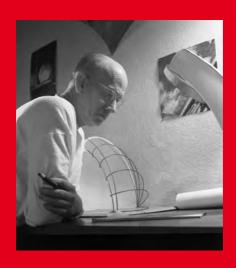
музей**ЭДУАРДО ТОРРОХИ**



Придание материалу той или иной конструкторской формы, предназначенной для выполнения определенной цели, зависит, прежде всего, не от инженерных тонкостей, а от качества воплощаемой идеи.

Именно с такой точки зрения следует смотреть на эту книгу.

Эдуардо Торроха, 1957 г. «Философия конструкций»



FUNDACIÓN EDUARDO TORROJA

Author, editor and designer: Pepa Cassinello

Drawing: 'Una idea en Movimiento', Carmen Pinart

Museum logotype: 'Curva en equilibrio', Cira Ascanio Esma

Museum drawings: Enrique Ramírez

English-Russian translation: EGO TRANSLATING COMPANY LTD. St Petersburg. Russia

Layout: EGO TRANSLATING COMPANY LTD. St Petersburg. Russia

Layout Coordination: Enrique Ramírez

© texts: the authors

 $\ensuremath{\mathbb{G}}$ illustrations: files of CEDEX, Eduardo Torroja Institute and the authors

ISBN: 978-84-121589-0-8

Deposit record No.: M-3572-2020

Printed by: DAYTON S.A. 2020 Madrid. Spain





Una Idea en Movimiento Кармен Пинарт, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введен		
	Хосе Антонио Торроха Каванильяс	
	Президент Фонда Эдуардо Торрохи стр. 7	7
	тельский совет Фонда Эдуардо Торрохи	
	стр. 8	3
Проект	музея	
•	Пепа Кассинельо	
	Куратор	
	Управляющий директор	
	Фонда Эдуардо Торрохи стр. 9	n
	стр. з	7
n	1	
Распол	ожение и функциональные зоны	
	стр. 1	11
	зация пространства и язык выставки	•
	стр. 1	12
Экспозі	·	
	стр. 1	14
ЗАЛ 1 –	S1	
	стр. 1	
	Основные даты биографии стр. 1	
	Основания Моста Святого Петра	
	Университетский кампусстр. 2 Виадук «Пятнадцать амбразур» (Quince Ojos)	
	Виадук «Пятнадцать аморазур» (Quince Ojos)	
	Ипподром Ла-Сарсуэла	

	ст
	Акведук в Темпуле ст
	Крытый рынок в Альхесирасе ст
	Корт Реколетос для игры в джай-алай ст
	Акведук в Альосе ст
	Мост над Тордерой ст
	Мост Педридо ст
	Виадук Мартина Хиля – Арка Эслы ст
	Ангары ст
	Футбольный стадион Лас Кортсст
	Часовня Святого Духаст
	Церковь в Эль-Пон-де-Суэртст
	Водонапорная башня в Федале ст
ЗАПЗ	Дамба Канельес
ЗАЛ 3	
ЗАЛ 3	Дамба Канельес ст - S3 ст Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи ст Институт: уникальные элементы ст
ЗАЛ 3	Дамба Канельес

Дной из главных задач Фонда Эдуардо Торрохи является поиск, изучение, сохранение и распространение документальной информации о разносторонней деятельности человека, чье имя носит Фонд. Э. Торроха, в соавторстве с архитекторами К. Арничесом и М. Домингесом разработавший проект ипподрома Ла-Сарсуэла, где находится штаб-квартира музея, был одним из самых известных и уважаемых инженеров-проектировщиков начала XX века. Долгое время Фонд искал подходящее помещение для организации выставки наиболее значимых достижений архитектора, которая была бы интересна как экспертам данной области, так и широкой общественности. А конечной целью было подобрать пространство для создания Музея Эдуардо Торрохи.

Сегодня этот музей существует благодаря поддержке и спонсорству ряда государственных и частных организаций. Сначала самой компании Hipódromo de la Zarzuela, S.A. под руководством президента Фаины Суриты пришлось преодолеть многочисленные трудности, возникшие на ее пути. Реализация проекта музея – заслуга г-жи Суриты, результат ее усилий и веры в свое дело. Неоценимую поддержку оказали Генеральный директорат по архитектуре Министерства общественных работ и Исследовательское агентство по гражданскому строительству (аббревиатура на испанском языке – CEDEX), а также Фонд строительной компании АСS (Fundación ACS) и Фонд Рафаэля дель-Пино. Большую спонсорскую помощь проекту оказали Мадридский политехнический университет, Мадридская архитектурная школа, Мадридская школа гражданского строительства, Национальный исследовательский совет Института строительных наук им. Эдуардо Торрохи и Фонд Хуанело Турриано.

В музее хранятся документы об основных направлениях деятельности Эдуардо Торрохи во всем ее многообразии. Свою трудовую деятельность он начал с должности инженера-конструктора при генеральном подрядчике. Уже через несколько лет он основал собственную инженерную студию, разрабатывая проекты, которые к 1936 году принесли ему международную известность. С 1934 года он посвятил все силы научным исследованиям, которые со временем легли в основу Института строительных наук им. Эдуардо Торрохи. В то же время он активно преподавал в Специальной школе гражданского строительства, где читал лекции на втором, третьем и четвертом курсах.

В музее представлена значительная часть наследия Эдуардо Торрохи в виде фотографий, документов и макетов работ, отобранных самим Торрохой для его книги «Конструкции Эдуардо Торрохи; автобиография инженерных достижений» (1958). Цель экспозиции – передать посыл самого автора:

«Многие мои работы здесь не упомянуты, но мне кажется, что те немногие, что все же представлены, наилучшим образом отражают мои творческие поиски и те результаты, которых я в конце концов достиг».

Эдуардо Торроха, 1958 г.

Надеемся, этот музей, как и книга Торрохи, будет способствовать распространению информации о его творчестве и его идеях, а значит, в конце концов его наследие будет жить.

Хосе Антонио Торроха Каванильяс Президент Фонда Эдуардо Торрохи



Попечительский совет

Коллегия инженеров путей сообщения Испании (СІССР)

Высший совет коллегий архитекторов Испании (CSCAE)

Национальная конфедерация строительства (CNC)

Ассоциация производителей цемента Испании (OFICEMEN)

Испанская ассоциация производителей товарного бетона (ANEFHOP)

Ассоциация членов Института Эдуардо Торрохи (АМІЕТ)

Высший совет по научным исследованиям Испании (CSIC)

Институт строительных наук имени Эдуардо Торрохи (IETcc)

Фонд испанских железных дорог



Проект музея

Пепа Кассинельо

Куратор Управляющий директор Фонда Эдуардо Торрохи



Куратор музея

Пепа Кассинельо Архитектор, управляющий директор Фонда Эдуардо Торрохи

Консультанты

Хосе Антонио Торроха Президент Фонда Эдуардо <u>Торрохи</u>

Рафаэль Фернандес Санчес Секретарь Фонда Эдуардо Торрохи

Xoce Калавера Почетный президент, INTEMAC

Ипподром Ла-Сарсуэла Реставрация и приспособление здания под музей Junquera Arquitectos

Расположение и функциональные зоны

узей Эдуардо Торрохи находится в помещении под северной трибуной мадридского ипподрома Ла-Сарсуэла. Это здание, будучи одной из самых знаковых работ Торрохи, является международной вехой в истории тонких оболочек архитектуры модернизма. Таким образом, это совершенно особое место, ибо и само помещение, и все экспонаты музея были созданы трудами одного и того же инженера: Эдуардо Торрохи.



Рис. 1. Ипподром Ла-Сарсуэла, Мадрид, 1941

Однако этот музей – не просто огромное пространство, где представлены отдельные образцы наследия Эдуардо Торрохи. Чтобы сформировать увлекательную программу мероприятий и сотрудничать с ипподромом Ла-Сарсуэла в его многочисленных направлениях деятельности, в одном из залов музея проводятся временные выставки, посвященные современности и будущему испанской авангардной архитектуры и инженерии. Другой зал рассказывает об истории организации скачек на ипподроме Ла-Сарсуэла, который в этом году отмечает 75-летие со дня основания в 1941 году.

На ипподром приходят различные категории зрителей, и сотрудники музея хотят, чтобы его коллекции были интересны не только архитекторам, инженерам, экспертам по скачкам и поклонникам этого вида спорта, но также молодежи и дегям, которые приходят на соревнования вместе с ними. В кинозале музея демонстрируются видеофильмы, посвященные трем основным темам: биографии Эдуардо Торрохи, инновациям в изменчивой архитектуре и инженерии авангарда, а также великому множеству скачек. Целью столь взаимосвязанного и комплексного подхода является создание музея, который успешно удовлетворяет потребности многообразного и постоянно меняющегося общества.

Организация пространства и язык выставки

рямолинейная планировка, продиктованная четко линейной организацией музейного пространства, способствует последовательному и непрерывному использованию площадей. Чтобы музей воспринимался как единое пространство, но сочетал несколько четко выделенных функциональных зон, все залы имеют открытую планировку с перекрестно установленными панелями, которые лишь частично скрывают от глаз зрителей полную длину музейной галереи и одновременно позволяют посетителям сконцентрироваться на тематике экспонатов в каждом зале.

Музейное пространство представляет собой галерею длиной 55 метров, шириной 5,5 метра и высотой 2,8 метра. Потолок и стена в торце галереи выкрашены в черный цвет, а пол и продольная стена с портиками – в серый. Расположенные в шахматном порядке поперечные перегородки высотой 2,2 метра, подобно промежуточным вехам, отмечают отдельные залы и функциональные зоны. Каждая зона имеет свой собственный цвет, свойственный модернистскому движению, с которым так тесно связано творчество Эдуардо Торрохи: красный, серый, желтый, голубой и черный. Геометрия пространства и его цветовое оформление последовательно отражают язык выставки, который отдаленно напоминает известные полотна Мондриана. Тот же самый язык взят за основу макетов работ Эдуардо Торрохи, представленных в музее, а также используется в дизайне обитых тканью кубических диванов всех цветов и размеров. Диваны расставлены по всему музею и предназначены для отдыха посетителей любого возраста.

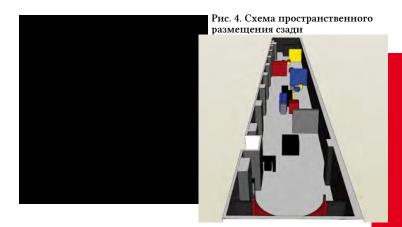


Рис. 2. Схема пространственного размещения от входа

В первой зоне музея располагается постоянная выставка работ Эдуардо Торрохи. Представленная коллекция разделена на три визуально взаимосвязанных зала – S1, S2 и S3. За ними следует зал временных выставок S4, который служит промежуточным звеном между постоянной экспозицией творчества Торрохи, залом S5, где представлена история скачек, и, наконец, кинозалом S6.



Рис. 3. Общий план музея



Экспозиции

Постоянная выставка / Эдуардо Торроха

ространство музея физически не может вместить обширное и многогранное творческое наследие Эдуардо Торрохи, да и в любом случае, вряд ли было бы разумно пытаться представить в экспозиции все впечатляющее многообразие его работ, большинство из которых (чертежи, письменные документы, эссе) оцифрованы СЕDEX и доступны в интернете, а также в коллекциях Национального исследовательского совета института, названного в честь прославленного инженера.

Основная задача музея – выделить постоянное место для четкого и лаконичного представления работ Эдуардо Торрохи, которые внесли наибольший вклад в развитие строительства, архитектуры и гражданского проектирования, подчеркнув при этом причины, по которым Эдуардо Торроха признан образцом для подражания во всем мире и во все времена как для профессионалов, так и для студентов.

Идея состоит в том, чтобы привлечь к этим причинам внимание посетителей, облекая факты в изображения и краткие, лаконичные высказывания. Это – главная задача, которую призвана решить организация музейного пространства. Для экспозиции было использовано несколько строительных проектов, а также исследований и публикаций, большинство которых Торроха отобрал лично, когда писал две свои самые известные книги: «Философия конструкций» (1957) и «Конструкции Эдуардо Торрохи; автобиография инженерных достижений», которые были опубликованы на английском языке в Нью-Йорке в 1958 году и на испанском – в 1999 году. Комментарии к представленным экспонатам также взяты из текстов, написанных Торрохой, поэтому инженер сам выступает в роли гида для посетителей музея.

«Хотя здесь представлены далеко не все мои работы, я уверен: те из них, что все же вошли сюда, служат примерами того, что я искал и в конце концов нашел». Эдуардо Торроха, 1958 г.

Выбранные произведения представлены в трех последовательно расположенных залах: S1, S2 и S3. Порядок экспозиций основан большей частью на их хронологии, структуре и функциональном назначении экспонатов. Иногда организация музейной экспозиции допускает опережение во времени и пространстве, чтобы подчеркнуть наиболее знаковые работы, например, ипподром Ла-Сарсуэла, которому уделено больше пространства.

3АЛ - \$1

Огромная фотография Эдуардо Торрохи, расположенная прямо напротив входа, с самого начала завораживает посетителей. Она расположена на единственном элементе, который выступает из вертикальной плоскости черной боковой стены зала длиной 55 метров.

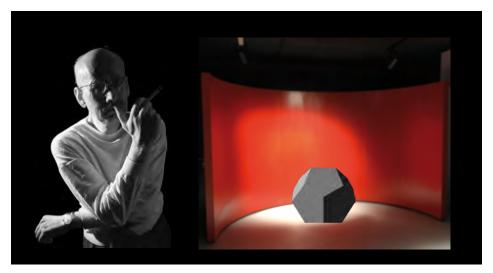


Рис. 5. Эдуардо Торроха – Цилиндрическая стена и двенадцатигранник

Справа от входа в первый зал представлены крупные геометрические фигуры – отсылка к важной роли разнообразных чистых геометрических форм, которые Эдуардо Торроха использовал в своих работах. На огромной криволинейной красной стене нарисован фрагмент цилиндра, а за ним – белый двенадцатигранник высотой 1 метр. Он символизирует чистую геометрическую форму, ставшую основой хранилища угля при Институте строительства и цементной техники (1949–1953). Этот 8-метровый скульптурный элемент быстро стал одним из символов учреждения, которое теперь носит имя его создателя: Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи при Национальном

исследовательском совете. Сегодня он является частью логотипа Фонда Эдуардо Торрохи.

Этот зал рассказывает об Эдуардо Торрохе – здесь посетители знакомятся с его биографией и несколькими самыми известными работами. Здесь представлены некоторые из его самых ранних работ, а особое внимание уделяется ипподрому Ла-Сарсуэла, который является не только одним из самых знаковых и всемирно известных его достижений, но и местом, где располагается посвященный его творчеству музей.

Лица и экспонаты

- Эдуардо Торроха (1899–1961) Основные этапы биографии, витрина с медалями и другими знаками отличия, полученными при жизни.
- 1923–1927 Первые проекты, выполненные для частной компании Hidrocivil: основания для Моста Святого Петра.
- 1930-1935 Университетский кампус: виадук «Пятнадцать амбразур» (Quince Ojos), виадук «Воздух» (Aire), здание факультета наук...
- 1934 Ипподром Ла-Сарсуэла / 2004 Восстановлен фирмой Junquera Arquitectos / Dragados, S.A. (Grupo ACS)





Рис. 6. Эдуардо Торроха – Семейный герб

Основные даты биографии

Эдуардо Торроха Мирет (1899–1961) – один из самых прославленных сторонников прогресса в мире, который сумел добиться успеха в области строительства и архитектуры в золотые десятилетия модернизма.

Он сыграл важную роль в научно-технической революции, которая предшествовала быстрому развитию технологий на основе железобетона и преднапряженного бетона в первой половине XX века, и последовавшем за ней развитии строительства, структурных типологий и новой эстетики, в защиту которой выступал модернизм. Торроха получил международную известность не только как автор инновационных работ, но и как разносторонний профессионал: дизайнер, ученый, исследователь, руководитель, учитель.

Он родился в Мадриде 27 августа 1899 года. 1923 Окончил Мадридскую школу гражданского строительства.

1923–1927 Работал в компании Hidrocivil под руководством Хосе Эухенио Риберы, где впервые представил свои первые инновационные концепции дизайна из железобетона.

1927 Основал собственное конструкторское бюро. В том же году он присоединился к технической команде, занимавшейся строительством кампуса Мадридского университета, в качестве инженера-проектировщика.

1930 Основал компанию Investigaciones de la Construcción, S. А., ICON, которая под его руководством занималась тестированием моделей, исследуя прочностные свойства различных конструкций. Эти исследования позволили ему в дальнейшем создавать масштабные тонкостенные оболочки во времена, когда еще не существовало надежных методов строительного проектирования, чтобы проверить возможность их применения. Особенно прославились его модели из микробетона – проект крытого рынка в Алькесирасе и корта Реколетос для игры в джай-алай, выполненных в масштабе 1:10.

1934 В сотрудничестве с несколькими инженерами и архитекторами, включая Хосе Мария Агирре Гонсало, Альфонсо Пенья Бефа, Модесто Лопеса Отеро, Мануэля Санчеса Аркаса, Іаспара Блейна Сарагосу и Хосе Анхеля Петрирену, основал Instituto Técnico de la Construcción у Edificación (ITCE, Технический строительный институт). ITCE стал первым частным учреждением, «свободно» созданным в Испании, которое проводило научные исследования в области строительства и в смежных отраслях с последующим продвижением и публикацией результатов для содействия прогрессу. Спустя несколько лет, в 1939 году, институт присоединился, в качестве «ассоциированного члена», к недавно созданному Испанскому национальному исследовательскому совету (CSIC).

1939 Избран профессором кафедры строительного проектирования. С тех пор преподавание в университете станет одним из его призваний на всю жизнь. За годы работы он преподавал несколько предметов в Мадридской школе: «Свойства материалов и их упругость», «Основы проектирования и строительства из железобетона и преднапряженного бетона», «Строительное проектирование и структурная типология».

1941 Назначен директором Центральной лаборатории тестирования строительных материалов.

1944 Принимает предложение стать членом Королевской академии математики, физики и естественных наук.

1945 Избран президентом только что созданного Международного союза лабораторий и экспертов в области строительных материалов, систем и конструкций (RILEM). Принимает активное участие в создании Европейского комитета по бетону (СЕВ), в число членов которого, несмотря на название, входили также США и СССР. Комитет сыграл решающую роль в развитии европейских технических стандартов для железобетона. Становится важным членом Международной федерации по железобетону (FIP), основанной компанией Freyssinet, а в 1958 году принимает на себя полномочия президента этой организации. В этом качестве занимается созданием Объединенного комитета FIP-СЕВ, в задачу которого входило согласование стандартов, используемых при производстве железобетона и преднапряженного бетона.

1957 Публикует свою известную книгу, «Философия конструкций», которая впоследствии была переведена на английский, немецкий, итальянский и японский языки.

1959 Становится сооснователем и президентом Международной ассоциации по тонкостенным оболочкам (IASS). Публикует в США книгу «Конструкции Эдуардо Торрохи»; в 1999 году книга была переведена на испанский язык

Эдуардо Торроха скончался 15 июня 1961 года в своем кабинете в институте, который теперь носит его имя. Перед смертью он написал нежное письмо своим сотрудникам, где признался, что осознает, что его жизненный путь подходит к концу.

За значительные достижения Эдуардо Торроха Мирет был удостоен был удостоен множества знаков отличия: он был почетным доктором Швейцарского федерального технологического института, Университета Тулузы, Университета Буэнос-Айреса, Университета Левена и Католического университета Чили. Он был членом-корреспондентом Королевской академии наук и искусств Барселоны и Академии наук, скульптуры и свободных искусств Кордобы. Обладал титулом кавалера Большого Креста Ордена Альфонсо X Мудрого и кавалера Большого Креста Ордена «За гражданские заслуги». Ему был посмертно дарован титул маркиза Торроха.

Пепа Кассинельо Куратор





Рис. 7. Медаль «За гражданские заслуги»

Основания Моста Святого Петра

Дизайн моста: Эдуардо Торроха Мирет и Хосе Эухенио Рибера Дутасте

Строительная компания: Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles (HIDROCIVIL)

Местоположение: Санти-Петри, Кадис, Испания

Дата: 1926

Длина моста: 144 м; Форма конструкции: гиперболоид вращения

Диаметр в верхней точке: 7,0 м; Диаметр в нижней точке: 7,6 м; Высота: 8,9 м

дним из первых проектов Эдуардо Торрохи стала разработка кессонов для основания Моста Святого Петра.

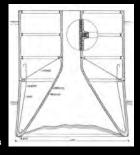
В своем проекте Торроха отошел от принятых в то время структурных форм для такого типа оснований в пользу легких, дважды изогнутых оболочек, чтобы оптимизировать прочность и мощность конструкции, одновременно обеспечив безопасность работников и сократив расходы на проект. Два изолированных слоя кирпичной кладки стен кессонов составляли всего 7 см.

«Чтобы обеспечить легкость нижней тяги сооружения, была выбрана округлая конструкция с двойной стенкой в форме гиперболоидов вращения. У этой формы есть очевидные преимущества. Чуть больший диаметр нижней части внешней стенки позволяет уменьшить трение при погружении кессона. Форма внутренней стенки предотвращает слишком быстрое погружение кессона в илистый грунт и, таким образом, снижает риск чрезмерного уменьшения расстояния между грунтом и крышей для рабочей камеры. Подобного рода сложности иногда встречаются при применении обычных горизонтальных кессонных потолков.

Круглые тонкостенные поперечные сечения – наиболее подходящая форма для преодоления гидравлического давления».

Эдуардо Торроха, 1958 г.

1926 Основания моста Святого Петра, Кадис, Испания





Поперечный срез

Строительство



Университетский кампус

В 1927 году Хосе Эухенио Рибера порекомендовал Эдуардо Торроху на должность одного из инженеров Технического комитета по строительству университетского кампуса, который создавался под руководством Модесто Лопеса Отеро и в сотрудничестве с архитекторами Агустином Агирре, Паскуалем Браво, Мигелем де лос Сантосом, Мануэлем Санчесом Аркасом и Луисом Лакасой.

Его участие в проекте не ограничивалось техническими и проектно-конструкторскими работами; он принимал самое активное участие в большинстве процессов архитектурного строительства. С самого начала он внедрял и интегрировал в свои инновационные и оригинальные конструкции элементы новой эстетики архитектуры модернизма. В 1933 году он создал виадуки «Пятнадцать амбразур» (Quince Ojos), «Воздух» (Aire) и «Спортплощадка», подпорную стену для ручья Кантарраньяс и трамвайное кольцо на стадионе. В 1934 году он также принял участие в проектировании зданий факультетов науки, медицины и фармацевтики, а в 1935 году разработал проекты студенческого общежития, паровой котельной и университетской больницы.

1934 Факультет наук, Университетский кампус, Мадрид, Испания







1935 Университетский кампус, Мадрид, Испания

Университетская больница Архитектор: Мануэль Санчес Аркас Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Террасы из железобетонных плит





Виадук «Пятнадцать амбразур» (Quince Ojos)

Проектирование: Эдуардо Торроха Мирет

Архитектор: Модесто Лопез Отеро

Организатор строительства: Совет университетского городка (1927–1936)

Строительная компания: Agromán, S.A.

Даты: 1929-1933

Местоположение: Мадрид, Испания

Высота: 22 м Длина: 84,7 м

Значально известный как Виадук Альфонсо XIII, виадук «Пятнадцать амбразур» (Quince Ojos) получил свое название из-за последовательности из 15 больших арок с семиметровыми пролетами на квадратных опорах сечением 1,7 м. Ширина виадука – 35 метров, на нем установлены поперечные арки, схожие с аналогичными продольными конструкциями. Каждый из этих трехмерных структурных элементов состоит из четырех арочных консолей, которые встречаются под прямым углом над вертикальной опорой. Таким эстетичным и оригинальным способом инженер ввел в проект компенсационные соединения.

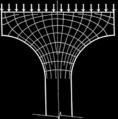
«Огромная длина и прочность этой структуры потребовали установки компенсационных соединений на небольшом расстоянии друг от друга и в тех местах, где они не портят внешний вид сооружения. Поэтому было принято оптимальное из всех нежелательных решений — установить соединения точно в верхней точке арочного свода. Такое расположение соединений превратило арки в двойные консоли».

Эдуардо Торроха, 1958 г.



1929-1933

Виадук «Пятнадцать амбразур» (Quince Ojos) Университетский кампус, Мадрид, Испания



Статически определенная система

COEДИНЕНИЕ ПЛИТ
НАПОРНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ
JUNTA DE APOYO
DE LAS LOSAS
DEL TABLERO



Виадук «Воздух» (AIRE)

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет **Архитектор**: Модесто Лопез Отеро

Строительная компания: Agromán, S.A.

Дата: 1933

Местоположение: Университетский кампус, Мадрид, Испания

Биадук «Воздух» (Aire) – один из проектов, разработанных Эдуардо Торрохой во время его работы в должности инженера по контракту в Техническом комитете по строительству университетского кампуса. Название виадука отражает легкость и воздушность конструкции.

Вся конструкция этого моста с арочными пролетами построена из железобетона. Двойная арка с пролетом 36 метров поддерживает гибкие упоры, на которые опирается мост. Стремясь придать больше эстетики виадуку, Торроха расставил упоры неравномерно: от концов к центру расстояние между ними уменьшается.

«...[это] отличный пример технического и пластического потенциала использования тонких продольных элементов, которые так отлично подходят линейной и геометрической эстетике. Нагрузки на арки вычислялись графически, по методике эллипса инерции».

Эдуардо Торроха, 1958 г.



Ипподром Ла-Сарсуэла

Проектирование: Эдуардо Торроха Мирет

Архитекторы: Карлос Арничес Мольто и Мартин Домингес Эстебан

Строительная компания: Agromán, S.A.

Даты: 1934 (разработка проекта); 1935 (начало строительства); 1941 (церемония открытия)

Местоположение: Мадрид, Испания

Свод-оболочка и трибуны – Эдуардо Торроха Мирет

Консоль: 12,8 м; Толщина: 5,0 см - 14,5 см

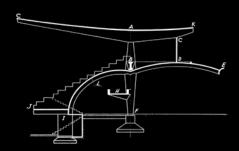
1934 году Техническое бюро подъездных путей и городских окраин объявило конкурс на проектирование ипподрома Ла-Сарсуэла, который выиграла команда из трех человек: архитекторы Карлос Арничес и Мартин Домингес и инженер гражданского строительства Эдуардо Торроха. Хотя строительство началось в 1935 году, оно было приостановлено на время Гражданской войны в Испании (1936–1939), и проект ипподрома не был завершен до мая 1941 года.

Трибуны из железобетона и тонкая крыша над ними относятся к самым знаковым и всемирно известным работам Торрохи. Места на ипподроме Ла-Сарсуэла разделены на три трибуны – две внешние трибуны длиной 60 метров каждая примыкают к большой центральной трибуне длиной 30 метров. Однозначно модернистское сочетание конструкций определяет все архитектурное пространство сооружения, включая залы, где принимают ставки, на нижнем уровне и большие трибуны, расположенные уровнем выше. Каждая трибуна представляет собой поперечные портальные рамы, отстоящие друг от друга на 5 метров. Конструкции поддерживают два пересекающихся двугранных свода, которые служат крышей залов для принятия ставок, а также служат опорой для больших трибун и навесной тонкой крыши длиной 12,8 м. Расположенные сзади резьбовые стальные соединения помогают сбалансировать смелые формы конструкции.

Толщина инновационной тонкой крыши составляет всего 5 см у края и 14,5 см – у линии пят. Она представляет собой ряд двояковыпуклых тонких оболочек, по форме напоминающих гиперболоиды. Поскольку специфическую конструкцию крыши невозможно было разработать при помощи доступных на тот момент методов, после проведения ряда предварительных исследований в области строительного проектирования Эдуардо Торроха опытным путем проверил функциональность оболочки, поручив компании-подрядчику AGROMAN возвести прямо на площадке полномасштабную модель крыши.

«Меня часто спрашивали, как я пришел к конструкции ипподрома Ла-Сарсуэла... И вот вопрос: является ли изобретение некой специально адаптированной формы для решения конкретной задачи исключительно творческим процессом, или это результат погического мышления, основанного на технической подготовке? Я не склонен выбрать ни первый вариант, ни второй. Скорее, оба варианта вместе. Нельзя изобрести подобную конструкцию одной только силой воображения без помощи разума, равно как и последовательно усложняющийся процесс дедуктивного мышления слишком логичен и ясен, чтобы неизбежно привести к такому результату без помощи воображения – что бы ни думал по данному поводу читатель этих строк».

Эдуардо Торроха, 1958 г.



Поперечный срез



Трибуны с высоты, вертикальный вид сбоку. © С.В. Каскел

1935 Ипподром Ла-Сарсуэла, Мадрид, Испания

Строительство





1934 Полномасштабная тестовая модель, построенная Agromán













Реставрация ипподрома Ла-Сарсуэла

Архитектор: Junquera Arquitectos – Херонимо Хункера Гарсия дель Дьестро

Инженер: Леонардо Фернандес Трояно (конструкция), Úrculo Ingenieros (услуги)

Строительная компания: Dragados, S.A.

Учреждения-партнеры: Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи

SIKA, España

Даты: 2004–2007 (разработка проекта); 2008–2015 (строительство)

Местоположение: Мадрид, Испания

В 2004 году фирма Junquera Arquitectos получила подряд на перестройку и восстановление ипподрома Ла-Сарсуэла, выиграв конкурс, объявленный руководством ипподрома, компанией Hipódromo de la Zarzuela S.A.,

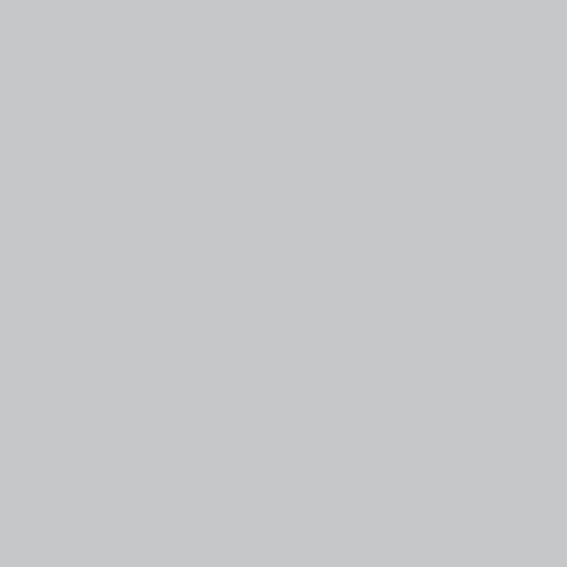
Работы начались в 2008 году с восстановления навеса над трибунами, пострадавшего от погодных условий, водной стихии и в результате предыдущих попыток строительства. Одновременно проводилась оценка состояния зданий и сооружений комплекса с целью определить их первоначальную ценность, а также проанализировать системы, которые подверглись деформации или повреждениям в связи с расширениями и иными преобразованиями. В результате этих исследований были выявлены значительные повреждения конструкции, которые требовали укрепления и ремонта.

За восстановлением конструкции комплекса последовала реставрация первоначальной архитектуры зданий, чтобы восстановить исходные параметры, которые закладывались в проект в 1934 году его авторами – Арничесом, Домингесом и Торрохой.

В процессе реставрации родился великолепный облик будущего ипподрома – были оптимизированы его изначальные параметры и восстановлены утраченные элементы конструкции. Таким образом, архитекторы вернули городу ипподром Ла-Сарсуэла, идеальное место для проведения скачек и других соревнований по конному спорту, проявив к нему бережное отношение как к объекту культурного наследия.



2004—2015 Реставрация ипподрома Ла-Сарсуэла. Junquera Arquitectos



3AЛ - S2

1927 году Эдуардо Торроха основал собственное конструкторское бюро, где разработал множество инновационных проектов, ставших новым словом в гражданском строительстве и архитектуре и полностью соответствовавших новому на тот момент модернистскому течению в этой области.

Своей безусловной широтой знаний Эдуардо Торроха был обязан разносторонней деятельности в качестве конструктора, исследователя, профессора университета, предпринимателя и руководителя. Эти знания вкупе с его творческой, чувствительной натурой, позволили ему возвести свои идеи до высоты «структурного искусства», как позже назвал его работы Дэвид Биллингтон.

«Моя главная цель в любом проекте – соединить воедино функциональный, структурный и эстетический аспекты как с точки зрения их сути, так и с точки зрения внешнего облика».

Эдуардо Торроха, 1958 г.

Второй выставочный зал, организованный по тому же принципу, занимает постоянная выставка работ Эдуардо Торрохи, выполненных в период с 1927 по 1957 гг., представленных в хронологической и типологической последовательности в соответствии с типами конструкций и их функциональным назначением. Вдоль серой стены представлены проекты в области гражданского строительства, включая мосты, дамбы, акведуки и виадуки. В наиболее ярко освещенных местах расположены дополнительные горизонтальные витрины. В свою очередь, архитектурные проекты – здания рынков, ангары, стадионы и церкви – представлены вдоль продольной черной стены.

Так как создатели музея решили наполнить пространство чистыми цветами и геометрическими формами, свойственными модернизму, в центре этого зала размещен многоуровневый в длину разноцветный стенд, где представлено несколько макетов (крытый рынок в Альхесирасе, мост над Тордерой, акведук в Альосе, корт Реколетос для игры в джай-алай, церковь в Эль-Пон-де-Суэрт, водонапорная башня в Федале, клуб Тасhira) – в том порядке, в котором их видят посетители выставки.

Представлены следующие работы: 1927, акведук в Темпуле; 1935, крытый рынок в Альхесирасе; 1936, корт Реколетос для игры в джай-алай, Мадрид; 1939, акведук в Альосе; 1940, мост над Тордерой; 1940, мост Педридо; 1941, виадук Мартина Хила; 1942–1945, ангары в Торрехон-де-Ардос и Куатро Вьентос; 1943, стадион Лас Кортс, Барселона; 1953, часовня Святого Духа; 1954, церковь в Эль-Пон-де-Суэрт; 1956, водонапорная башня в Федале; 1956, дамба Канельес.

Акведук в Темпуле

Инженеры: Эдуардо Торроха Мирет и Франциско Руис Мартинес

Строительная компания: Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles (HIDROCIVIL)

Дата: 1925 (разработка проекта)

Местоположение: Херес-де-ла-Фронтера, Кадис, Испания

анный акведук стал для Эдуардо Торрохи одним из первых в мире сооружений из преднапряженного бетона. При его сооружении использовалась инновационная система преднапряжения.

Акведук состоит из одиннадцати 20-метровых балок из железобетона и 57-метрового центрального консольного пролета. Для предотвращения возможных проблем с фундаментом, Торроха решил исключить из проекта две центральные опоры, которые, согласно первоначальному проекту, предполагалось утопить в русле реки. Он заменил их высокопрочными опорными вантами, проложенными над двумя оставшимися внутренними опорами, по одной на каждом берегу, и закрепил их на дальних концах двух смежных секций по обе стороны от этих опор.

«Длина стяжных элементов, включая анкерные опоры, должна была составить около 50 метров. В 1926 году, однако, еще не существовало технологии преднапряжения для конструкций такой длины, а сварочное соединение считалось недостаточно надежным, чтобы удержать стяжные элементы. Поэтому я решил использовать витые кабели из высокопрочной стали. С их помощью мне с легкостью удалось соорудить цельные стяжные элементы.

Было принято решение закрепить кабели на отдельной плите в верхней точке быков. Таким образом, после того, как нависающие пролеты, закрепляющие концы кабелей, были забетонированы, эту плиту можно было поднять на высоту с помощью гидравлических домкратов. Дополнительный подъем способствовал растяжению кабелей, пока показатель

рабочего напряжения конструкции не достигал оптимального значения».



1925—1926 Акведук в Темпуле, Херес-де-ла-Фронтера, Кадис, Испания





Крытый рынок в Альхесирасе

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет **Архитектор**: Мануэль Санчес Аркас

Строительная компания: Ricardo Barredo, S.A.

Даты: 1934-1935

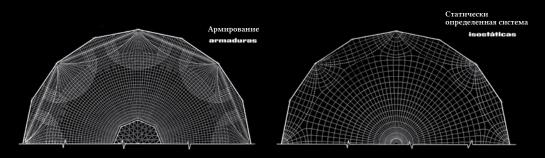
Местоположение: Пласа де Ла Пальма, Альхесирас, Кадис, Испания

Крыша рынка в Альхесирасе стала первым большим тонкостенным куполом из железобетона, сооруженным в Испании, и на протяжении более 30 лет она оставалась самой масштабной конструкцией такого рода в мире. Это выдающееся достижение потребовало разработки ряда инновационных решений, предложенных Эдуардо Торрохой – о них рассказывается в книге «Становление тонкостенных конструкций в современной архитектуре». Хотя на тот момент уже существовало несколько масштабных сооружений с тонкостенными куполами – например, крытый рынок в Базеле (архитектор Франц Дишингер), Эдуардо Торроха представил новую большепролетную конструкцию с равномерной толщиной, без открытых ребер по краям. Кроме того, он предложил гениальный способ распалубки с натяжением периметрической связующей балки на бетон – яркое воплощение эпохи модернизма.

Рынок имеет форму восьмиугольника с равными сторонами длиной 18,2 м. Тонкостенная куполообразная крыша покрывает все расстояние (47,76 м) между противоположными сторонами восьмиугольника. На сферической крыше диаметром 41,2 м располагаются восемь небольших козырьков, которые опираются на колонны. Благодаря арочным краям горизонтально расположенных цилиндрических оболочек крыша опирается на колонны, что повышает общую прочность конструкции. Непрерывная тонкая оболочае без ребер имеет толщину 50 см над опорами и сужается всего до 9 см в центре. На вершине конструкции имеется восьмиугольный световой люк (диагональ 10 м). Стеклянные панели опираются на сборные треугольные конструкции, выполненные из железобетона.

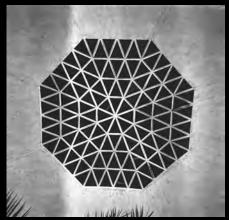
«...вертикальной тяге противодействует вертикальная опора, тогда как горизонтальная радиальная тяга уравновешивается восьмиугольным обручем, состоящим из 16 стальных стержней диаметром 1,2 дюйма каждый. Обруч растягивается, увеличивая напряжение, в то время как сжатый купол дает усадку. Стержни обруча были оснащены стяжкамимуфтами, чтобы они могли сокращаться и выдерживать давление, а свод в свою очередь сжимался в радиальном направлении в точках опоры. Сжимаясь, купол поднимался, создавая некоторую дистанцию от поддерживающих лесов опалубки».





Купол крыши над рынком в Альхесирасе







1934–1935 Крытый рынок в Альхесирасе, Кадис, Испания

Корт Реколетос для игры в джай-алай

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Архитектор: Секундино Зуазо Угальде

Организатор строительства: Nueva Empresa de Frontones, S.A.

Строительная компания: Huarte y Cia

Дата: 1935

Местоположение: Улица Виллануэва (Villanueva), Мадрид, Испания (сооружение не

сохранилось)

Корт Реколетос для игры в джай-алай, один из самых выдающихся образцов архитектуры в стиле мадридского модернизма, был результатом работы двух творческих натур – инженера Эдуардо Торрохи и архитектора Секундино Зуазо.

Тонкая крыша из железобетона стала одной из самых инновационных и уникальных работ Торрохи. К сожалению, крыша серьезно пострадала во время Гражданской войны и обрушилась в 1939 году. Двугранная тонкостенная балка этого сооружения с пролетом в 55 м состояла из двух пересекающихся в длину полуцилиндров радиусом 12,2 и 6,4 метра соответственно. Ширина конструкции составляла 32,5 метра и покрывала всю площадь корта без необходимости установки промежуточных опор. Толщина ее по всей площади составляла 8 см за исключением линии пересечения двух граней, где она доходила до 16 см. Помещение корта наполнялось естественным светом благодаря двум продольным световым окнам. В основе конструкции лежали равносторонние треугольники с длиной стороны 1,4 м.

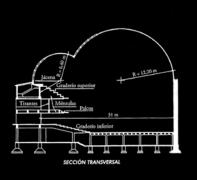
«Из-за сложности расчетов и постоянно существующей опасности ошибки теоретические выкладки сопровождалась проведением эксперимента с использованием модели уменьшенного масштаба».



1935 Корт Реколетос для игры в джай-алай, Мадрид, Испания

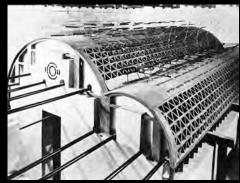


1935-1936 Строительство



Испытание на модели масштаба 1:10





Акведук в Альосе

Проектирование: Эдуардо Торроха Мирет Строительная компания: Huarte y Cia

Даты: 1939-1942

Местоположение: Дорога в Сантьяго, Сирауки, Наварра, Испания

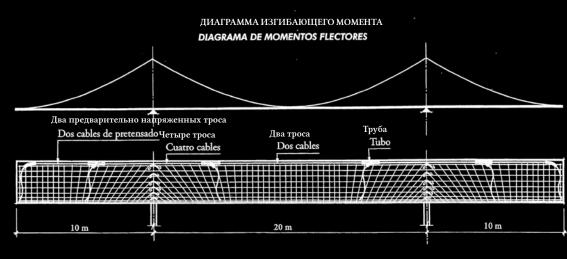
Длина канала: 218 м; Высота: 2,75 м; Толщина: 15 см

кведук в Альосе – одно из первых сооружений авторства Эдуардо Торрохи, изготовленных из преднапряженного бетона. В рамках этого проекта он впервые применил необычную технологию преднапряжения. Конструкция представляет собой самонесущий кубическо-параболический желоб, предварительно напряженный в двух перпендикулярных плоскостях для обеспечения герметичности. Желоб поддерживают огромные ножницевидные опоры, отстоящие друг от друга на 20 метров. Каждая 40-метровая секция имеет центральный отрезок длиной 20 м и два консольных отрезка длиной 10 м, по одному с каждой стороны. Два скрученных стальных троса, пропущенных по верхним краям желоба и создающих продольное преднапряжение, соединены резьбовыми поперечными стержнями, расположенными на расстоянии 4 метров друг от друга. Была разработана оригинальная система продольного преднапряжения с установкой специальных зажимов между двумя элементами каждой пары тросов, которые затем разделялись с помощью стального шарнирного рычага и гидравлического домкрата. Затем напряженные тросы покрывались слоем бетона.

Однако данное сооружение – не просто пример раннего использования технологии преднапряжения. В нем ярко воплотилась эстетика модернизма, что оказывает сильное визуальное воздействие на всех, кто проезжает мимо по дороге в Сантьяго.

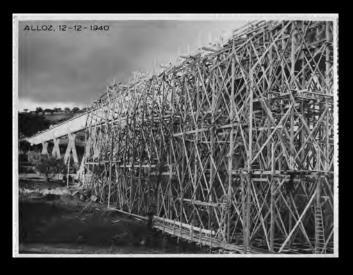
« Π ри проектировании этого акведука было особенно важно устранить риск возникновения щелей или просачивания воды, для чего внутренние стенки желоба подверглись двустороннему сжатию».







Чертеж фасада, акведук в Альосе



1939–1942 Акведук в Альосе



Напряжение троса при помощи гидравлического домкрата





Мост над Тордерой

Инженеры: Эдуардо Торроха Мирет, Сесар Вильяльба Гранда и Габриэль Андреу Элизайсин Строительная компания: Obras Metálicas Electro-Soldadas (OMES) и Investigaciones de la Construcción, S.A. (ICON)

Даты: 1939 (разработка проекта); 1939–1944 (строительство). **Местоположение**: Шоссе Барселона–Жирона, Испания

дуардо Торроха был первопроходцем в области композитных конструкций, выгодно использующих свойства двух материалов сразу – стали и железобетона. Он разработал проекты нескольких мостов из композитных материалов. Первый из них, мост над Тордерой (1939), был полностью разрушен в ходе Гражданской войны, сохранились только его опоры. В процессе реконструкции новый железобетонный настил был положен на эллиптические стальные балки, которые опираются на сохранившиеся быки моста. У моста имеются два боковых пролета шириной 45,7 метров каждый и центральный пролет шириной 54,7 метров. Арматурные стержни в бетонных напорных плитах были приварены к верхнему поясу стальных балок, чтобы плиты оказывали сжимающее воздействие на балки. Узлы этого моста получили международное признание (Швеция).

«Натяжная балка имеет форму эллиптической арки. Эта конструкция была выбрана после тестирования нескольких других способов обеспечить постоянную нагрузку по всей длине пролета и при этом сохранить сдавливающее напряжение в диагоналях – достаточно низко, чтобы они не сгибались».



1939–1944 Мост над Тордерой, Шоссе Барселона–Жирона, Испания



Мост Педридо

Инженеры: Эдуардо Торроха Мирет и Сесар Вильяльба Гранда

Строительная компания: Ricardo Barredo, S.A.

Даты: 1939 (разработка проекта); 1939—1943 (строительство). **Местоположение**: Устье реки Бетансос, Ла-Корунья, Испания

Тип: Арочный мост

нженер Сесар Вильяльба Гранда начал строить мост Педридо перед Гражданской войной. Полотно длиной 520 метров разделено на три секции. Когда работы были прерваны в связи с разразившейся Гражданской войной, были возведены только два боковых пролета: один с эстакадой длиной 340 метров, опирающейся на 19 двойных арок, второй – с эстакадой 102 метра на трех двойных арках.

В 1939 году Эдуардо Торроха разработал центральный пролет моста, чтобы завершить проект. Созданная им двушарнирная железобетонная арка длиной 78,4 метра возвышается над эстакадой моста на высоте 12,5 метров. Два основных ребра моста имеют разную глубину, но постоянную ширину. Сквозной арочный настил длиной 3,65 метров представляет собой сплошную плиту, крепящуюся к арке с помощью подвесов.

«Две половины основной арматуры для арки, выполненные из сварных плоских профилей, предназначены для установки с противоположных сторон моста, чтобы после соединения у замка и закрепления стяжкой, их можно было залить бетоном».

Эдуардо Торроха, 1940 г. (Спецификации проекта)





1939 Мост Педридо

Строительство

Виадук Мартина Хиля – арка Эслы

Инженеры: Франциско Мартин Хиль, Сесар Вильяльба Гранда, Антонио Салазар

Мартинес, Эдуардо Торроха Мирет

Организатор строительства: Министерство общественных работ Испании

Строительные компании: Max Jacobson, S.A., Ricardo Barredo, S.A., Esab Ibérica, S.A.,

Investigaciones de la Construcción, S.A. (ICON)

Даты: 1932 (1-й проект); 1935 (2-й проект); 1939 (3-й проект); 1934–1943 (строительство).

Местоположение: Река Эсла, Мансаналь-дель-Барко, Самора, Испания

Общая длина: 479 м; Высота: 84 м

Центральная арка: 209 м

Биадук Мартина Хиля стал еще одним проектом, прерванным в связи с началом Гражданской войны. По окончании войны в 1939 году Эдуардо Торроха возвел центральную арку из железобетона с рекордной шириной пролета – 209 метров.

Для оптимизации строительных работ и снижения затрат Торроха разработал несъемную центральную часть арки из стали: фермы с поперечными связями укладывались в бетонную конструкцию для ее постоянного усиления. Бетон для огромной арки был отлит в продольных формах с увеличением толщины каждого последующего фрагмента, чтобы после затвердения предыдущей порции бетона кружала могли выдерживать все большее напряжение.

«Y пяты и на вершине нижних поясов моста разместили несколько гидравлических домкратов для сжатия этих поясов и, соответственно, частичного освобождения верхних поясов от нагрузок сжатия, которые до этого полностью ложились на них».







1934–1943 Арка Эсла, Мансаналь-дель-Барко, Самора, Испания

Строительство

Ангары

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Архитектор: Рафаэль де ла Хойя Кастро

Строительная компания: Obras Metálicas Electro-Soldadas (OMES)

Дата: 1942

Местоположение: Аэропорт Торрехон-де-Ардос, Мадрид, Испания

Организатор строительства: ВВС Испании

Строительная компания: Obras Metálicas Electro-Soldadas (OMES)

Даты: 1946-1949

Местоположение: Аэроклуб Real de España, Куатро Вьентос, Мадрид, Испания

период между 1942 и 1949 годом Эдуардо Торроха выиграл конкурс, объявленный ВВС Испании, на строительство в Мадриде трех ангаров со стальной крышей. Первый, построенный для аэропорта Мадрид-Торрехон, позже послужил моделью для ангара аэропорта Мадрид-Барахас. Свободная площадь ангара должна была составлять 182,88 на 47,24 метра, хотя на входе допускалась установка центральной опоры – на расстоянии не более 10 метров от периметра конструкции, возле одной из продольных стен сооружения. Торроха спроектировал крышу с углом наклона 13° вверх со всех четырех сторон, чтобы максимально снизить ветровую нагрузку на стены. Крестообразные фермы данной конструкции опираются на продольную балку.

Третий ангар, который принципиально отличался от других, был построен для аэропорта Мадрид-Куатро-Вьентос. Стальные 35-метровые арки пересекаются на крыше, образуя очень жесткий ребристый свод. Эти арки были собраны на земле, а затем подняты на высоту.

«Каждая из двух половинок конструкции этой крыши выполняет роль очень прочной и жесткой балки, несмотря на свой крайне незначительный вес».



1942 Ангар в Торрехоне-де-Ардос, Мадрид, Испания









1946–1949 Ангар в Куатро Вьентос, Мадрид, Испания

Футбольный стадион Лас Кортс

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Архитектор: Хосе Мария Санье Видаль

Организатор строительства: Футбольный клуб «Барселона»

Строительная компания: Pubasa

Даты: 1943-1945

Местоположение: Барселона, Испания

анный стадион, возведенный из композитных материалов – бетона и стали, имеет инновационную стальную крышу, опирающуюся на большие железобетонные опоры и консоли на высоте 25 метров над трибунами. Его конструкция – еще один пример постоянного стремления Эдуардо Торрохи найти как наиболее подходящую форму конструкции для каждого функционального пространства, так и материалы, способные оптимизировать расходы на строительство.

Конструкция крыши представляет собой сетку из треугольных стальных кронштейнов, расположенных на расстоянии 5 метров друг от друга. Верхняя часть кронштейнов крепится к железобетонной арматуре с помощью болтов. Элегантный изгиб внутренней части крыши усиливается за счет деревянного каркаса, выкрашенного в оранжевый цвет. Железобетонная конструкция, поддерживающая крышу и зрительские трибуны, была спроектирована так, чтобы сделать ее максимально тонкой и экономичной, ограничив при этом подъем в изгибающем моменте. Гениальное решение, принятое Торрохой для решения всех трех задач, состояло и в том, чтобы разделить 8-метровый пролет на наклонных балках под трибунами центральной сляжкой.

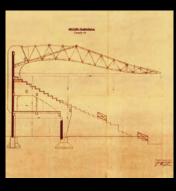
«Трудно было найти альтернативу строительным материалам и методам, чтобы создать эту грандиозную консольную крышу. Так как по проекту крыша должна была выступать над зрительскими трибунами на 83 фута, ее необходимо было изготовить из металла. Это позволило уменьшить вес конструкции и снизить ее стоимость».





1943–1945 Футбольный стадион Лас Кортс, Барселона, Испания





Поперечный срез

Часовня Святого Духа

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Организатор строительства: Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana (E.N.H.E.R.)

Дата: 1953

Местоположение: Долина де Сан-Николау, Айгуэс-Тортес, Лерида, Испания (сооружение

не сохранилось)

Пиренеях, там где совершает изгиб очаровательная далекая река Сан-Николау, Эдуардо Торроха создал настоящий шедевр тонкостенного строительства эпохи модернизма, который, к сожалению, до наших дней не сохранился. Служившая укрытием небольшая открытая часовня представляла собой своего рода полусферу. Ее тонкая оболочка вырастала из-под земли, покрывала всю внутреннюю площадь часовни, по форме напоминая наполненный ветром парус.

Конструкция крыши представляла собой полукупол из армированной кирпичной кладки, что в то время было очень экономичным решением для Испании. Система, разработанная для придания жесткости краю купола, была особенно оригинальной: несколько легких, предварительно напряженных радиальных стяжек закрепляли купол всего в двух точках.

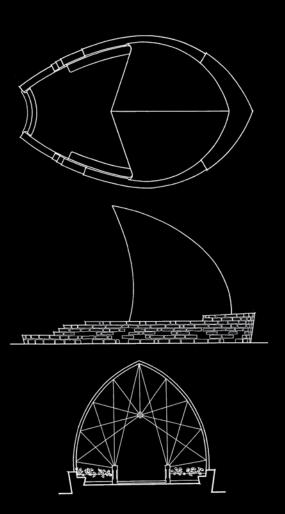
 ${}^{\prime\prime}B$ настоящее время не существует практического метода для расчета напряжения такой оболочки. Но этот недостаток не должен становиться препятствием на пути создания конструкций такого рода или даже гораздо больших по размеру».







Часовня Святого Духа, вид спереди и сбоку



Эдуардо Торроха Модуль для церкви в Эль-Пон-де-Суэрт

1952

Церковь в Эль-Пон-де-Суэрт

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет **Архитектор**: Хосе Родригес Михарес

Организатор строительства: Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana (E.N.H.E.R.)

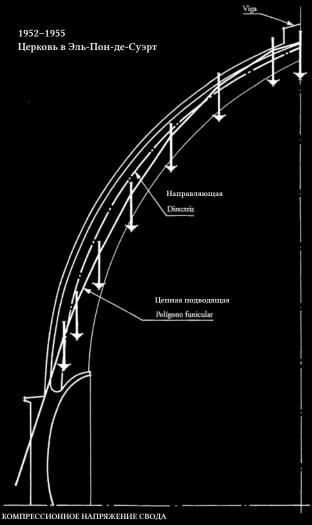
Даты: 1952-1955

Местоположение: Эль-Пон-де-Суэрт, Лерида, Испания

о структурной точки зрения, главная особенность тонкой кровли приходской церкви в Эль-Пон-де-Суэрт состоит в том, что это не только крыша: скорее, это единственный элемент конструкции здания, который вырастает из-под земли и определяет все внутреннее пространство здания. Облик церкви явно определяется ее конструкцией – как изнутри, так и снаружи.

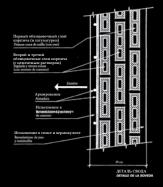
Единственный неф храма состоит из непрерывного ряда сводчатых тонких модулей, где главный сводчатый выступ крыши и стен соединяется с небольшими, также сводчатыми, апсидальными часовнями. В сечении эта структура представляет собой остроконечную арку, изгиб которой изменяется в поперечном направлении – чем ближе к своду, тем площе. Геометрическая форма адаптирована к изгибающим моментам структуры. Железобетонная балка, проходящая через замки свода во всех модулях нефа, укрепляет и стабилизирует конструкцию. Тонкие оболочки структуры составлены из трех изолированных слоев кирпичной кладки толщиной 3 сантиметра, формирующих сводчатый тимпан. С внешней стороны здания цементный раствор накладывался поверх тонкой стальной сетки.

«Такая тонкостенная структура дешево изготавливается и при желании адаптируется к любой форме, даже при постоянном изменении изгибов, как в случае с конструкцией сводов этой церкви».









Водонапорная башня в Федале

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Совместно с: Альфредо Паэс и Флоренсио дель Позо

Строительная компания: F. Fernández, Société marocaine des Entreprises Fernández

Местоположение: Федала, Марокко

Даты: 1956 (разработка проекта); 1956-1957 (строительство)

дуардо Торроха построил свою самую инновационную и элегантную водонапорную башню в Федале. Части конструкции имели разную форму и были созданы из разных материалов, что позволило оптимизировать структуру и функциональность сооружения и процесс строительства.

В то время как стены бака были построены из преднапряженного железобетона, тонкая свод-оболочка, не предназначенная для нагрузок или напора воды, была возведена из легкой кирпичной кладки, не требовавшей опалубки. Дно бака представляет собой железобетонный кольцевой свод. Его внешнее кольцо изготовлено из постнапряженного бетона с резьбовыми соединениями, в то время как в стенке, имеющей форму гиперболоида вращения, постнапряжение проходит вдоль так называемых образующих и направляющих линий. Их одновременное сжатие предотвращает растрескивание бака. В этом эстетически гармоничном решении каждый элемент имеет свою идеальную форму конструкции и изготовлен из наиболее подходящего материала.

«Основная проблема при проектировании этого резервуара емкостью 925 000 галлонов заключалась в обеспечении надежной гидроизоляции. В результате первоначальная форма – усеченный конус – была изменена на гиперболоид вращения, который был натянут вдоль двух сеток из прямых линий, типичных для гиперболоида. Таким образом, одновременно было достигнуто сжатие вдоль генераторов и направляющих и был устранен риск расслоения бака».











1956–1957 Водонапорная башня в Федале, Марокко

Строительство

Дамба Канельес

Инженеры: Карлос Бенито Эрнандес и Эдуардо Торроха Мирет

Организатор строительства: Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana (E.N.H.E.R.)

Строительная компания: E.N.H.E.R.

Даты: 1953-1964

Местоположение: Река Ногера, Рибагорса, Лерида, Испания

Длина: 210 м Высота: 140 м

свое время дамба Канельес высотой 140 метров была самой высокой в Испании. Неодинаковые горизонтальные и вертикальные изгибы арочной дамбы стали результатом последовательного структурного анализа макета, проведенного Эдуардо Торрохой с целью оптимизации структурной формы сооружения. Строительство было завершено в 1964 году, через три года после смерти Торрохи.

«До того, как был выбран окончательный проект конструкции, было изготовлено целых семнадцать макетов. В результате испытаний каждого макета рассчитывались изменения, которые необходимо внести в следующую модель, измененная форма которой вновь подвергалась экспериментальной проверке. Исследование сочли завершенным, когда удалось создать конфигурацию дамбы с максимальным сжимающим напряжением 700 фунтов на квадратный дюйм и незначительным растягивающим на верхней поверхности».







Тестирование масштабной модели

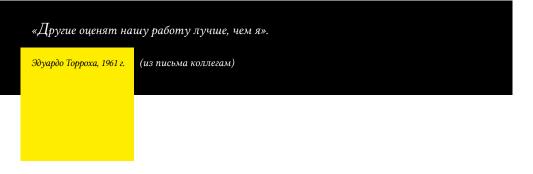
1953–1964 Дамба Канельес. Лерида, Испания



ЗАЛ - S3

Третий и последний зал постоянных выставок в музее Эдуардо Торрохи посвящен истории учреждения, которое ныне называется Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи в рамках Национального исследовательского совета.

В этой части экспозиции рассказывается о строительстве новой, революционной штаб-квартиры организации (1949–1953), а также о научных проектах, просветительской и образовательной деятельности Эдуардо Торрохи в золотой век модернизма. На базе Института в 1959 году была основана Международная ассоциация по тонкостенным оболочкам (IASS), а впоследствии – и многие другие национальные и международные организации.



Представленные работы: строительство новой и нынешней штаб-квартиры института, его уникальные элементы, а также публикации и экспериментальные оболочки, построенные Торрохой в 1959 году; «ребра жесткости», сооруженные в 1969 году в честь Эдуардо Торрохи как дань уважения бетону и стали.

Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Архитекторы: Гонсало Эхегарай Корриба и Мануэль Барберо Ребольедо

Организатор строительства: Эдуардо Торроха Мирет

Строительная компания: Agromán, S.A.

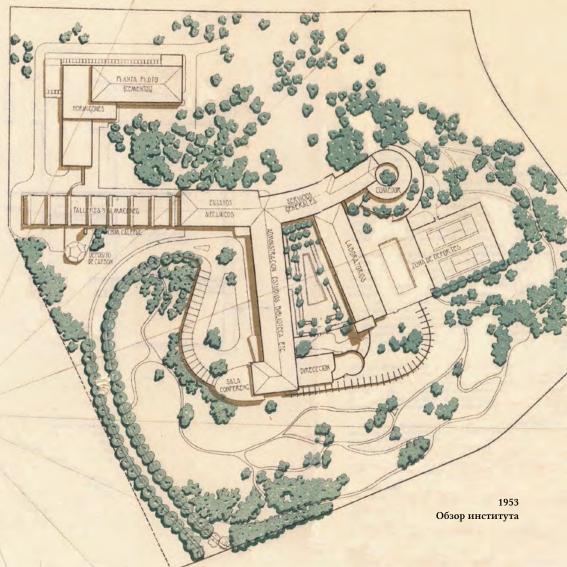
Даты: 1949-1953

Местоположение: Мадрид, Испания

Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи (IETcc), основанный в 1934 году под названием «Технический строительный институт» (ITCE), а затем переименованный в Институт строительства и цемента, определенно, является главным и наиболее ценным наследием Эдуардо Торрохи. Этому учреждению он посвятил значительную часть своей карьеры (1934–1961), возглавляя его до самой смерти. Его жизненная философия и подход к управлению помогли сделать Институт одним из самых выдающихся исследовательских учреждений в мире в золотые годы модернизма.

В 1949 году Эдуардо Торроха начал проектировать новую штаб-квартиру института. Это было революционное поле для исследований. Архитектурный проект главного здания состоит из восьми взаимосвязанных одноили двухэтажных флигелей. В горизонтальном плане здание с восемью флигелями напоминает расческу с неровными зубцами, адаптированную к местному рельефу. Здание намеренно имеет форму греческой буквы «фи», образуя пять открытых благоустроенных дворов, окружающих длинные фасады.

Торроха воспользовался возможностью, предоставленной строительством новой штаб-квартиры, для реализации на практике результатов исследований, проведенных его институтом в области рационализации традиционного и полносборного строительства, а также использования сборных бетонных и железобетонных изделий. Он превратил стройплощадку в огромную лабораторию, «школу полносборного строительства», перед которой была поставлена цель – собрать под одной крышей все инновационные и рискованные проекты, существовавшие на тот момент времени в Испании. Инновационная структура здания и архитектурные пространства в новой штаб-квартире института были плодом творчества Торрохи: здесь можно увидеть круглый обеденный зал, хранилище угля в форме двенадцатигранника, треугольную свод-оболочку над мастерской и испытательными стендами, а также перголу, расположенную на периферии здания. Что особенно важно, он отобрал все эти конструкции из своего наследия, чтобы включить их в книгу под названием «Конструкции Эдуардо Торрохи; автобиография инженерных достижений», которая была опубликована в корпорации F.W. Dodge в Нью-Йорке в 1958 году.

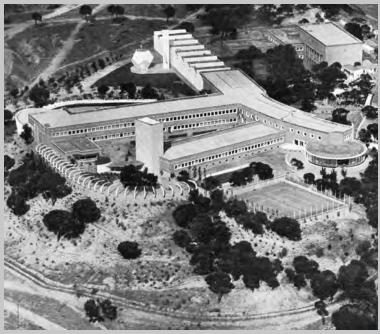






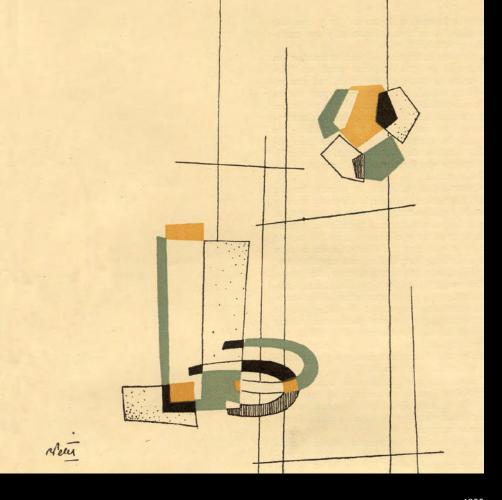








Институт строительства и цемента, новая штаб-квартира



1955 Бернар Пети – «Додекаэдр института»

Институт: Уникальные элементы

Инженер: Эдуардо Торроха Мирет

Организатор строительства: Эдуардо Торроха Мирет

Строительная компания: Agromán, S.A.

Даты: 1949-1953

Местоположение: Мадрид, Испания

беденный зал при институте является архитектурно привлекательным и, безусловно, крайне эстетичным пространством с изогнутым застекленным фасадом, выходящим на сосновый бор, растущий на территории института. Зал столовой имеет форму круга диаметром 22,44 метра с потолком высотой 3,5 метра. Его изогнутые железобетонные стены, облицованные камнем, разделены огромной раздвижной стеклянной дверью-окном с радиусом кривизны 180°. В открытом состоянии дверь исчезает между двумя плоскостями стены, и обеденный зал как бы раскрывается наружу, к окружающему природному ландшафту. Конструкция крыши создается благодаря разной глубине (от 0,84 до 0,22 м) и радиально расположенным консольным стальным фермам. Железобетонные колонны обеденного зала, на которые они опираются, огибают клумбу, устроенную внутри корпуса.

Над мастерскими института, помещениями с прямоугольной планировкой 15,0 м х 87,7 м сооружена тонкая треугольная крыша. Каждый из девяти цилиндрических сводов, установленных под прямым углом друг к другу, простирается на 10,0 метров. Крыша была сконструирована из небольших (I-80) стальных профилей, формирующих сварную решетку из одинакового размера равносторонних треугольников. Полученные в результате треугольные тонкие своды оказались настолько легкими, что собирались на земле, а затем устанавливались на высоте 7 метров.

«...хотя железобетонные оболочки часто использовались для строительства крыш такого типа, здесь, в целях экономии, мы выбрали очень легкую треугольную решетку, которая идеально подошла к крыше цилиндрической формы».

Эдуардо Торроха, 1958 г.

Пергола, расположенная на западном краю сада, представляет собой прерывистую последовательность железобетонных ребер, образующих лемнискату Бернулли. Нулевая кривизна этого сооружения представляет собой математический символ бесконечности. И снова Торроха выбрал символическую геометрическую форму, чтобы обозначить границы территории института. Каждое ребро представляет собой изогнутую консольную балку, отходящую от армированной бетонной стены, удерживающей слой прилежащей почвы. Ребра увенчаны стальной сеткой, состоящей из гладких стальных стержней, отдаленно напоминающих гиперболический параболоид.

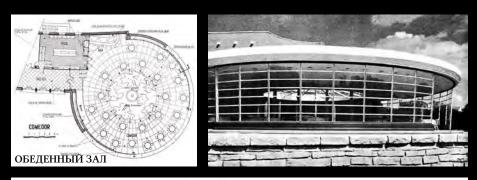
Хранилище угля спроектировано в форме двенадцатигранника. Эта совершенно правильная, отдельно стоящая рядом с главным входом скульптура вскоре стала настоящим символом Института.

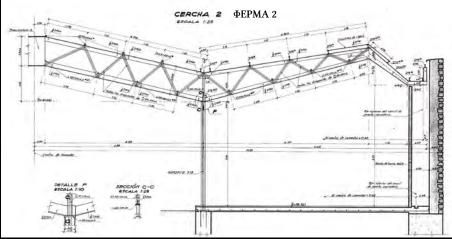
Скульптура с тонкостенной оболочкой высотой 8,6 метра и железобетонными стенами толщиной 22 сантиметра выглядит так, будто ее собрали на месте. Торроха признавал, что, хотя геометрической формой с самым высоким отношением объема к поверхности является сфера, он выбрал двенадцатигранник с чуть меньшим объемом, поскольку хранилище этой формы проще и дешевле построить, а его геометрическая форма производит эстетически приятное впечатление, учитывая размер хранилища. Двенадцатигранник, будучи одним из платоновых полиэдров, пользуется популярностью в связи с тем, что его пространственные характеристики отражают принцип золотого сечения. Через год после создания двенадцатигранника в 1954 году известный архитектор Ричард Бакминстер Фуллер получил патент на свое изобретение – знаменитые геодезические купола икосаэдрической и додекаэдрической формы. Фуллер подчеркивал простоту создания этих форм, хотя в его случае поверхности состояли не из плоскостей, а из стержней.

«...в этих многогранных объектах свет и тени точно адаптируются к ребру, нарисованному проектировщиком, подчеркивая их четкие контуры».

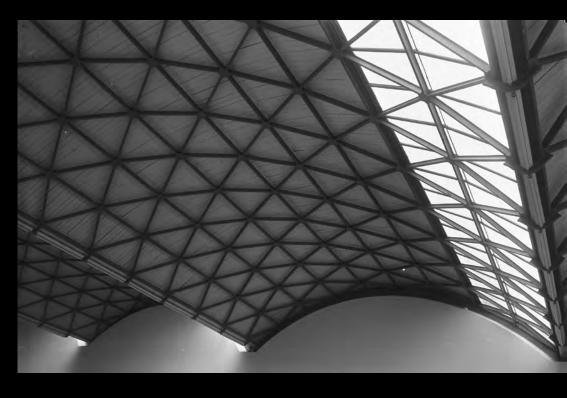
Эдуардо Торроха, 1959 г.





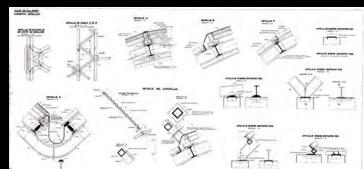


Обеденный зал, план помещения и чертеж фермы



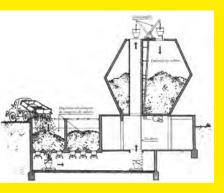


1953 Мастерская и помещение для тестирования конструкций, конструкторские чертежи



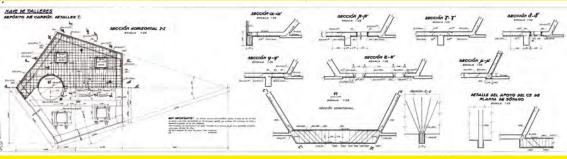












1953 Двенадцатигранник/ хранилище угля; конструкторские чертежи, процесс строительства



1955 Эдуардо Торроха с участниками спецкурса в Институте строительства и цемента



Международная ассоциация по тонкостенным оболочкам

IASS

Наследие Эдуардо Торрохи не ограничивается его инновационными проектами и работами, его вкладом в проектирование различных конструкций, использование макетов для проверки осуществимости определенных конструкторских решений, в результате чего были созданы такие материалы как железобетон и преднапряженный бетон. Он был еще и талантливым организатором и прирожденным лидером. За свою жизнь он основал ряд национальных и международных ассоциаций, которые подобно IASS (1959) продолжают способствовать прогрессу в области гражданского строительства и архитектуры.

В сентябре 1959 года в Институте состоялся «Международный коллоквиум по нетрадиционным процессам строительства с использованием тонкостенных оболочек». Результатом этой встречи стало решение поддержать предложение, выдвинутое Эдуардо Торрохой - учредить Международную ассоциацию по тонкостенным оболочкам (IASS). Встреча была организована самим Торрохой в сотрудничестве с Испанской центральной лабораторией тестирования материалов, которую он тогда также возглавлял. В коллоквиуме приняли участие более ста специалистов из более десятка стран: Аргентины, Бельгии, Бразилии, Дании, Финляндии, Франции, Германии, Италии, Японии, Нидерландов, Норвегии, Польши, Португалии, Испании, Шри-Ланки, Швеции, Швейцарии, Великобритании и Уругвая. Наиболее прославленные дизайнеры и строители тонкостенных оболочек возглавили рабочие сессии и/ или выступили с докладами по своим неопубликованным работам. В частности, среди прочих на мероприятии присутствовали А. Падуарт, В. Церна, К.В. Йохансен, Х. Рюле, Ф. Мюллер, Р.С. Дженкинс, В. Пониж, А.Л. Парме, Э. Джангреко, А.М. Хасс, М. Хан, Н. Эскильян, И. Цубои, О. Аруп и Х. Ислер.



Эдуардо Торроха, по сути, готовил проведение этого коллоквиума с 1958 года, когда он впервые осознал, что пришло время создать международную ассоциацию по тонкостенным бетонным оболочкам. Он считал, что, отдавая долг участникам коллоквиума, Институт должен начать создавать полномасштабные экспериментальные модели и размещать их на своей территории, в частности, во «Дворике прораба». Это были две последние тонкостенные оболочки, разработанные и построенные Эдуардо Торрохой. 16 сентября 1959 года во время проведения учредительного коллоквиума IASS Торроха устроил прием для участников коллоквиума во «Дворике прораба», чтобы продемонстрировать им эти экспериментальные оболочки. Одна из них, под названием «Киты», представляла собой тонкую крышу толщиной 3 сантиметра, состоящую из 10 сборных элементов двойной кривизны, соединенных предварительно напряженным бетоном и образующих модульную оболочку длиной 10,25 метра и шириной 1,85 метра. Основные модули конструкции были соединены между собой по внутренней стороне анкерной стяжкой. В результате получилась наклонная крыша, опирающаяся краями на две противоположные стены. В поперечном срезе сборные элементы представляли собой синусоиду, а в продольном состояли из двух пересекающихся эллиптических арок. Итоговая форма модуля способствовала оптимальному распределению нагрузок.

Вторая экспериментальная конструкция, построенная Эдуардо Торрохой и спроектированная совместно с его сыном Хосе Антонио Торрохой Каванильясом, состояла из треугольных модулей толщиной 4 сантиметра. Расположенная на опорах, размещенных в форме шестигранника, эта конструкция должна была закрывать подземный резервуар для воды и выдерживать нагрузки порядка 20 кН/м², создаваемые давящей на опоры землей. Все шесть модулей были первоначально отлиты на земле, отделены друг от друга соединениями, а затем подняты и уложены на опоры.

Пепа Кассинельо Куратор



IASS Медаль Эдуардо Торрохи





1959 Экспериментальные конструкции, «Дворик прораба»

Тонкостенное ребро

Памятник бетону и стали

Архитектор: Фернандо Кассинельо Перес

Инженеры: Хосе Антонио Торроха Каванильяс (конструкция)

Франциско Моран Кабре (геометрия)

Рафаэль Фернандес Санчес (строительство)

Организатор строительства: Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи

Дата: 1969

Местоположение: Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи, Мадрид, Испания

1969 году по случаю проведения Конгресса Международной ассоциации по тонкостенным оболочкам (IASS) в Мадриде в Институте им. Эдуардо Торрохи открыли памятник бетону и стали. Он был установлен в том же «Дворике прораба», где Эдуардо Торроха экспериментировал с тонкостенными оболочками, чтобы поприветствовать участников международного конгресса, на котором в 1959 году была основана IASS.

В 1969 году IASS решила расширить свою сферу компетенций и начать строить новые пространственные конструкции из других материалов. Организация сохранила первоначальную аббревиатуру своего названия, но теперь стала называться Международной ассоциацией по оболочкам и другим пространственным конструкциям. Тонкостенные оболочки из железобетона перестали быть экономически выгодными. Хотя в новых социально-экономических и технологических условиях основания для их использования исчезли, в некоторых странах продолжили возводить крупные конструкции по проектам последних сторонников данной технологии. Именно по этим причинам памятник был разработан в виде тонкостенного каркаса, покрывающего открытое пространство. Сооружение можно было использовать в качестве часовни или для проведения памятных мероприятий.

Форма конструкции, «тонкостенное ребро» толщиной 40 сантиметров у основания и от 6 до 10 сантиметров у консольной крыши, напоминала перголу, проходящую вдоль западной границы территории института.







1969 Тонкостенное ребро, памятник бетону и стали, во время строительства и после завершения, во «Дворике прораба»





Хотя здесь представлены далеко не все мои работы, я уверен: те из них, что все же вошли сюда, служат примерами того, что я искал и в конце концов нашел.

Эдуардо Торроха, 1958 г.

«Конструкции Эдуардо Торрохи; автобиография инженерных достижений»

Производство

Фонд Эдуардо Торрохи



Помещения

Hipódromo de la Zarzuela, S.A



Спонсоры проекта

Министерство общественных работ / Генеральный директорат по архитектуре и CEDEX





Фонд строительной компании ACS

Ferrovial agroman

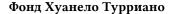
Фонд компании Banco Caminos





Сотрудничество

Мадридский политехнический университет













Благодарность

Прежде всего, хочу поблагодарить Фонд Эдуардо Торрохи за невероятную и ценную возможность поработать куратором музея Эдуардо Торрохи и отредактировать его каталог, сокращенная версия которого была опубликована на пяти языках с целью способствовать международному распространению информации о наследии Эдуардо Торрохи.

От своего имени и от имени Фонда выражаем особую благодарность не только учреждениям и организациям, которые помогли воплотить в жизнь проект музея и создать этот каталог, но и всем тем, кто разделяет наш энтузиазм по поводу этого проекта. Благодарим Фаину Суриту, президента ипподрома Ла-Сарсуэла, за заключенное с Фондом соглашение о предоставлении места на ипподроме для размещения музея. Благодарим Антонио Гарсия Феррера, вице-президента Fundación ACS, который с самого начала поддерживал создание музея Эдуардо Торрохи и предоставил значительную часть финансирования для этого проекта. Благодарим заместителя генерального директора Министерства общественных работ, а также Исследовательское агентство по гражданскому строительству (CEDEX), которые не только предоставили свои документы и макеты для показа в музее, но также взяли на себя часть работ и забот и разделили с нами радость достижений: заместителя генерального директора по архитектуре Хавьера Мартина, информационного директора Эдуардо Арагонеса и Сару Леон. Благодарим генерального директора CEDEX Анхеля Гонсалеса, а также Долорес Ромеро и Хавьера Пласенсия. Благодарим Институт строительных наук им. Эдуардо Торрохи за сотрудничество и предоставление в аренду части своих архивов. Особая благодарность выражается Виртудес Азорин, Анжеле Сорли, Рохелио Санчесу, Антонио Бласкесу и Марибель Санчес-Рохас. Благодарим Фонд Хуанело Турриано, его президента Викториано Муньоса Каву и директора Фонда Бернардо Ревуэльте за финансирование создания масштабной модели крытого рынка в Альхесирасе, одной из самых знаковых работ Эдуардо Торрохи.

Благодарим замечательных авторов статей в этой книге за их заинтересованное участие. Среди них: Мигель Агильо, Кармен Андраде, Хосе Калавера, Уго Коррес, Луис Фернандес Гальяно, Леонардо Фернандес Трояно, Кармен Хорда, Херонимо Хункера, Хавьер Мантерола, Хулио Мартинес Кальсон, Елена Паскуаль, Фернандо Санчес-Драго и Майк Шлех. Также благодарим Анхеля Гонсалеса Лукаса, управляющего директора SIKA Еѕраñа, компании, которая восстановила тонкие крыпии над ипподромом Ла-Сарсуэла, где находится музей, за помощь в финансировании публикации этого каталога. И наконец, далеко не в последнюю очередь, мы благодарны бывшему и нынешнему вице-канцлерам Мадридского политехнического университета Луису Малдонадо и Франциско Х. Мартину, представляющим факультеты архитектуры и инженерного дела, выпускников этих факультетов и вышеназванных профессоров, каждый из которых, представляя разные учреждения и организации, сыграл роль в работе сплоченной и продуктивной сети, занимающейся распространением инноваций и изучением истории нашей отрасли.

Пепа Кассинельо Директор Фонда Эдуардо Торрохи



Что стоит дороже – килограмм камней или килограмм золота? Адольф Лоос задается этим вопросом в начале своего знаменитого эссе, посвященного строительным материалам. А ответ на него прост. Если мы имеем в виду килограмм камней, из которых возведены стены египетских пирамид, храма Абу-Симбел, римского Пантеона или Севильского кафедрального собора, он, определенно, гораздо дороже килограмма золота.

Благодаря праву осознанно интерпретировать окружающий мир, у людей есть возможность расширять свое представление о том, что обладает определенной ценностью, а что понастоящему бесценно. Это же положение относится и к любым материальным ценностям.

Если бы Лоос в своем вопросе интересовался стоимостью не камня, а бетона, отвечая, мы бы обязательно сослались на работы Эдуардо Торрохи. Многие созданные им конструкции из железобетона и предварительного напряженного бетона — самые ценные творения из этого материала в истории гражданского строительства и архитектуры. То же, пусть и в несколько меньшей степени, относится к работам Эдуардо Торрохи, выполненным из кирпичной кладки, стали или композитных материалов, поскольку он был весьма нетипичным представителем эпохи модернизма в инженерном искусстве.

Пепа Кассинельо Куратор Директор Фонда Эдуардо Торрохи



