rememoran unas arcadas clásicas. A su vez, la parte inferior recuerda a los artesanos mudéjares.

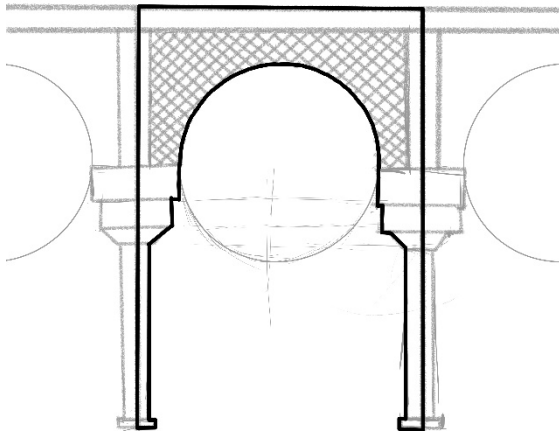


Imagen 58. Esquema de uno de los arcos del Patio de Pilatos, abstracción para las pilas del Puente del V Centenario

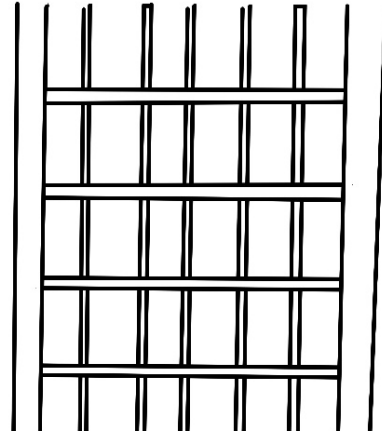


Imagen 59. Esquema de la parte inferior del Puente del V Centenario

- La luz amarilla en el *Cuarto Puente sobre el río Urumea*, insertada en la propia barandilla, reforzando la horizontalidad del puente y omitiendo elementos verticales de iluminación. También aporta calidez debido al color de la barandilla, y se difumina con la atmósfera urbana. Los colores y la luz permiten identificar fácilmente el puente, dotándolo de un carácter propio, cómo se puede apreciar en la siguiente imagen.

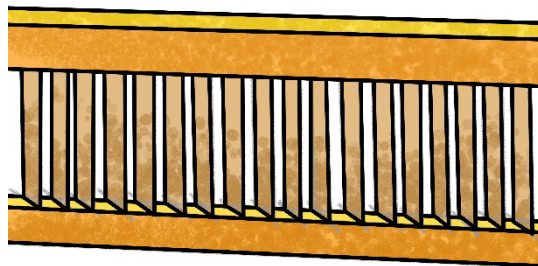


Imagen 60. Esquema. Cuarto Puente sobre el río Urumea: Luz y color

5. Tecnología e innovación

El poder elegir una forma o un material viene direccionado por el avance en cuanto a soluciones constructivas se refiere y estas, a su vez, por la evolución de tecnologías y métodos surgidos a partir de una necesidad y una idea.

Ambos ingenieros huyen de lo que venía siendo la tradición de ingenieros de hormigones e ingenieros de hierro. Incorporan en sus obras la tipología de estructura mixta que combina el acero autopatinable (acero Corten), material novedoso en nuestro país, junto al hormigón prefabricado o blanco. La mezcla no solo beneficia las características técnicas, y por tanto funcionales, sino que los colores crean una combinación que transmite limpieza y serenidad.

“La tecnología está presente en la elección creativa y la creatividad es el principal motor de la técnica. No puede haber creatividad sin un desafío tecnológico (el artista, en principio, trata de superar —es posible que sin saberlo— una limitación técnica), ni posible tecnología sin creación previa.”

— Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 48 ³⁹

En la mayoría de sus obras incorporan esta nueva forma de construir la ingeniería, y la van perfeccionando a lo largo de su experiencia profesional. Además, venimos de una época donde predecesores ingenieros realizaron grandes avances.

Por ejemplo, el trabajo de hormigón armado de espesor mínimo de Torroja, con el *Frontón de Recoletos* en el 1935. O la aparición del hormigón pretensado por Freyssinet en 1928. Maillart lo perfecciona posteriormente. Ingenieros que han sido claras influencias en sus estudios.

³⁹ NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 48

Sin ir más lejos, el *Puente sobre el barranco de Salgina* de Maillart tiene cierta similitud con el *Puente del Infante Don Henrique*, en Oporto, de Fernández Ordóñez.



Imagen 61. Puente de Salgina. R. Maillart (1930)

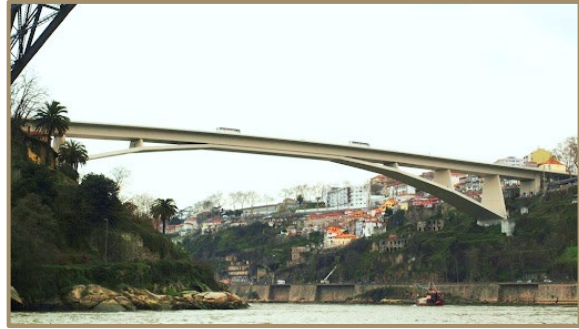


Imagen 62. Puente del Infante Don Henrique. J.A. Fernández Ordóñez (2000)

6. Más por menos

La consideración estética, histórica y natural lleva detrás unas metas que se consiguen a consecuencia del diseño, de la elección de materiales o del entorno. Una ingeniería donde la búsqueda por lo estético conlleva un sobregasto no es adecuada. La belleza ha de venir de forma natural en el diseño; debe ser una exigencia, pero no hasta el punto de menguar en otros puntos, como pueden ser el medioambiental o el económico.

“Quedamos algunos —pocos— ingenieros de puentes en el mundo que luchamos por la creación de unos puentes que incorporen otros valores que no son cuantificables porque pertenecen al mundo del espíritu pero que son precisamente los que convierten los puentes en perdurables y, por consiguiente, y paradójicamente, en más duraderos y económicos en el verdadero sentido de la palabra. Esos valores son tres: los estéticos, los históricos y los que relacionan el puente con la naturaleza.”

— Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 389 ⁴⁰

Al final, no deja de ser la misma pregunta. ¿De dónde venimos? ¿A dónde vamos? No se destruye la naturaleza al trabajar con ella, sino que se respeta y se le da valor con las obras. La historia no se ignora; se estudia y las estructuras empiezan a su vez a formar parte de ella y del lugar. Y así adquiere el ingeniero o el arquitecto una doble responsabilidad: la responsabilidad civil de una construcción que ha de cumplir su función, perdurar en el tiempo y ser útil, y la responsabilidad de una obra que va a influir directamente con su entorno, y en consecuencia con su naturaleza y su historia.

“En esa naturaleza, y con esa naturaleza, estamos trabajando, y esa naturaleza transformamos. De esa historia venimos y esa misma historia proseguimos y edificamos. Para la utilidad de esta sociedad construimos nuestras obras. La estética, la belleza de nuestras obras estarán siempre, pues, condicionadas en extremos por estas tres coordenadas: la naturaleza, la historia y las exigencias funcionales de la sociedad en que vivimos. No tenemos la autonomía de los artistas, quienes —en último término— son sólo responsables ante sí mismos. A pesar de ello, nos queda un pequeño gran margen de libertad. Si lo

⁴⁰ NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 389

sabemos aprovechar, nuestras obras —además de ser útiles— serán también hermosas.”

— Pensear la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 427 ⁴¹

- La idea de una creación de un *Museo al Aire Libre* en el Paseo de la Castellana no pudo haber surgido sin el *Puente Juan Bravo-Eduardo Dato*. El museo se hizo poco después en las inmediaciones del puente, y muchas de las esculturas se expusieron. Sin embargo, en un contexto político donde las ideas tenían una gran importancia, la estatua de Chillida no se pudo colgar hasta 1978. La política de entonces lo justificó con que el puente no iba a poder soportar las seis toneladas de peso. Miró tampoco expuso su obra hasta que Chillida pudo colgar la suya. Los artistas escogidos para el museo fueron escogidos por ambos ingenieros y Eusebio Sempere, no de forma casual, sino buscando una manifestación de lo que supone la expresión y calidad artística.⁴² Es decir, el puente de Fernández Ordóñez y Martínez Calzón ha sido el motor que ha impulsado un cambio en la percepción del arte en la ciudad, pero también de la libertad de expresión, quizá pudiéndose considerar una obra que ya forma parte de la historia.
- En cuanto al sujeto económico, en el puente de Sevilla se lleva a cabo un puente atirantado por esta cuestión. El túnel era muy costoso. Pero otras intervenciones, como era el que hubiera uno o dos vanos de lado a lado del río, también conllevaban un sobregasto. Así, lo que parece una decisión formal por estética, se ha seguido también por una cuestión técnica y de presupuesto.

⁴¹ NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensear la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 427

⁴² PEIO H. RIAÑO, (2017). *La democracia nació el día que una escultura de Chillida venció a Franco*. El Español. Extraído de: https://www.elespanol.com/cultura/arte/20171124/264474387_0.html

7. Mirada a la historia

De dónde venimos y qué nos rodea son cuestiones que se plantean los ingenieros, al igual que los arquitectos. Aunque los estilos en ingeniería no se pueden definir de forma clara, debido a que los estilos evolucionan y cambian por épocas en vez de lugares, es importante mirar al alrededor, mirar a la historia no sólo de la propia ingeniería sino de la arquitectura y del arte del lugar.

“La ingeniería civil [...], ha permanecido totalmente aislada de la historia del arte y sólo a partir de los años cincuenta, los pensadores, filósofos, historiadores y críticos más lúcidos fueron tomando conciencia de la potencia artística de las obras de ingeniería, de su especial personalidad, de su enorme importancia histórica, estética y ambiental en nuestra vida diaria.”

— Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 137 ⁴³

La observación al entorno y su historia destacan en muchas de sus obras:

- En el *Paso sobre el Paseo de la Castellana*, buscan la huella histórica en el marcado entorno urbano. Algunas columnatas y jardines fueron la base de la definición de estilo.
- En el *Puente del Milenario* se estudia la historia del río Ebro y lo que era antes el puerto de Tortosa, ciudad de mercancías, gracias a esta característica naval. Ello fue el hilo conductor para la decisión de crear el museo del río en uno de los extremos del puente.
- En Sevilla, les llamaban la atención los portales de conventos, así como los patios históricos, los cuales tenían mezclas de estilo. Unas características de arcos y colores que luego se han reflejado en el *Puente del Centenario*.

⁴³ NAVARRO VERA, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Pág. 137

8. La prefabricación

Los métodos de construcción prefabricados tienen muchas cualidades positivas y evidentes. Reduce el coste de producción, ya que todo se fabrica en un sitio y se construye en otro, solo teniendo que facilitar el transporte. También reduce el tiempo de creación de la obra debido a los módulos, reduciendo la fase de ejecución considerablemente. Se podría considerar a su vez el factor ambiental, dado que en fábrica los materiales se usan de forma más precisa y se puede reducir la huella de carbono.

Los ingenieros de trabajo emplean métodos de losa prefabricada —es decir, como base y soporte horizontal— en la mayoría de sus obras. Tableros que se llevan al lugar y luego se combinan con otros materiales industriales, como puede ser el acero Corten. No solo extruyen las cualidades antes mencionadas, sino que una búsqueda de la belleza radica por su condición moral.

“La prefabricación es, en la construcción, un símbolo moral. De ahí su directa relación con la belleza. Y así lo entendieron no sólo los constructores clásicos, sino todos aquellos que impulsaron la construcción con una más profunda y lúcida utilización de los materiales y de los procesos, no sólo por razones económicas, sino porque arrancaban desde un punto de partida cuya raíz es ética.”
— *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez. Pág. 446*

- El *Paso de Juan Bravo* - *Eduardo Dato* es el primero en usar losas prefabricadas de hormigón blanco junto con el acero autorresistente, siendo la primera estructura mixta de este tipo de nuestro país.
- La luz del *Puente de Tortosa* habría sido imposible de no ser por el conjunto de estructuras mixtas. Con lo cual, la prefabricación ha influenciado en sus maneras de innovar y perfeccionar la técnica.
- En el puente de Sevilla, su tablero también está prefabricado con hormigón pretensado, donde en la parte inferior se pueden apreciar sus elementos internos.
- En el puente sobre el Urumea colocan los extremos en voladizo, para después depositar el elemento prefabricado a modo ménsula.

ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible



Ambos ingenieros tocan varios Objetivos de Desarrollo Sostenible, como pueden ser:



Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura. El cual pretende construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. Ambos ingenieros buscan la resolución de una estructura funcional, bella, amable y duradera en sus proyectos, desde los primeros bocetos.



Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles. El cual pretende lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. En trabajos enfocados en estructuras mixtas, donde hormigón y acero trabajan conjuntamente, y se busca el ahorro de material en función de la forma.



Objetivo 12: Producción y consumo responsables. El cual pretende garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, algo fundamental para sostener los medios de subsistencia de las generaciones actuales y futuras. Los ingenieros buscan el uso mínimo y eficiente de los materiales de construcción, reduciendo de esta forma el consumo de producción y enfocándose en técnicas constructivas sostenibles para atenuar el impacto ambiental.



Objetivo 13: Acción por el clima. El cual pretende frenar el cambio climático, que ya afecta a todos los continentes y países. A raíz de los anteriores objetivos, buscando la reducción del uso de materiales, la sostenibilidad, y la reducción, la huella de carbono y el impacto en el ecosistema se verá atenuado considerablemente.

Por lo tanto, estos ingenieros no trabajan solamente la belleza en la funcionalidad, sino que buscan potenciar la resistencia de las estructuras, las conexiones entre distintos lugares, la adaptabilidad con el entorno y la naturaleza, así como una obra civil de calidad y resiliente.

Conclusiones

Tras el análisis realizado sobre el pensamiento estético de los ingenieros José Antonio Fernández Ordóñez y Julio Martínez Calzón, se aprecia una profunda relación e interés entre funcionalidad y belleza. Ambos exploran los límites de la definición de puentes y estructuras, mostrando que la ingeniería civil puede y debe ir complementada con una búsqueda de la belleza en la propia forma, dejada de abalorios y ornamentaciones costosas.

1. Multidisciplina

Ambos han trabajado en un punto que se mueve en lo conceptual y que trasciende la mera funcionalidad. Su enfoque multidisciplinario, que incorpora elementos de arquitectura, arte y cultura, ha resultado en la creación de obras que no solo cumplen con su propósito estructural, sino que también dialogan con el entorno, respetando y mejorando la experiencia visual y emocional de los espacios donde se ubican. Este enfoque integral les ha permitido destacar en un campo donde tradicionalmente se prioriza la funcionalidad sobre la estética.

2. Historia

Se concluye que la mirada al pasado y a sus predecesores juega un papel importante en el elemento compositivo de sus obras. Las numerosas técnicas, con el tiempo mejoradas por multitud de ingenieros del siglo pasado, les hacen buscar nuevas formas de innovar sus estructuras y obtienen la oportunidad de trabajar con más libertad artística.

3. Arte

No sólo miran al entorno de la ingeniería civil, sino también a otros campos, como pueden ser el arte o la escultura. Esto se refleja de forma muy evidente en la calidad escultórica que adquieren algunos elementos de sus obras. A su vez, la importancia de la historia del lugar y el diálogo directo que se establece con él juegan un papel fundamental en la toma de decisiones de diseño y en cómo esas nuevas obras se integran con el entorno.

Los puentes no son sólo un elemento similar a lo arquitectónico o al mobiliario. También tienen una potencia escultórica que lleva a plantearse la consideración de la ingeniería civil como obra de arte, como sucede en otros campos de menos escala.

4. Luz y color

Lo escultórico hace que lo moldeable y la búsqueda de la belleza sean destacadas a su vez por cuestiones como la luz y el color; la luz proporciona calidez, y es la que delimita el volumen y el color. Por otra parte, la materialidad es la que hace que una obra se pueda entender de una forma completamente distinta: el uso de hormigón blanco en vez del gris para dar la sensación de pureza y clasicismo o el uso del acero Corten, que se protege a sí mismo evitando una corrosión con su capa exterior cobriza.

Estas ideas estéticas también se concluyen a raíz de la colaboración interdisciplinaria y los distintos enfoques que reciben en sus diseños, destacando aquí la cercanía que mantuvieron José Antonio Fernández Ordóñez y Eduardo Chillida. A su vez, él también busca abrir las puertas de la ingeniería a un mundo más común, social y comunitario, haciéndola más visible y amable, menos hosca, hacia la gente de a pie y a otros campos creativos, como artistas, escultores o filósofos.

5. Naturaleza

Se puede concluir y apreciar el papel fundamental de la naturaleza en la comprensión de la obra en su todo. No hay puente sin ría. Las estructuras están diseñadas para cumplir una función, pero no por ello ha de reducirse todo a ese uso. A su vez, es importante el cuidado del entorno natural y la alteración sutil que se ha de llevar en el paisaje.

6. Sostenibilidad

Otro aspecto importante en cualquier edificación es la prefabricación y la sostenibilidad. Pues modula, cumple una función técnica, reduce tiempos de ejecución y es más amigable con el medio ambiente y los costes que podría llegar a tener una obra de gran calibre. Una idea que ambos ingenieros han podido sustraer a raíz de sus primeros trabajos en empresas de prefabricados y sus posteriores estudios de hormigones pretensados. Esto conlleva la creación de obras más duraderas y perdurables en el tiempo.

Legado

Por último, podemos concluir la gran influencia que ambos ingenieros han tenido en la ingeniería civil, claramente formando parte de su historia de una forma rica y pronunciada, llevándola hacia un campo de visión más humano. Por las innovaciones técnicas, la capacidad de transformación e integración en

paisajes naturales y urbanos y por la labor que ambos tuvieron como docentes, transmitiendo sus ideas y pensamientos a las nuevas generaciones de ingenieros.

Su pensamiento funcional y estético establece una dicotomía en la ingeniería civil, donde la belleza, la funcionalidad, la naturaleza y la historia, entre otros, no son objetivos separados que hay que elegir, sino como partes inseparables que engloban un concepto unitario y coherente.

Bibliografía y recursos electrónicos

- Ayuntamiento de Madrid. **Museo de Escultura al Aire Libre de La Castellana**. Portal web del Ayuntamiento de Madrid.
<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/UnidadWeb/Museo-de-Escultura-al-Aire-Libre-de-La-Castellana/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=252434f3409ab010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=e278e8124824b010VgnVCM1000000b205a0aRCRD>
- Chillida Juantegui, E. (1994). **Preguntas**. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
<https://www.realacademiabellasartessanfernando.com/la-institucion/archivo-biblioteca/biblioteca/discursos-de-ingreso/>
- Collell Mundet, G. (2022). **José Antonio Fernández Ordóñez, puente hacia el arte**. dobooku.
<https://www.dobooku.com/2022/01/jose-antonio-fernandez-ordonez-puente-hacia-el-arte-2/>
- De Orbe, M. (2022, julio 14). **El museo desapercibido** — El Grito. El Confidencial.
https://www.elconfidencial.com/el-grito/2022-07-14/museo-desapercibido-escultura-abstracta_3452282/
- Fernández-Galiano, L. (2023). **Julio en otoño. Julio Martínez Calzón (1938-2023)**. Arquitectura Viva, Nº 258, págs. 56-58.
- Fernández Ordóñez, J. A. (1992). **Puente del Centenario. Sevilla (España)**. Revista de Obras Públicas, 3316, págs. 126-127.
- Fernández Ordóñez, J. A. (1995). **Obras públicas y monumentos**. Revista de Obras Públicas, 3347, págs. 7-13.
- Fernández Ordóñez, J. A. (1998). **Tres puentes, tres ciudades | Informes de la Construcción**. Informes de la Construcción, 50 (456-457), Págs. 53-63.
- Fernández Ordóñez, J. A., & Aguirre, J. (1990). **El pensamiento estético de los ingenieros: funcionalidad y belleza**. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

- Fernández Ordóñez, J. A., & Martínez Calzón, J. (1992). **El puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir en Sevilla**. Revista de Obras Públicas, 3312: Ingenieros en Sevilla '92, Págs. 25-44.
- Fernández-Ordóñez Hernández, D. (2013). **En recuerdo de José Antonio Fernández Ordóñez**. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
<https://www1.caminos.upm.es/estructuras2/es/2023/04/13/en-recuerdo-de-jose-antonio-fernandez-ordonez/>
- García Carbonero, M. (2001, abril). **Los premios y las pérdidas. José Antonio Fernández-Ordóñez**. Arquitectura Viva, 87-88, pág. 231.
- Martínez Calzón, J. (2006). **Puentes, estructuras, actitudes**. Turner.
- Martínez Calzón, J. (2012, febrero 4). **Puentes al futuro: Poética del espacio y la materia** — Revista Rambla. Revista Rambla.
<https://www.revistarambla.com/puentes-al-futuro-poetica-del-espacio-y-la-materia/>
- MC2. **Cuarto Puente sobre el Urumea**. MC2 Estudio de Ingeniería
<https://www.mc2.es/proyecto/cuarto-puente-sobre-el-urumea/>
- MC2. **Paso superior sobre el Paseo de la Castellana**. MC2 Estudio de Ingeniería.
<https://www.mc2.es/proyecto/paso-superior-sobre-el-paseo-de-la-castellana/>
- MC2. **Puente del Centenario**. MC2 Estudio de Ingeniería.
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-centenario/>
- MC2. **Puente del Milenario**. MC2 Estudio de Ingeniería.
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-milenario/>
- Museo de Arte Contemporáneo de Alicante. **La barandilla del Puente de la Castellana y el Museo de Esculturas al Aire Libre**. Museo de Arte Contemporáneo de Alicante.
<https://maca-alicante.es/la-barandilla-del-puente-de-la-castellana-y-el-museo-de-esculturas-al-aire-libre/>
- Museo Nacional del Prado. **Fernández Ordóñez, José Antonio** — Museo Nacional del Prado. <https://www.museodelprado.es/aprende/enciclopedia/voz/fernandez-ordoez-jose-antonio/c488526d-97fa-4676-bf1c-6bddb8dcc552?searchMeta=fernandez%20ordonez>

- Navarro Vera, J. R. (2009). **Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez**. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid. Fundación Juanelo Turriano.

- Pérez Herreras, J., & Delgado Orusco, E. (2018): **Anatomías arquitectónicas primitivas** | ZARCH. 11, 54-77.

- Rodríguez, D. (2021). **El hormigón y el acero crean un universo de poemas**. Revista de Obras Públicas, 3626.
<https://www.revistadeobraspublicas.com/entrevistas/el-hormigon-y-el-acero-crean-un-universo-de-poemas/>

- Sáenz Ridruejo, F. (2018). **José Antonio Fernández Ordóñez** | **Real Academia de la Historia**. Real Academia de la Historia.
<https://dbe.rah.es/biografias/21173/jose-antonio-fernandez-ordonez>

- Sáenz Ridruejo, F. (2018). **Julio Martínez Calzón** | **Real Academia de la Historia**. Real Academia de la Historia.
<https://dbe.rah.es/biografias/julio-martinez-calzon>

- Universidad de Córdoba. (2013). **Visita al puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir**. Fuentes para la historia de las obras públicas.
<https://fhop.aopandalucia.es/es/videos-y-documentales/visitas-de-obra/videos/visita-al-puente-del-centenario-sobre-la-darsena-del-rio-guadalquivir-2013/>

Índice de imágenes

Imagen 1. José Antonio Fernández Ordóñez

García Carbonero, M. (2001, abril). *Los premios y las pérdidas. José Antonio Fernández-Ordóñez*. Arquitectura Viva, 87-88, pág. 231. Extraído de:

<https://arquitecturaviva.com/articulos/jose-antonio-fernandez-ordonez>

Imagen 2. Julio Martínez Calzón

Fernández-Galiano, L. (2023). *Julio en otoño. Julio Martínez Calzón (1938-2023)*. Arquitectura Viva, Nº 258, págs. 56-58. Extraído de:

<https://arquitecturaviva.com/articulos/julio-martinez-calzon-1938-2023>

Imagen 3. Cenotafio de Newton (1784), Boullée

Biblioteca Nacional de Francia. *Cenotafio de Newton (elevación geométrica) (1784), por Etienne-Louis Boullée (1728-1799)*. Extraído de:

<http://ark.bnf.fr/ark:/12148/cb451907395>

Imagen 4. Cubierta del hipódromo de la Zarzuela (1941), por Torroja

Junquera arquitectos (2013). *Pliegues ingravidos. Hipódromo de la Zarzuela*. Arquitectura Viva, Nº151, págs. 82-86. Extraído de:

<https://arquitecturaviva.com/obras/hipodromo-de-la-zarzuela>

Imagen 5. Eduardo Torroja. Ingeniero, engineer. Por J. A. Fernández Ordóñez y J. R. Navarro Vera

Agapea. *Eduardo Torroja, ingeniero. José Ramón Navarro Vera y José A. Fernández Ordóñez (1999)*. Extraído de:

<https://www.agapea.com/libros/Eduardo-Torroja-ingeniero-9788485941407-i.htm>

Imagen 6. Eugène Freyssinet, por J. A. Fernández Ordóñez

Casa del libro. *Eugene Freyssinet*. José A. Fernández Ordóñez. Cinter (1979). Extraído de:

<https://www.casadellibro.com/libro-eugene-freyssinet/9788412561005/13225842>

Imagen 7. Sempere, Fernández Ordóñez y Chillida examinando la escultura Lugares de Encuentros III.

Navarro Vera, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid. Fundación Juanelo Turriano. Fotografía, página 521.

Imagen 8. Chillida y JAFo con la montaña Tindaya de fondo

El Diario Vasco (2019). *Fuerteventura da carpetazo a la idea de Chillida y decide proteger Tindaya*. Extraído de:

<https://www.diariovasco.com/culturas/fuerteventura-carpetazo-idea-chillida-tindaya-20190906163801-nt.html>

Imagen 9. Maqueta de una columna del *Puente del Paseo de la Castellana*, junto a *Lugares de Encuentros III*

Universidad de Córdoba (2013). *La relación entre Eduardo Chillida y José Antonio Fernández Ordóñez, David Fernández-Ordóñez*. Fuentes para la historia de las obras públicas. Extraído de: <https://fhop.aopandalucia.es/es/videos-y-documentales/los-profesionales-relatan-su-experiencia/videos/la-relacion-entre-eduardo-chillida-y-jose-antonio-fernandez-ordonez-david-fernandez-ordonez/>

Imagen 10. Puentes, estructuras, actitudes

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, portada.

Imagen 11. Apartado de Actitudes

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 305.

Imagen 12 y 13. Tomos de *La pintura del siglo XIX*, de Julio Martínez Calzón

Casa del libro. *Libros de Julio Martínez Calzón*. Extraído de: <https://www.casadellibro.com/libros-ebooks/julio-martinez-calzon/151799>

Imagen 14. J.A. Fernández Ordóñez y J. Martínez Calzón, con el *Puente del Centenario de fondo*, Sevilla

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 69.

Imagen 15. Situación del Puente de Juan Bravo - Eduardo Dato

Elaboración propia.
OpenStreetMap. Extraído de: <https://www.openstreetmap.org/>
Visor Geográfico del Geoportál del Ayuntamiento de Madrid. Extraído de: https://geoportál.madrid.es/IDEAM_WBGEOPORTAL/visor_ide.iam

Imagen 16. Planta del Puente de la Castellana

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 38.

Imagen 17. Sección del Puente de la Castellana

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 38.

Imagen 18. Vista general del Puente de Juan Bravo - Eduardo Dato

MC2. *Paso superior sobre el Paseo de la Castellana*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de: <https://www.mc2.es/proyecto/paso-superior-sobre-el-paseo-de-la-castellana/>

Imagen 19. Capitel persa, caballo bifronte

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 41.

Imagen 20. Capitel egipcio, flor de loto cerrada

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 41.

Imagen 21. Maqueta de la pila del puente de la Castellana

Navarro Vera, J. R. (2009). *Pensar la ingeniería: antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid. Fundación Juanelo Turriano. Fotografía, página 461.

Imagen 22. Barandillas, por Eusebio Sempere

Titinet (2016). *Un puente y un museo de escultura. Un maridaje peculiar*. De Rebus Matritensis. Extraído de:

<https://titinet1958.wordpress.com/2016/11/08/un-puente-y-un-museo-de-escultura-un-maridaje-peculiar/>

Imagen 23. Boceto para Barandilla de la Calle Juan Bravo, 1971. Eusebio Sempere

Sempere, E. (1971). *Bocetos de Escultura | Eusebio Sempere*. Eusebio Sempere Familia. Extraído de:

<https://www.eusebio-sempere.com/bocetos-de-escultura/nggallery/page/2>

Imagen 24. Andreu Alfaro: *Un món per infants*, 1971

Ayuntamiento de Madrid. *Museo de Escultura al Aire Libre de La Castellana*. Portal web del Ayuntamiento de Madrid. Extraído de:

<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/UnidadWeb/Museo-de-Escultura-al-Aire-Libre-de-La-Castellana/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=252434f3409ab010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=e278e8124824b010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=4234635>

Imagen 25. Pablo Serrano: *Unides-Yunta*, 1972

Ayuntamiento de Madrid. *Museo de Escultura al Aire Libre de La Castellana*. Portal web del Ayuntamiento de Madrid. Extraído de:

<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/UnidadWeb/Museo-de-Escultura-al-Aire-Libre-de-La-Castellana/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=252434f3409ab010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=e278e8124824b010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=4234635>

Imagen 26. Joan Miró: *Mère Ubu*, 1975

Ayuntamiento de Madrid. *Museo de Escultura al Aire Libre de La Castellana*. Portal web del Ayuntamiento de Madrid. Extraído de:

<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/UnidadWeb/Museo-de-Escultura-al-Aire-Libre-de-La-Castellana/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=252434f3409ab010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=e278e8124824b010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=4234635>

Imagen 27. Eduardo Chillida: *Lugares de Encuentros III*, 1972

Ayuntamiento de Madrid. *Museo de Escultura al Aire Libre de La Castellana*. Portal web del Ayuntamiento de Madrid. Extraído de:

<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/UnidadWeb/Museo-de-Escultura-al-Aire-Libre-de-La-Castellana/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=252434f3409ab010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=e278e8124824b010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=4234635>

Imagen 28. Situación del Puente del Milenario

Elaboración propia.

OpenStreetMap. Extraído de: <https://www.openstreetmap.org/>

Generalitat de Catalunya, Departamente de Territori i Sostenibilitat. Mapa urbanístico de Cataluña. Extraído de: <http://ptop.gencat.cat/muc-visor/AppJava/home.do?&set-locale=es>

Imagen 29. Vista general del Puente del Milenario

MC2. *Puente del Milenario*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de:
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-milenario/>

Imagen 30. Sección longitudinal del Puente del Milenario

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 54.

Imagen 31. Detalle del encuentro fuste-dintel

GOING. *Puente del Milenario*. Grandes Obras de Ingeniería. Extraído de:
<https://ingenieria-civil.org/GOING/obra.php?id=63>

Imagen 32. Puente del Milenario, sobre el Ebro, Tortosa

MC2. *Puente del Milenario*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de:
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-milenario/>

Imagen 33. Situación del Puente del Centenario

Elaboración propia.

OpenStreetMap. Extraído de: <https://www.openstreetmap.org/>

Delegación de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla. Extraído de:

<https://sig.urbanismosevilla.org/VisorGis/geoSevilla.aspx?Layers=Ayto&Selected=03&xthem=gray&iconf=ide>

Imagen 34. Vista general del Puente del Centenario

MC2. *Puente del Centenario*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de:
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-centenario/>

Imagen 35. Sección longitudinal del Puente del Centenario

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 62.

Imagen 36. Portal del convento de Nuestra Señora de la Salud, Sevilla

El preste (2018). *Conventos y cofradías: conventos de Triana*. Extraído de:
<https://elpreste.blogspot.com/2018/08/>

Imagen 37. Distinción de los colores en una de las pilastras

MC2. *Puente del Centenario*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de:
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-centenario/>

Imagen 38. Vista sobre el puente

MC2. *Puente del Centenario*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de:
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-centenario/>

Imagen 39. Patio de la Casa de Pilatos, Sevilla

VisitarSevilla. *Casa de Pilatos (Palacio de Medinaceli) | Monumentos de Sevilla*. Extraído de:
<https://www.visitarsevilla.info/blog/2016/02/24/casa-de-pilatos-palacio-de-medinaceli-monumentos-de-sevilla/>

Imagen 40. Vista global donde se aprecian las columnatas

MC2. *Puente del Centenario*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de:
<https://www.mc2.es/proyecto/puente-del-centenario/>

Imagen 41. Columna sin fin, de Brâncuși

Renzi, Jen (2017). *Constantin Brâncuși's Endless Column Restored to Glory*. *Interior Design*. Extraído de:
<https://interiordesign.net/designwire/constantin-brancusi-s-endless-column-restored-to-glory/>

Imagen 42. Sección y alzado de las pilas del Puente del Centenario, Sevilla

Fernández Ordóñez, J. A., & Martínez Calzón, J. (1992). *El puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir en Sevilla*. *Revista de Obras Públicas*, 3312: Ingenieros en Sevilla '92, Págs. 25-44. Extraído de:
https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1992/1992_julio_3312_04.pdf

Imagen 43. Situación del cuarto puente sobre el río Urumea

Elaboración propia.
OpenStreetMap. Extraído de: <https://www.openstreetmap.org/>
Infraestructura de Datos Espaciales de Gipuzkoa. Extraído de:
<https://b5m.gipuzkoa.eus/web5000/es/cartografia-municipal/san-sebastian>

Imagen 44. Imagen general Puente de Mundaiz

Janberg, Nicolas. *Mundaiz Bridge*. *Structurae*. Extraído de:
<https://structurae.net/en/structures/mundaiz-bridge>

Imagen 45. Sección longitudinal del Puente de Mundaiz

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 116.

Imagen 46. Planta del Puente de Mundaiz

Martínez Calzón, J. (2006). *Puentes, estructuras, actitudes*. Turner. Fotografía, página 116.

Imagen 47. Flotación del tramo central

MC2. *Cuarto Puente sobre el Urumea*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de:
<https://www.mc2.es/proyecto/cuarto-puente-sobre-el-urumea/>

Imagen 48. El Puente de Mundaiz visto desde uno de sus lados

Alquézar, Jesus María. *Urumea, un paseo por sus puentes*. Donosty City. Extraído de:
<https://donosticity.org/urumea-un-paseo-por-sus-puentes/>

Imagen 49. Vista nocturna del Puente de Mundaiz

mberasategi. *Nuestro puente favorito*. Flickr. Extraído de:
<https://www.flickr.com/photos/silentcolors/71436127/in/photostream/>

Imagen 50. Detalle de la barandilla

Collell Mundet, G. (2022). *José Antonio Fernández Ordóñez, puente hacia el arte*. dobooku. Extraído de:

<https://www.dobooku.com/2022/01/jose-antonio-fernandez-ordonez-puente-hacia-el-arte-2/>

Imagen 51. Redondeo del puente al llegar a la orilla

Barreiro, José Luis. *Donostia, un abrazo al Urumea, Parte Vieja y Centro*. Extraído de: <https://es.wikiloc.com/rutas-a-pie/donostia-un-abrazo-al-urumea-parte-vieja-y-centro-121753412/photo-77990352>

Imagen 52. Parte inferior, donde se puede ver su estructura

MC2. *Cuarto Puente sobre el Urumea*. MC2 Estudio de Ingeniería. Extraído de: <https://www.mc2.es/proyecto/cuarto-puente-sobre-el-urumea/>

Imagen 53. Esquemas de interacción puente-río, sin escala Dibujo propio.

Imagen 54. Esquema del fuste y del capitel de las columnas del Paso superior sobre el Paseo de la Castellana. Dibujo propio.

Imagen 55. Esquema de la columna del Puente del Milenario, Tortosa. Dibujo propio.

Imagen 56. Esquema de la parte superior de las columnas del puente de Sevilla. Dibujo propio.

Imagen 57. Esquema de simplificación de elementos clásico en el capitel del Paso sobre el Paseo de la Castellana. Dibujo propio

Imagen 58. Esquema de uno de los arcos del Patio de Pilatos, abstracción para las pilas del Puente del V Centenario. Dibujo propio

Imagen 59. Esquema de la parte inferior del Puente del V Centenario. Dibujo propio

Imagen 60. Esquema. Cuarto Puente sobre el río Urumea: Luz y color. Dibujo propio

Imagen 61. Puente de Salgina. R. Maillart (1930)

Sarabia, R. *El puente de Salginatobel, monumento mundial*. Láminas y Aceros. Extraído de: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/el-puente-de-salginatobel-monumento-mundial>

Imagen 62. Puente del Infante Don Henrique. J.A. Fernández Ordóñez (2000)

Puentemania. *Puente Infante Dom Henrique*. Extraído de: <http://www.puentemania.com/797>