ESTUDIO MORTERO RESISTENTE AL FUEGO EN LA CUBIERTA DE LA AVANZADA DE LEIOA

Pedro Rivas de Apraiz
(INTERBIAK)

Javier Salas Márquez
(CEMOSA EUSKO CONTROL)

10 de octubre de 2024

TABLA DE CONTENIDOS

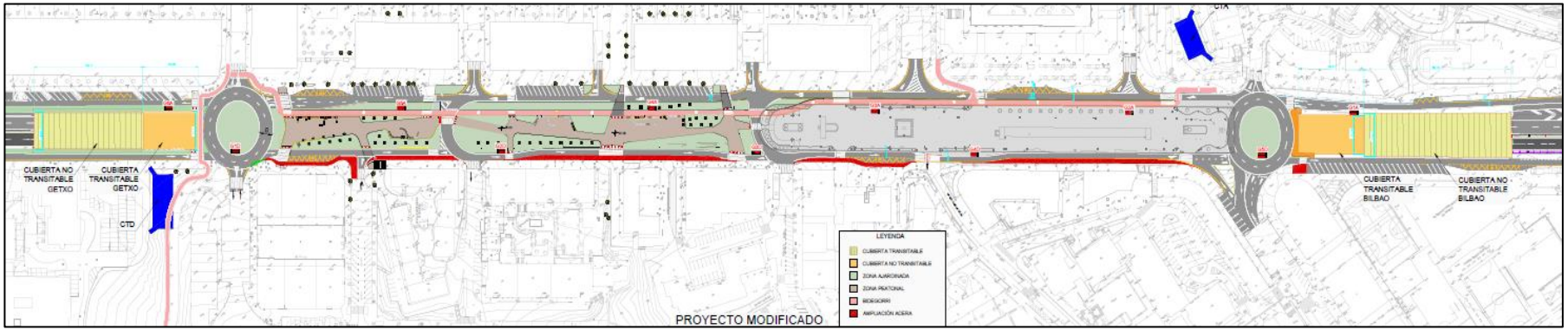
01 CUBIERTAS NO TRANSITABLES EN LA AVANZADA DE LEIOA. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

02 ENSAYOS PARA EL ESTUDIO

01

CUBIERTAS NO TRANSITABLES EN LA AVANZADA DE LEIOA. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO.

Pedro Rivas de Apraiz (INTERBIAK)



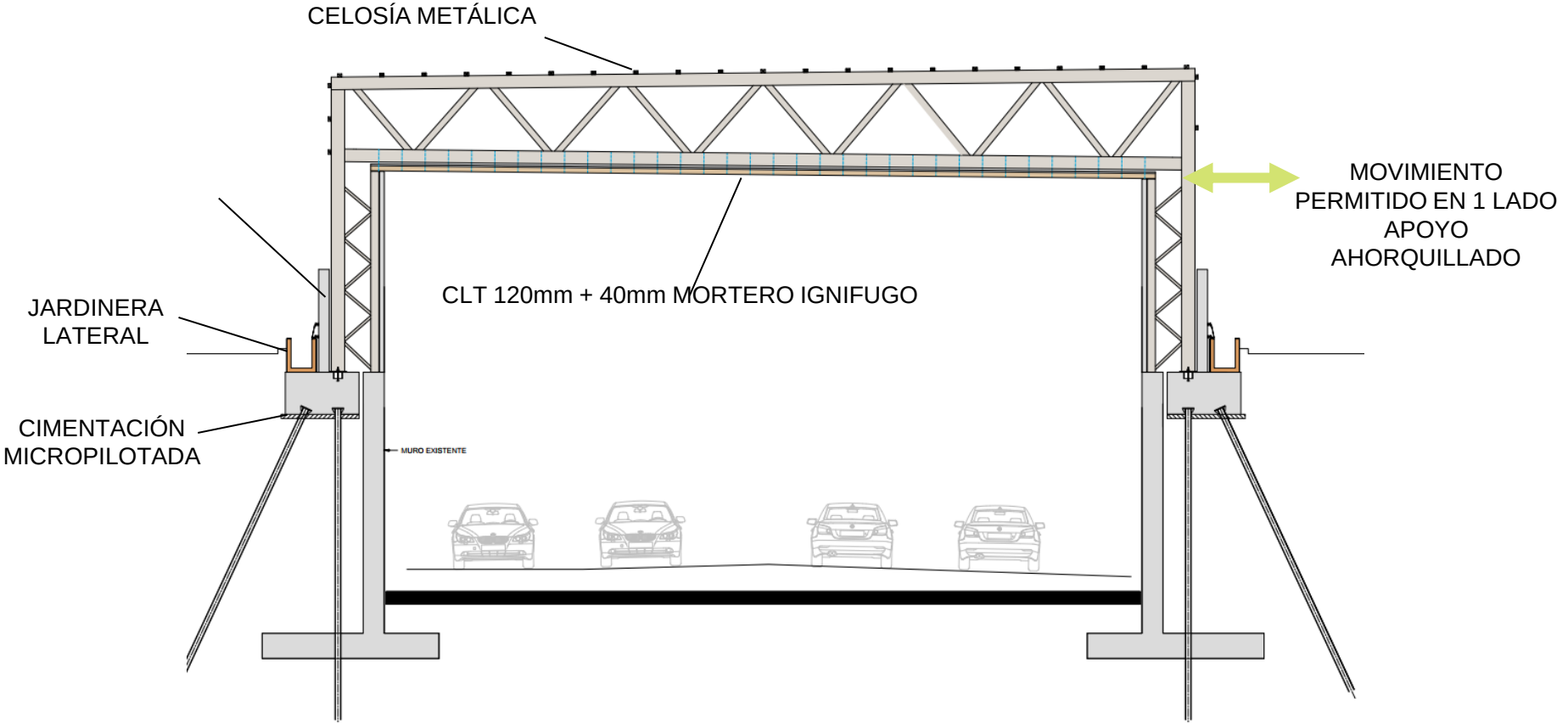
PLANTA GENERAL DE LA OBRA DE LA CUBIERTA DE LA AVANZADA

ZONAS DE ACTUACIÓN

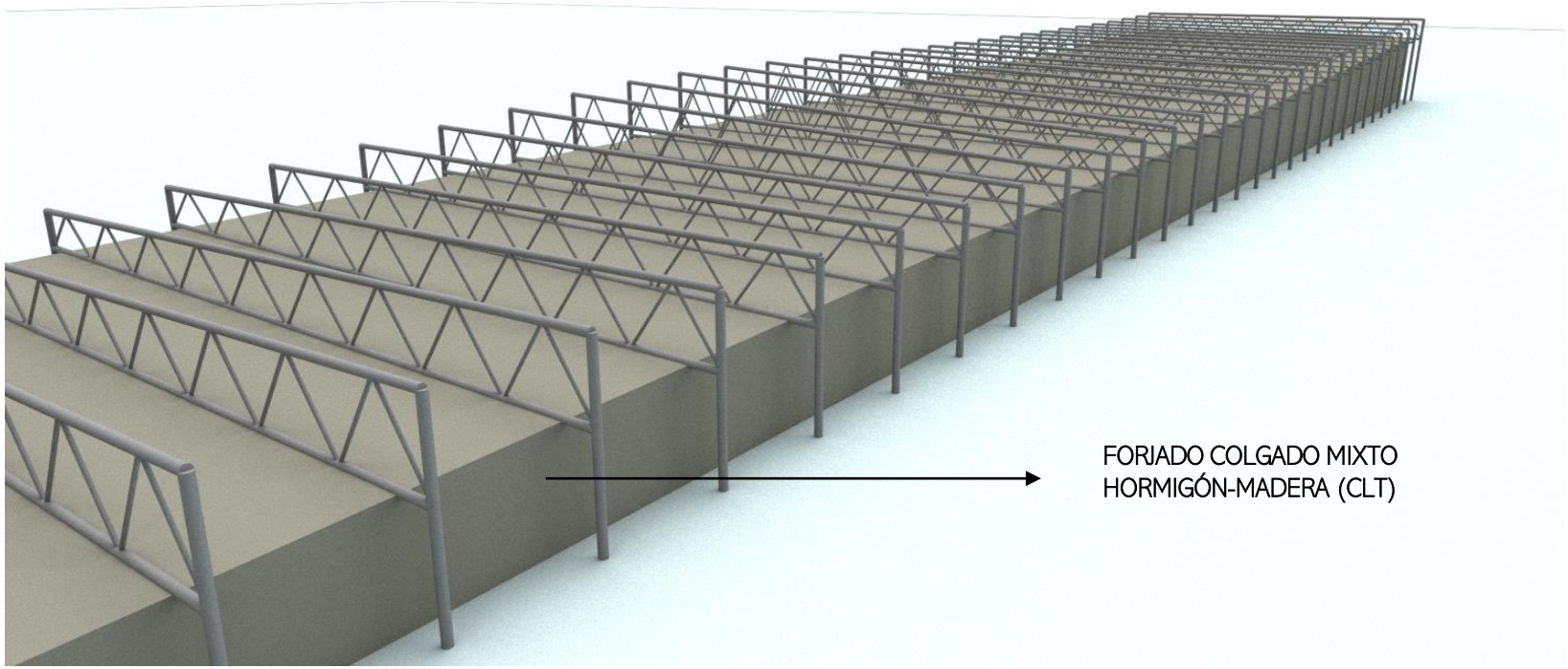


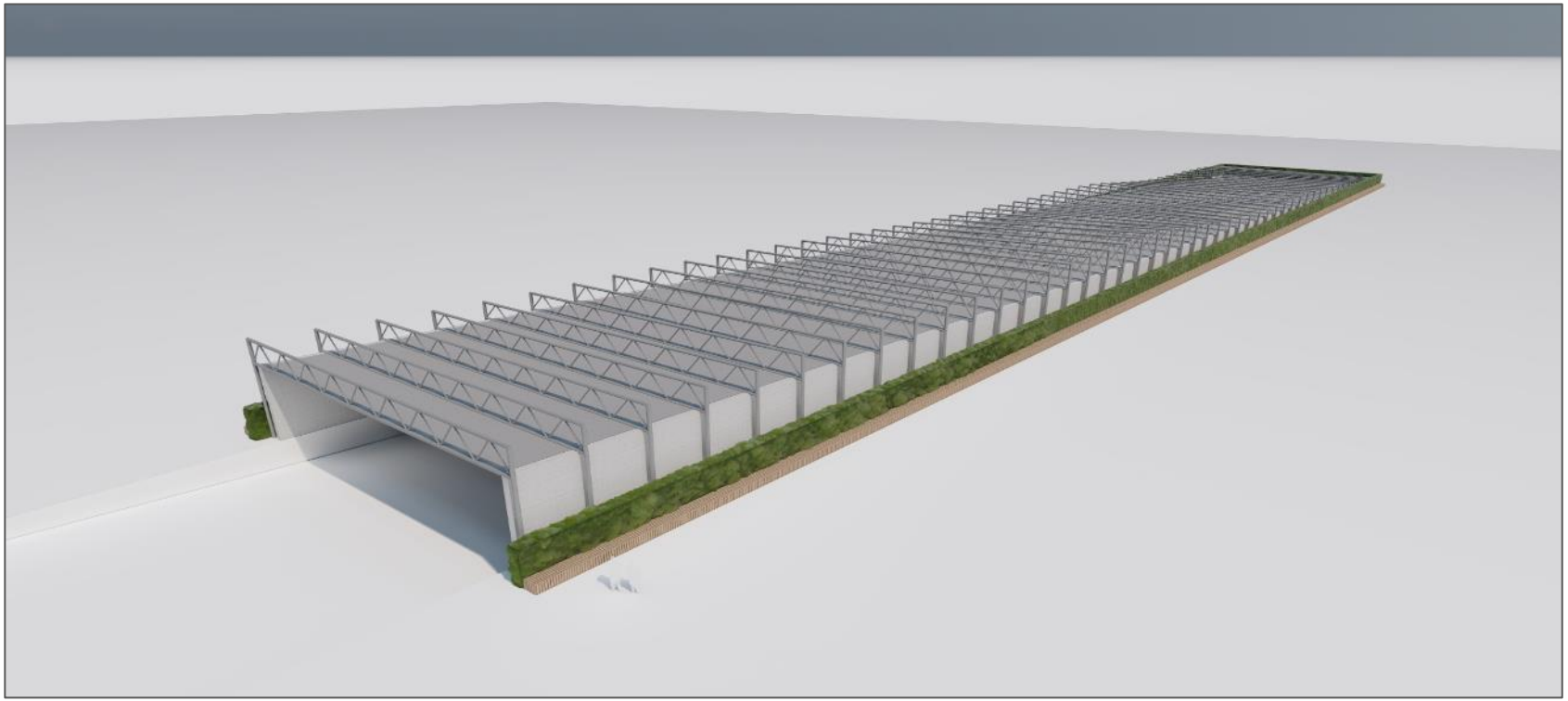
LADO GETXO
65 m.

LADO BILBAO
85 m.

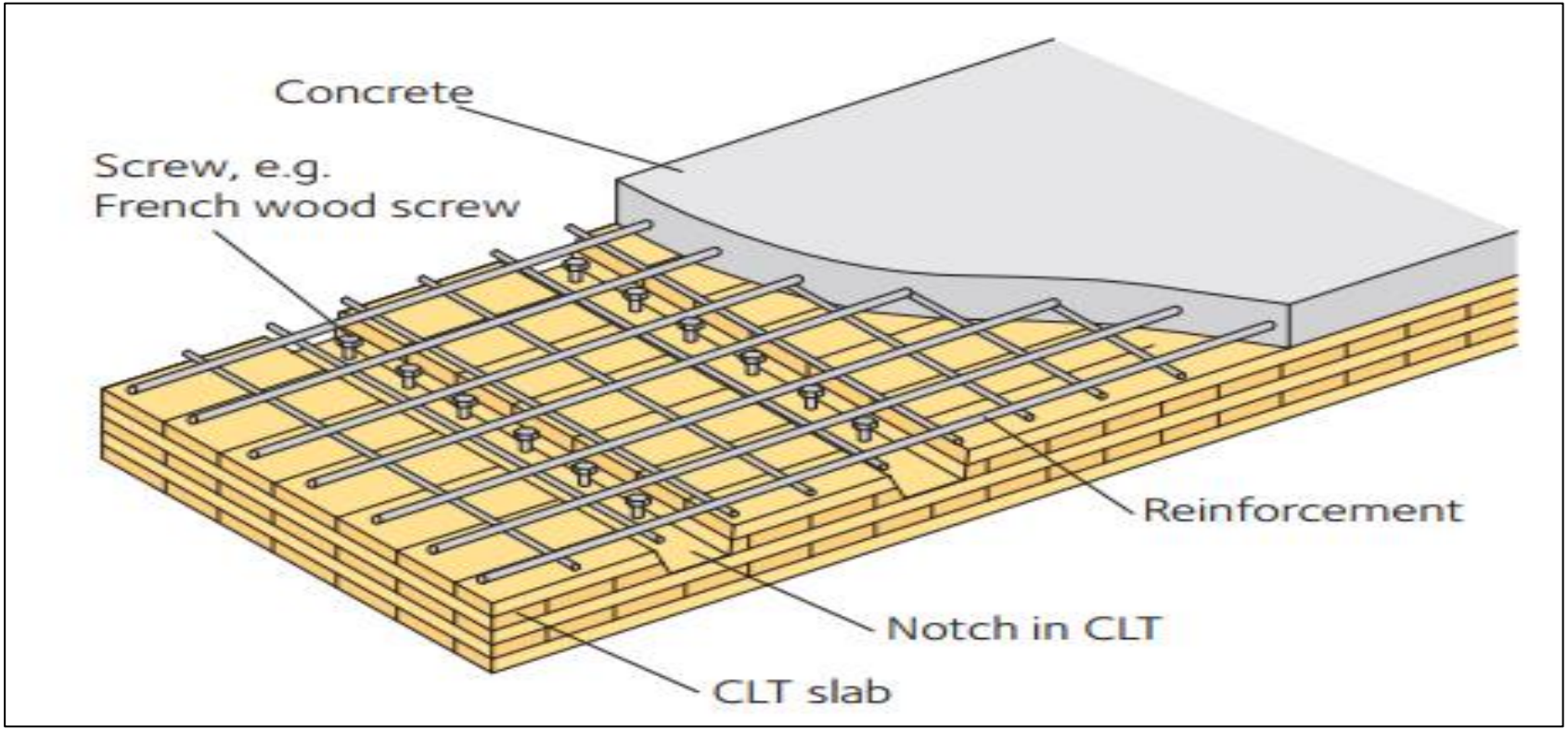

CELOSÍA METÁLICA
MOVIMIENTO
PERMITIDO EN 1 LADO
APOYO
AHORQUILLADO
CLT 120mm + 40mm MORTERO IGNIFUGO
JARDINERA
LATERAL
CIMENTACIÓN
MICROPILOTADA
MURO EXISTENTE


CAJA AISLADA CON ESTRUCTURA DE
SOPORTE EXTERNA
MURO EXISTENTE


FORJADO COLGADO MIXTO
HORMIGÓN-MADERA (CLT)



ESQUEMA ESTRUCTURAL DE CUBIERTA NO TRANSITABLE

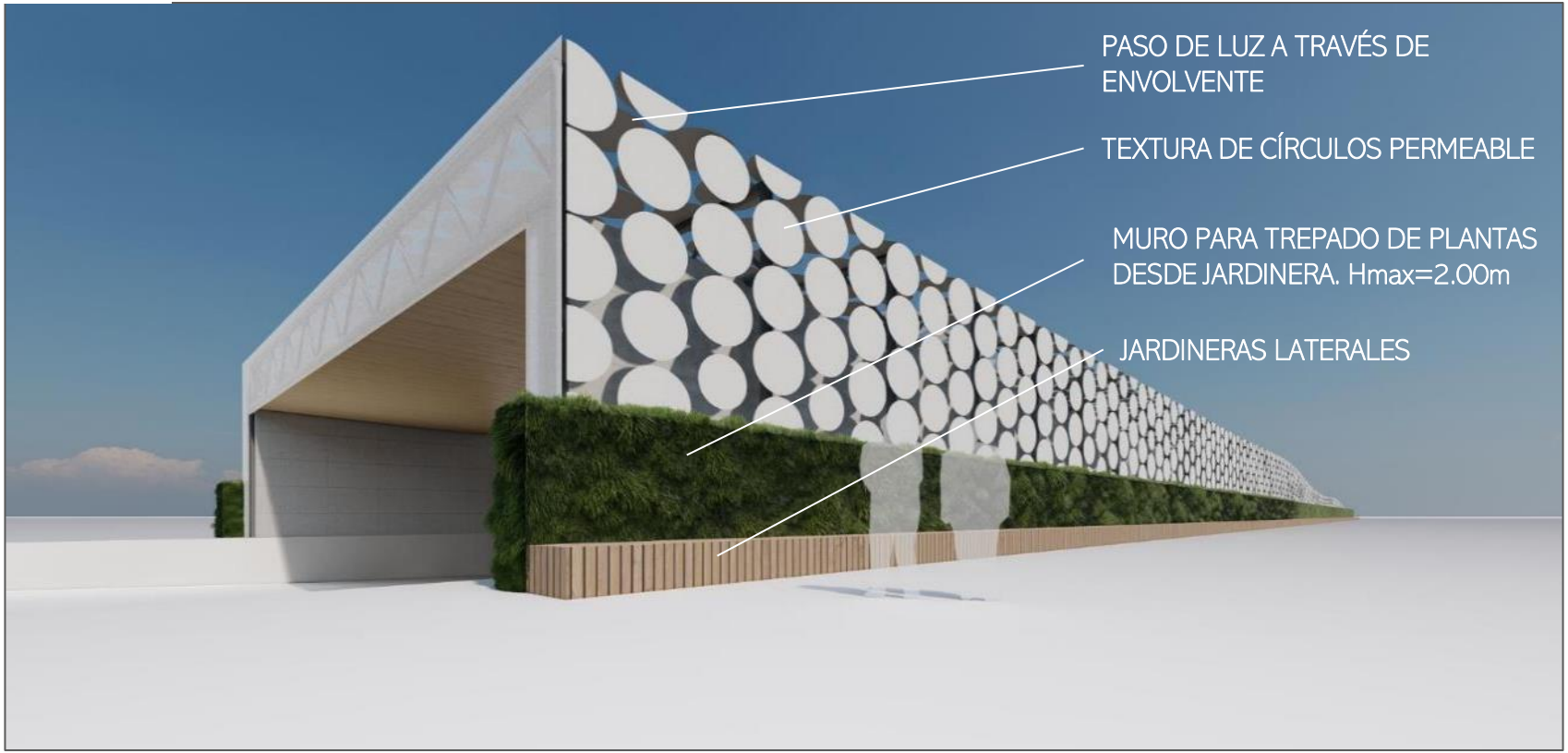


SISTEMA MIXTO CLT+HORMIGÓN

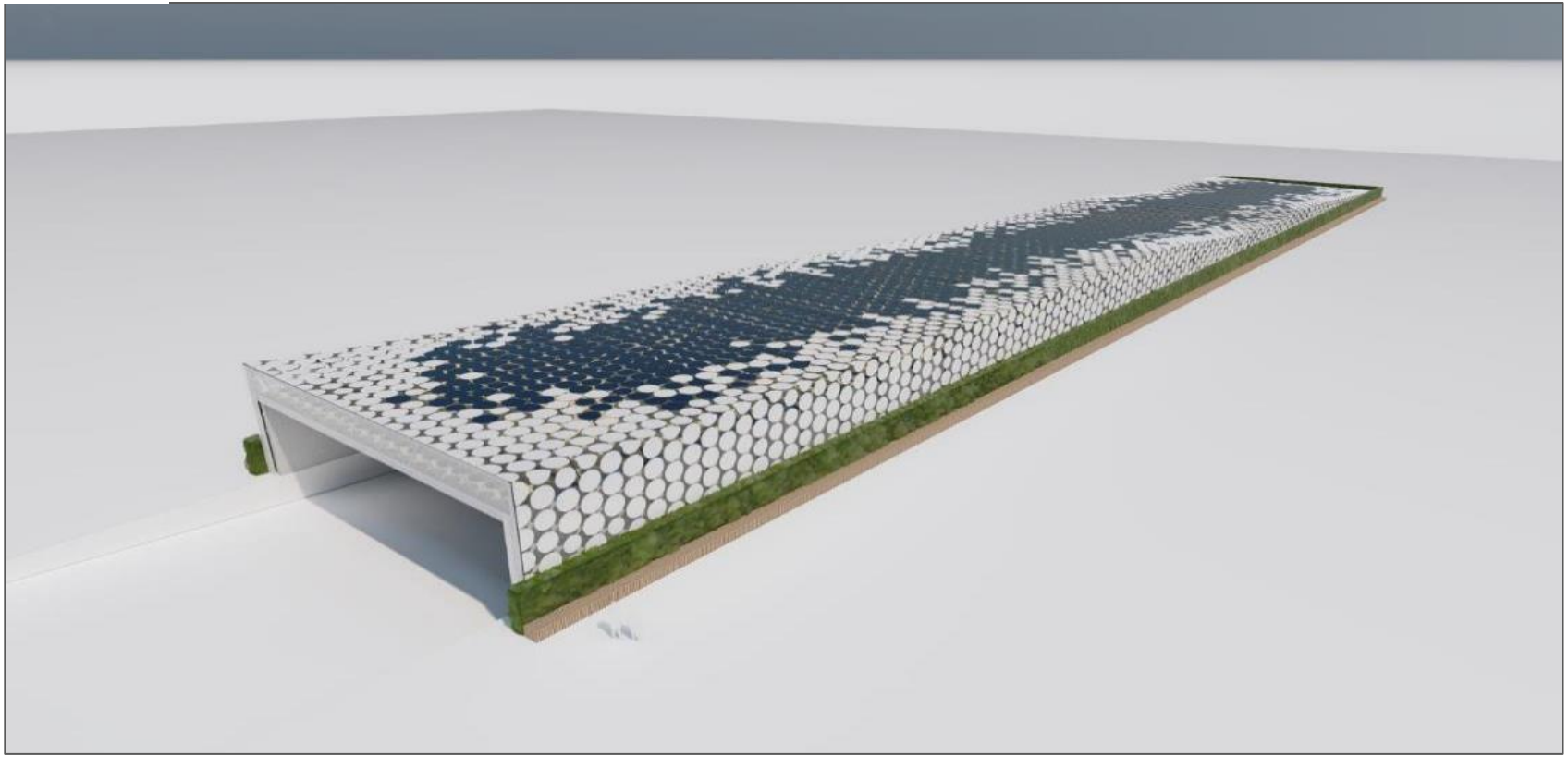

VAPO
MONIER



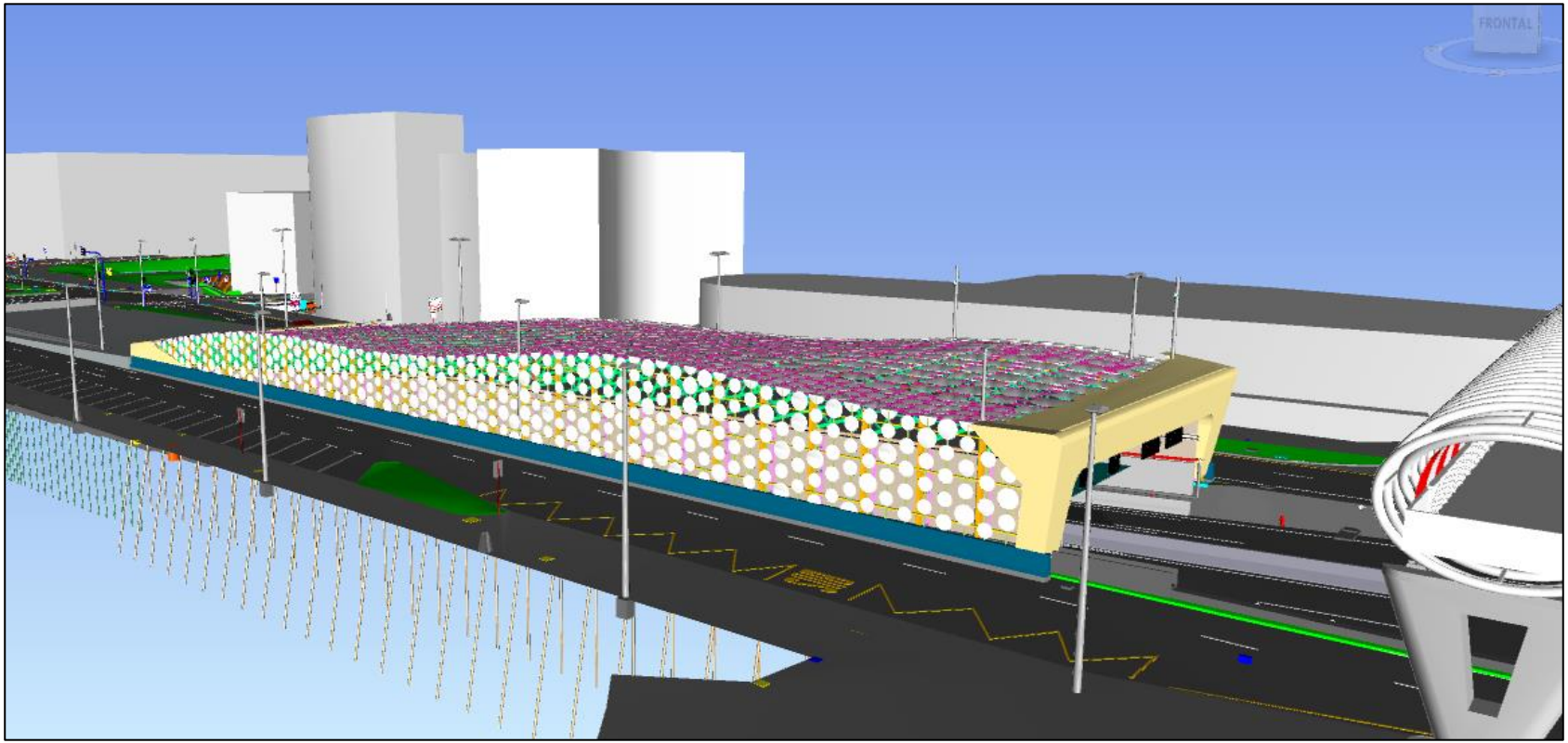
Forjado mixto CLT-hormigón



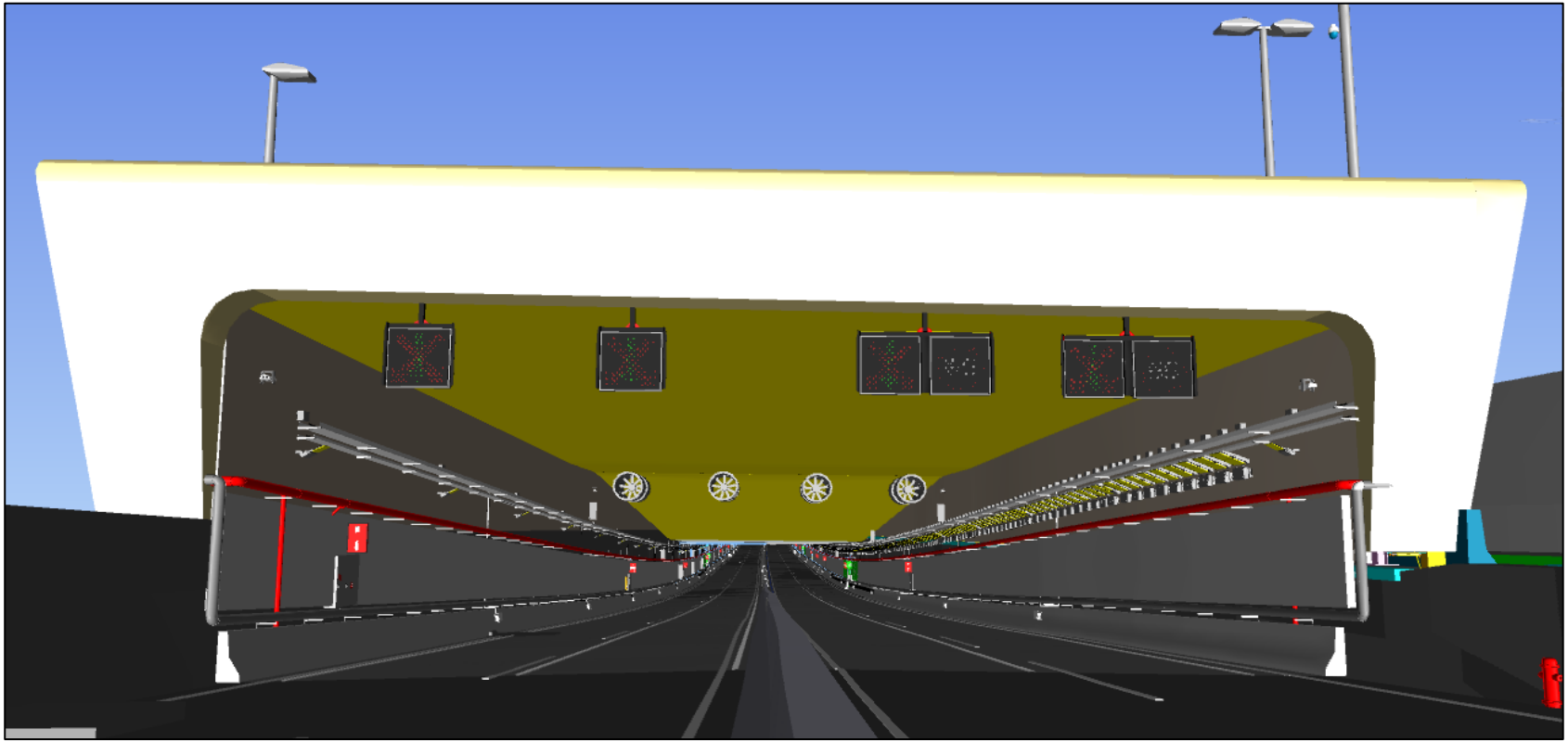
CONCEPTO SALIDA TÚNEL. NUEVA PROPUESTA



CONCEPTO SALIDA TÚNEL. NUEVA PROPUESTA

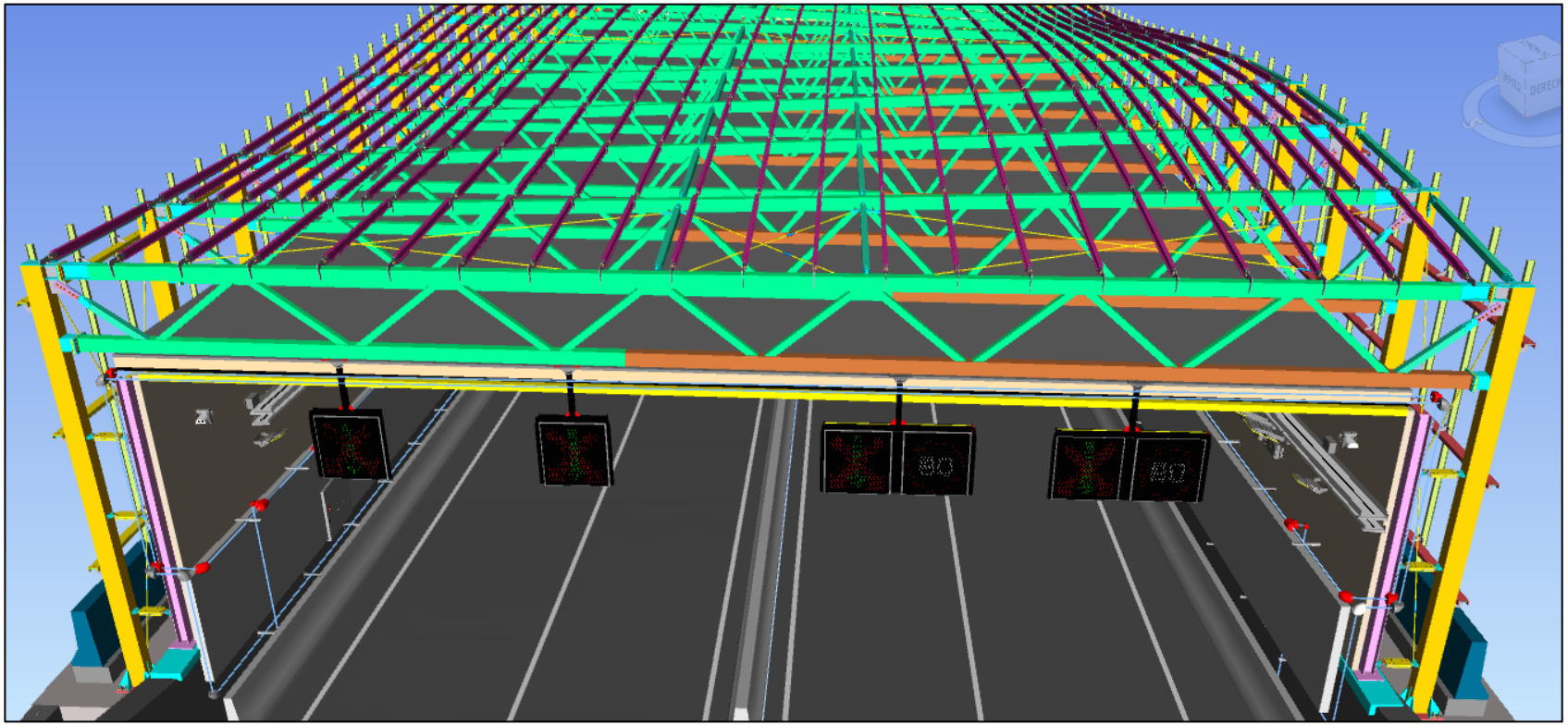


MODELO DIGITAL





MODELO DIGITAL



MODELO DIGITAL

02

ENSAYOS PARA EL ESTUDIO

Javier Salas Márquez (CEMOSA EUSKO CONTROL)

Ensayo normalizado de comportamiento de un material de construcción frente al fuego

El hormigón a partir de los 300 ºC empieza a disminuir sus propiedades resistentes, a partir de los 600 ºC queda completamente debilitados.

El hormigón, en función de su comportamiento frente al fuego, se clasifica como A1 de acuerdo con la norma UNE EN 13501-1, los ensayos para esta clasificación se encuentran en la norma UNE EN ISO 1182.

De acuerdo con la norma UNE EN ISO 1182 el ensayo consiste en someter una muestra del material que se quiera ensayar a 750 ºC en un horno y se determina:

- La pérdida de masa.
- El incremento de temperatura y
- Si se genera llama en 30 / 60 minutos.

Objetivo del trabajo

El objetivo principal del trabajo es el de determinar, mediante ensayos experimentales, la composición de un mortero que presente las mejores prestaciones posibles de resistencia y transmisión de calor frente al fuego, empleando para ello materiales existentes en Bizkaia.

Con el estudio no se pretende determinar parámetros normalizados de comportamiento o resistencia frente al fuego de un material, sino comparar los resultados obtenidos en ensayos de diferentes composiciones de morteros y, con ello, determinar cuál presenta un mejor comportamiento.

Para ello, se ha contado con:

- La experiencia en diseño y fabricación de cementos y hormigones de HEIDELBERG MATERIALS:
    - Propuesta de materiales y dosificaciones para la fabricación de los diferentes morteros ensayados.

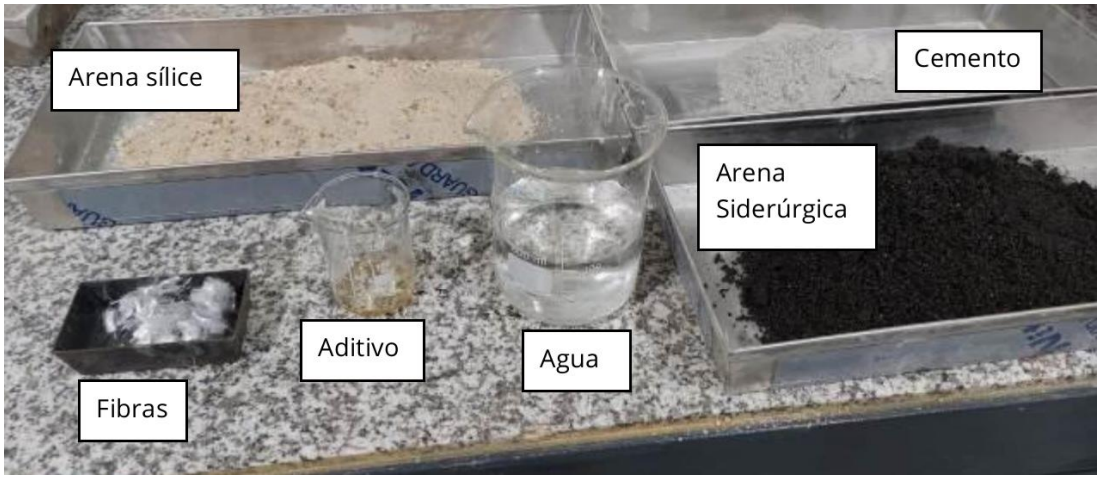
- La experiencia de CEMOSA EUSKO CONTROL en el diseño y ejecución de ensayos para determinar calidad de productos de construcción.
    - Propuesta de ensayos experimentales para analizar el comportamiento frente al fuego de los diferentes morteros diseñados.

Materiales empleados

Se han elegido:

- Cementos:
  - El cemento usual en las obras de construcción en Bizkaia, CEM II/B-M (V-L) 42,5R
  - El cemento, que se considera más resistente al fuego el CEM III/A 42,5 N/PMES

- Áridos:
  - Calizos
  - Silíceos
  - Siderúrgicos



Ensayos para el estudio

afnor CERTIFICATION

DECISION DU 28/05/2024
ANNEXEE AU CERTIFICAT N°1042.09

AFNOR Certification admet à la marque NF-Liants hydrauliques et vous autorise à apposer la marque NF-Liants hydrauliques sur les lettres de voiture et/ou emballages pour la caractéristique complémentaire **CP1** du ciment suivant :

- **CEM III/A 42,5 N (1) CE PM-ES-CP1 NF**

Fabriqué à l'usine de **ARRIGORRIAGA.**

Conformément au Référentiel de certification de la marque NF-Liants hydrauliques, cette attribution est confirmée tacitement si une série de 6 prélèvements extérieurs consécutifs ne donne lieu à aucune non-conformité relative à la caractéristique complémentaire.

Sébastien KOSTIC
Responsable de Pôle
Département Service Clients Grands Comptes

Ensayos para el estudio

Morteros / hormigones preparados para el trabajo

FECHA FABRICACIÓN	REFERENCIA LABORATORIO	COMPOSICIÓN (kg/m3)							
		CEMENTO		RELACIÓN AGUA CEMENTO (A/C)	ÁRIDOS				FIBRAS
		TIPO	(kg/m3)		0/4 CALIZO	0/4 SILÍCEO	0/4 SIDERÚRGICO	4/10 CALIZO	POLIPROPILENO
30/05/2024	MORTERO PATRÓN	CEM II/B-M (V-L) 42,5R	330	0,74	1325	250	-		-
	M-1	CEM III/A 42,5 N	350	0,74	-	1625	-		0,6
	M-2	CEM III/A 42,5 N	350	0,66	-	500	1616		0,6
20/06/2024	HORMIGÓN PATRÓN - HA/25/F/10/XC2	CEM II/B-M (V-L) 42,5R	280	0,58	900	125	-	900	-
	M-3	CEM III/A 42,5 N	350	0,63	-	-	2200	-	-
04/07/2024	M-4	CEM III/A 42,5 N	350	0,63	-	-	2200	-	-
	M-5	CEM III/A 42,5 N	350	0,69	-	488	1462	-	1,0

Ensayos realizados

Los ensayos realizados han consistido en:

- <u>Ensayos para analizar la pérdida de prestaciones mecánicas frente al fuego:</u>
  - Someter probetas de tamaño normalizado para mortero 4x4x16 cm al calor en un horno mufla a 1200 ºC durante 0,5 hora, 1 hora y 1 ½ hora. Y determinar sobre ellas:
    - Pérdida de masa,
    - Pérdida de resistencias mecánicas.

- <u>Ensayos para analizar la resistencia a la transmisión del calor:</u>
  - Someter probetas de10x10x5 cm (espesor igual al de la capa de mortero de la cubierta en la obra) a una llama directa la cara inferior de la probeta y determinar:
    - Transmisión de calor, midiendo la temperatura sobre la cara superior.



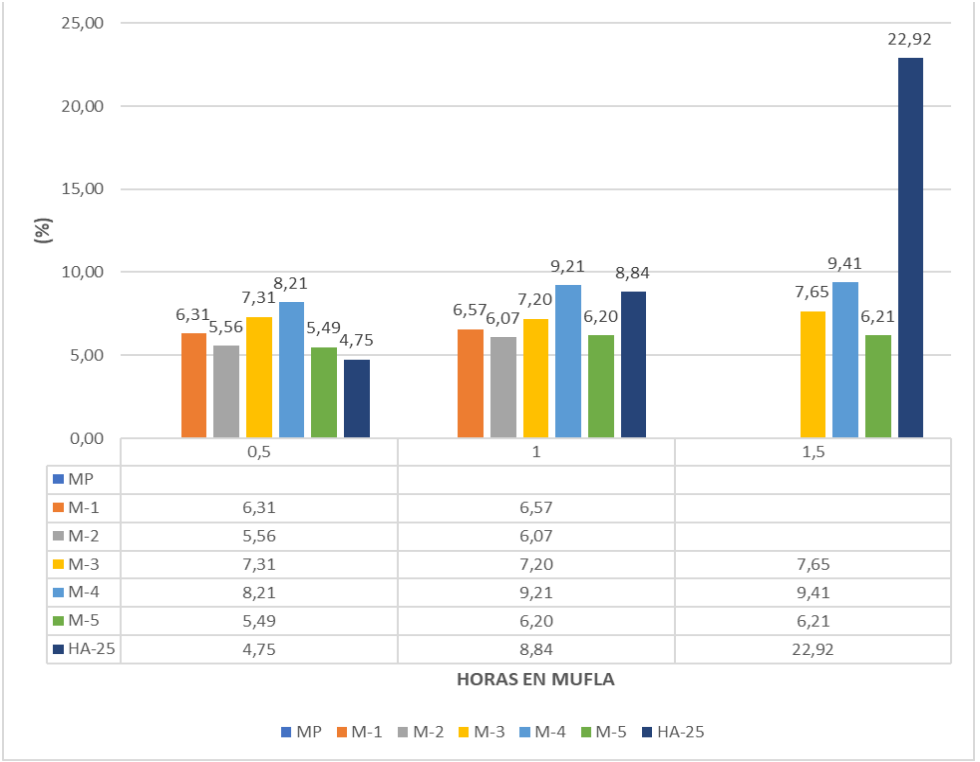




Resultados. Pérdida de masa

MUESTRA	TIEMPO MUFLA (HORAS)	MASA INICIAL(g)	DENSIDAD INICIAL (g/cm3)	MASA DESPUES DE MUFLA (g)	PÉRDIDA DE MASA (%)
MORTERO PATRÓN	REFERENCIA	541,80	1,78		
MORTERO PATRÓN	0,5	527,12	1,73	ROTURA	
MORTERO PATRÓN	1	542,16	1,78	ROTURA	
MORTERO M-1	REFERENCIA	505,35	1,66		
MORTERO M-1	0,5	505,07	1,66	505,70	6,31
MORTERO M-1	1	503,37	1,66	504,03	6,57
MORTERO M-2	REFERENCIA	574,31	1,89	574,31	
MORTERO M-2	0,5	569,84	1,87	570,40	5,56
MORTERO M-2	1	572,93	1,88	573,54	6,07
MORTERO M-3	REFERENCIA	601,87	1,98		
MORTERO M-3	0,5	607,36	2,00	608,09	7,31
MORTERO M-3	1	602,29	1,98	603,01	7,20
MORTERO M-3	1,5	604,5	1,99	605,27	7,65
MORTERO M-4	REFERENCIA	602,84	1,98		
MORTERO M-4	0,5	578,91	1,90	579,73	8,21
MORTERO M-4	1	597,27	1,96	598,19	9,21
MORTERO M-4	1,5	604,97	1,99	605,91	9,41
MORTERO M-5	REFERENCIA	567,05	1,87		
MORTERO M-5	0,5	573,03	1,88	573,58	5,49
MORTERO M-5	1	567,06	1,87	567,68	6,20
MORTERO M-5	1,5	585,63	1,93	586,25	6,21
HORMIGÓN HA-25	REFERENCIA	605,8	1,99		
HORMIGÓN HA-25	0,5	598,54	1,97	599,01	4,75
HORMIGÓN HA-25	1	612,58	2,02	613,46	8,84
HORMIGÓN HA-25	1,5	619,15	2,04	621,44	22,92

Resultados. Pérdida de masa

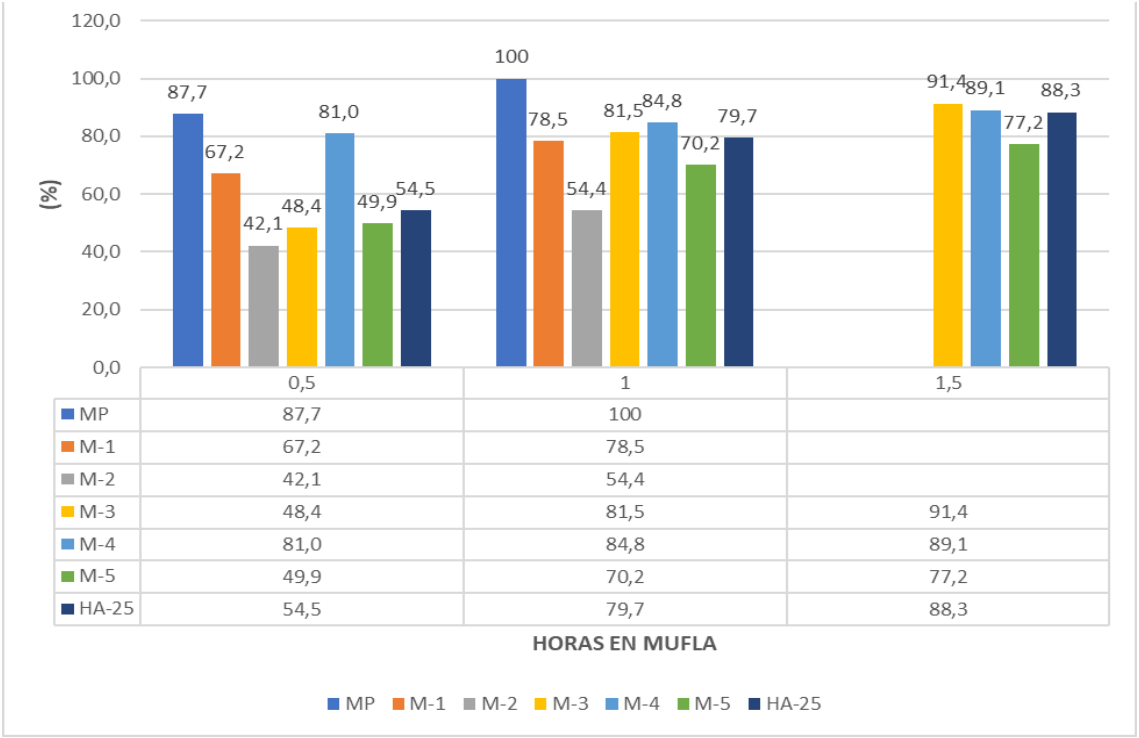


	0,5	1	1,5
MP			
M-1	6,31	6,57	
M-2	5,56	6,07	
M-3	7,31	7,20	7,65
M-4	8,21	9,21	9,41
M-5	5,49	6,20	6,21
HA-25	4,75	8,84	22,92

Resultados. Pérdida de resistencias mecánicas

MUESTRA	TIEMPO MUFLA (HORAS)	FLEXIÓN			COMPRESIÓN		
		INDIVIDUALES		PÉRDIDA	VALOR MEDIO		PÉRDIDA
		N	MPa	(%)	N	MPa	(%)
MORTERO PATRÓN	REFERENCIA				18025	11,27	
MORTERO PATRÓN	0,5				2210	1,38	87,7
MORTERO PATRÓN	1						100
MORTERO M-1	REFERENCIA				14220	8,89	
MORTERO M-1	0,5				4660	2,91	67,2
MORTERO M-1	1				3060	1,91	78,5
MORTERO M-2	REFERENCIA				17085	10,68	
MORTERO M-2	0,5				9885	6,18	42,1
MORTERO M-2	1				7795	4,87	54,4
MORTERO M-3	REFERENCIA	1670	3,91		32190	20,12	
MORTERO M-3	0,5	400	0,94	76,0	16625	10,39	48,4
MORTERO M-3	1	370	0,87	77,8	5955	3,72	81,5
MORTERO M-3	1,5	180	0,42	89,2	2780	1,74	91,4
MORTERO M-4	REFERENCIA				34485	21,55	
MORTERO M-4	0,5				6565	4,10	81,0
MORTERO M-4	1				5235	3,27	84,8
MORTERO M-4	1,5				3760	2,35	89,1
MORTERO M-5	REFERENCIA				28850	18,03	
MORTERO M-5	0,5				14450	9,03	49,9
MORTERO M-5	1				8590	5,37	70,2
MORTERO M-5	1,5				6585	4,12	77,2
HORMIGÓN HA-25	REFERENCIA	3540	8,30		68710	42,94	
HORMIGÓN HA-25	0,5	940	2,20	73,4	31250	19,53	54,5
HORMIGÓN HA-25	1	600	1,41	83,1	13980	8,74	79,7
HORMIGÓN HA-25	1,5	240	0,56	93,2	8010	5,01	88,3

Resultados. Pérdida de resistencias mecánicas a compresión

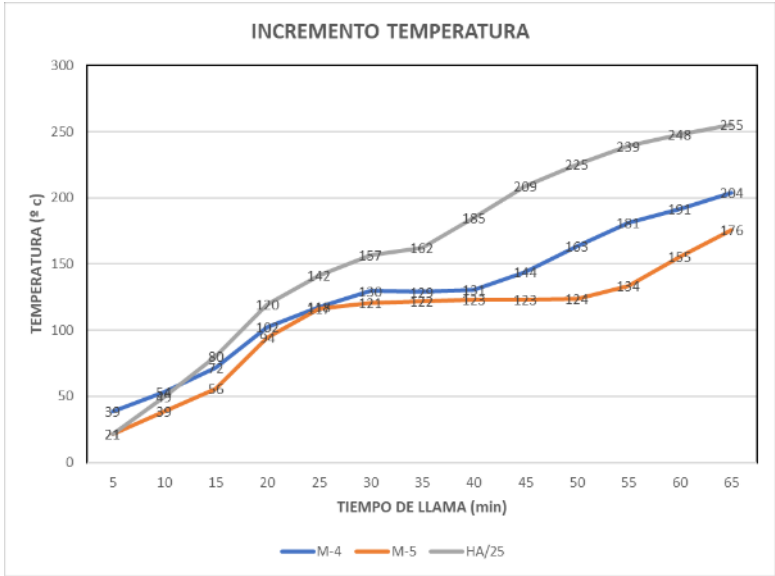


	0,5	1	1,5
MP	87,7	100	
M-1	67,2	78,5	
M-2	42,1	54,4	
M-3	48,4	81,5	91,4
M-4	81,0	84,8	89,1
M-5	49,9	70,2	77,2
HA-25	54,5	79,7	88,3

Resultados. Transferencia de calor

TIEMPO (min)	CURVA TEMPERATURA		
	M-4	M-5	HA/25
5	39	21	21
10	54	39	49
15	72	56	80
20	102	94	120
25	118	117	142
30	130	121	157
35	129	122	162
40	131	123	185
45	144	123	209
50	163	124	225
55	181	134	239
60	191	155	248
65	204	176	255





Conclusiones

Atendiendo al trabajo realizado, los materiales de los ensayados que mayor resistencia al calor y llama han presentado han sido los fabricados con: cemento siderúrgico y árido mezcla sílice y siderúrgico.

REFERENCIA LABORATORIO	COMPOSICIÓN (kg/m3)							
	CEMENTO		RELACIÓN AGUA CEMENTO (A/C)	ÁRIDOS				FIBRAS
	TIPO	(kg/m3)		0/4 CALIZO	0/4 SILÍCEO	0/4 SIDERÚRGICO	4/10 CALIZO	POLIPROPILENO
M-5	**CEM III/A 42,5 N**	**350**	**0,69**	**-**	**488**	**1462**	**-**	**1,0**

¡Eskerrik asko zure arretagatik!

¡Gracias por su atención!