

Anexo 1. Subsistemas de anclaje

Revisión de productos en el mercado actual

LISTA DE EMPRESAS DE REFERENCIA Y PÁGINAS WEB

BAFF SYSTEM. Sede en Novelda, Alicante, España. <https://www.baffsystem.com/>
 EUROCLAD. Sede en Madrid, España. <http://www.euroclad.es/>
 FCV AISLAMIENTOS ENVOLVENTES. Sede en Terrasa, Barcelona, España. <https://fcvae.es/>
 FISCHER IBERICA. Sede en Mont-roig del Camp, Tarragona, España. <https://www.fischer.es/es-es>
 GRAPAMAR. Sede en Novelda, Alicante, España. <http://www.grapamar.com/>
 GUTTERKEL. Sede en Pereiro de Aguiar, Ourense, España. <http://www.gutterkel.com/>
 HALFEN IBERICA. Sede en Madrid, España. <https://m.halfen.com/es/>
 KEIL. GROUP TILE EZE. Sede en Naples, EEUU. <http://keilanchor.com/>
 MECANOFAS. Sede en Mollet del Vallès, Barcelona, España. <https://mecanofas.com/>
 SB FIJACIONES. Sede en Benifaió, Valencia, España. <https://sbfijaciones.com/>
 SISTEMA MASA. Sede en Rubí, Barcelona, España. <http://www.sistemamasa.com/>
 STROW SISTEMAS. Sede en A Coruña, Galicia, España. <http://www.strow.es/>
 VISEMAR. Sede en Novelda, Alicante, España. <https://visemar.com/visenova/>

ÍNDICE

ANCLAJE DIRECTO CON FIJACIÓN DE MORTERO

- Ficha 1.- SISTEMA ECO. STROW SISTEMAS
- Ficha 2.- SISTEMA UMA-UHA. HALFEN
- Ficha 3.- SISTEMA GR. SISTEMA MASA

ANCLAJE DIRECTO CON FIJACIÓN MECÁNICA

- Ficha 4.- SISTEMA CLASIC. STROW SISTEMAS
- Ficha 5.- SISTEMA BODY. HALFEN
- Ficha 6.- SISTEMA GR-CLM. SISTEMA MASA

ANCLAJE MEDIANTE SUBESTRUCTURA DE PERFILERÍA

- Ficha 7.- SISTEMA EPSILON O. STROW SISTEMAS (DAU 10/062 A) + SISTEMA LEST
- Ficha 8.- SISTEMA REF. PF 1025. GRAPAMAR (DIT 513R/14).
- Ficha 9.- SISTEMA B-202D y B-202C. BAFF SYSTEM (ETA 19/0030).
- Ficha 10.- SISTEMA UNYCLAD. EUROCLAD (DIT Nº 575R/19).
- Ficha 11.- SISTEMA PF-ALU-HPL. SISTEMA MASA. (ETA 13/0310)
- Ficha 12.- SISTEMA SUK-UKB. HALFEN
- Ficha 13.- SISTEMA ACT. FISCHER.
- Ficha 14.- SISTEMA KEIL ANCHOR. KEIL. GROUP TILE EZE.

Nota: al inicio de cada una de las fichas se indica la fuente de la que se ha obtenido toda la información y documentación incluida en la ficha. En la mayoría de los casos han sido cedidas por el fabricante. En el resto de los casos, se ha obtenido de las páginas web, incluidas en el listado de empresas anterior, o del correspondiente DIT o ETA publicado.

Ficha 1.- SISTEMA ECO. STROW SISTEMAS. Anclaje directo con fijación de mortero

Fuente: documentación e información cedida por el fabricante

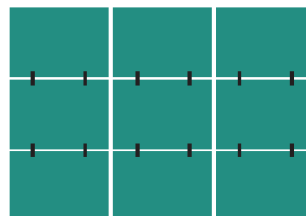
El subsistema de anclaje ECO se basa en anclajes puntuales e individuales empotrados directamente al soporte. Se fabrican en acero inoxidable A-2 (AISI-304), que ofrece valores apropiados de resistencia mecánica y frente a la corrosión atmosférica.

El anclaje está formado por un eje roscado sin soldaduras que va empotrado por un lado al soporte y por el otro va provisto de un dispositivo para la sujeción de la placa de piedra. Se fabrican con longitudes de 100 milímetros a 250 milímetros y con diámetros de 8, 10 y 12 milímetros. En función de la forma de unión a la placa de piedra el dispositivo puede ser oculto (pivote, pivote corrugado, uña oculta) o visto (uña vista).

Modos de colocación con respecto a la placa: en junta horizontal o en junta vertical.

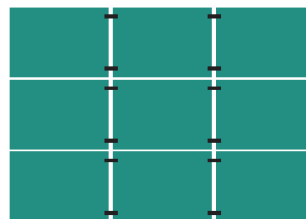
-Colocación en el Eje Horizontal

El sistema se instala con dos unidades de anclaje compartidas por placa, así, la capacidad de carga del anclaje debe ser igual o superior al 50% del peso de la placa. Los anclajes actuarán a carga y retención. Es decir que el mismo anclaje que se sitúa en la base de la placa soporta el peso de la misma y retiene el vuelco.



-Colocación en el Eje Vertical

También se utilizan dos unidades de anclaje por placa. En este caso el anclaje inferior es de retención y el superior es de carga, este debe tener una capacidad de carga igual o superior al peso de la placa. En estas condiciones no se puede garantizar que las dos fijaciones reciban cargas verticales iguales.



CAPACIDAD DE CARGA

Vuelo(mm)	Varilla M8(Kg)	Varilla M10(Kg)	Varilla M12(Kg)
40	30	61	117
45	27	57	109
50	24	46	90
55	20	43	85
60	19	36	70
65	18	30	64
70	15	29	58
75	14	25	48
80	12	18	36
85		16	32
90		14	30
95			27
100			24

06. EMPOTRAMIENTO MÍNIMO REQUERIDO

	LADRILLO(mm)	HORMIGÓN(mm)
Varilla M8	70 < E ≥ 1,2·Vuelo	60
Varilla M10(Kg)	80 < E ≥ 1,2·Vuelo	70
Varilla M12(Kg)	90 < E ≥ 1,2·Vuelo	80

07. TALADRO

	LADRILLO(mm)		HORMIGÓN(mm)
	Tamiz + Resina	Mortero	
12		Según Indicaciones del Fabricante	10
14			12
16			15

Anclaje ECO Uña Oculta: la sujeción de las placas se hace mediante un dispositivo denominado uñeta, que soporta y retiene la placa. Este sistema requiere de un ranurado en los cantos de la placa de piedra.



ECO Uña Oculta. Continuación

ECO Uña Oculta. Inicio - Remate

ECO Uña Oculta. Trasdós

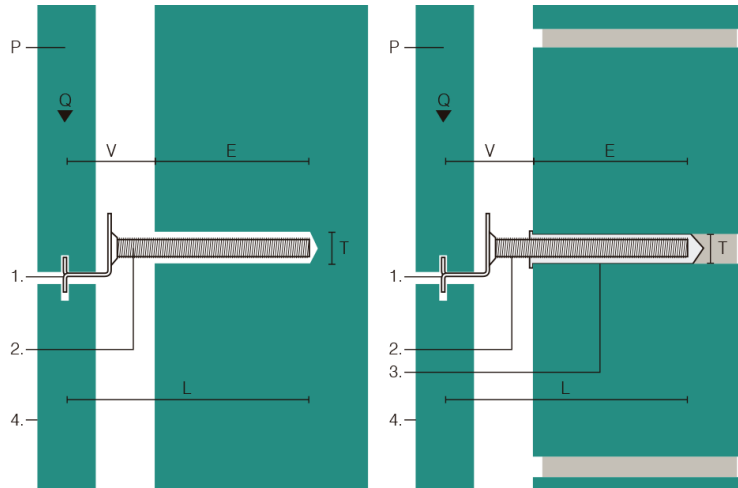
A) Sobre soporte Macizo: Mediante el empleo de resina de Epoxi-acrilato.

B) Sobre soporte hueco: Mediante el uso de un Tamiz de Nylon y Resina de Poliéster.

Leyenda:

- 1: Uñeta.
- 2: Eje Roscado.
- 3: Tamiz de Nylon.
- 4: Cara vista de revestimiento

V: Vuelo
 E: Empotramiento (Empotrar como mínimo 1.2 veces la longitud de vuelo)
 L: Longitud del anclaje.
 Q: Carga
 P: Placa



Anclaje ECO Uña Vista: la sujeción de las placas se hace mediante un dispositivo denominado uñeta vista y un muelle de retención extraíble que retiene la placa sin necesidad de ranurado ni taladro en la placa. Este sistema se recomienda con piedras con tenencia a la exfoliación, como la pizarra. No requiere mecanización de las placas.



ECO Uña Vista. Continuación

ECO Uña Vista Descuelgue. Inicio - Remate

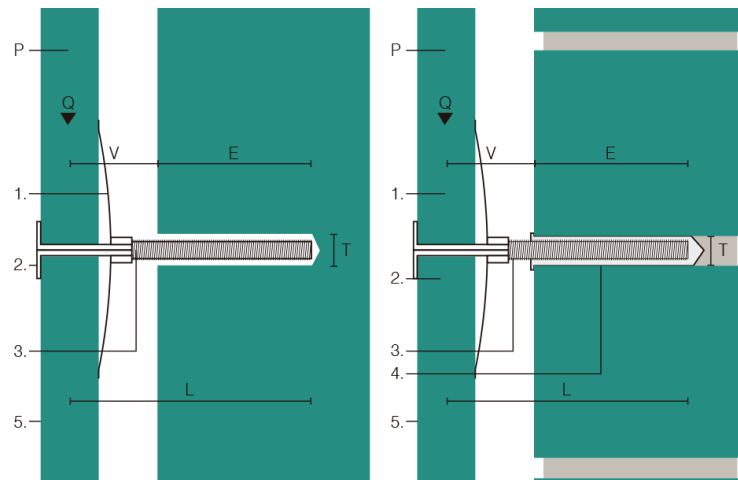
A) Sobre soporte Macizo: Mediante el empleo de resina de Epoxi-acrilato.

B) Sobre soporte hueco: Mediante el uso de un Tamiz de Nylon y Resina de Poliéster.

Leyenda:

- 1: Muelle.
- 2: Uña Vista.
- 3: Eje Roscado.
- 4: Tamiz de Nylon.
- 5: Cara vista de revestimiento

V: Vuelo
 E: Empotramiento (Empotrar como mínimo 1.2 veces la longitud de vuelo)
 L: Longitud del anclaje.
 Q: Carga
 P: Placa



Ficha 2.- SISTEMA UMA-UHA. HALFEN. Anclaje directo con fijación de mortero

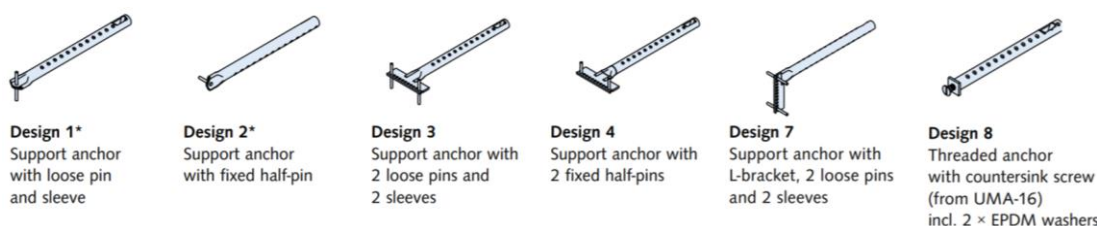
Fuente: documentación obtenida del catálogo del fabricante. Cedita.

El subsistema de anclaje UMA-UHA se basa en anclajes puntuales e individuales empotrados directamente al soporte con mortero. Se fabrican en acero inoxidable A-4 (AISI-304) y A-2 (AISI-304), que ofrece valores apropiados de resistencia mecánica y frente a la corrosión atmosférica.

El anclaje está formado por un eje sin soldaduras que va empotrado por un lado al soporte y por el otro va provisto de un dispositivo para la sujeción de la placa de piedra. Se fabrican con diferentes longitudes, admitiendo cámaras de 20 hasta 300 milímetros de espesor y con diámetros de 10, 12, 16, 18, 25, 28 y 33 milímetros para los anclajes de carga y de 5, 7 y 10 milímetros para los de retención. En función de la función del anclaje hay dos modalidades:

Anclaje UMA: anclaje portante que soporta tanto cargas verticales como horizontales. El anclaje admite que se ajuste en tres dimensiones dependiendo del tamaño de la perforación en el soporte y el tiempo de fraguado del mortero. Admite las siguientes modalidades en función de la sujeción de la placa de piedra.

- Anclaje de carga con pasador y casquillo.
- Anclaje de carga con medio pasador remachado.
- Anclaje de carga con 2 pernos sueltos y 2 casquillos.
- Anclaje de carga con 2 pasadores remachados.
- Anclaje de carga con saliente en L, 2 pernos sueltos y 2 casquillos.
- Anclaje enroscado con rosca y tornillo avellanado (a partir de UMA 16) + 2 EPDM arandelas.



Type	UMA Support anchor								UHA Restraint anchor		
	UMA-10	UMA-12	UMA-16	UMA-18	UMA-22	UMA-25	UMA-28	UMA-33	UHA-5	UHA-7	UHA-10
d [mm]	10	12	16	18	22	25	28	33	5	7	10
c [mm]	5.0	5.5	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	1.6	2.5	5.0
anchor pin for design 1	Ø5×70	Ø5×70	Ø6×75	Ø6×75	Ø6×75	Ø6×75	Ø6×75	Ø6×75	Ø5×70	Ø5×70	Ø5×70
anchor pin for design 2	Ø5×35	Ø5×35	Ø6×37	Ø6×37	Ø6×37	Ø6×37	Ø6×37	Ø6×37	Ø5×35	Ø5×35	Ø5×35

* only design 1 and 2 are type tested

Anclaje UHA: anclaje de retención que sirve para absorber la carga del viento, presión horizontal y fuerzas de tracción. Se utiliza principalmente en juntas verticales cuando no deban ejercer funciones de carga, por lo que se utilizan en combinación con el UMA. Admite las siguientes modalidades en función de la sujeción de la placa de piedra.

- Anclaje de retención con perno suelto y casquillo deslizante.
- Anclaje de retención con medio pasador remachado.
- Anclaje enroscado con rosca + tornillo avellanado (solo UHA 10) + 2 arandelas EPDM.

Modos de colocación con respecto a la placa: en junta horizontal o en junta vertical.

En el caso de utilizar las fijaciones en junta horizontal se utilizan los anclajes UMA, actuando estos como sujeción de la placa superior y retención de la inferior al mismo tiempo. En el caso de utilizar las fijaciones en junta vertical se utilizan los anclajes UMA en la parte inferior y los anclajes UHA en la parte superior.

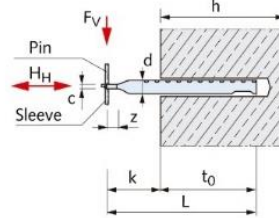
Resistencia de los anclajes en soportes de hormigón

Anchoring substrate: Concrete \geq C12/15

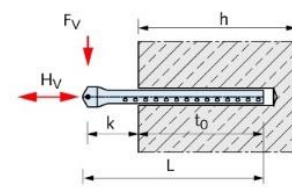
Legend (pages 14–15)

F_V = perm. vertical load per anchor [N] ^①
 H_H = perm. horizontal load in horizontal joint [N]
 H_V = perm. horizontal load in vertical joint [N]
 ϕ_i = diameter of drill hole [mm]
 h = min. component thickness [mm]
 with min. grout depth
 t_0 = min. grout depth of anchor in drill hole [mm]
 k = cantilever
 z = 21 mm
 c = → table on page 13

Anchoring in horizontal joints



Anchoring in vertical joints



Anchor selection:
 → see notes on page 15

① When determining the vertical load F_V it may be necessary to take into account not only the dead weight of the façade panels (plus any additional loads) but also a reaction force caused by the inclined position of the restraint anchor; in accordance with DIN 18516-3.

Concrete \geq C20/25 ^②		Support anchor								Restraint anchor ^④ (Standard grout)			Restraint anchor ^⑤ (Dry ready mixed grout)			
Cantilever k [mm]	Anchor type	UMA 10	UMA 12	UMA 16	UMA 18	UMA 22	UMA 25	UMA 28	UMA 33	UHA 5	UHA 7	UHA 10	UHA 5	UHA 7	UHA 10	
	Drill hole ϕ_i	$\phi 20$	$\phi 22$	$\phi 26$	$\phi 28$	$\phi 32$	$\phi 35$	$\phi 40$	$\phi 45$	$\phi 15$	$\phi 17$	$\phi 20$	$\phi 15$	$\phi 17$	$\phi 20$	
	Bonding depth ^③	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 110$	$t_0 \geq 110$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 120$
Component thickness		$h \geq 150$	$h \geq 150$	$h \geq 150$	$h \geq 150$	$h \geq 154$	$h \geq 160$	$h \geq 190$	$h \geq 200$	$h \geq 120$	$h \geq 124$	$h \geq 130$	$h \geq 150$	$h \geq 154$	$h \geq 160$	
40 50 60	F_V	275	420	800	1380											
	H_H	649	880	1173	1319					523			1131			
	H_V	325	496	944	1319					523			1131			
	L	150	150	150	150					150			180			
70 80 90	F_V	215	325	620	1030											
	H_H	508	767	1173	1319					523	733		1131	1584		
	H_V	254	384	732	1216					523	733		1131	1584		
	L	180	180	180	180					180	180		210	210		
100 110 120	F_V	170	265	505	820	1330	1750	2720	4300							
	H_H	401	626	1173	1319	1613	1833	2509	2957	523	733		1131	1584		
	H_V	201	313	596	968	1570	1833	2509	2957	523	733		1131	1584		
	L	210	210	210	210	210	210	230	230	210	210		240	240		
130 140 150	F_V			425	690	1100	1465	2240	3540							
	H_H			1003	1319	1613	1833	2509	2957	523	733	733	1131	1584	1584	
	H_V			502	815	1299	1730	2509	2957	523	733	733	1131	1584	1584	
	L			240	240	240	240	260	260	240	240	240	270	270	270	
160 170 180	F_V				595	930	1265	1930	3005							
	H_H				1319	1613	1833	2509	2957	523	733	733	1100	1584	1584	
	H_V				702	1098	1493	2278	2957	523	733	733	1100	1584	1584	
	L				270	270	270	290	290	270	270	270	300	300	300	
190 200 210	F_V				525	820	1100	1695	2615							
	H_H				1240	1613	1833	2509	2957	523	733	733		1584	1584	
	H_V				620	968	1299	2001	2957	523	733	733		1584	1584	
	L				300	300	300	320	320	300	300	300		330	330	
220 230 240	F_V				470	730	975	1510	2335							
	H_H				1110	1613	1833	2509	2957		733	733		1584	1584	
	H_V				555	862	1151	1783	2757		733	733		1584	1584	
	L				330	330	330	350	350		330	330		360	360	
250 260 270	F_V				420	660	875	1360	2100							
	H_H				992	1558	1833	2509	2957		733	733				1584
	H_V				496	779	1033	1606	2479		733	733				1584
	L				360	360	360	380	380		360	360				390
280 290 300	F_V					600	795	1240	1920							
	H_H					1417	1833	2509	2957			733				
	H_V					708	939	1464	2267			733				
	L					390	390	410	410			390				

② Concrete C12/15 is possible; req. pull-out resistance tests. ③ min $t_0 \geq 80$ mm; acc. to type test reports higher loads are possible if more bonding depth
 ④ according to procedure A, DIN 18516-3, 6.3.7.2. ⑤ according to procedure C, DIN 18516-3, 6.3.7.4.

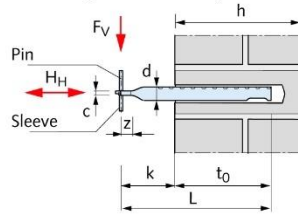
Resistencia de los anclajes en soportes de ladrillo

Anchoring substrate: Brickwork min. M 12/IIa

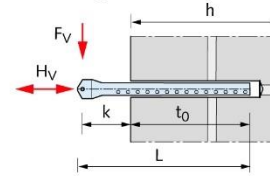
Notes on anchor selection for pages 14 and 15:

1. Select cantilever size k
2. Select suitable vertical load F_V (for each anchor) from the column, taking H_H and H_V into consideration
3. Select anchor type and length L and enter as shown in the ordering example (→ page 13)

Anchoring in horizontal joints



Anchoring in vertical joints



Brickwork M 12/IIa		Support anchor								Restraint anchor		
Cantilever k [mm]	Anchor type	UMA 10	UMA 12	UMA 16	UMA 18	UMA 22	UMA 25	UMA 28	UMA 33	UHA 5	UHA 7	UHA 10
	Drill hole ϕ_i	$\phi 20$	$\phi 22$	$\phi 26$	$\phi 32$	$\phi 40$	$\phi 40$	$\phi 50$	$\phi 50$	$\phi 15$	$\phi 17$	$\phi 20$
	Bonding depth $\textcircled{1}$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 120$	$t_0 \geq 140$	$t_0 \geq 140$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$	$t_0 \geq 90$
Component thickness		$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$	$h \geq 240$
40 50 60	F_V	275	420	800	1380							
	H_H	649	992	1067	1067					1067		
	H_V	325	496	944	1067					1067		
	L	180	180	180	180					150		
70 80 90	F_V	215	325	620	1030							
	H_H	508	767	1067	1067					1067	1067	
	H_V	254	384	732	1067					1067	1067	
	L	210	210	210	210					180	180	
100 110 120	F_V	170	265	505	820	1330	1750	2720	4300			
	H_H	401	626	1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067	
	H_V	201	313	596	968	1067	1067	1067	1067	1067	1067	
	L	240	240	240	240	240	240	260	260	210	210	
130 140 150	F_V			425	690	1100	1465	2240	3540			
	H_H			1003	1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067
	H_V			502	815	1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067
	L			270	270	270	270	290	290	240	240	240
160 170 180	F_V				595	930	1265	1930	3005			
	H_H				1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067
	H_V				702	1067	1067	1067	1067	1067	1067	1067
	L				300	300	300	320	320	270	270	270
190 200 210	F_V				525	820	1100	1695	2615			
	H_H				1067	1067	1067	1067	1067	880	1067	1067
	H_V				620	968	1067	1067	1067	880	1067	1067
	L				330	330	330	350	350	300	300	300
220 230 240	F_V				470	730	975	1510	2335			
	H_H				1067	1067	1067	1067	1067		1067	1067
	H_V				555	862	1067	1067	1067		1067	1067
	L				360	360	360	380	380		330	330
250 260 270	F_V							1360	2100			
	H_H							1067	1067			1067
	H_V							1067	1067			1067
	L							410	410		360	360
280 290 300	F_V							1240	1920			
	H_H							1067	1067			1067
	H_V							1067	1067			1067
	L							440	440			390

$\textcircled{1}$ min $t_0 \geq 80$ mm; acc. to type test reports higher loads are possible if more bonding depth

$\textcircled{2}$ The maximal horizontal load must always be verified through tests in accordance with section 8 of DIN18516-3.

According to DIN18516-3, 6.3.6, for static verification of a single anchor a maximum of $H = 1067$ N ($F_{rk} = 4.0$ kN) can be assumed.

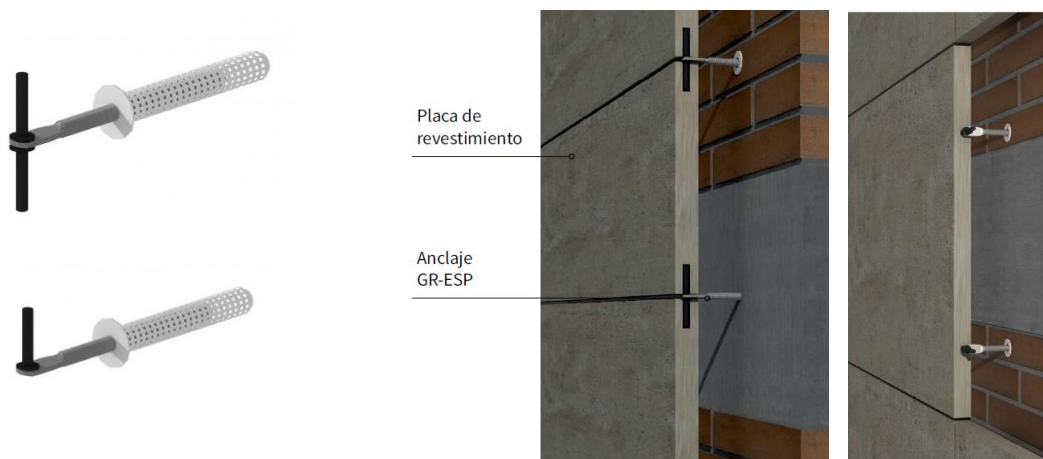
Ficha 3.- SISTEMA GR. SISTEMA MASA. Anclaje directo con fijación de mortero

Fuente: documentación e información cedida por el fabricante

El subsistema de anclaje GR se basa en anclajes puntuales e individuales empotrados directamente al soporte. Se fabrican en acero inoxidable A-2 (AISI-304), que ofrece valores apropiados de resistencia mecánica y frente a la corrosión atmosférica.

El anclaje está formado por un eje sin soldaduras que va empotrado por un lado al soporte y por el otro va provisto de una varilla o bulón para la sujeción de la placa de piedra. Se fabrican con diferentes longitudes, admitiendo distancias entre el soporte y el eje de la placa de hasta 105 milímetros y con diámetros de 8, 10, 12, 14 y 16 milímetros. En función de su posición hay dos modelos: intermedio y terminal. En función de la forma de unión a la placa de piedra se ofrecen dos dispositivos: oculto o visto.

Sistema oculto GR-ESP: se recomienda un espesor mínimo de las placas de 30 milímetros de espesor y juntas mínimas de 6 milímetros. Modos de colocación con respecto a la placa: en junta horizontal o en junta vertical.



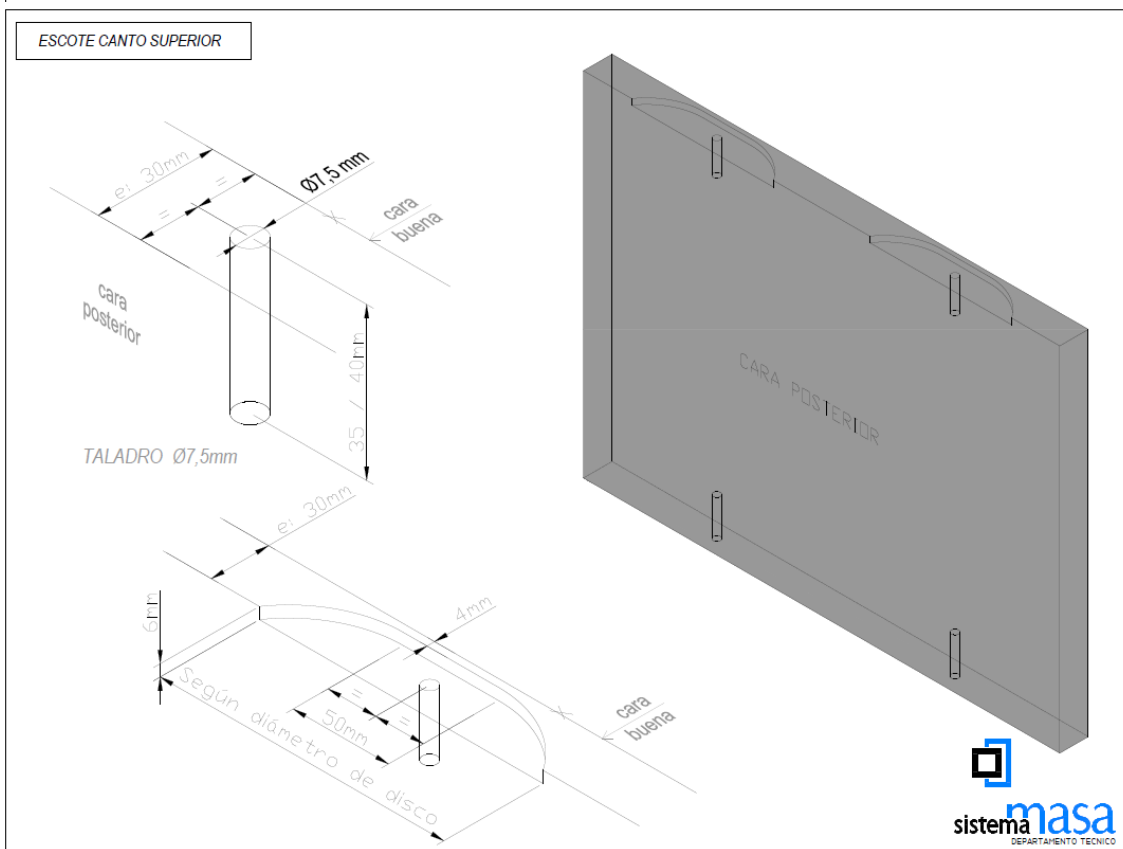
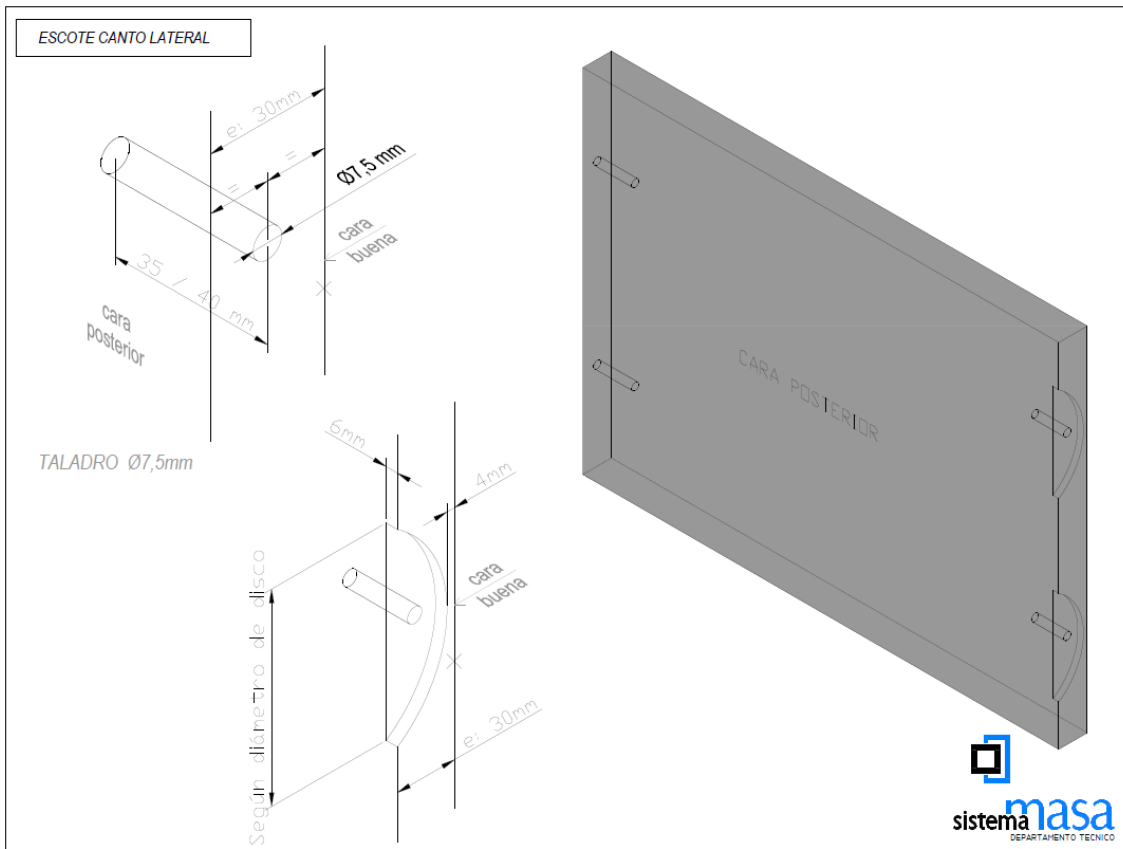
CARGAS ADMISIBLES						CARGAS ADMISIBLES									
DISTANCIA CARGA DIÁMETRO <i>metric load distance</i>				LADRILLO <i>brick</i>		HORMIGÓN <i>concrete</i>		DISTANCIA CARGA DIÁMETRO <i>metric load distance</i>				LADRILLO <i>brick</i>		HORMIGÓN <i>concrete</i>	
X (mm)	Q (Kp)	e (mm)	t (mm)	E (mm)	A (cm)	E (mm)	A (cm)	X (mm)	Q (Kp)	e (mm)	t (mm)	E (mm)	A (cm)	E (mm)	A (cm)
40	20	8	10	70	40	50	20	75	10	8	10	65	40	60	20
	48	10	12	80	50	50	20		25	10	12	70	40	70	20
	78	12	15	100	60	60	20		50	12	15	90	50	80	20
	118	14	18	100	80	80	20		65	14	18	100	60	90	20
	165	16	20	120	100	80	20		105	16	20	120	70	90	20
45	20	8	10	70	40	50	20	80	10	8	10	65	40	60	20
	44	10	12	80	50	50	20		20	10	12	70	40	80	20
	73	12	15	100	60	60	20		40	12	15	90	50	80	20
	100	14	18	100	70	80	20		60	14	18	100	60	90	20
	145	16	20	120	80	80	20		90	16	20	120	70	90	20
50	15	8	10	70	40	50	20	85	10	8	10	65	40	60	20
	35	10	12	80	40	50	20		20	10	12	70	40	80	20
	60	12	15	100	60	60	20		40	12	15	90	40	80	20
	85	14	18	100	70	80	20		55	14	18	100	60	90	20
	130	16	20	120	90	80	20		85	16	20	120	70	90	20
55	15	8	10	70	40	50	20	90	10	8	10	65	40	60	20
	30	10	12	80	40	60	20		20	10	12	70	40	80	20
	55	12	15	100	50	60	20		35	12	15	90	40	80	20
	80	14	18	100	70	80	20		50	14	18	100	50	90	20
	120	16	20	120	80	80	20		80	16	20	120	70	90	20
60	15	8	10	70	40	50	20	95	10	8	10	65	40	60	20
	30	10	12	80	40	60	20		20	10	12	70	40	80	20
	55	12	15	90	50	60	20		35	12	15	90	40	80	20
	80	14	18	100	60	80	20		50	14	18	100	50	90	20
	120	16	20	120	80	80	20		75	16	20	120	60	90	20
65	15	8	10	70	40	50	20	100	20	10	12	70	40	80	20
	30	10	12	80	40	60	20		20	10	12	70	40	80	20
	50	12	15	90	50	70	20		35	12	15	90	40	80	20
	70	14	18	100	60	90	20		45	14	18	100	50	90	20
	110	16	20	120	80	90	20		70	16	20	120	60	90	20
70	15	8	10	65	40	65	20	105	**	**	**	**	**	**	**
	25	10	12	70	40	70	20		15	10	12	70	40	80	20
	50	12	15	90	50	70	20		30	12	15	90	40	80	20
	65	14	18	100	60	90	20		45	14	18	100	50	90	20
	105	16	20	120	70	90	20		70	16	20	120	60	90	20

X(mm): Distancia de la pared portante al eje de la placa
 Q(Kg) : Carga máxima del anclaje
 e(mm): Diámetro del anclaje
 t(mm) : Diámetro mínimo del agujero del soporte
 E(mm): Empotramiento mínimo del anclaje en el soporte
 A(cm) : Altura mínima del muro de fábrica o de hormigón superior al anclaje

*Para ladrillo macizo de 1800kg/m3. En caso de utilizar menor densidad, los valores de la altura mínima se deberán incrementar en un 20%

*Para soporte de hormigón de resistencia 175 kg/cm . En caso de utilizar un hormigón de menor resistencia los valores de la altura mínima se deberán incrementar en un 20%

Mecanizado de las placas:



Ficha 4.- SISTEMA CLASIC. STROW SISTEMAS. Anclaje directo con fijación mecánica

Fuente: documentación e información cedida por el fabricante

El sistema CLASIC se realiza en 3 modelos diferentes, todos ellos con ménsulas de longitudes de 20, 35, 50 y 80 milímetros y 3 milímetros de espesor:

- **Sistema CLASIC:** está constituido por un cuerpo sin soldaduras en acero inoxidable A-2 (AISI-304) de 3 milímetros que va fijado por un lado al soporte y por el otro lado va provisto de un espárrago, también de acero inoxidable A-2 (AISI-304) con una tuerca de bloqueo del mismo material que, una vez ajustado, permite fijar la placa de piedra a la distancia adecuada.

Ref.	Longitud de ménsula "L" (mm)	Espesor (mm)
L-20	20	3
L-35	35	3
L-50	50	3
L-80	80	3

Ref.	Longitud "L" (mm)	Cámara máx. (mm)	Carga Q(kg)	Tracción R _n (kg)
L-20	20	65	45	42
L-35	35	90	40	45
L-50	50	120	35	53
L-80	80	150	25	44

- **Sistema CLASIC FRENO:** incorpora una arandela de seguridad que impide el deslizamiento del cuerpo.

Ref.	Longitud de ménsula "L" (mm)	Espesor (mm)
L-20	20	3
L-35	35	3
L-50	50	3
L-80	80	3

Ref.	Longitud "L" (mm)	Cámara máx. (mm)	Carga Q(kg)	Tracción R _n (kg)
L-20	20	65	45	42
L-35	35	90	40	45
L-50	50	120	35	53
L-80	80	150	25	44

- **Sistema CLASIC REFORZADO:** incorpora una arandela de seguridad que impide el deslizamiento del cuerpo y una tuerca de seguridad que impide el desplazamiento del dispositivo de sujeción de la placa.

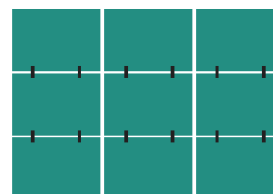
Ref.	Longitud de ménsula "L" (mm)	Espesor (mm)
L-20	20	4
L-35	35	4
L-50	50	4
L-80	80	4

Ref.	Longitud "L" (mm)	Cámara máx. (mm)	Carga Q(kg)	Tracción R _n (kg)
L-20	20	65	80	74
L-35	35	90	80	90
L-50	50	120	60	90
L-80	80	150	40	71

Modos de colocación con respecto a la placa: en junta horizontal o en junta vertical.

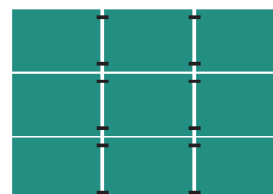
-Colocación en el Eje Horizontal

El sistema se instala con dos unidades de anclaje compartidas por placa, así, la capacidad de carga del anclaje debe ser igual o superior al 50% del peso de la placa. Los anclajes actuarán a carga y retención. Es decir que el mismo anclaje que se sitúa en la base de la placa soporta el peso de la misma y retiene el vuelco.



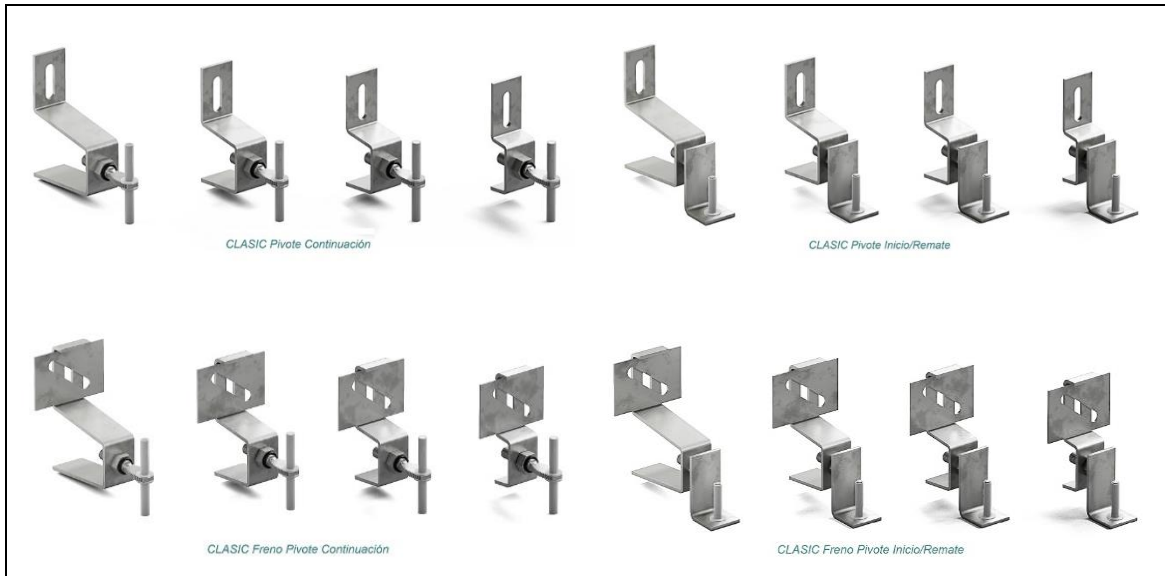
-Colocación en el Eje Vertical

También se utilizan dos unidades de anclaje por placa. En este caso el anclaje inferior es de retención y el superior es de carga, este debe tener una capacidad de carga igual o superior al peso de la placa. En estas condiciones no se puede garantizar que las dos fijaciones reciban cargas verticales iguales.

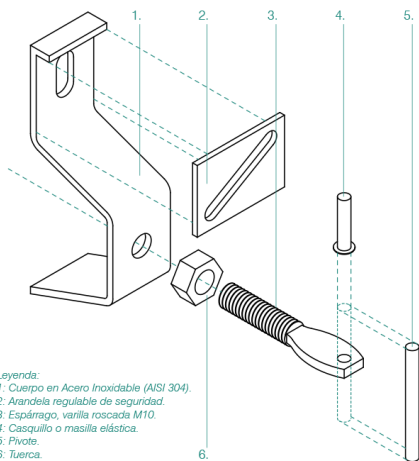


En cuanto al dispositivo de fijación de la placa se realiza en 3 modelos diferentes, vistos y ocultos:

Pivote: admite la posibilidad de posibilidad de ajustar verticalmente su posición gracias al orificio que posee donde va ubicada la fijación. Además, gracias a la posibilidad de rotar el espárrago, se puede ajustar la sujeción de la piedra por parte del pivote. Entre los pivotes y la placa de piedra, se emplea un casquillo de Nylon que recubre el pivote, evitando la erosión de esta y permitiendo una tolerancia de ajuste en caso de que la perforación de la placa no sea la óptima. También evitan el riesgo de fracturar la piedra por efecto cuña, al solidificar el agua depositada en el interior de los taladros. Debido a su escasa superficie de enganche se recomienda utilizar en placas de espesor mínimo de 30 milímetros.



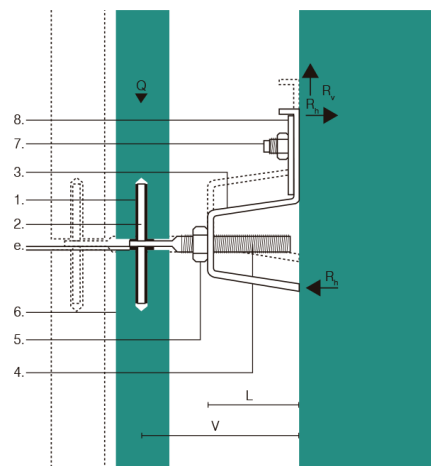
Sistema de Anclaje CLASIC Pivote - Freno



Leyenda:

- 1: Casquillos de Nylon o masilla de Ajuste.
- 2: Pivote de Sujeción.
- 3: Ménsula.
- 4: Soporte Roscado Eco.
- 5: Tuerca de fijación del soporte rosado Eco.
- 6: Cara vista.
- 7: Tornillo de fijación.
- 8: Arandela regulable de seguridad.

- L (mm): Salida de Ménsula
- V (mm): Vuelo
- Q (kg): Carga máxima que soporta una grapa
- e (mm): Holgura mínima de 2 mm
- R_v : Reacción vertical
- R_h : Reacción horizontal



Uña oculta: utiliza una uñeta que abarca una mayor área de sujeción sobre la piedra al repartirse la tensión sobre un área mayor. Admite la posibilidad de ajustar verticalmente su ubicación sobre el muro soporte gracias al orificio que posee donde va ubicada la fijación. Además, gracias a la posibilidad de rotar el espárrago, se puede ajustar la sujeción de la piedra en vertical u horizontal.



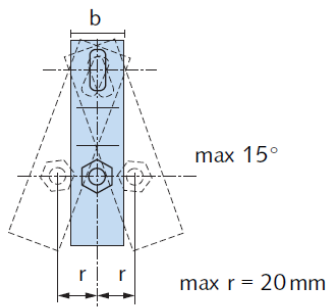
Uña vista: sistema de uñas vistas y muelle de retención extraíble que sujetan la placa sin necesidad de rasurarla ni taladrarla. Se recomienda para placas de piedra con tendencia a la exfoliación, como la pizarra.



Ficha 5.- SISTEMA BODY. HALFEN. Anclaje directo con fijación mecánica

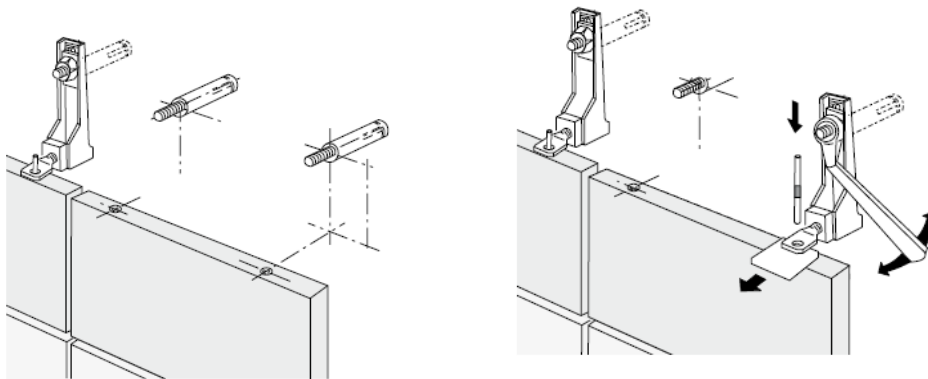
Fuente: documentación obtenida del catálogo del fabricante. Cedida.

El sistema BODY permite su utilización para cámaras de 30 a 370 milímetros, son regulables en altura y en profundidad, permitiendo también su regulación en horizontal hasta en un 15% y entran en carga inmediatamente. Hay 4 modelos diferentes.

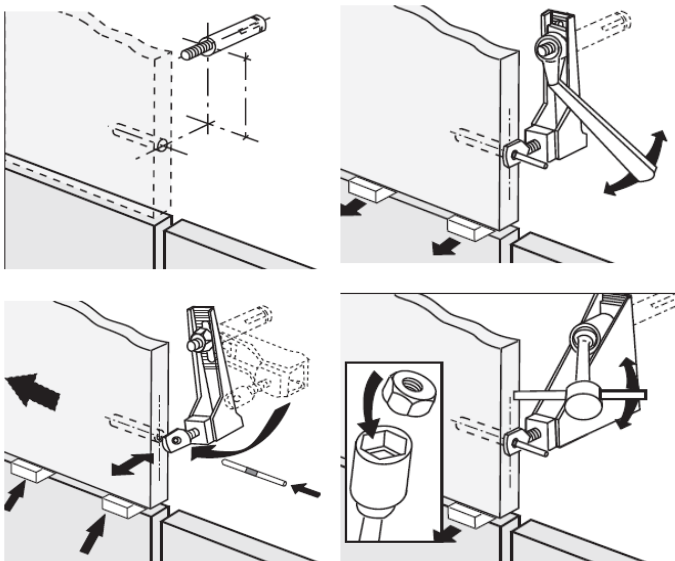


Modos de colocación con respecto a la placa: en junta horizontal o en junta vertical.

Junta horizontal:

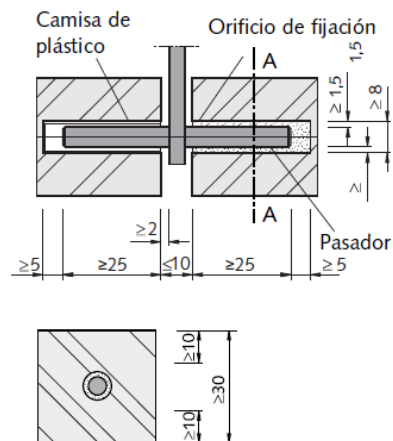


Junta vertical:



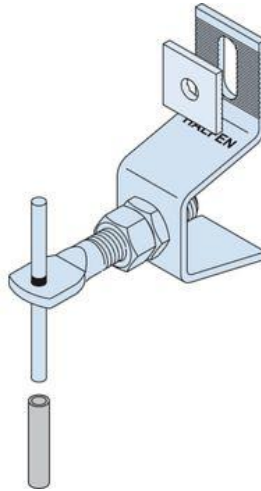
Detalle

Pasador, orificio de fijación y dimensiones de la junta [mm].

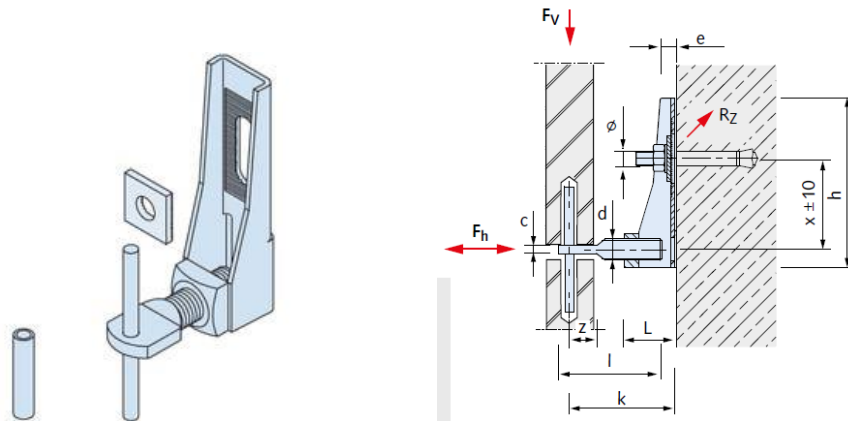


Sección A-A

Anclaje Body HALFEN HRM/HRC: anclajes de carga que se utilizan con cargas de hasta 500 N y cámaras de 40-130 milímetros. Están formados por un cuerpo principal de tres cantos, una tuerca remachada a presión, el saliente de la rosca con contratuerca y una arandela. El modelo HRM se suministra completamente premontado, el saliente de la rosca ya está atornillado al cuerpo principal y fijado de tal manera para que no se pueda desenroscar. El modelo HRC se suministra en piezas sueltas que se montan posteriormente en obra. Los anclajes llevan una entalladura y un agujero alargado de 11 x 26 mm para el ajuste en altura.



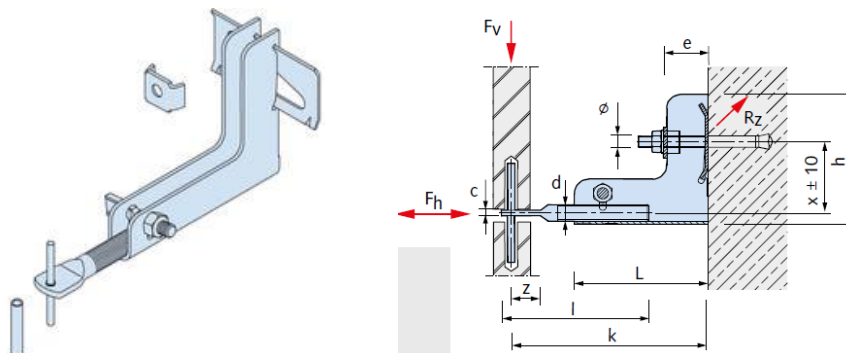
Anclaje Body HALFEN BA: anclajes de carga dimensionados para cámaras de 60 hasta 120 milímetros y para cargas elevadas de hasta 1.300 N. Los anclajes están formados por un cuerpo principal estable, una placa de encaje y el saliente de la rosca. El ajuste en altura se realiza a través del agujero alargado 8,5 x 28 milímetros.



Body anchors BA													
Type	Perm. load F_v [N]	Stand-off distance			x [mm]	Support body			Spade bolt				Connection ϕ [mm]
		k [mm]	min k [mm]	max k [mm]		L [mm]	h [mm]	e [mm]	d [mm]	c [mm]	l [mm]	z [mm]	
606	900	60	52	70	50	29	95	10	12	4	58	15	8.5 x 28
608	600	80	65	90	55	36	95	10	12	4	71	18	8.5 x 28
610	600	100	80	120	55	56	95	10	12	4	85	18	8.5 x 28
612	600	120	100	140	55	76	95	10	12	4	85	18	8.5 x 28
1308	1,300	80	70	100	65	47	110	10	16	5	74	18	8.5 x 28
1310	1,300	100	90	120	65	47	110	10	16	5	94	18	8.5 x 28
1312	1,300	120	105	135	65	47	110	10	16	5	106	18	8.5 x 28

perm. F_h = actual F_v

Anclaje Body HALFEN DT: anclajes de carga para cargas elevadas de hasta 1300 N y cámaras de 140-300 milímetros. Se suministran completamente premontados, compuestos por un cuerpo principal, una arandela en cuña guiada y un perno de sujeción. El ajuste vertical se realiza mediante una arandela de cuña guiada.



Body anchors DT													
Type	Perm. load Fv[N]	Stand-off distance [mm]			Support body [mm]				Spade bolt [mm]				Connection [mm]
		k	min k	max k	x	L	h	e	d	c	l	z	
414	400	140	120	170	50	95	92	30	12	4	105	21	9
416	400	160	140	190	55	115	97	30	12	4	105	21	9
418	400	180	160	210	60	135	102	30	12	4	105	21	9
420	400	200	180	230	65	155	107	30	12	4	105	21	9
422	400	220	200	250	70	175	112	30	12	4	105	21	9
424	400	240	220	270	75	195	117	30	12	4	105	21	9
426	400	260	240	290	80	215	122	30	12	4	105	21	9
428	400	280	260	310	85	235	127	30	12	4	105	21	9
430	400	300	280	330	90	255	132	30	12	4	105	21	9
1314	1,300	140	120	170	80	90	130	36	16	5	115	21	11
1316	1,300	160	140	190	85	110	135	36	16	5	115	21	11
1318	1,300	180	160	210	95	130	145	36	16	5	115	21	11
1320	1,300	200	180	230	80	150	130	36	16	5	115	21	13
1322	1,300	220	200	250	90	170	140	41	16	5	115	21	13
1324	1,300	240	220	270	95	190	145	41	16	5	115	21	13
1326	1,300	260	240	290	100	210	150	41	16	5	115	21	13
1328	1,300	280	260	310	105	230	155	41	16	5	115	21	13
1330	1,300	300	280	330	110	250	160	41	16	5	115	21	13

perm. F_h = actual F_v

Anclaje Body HALFEN DH: anclajes de retención ajustables en tres dimensiones. Están dimensionados únicamente para absorber cargas de tracción y de presión horizontal. Se pueden utilizar en combinación con los anclajes portantes HRM/HRC, BA y DT de HALFEN. Se emplean en juntas verticales y en los bordes y esquinas para placas de antepecho y de ático, con cámaras de 60 hasta 320 milímetros y cargas horizontales de hasta 1.300 N. El ajuste vertical se realiza a través del agujero alargado 9 x 30 mm. El anclaje se suministra con una contratuerca adicional que retiene además el saliente de rosca en el cuerpo principal.

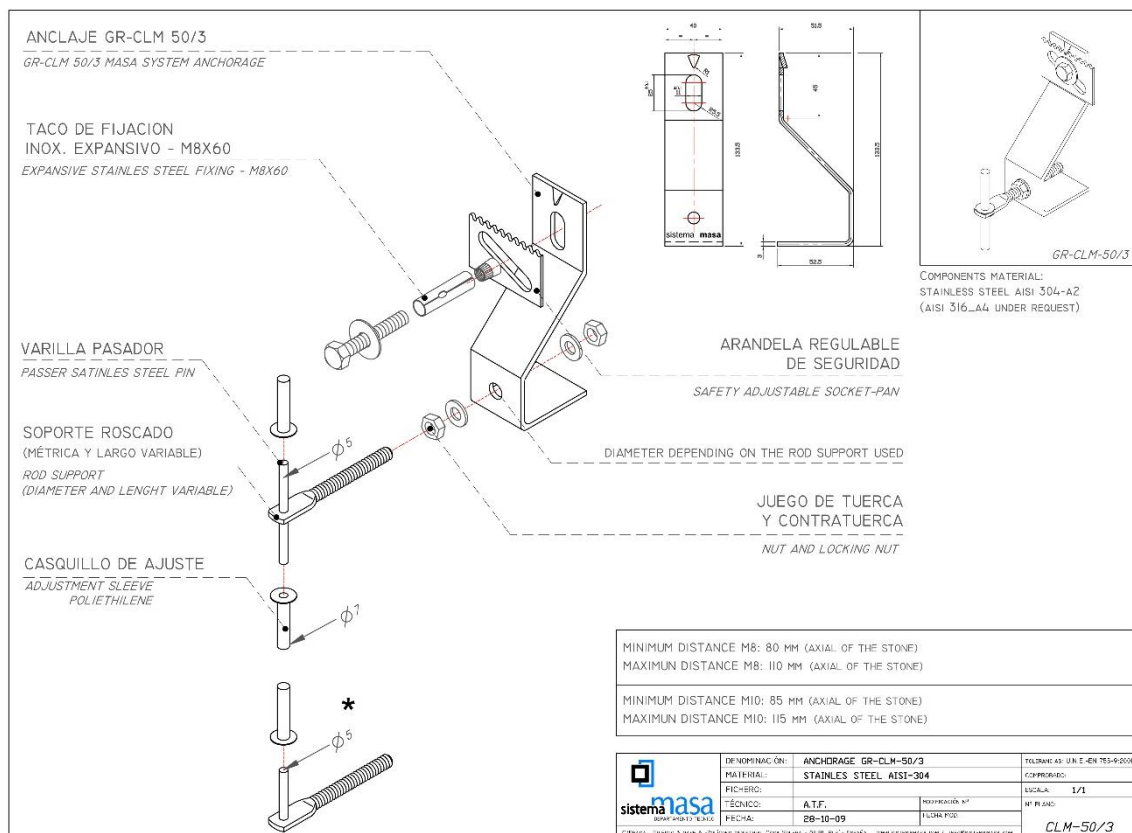
Ficha 6.- SISTEMA GR-CLM. SISTEMA MASA. Anclaje directo con fijación mecánica

Fuente: documentación e información cedida por el fabricante

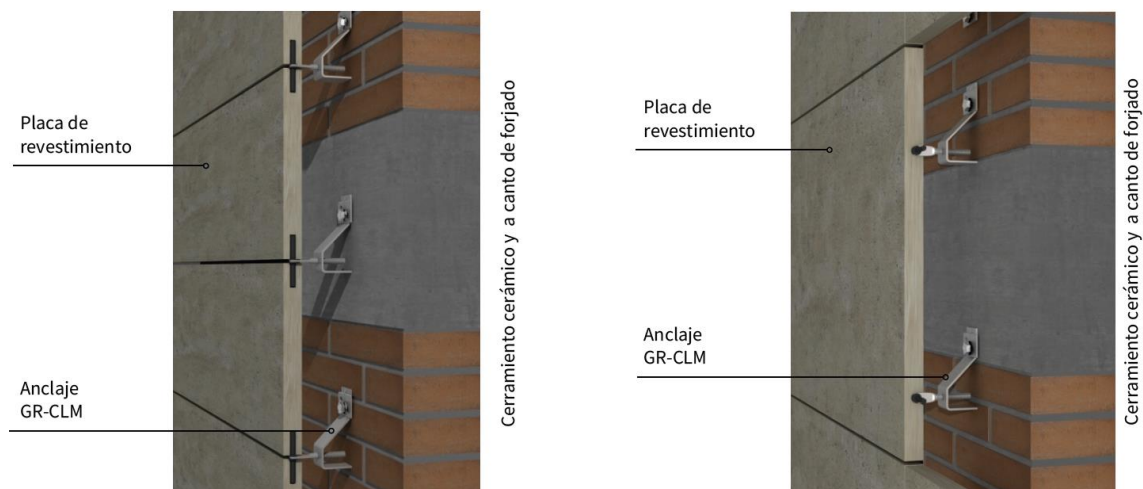
El sistema GR-CLM se compone de una pletina doblada de acero inoxidable troquelada y mecanizada que permite la regulación del eje x con un juego de tuerca y contratuerca para lograr el plomado y planeidad correctos. Los ejes y, z son regulables y la posición se fija con una arandela de seguridad que evita el descolgamiento de la grapa. Se realiza con espesores de 3 y 4 milímetros y con ménsulas de 4 dimensiones diferentes, hasta una salida máxima de 155 milímetros. Hay dos modelos diferentes, intermedio y de terminación. El fabricante recomienda un espesor mínimo de las placas de piedra de 30 milímetros y juntas mínimas de 6 milímetros.



Partes del sistema: (ejemplo GL-CLM-50/3)



Modos de colocación con respecto a la placa: en junta horizontal o en junta vertical. Para situaciones de remate inferior o superior también es posible colocarlo en el trasdós de la placa siguiendo las instrucciones para la mecanización de la placa de piedra, siempre y cuando esta tenga el espesor mínimo indicado.



Cargas admisibles:

Situación I [1.24 KN/m2]

DIÁMETRO ESPÁRRAGO barrel diameter	DISTANCIA /						DISTANCE						X (mm)
	50		55		60		65		70		75		
Disp. Juntas / Disp. Joints	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	
20/3 -M8	48	41	45	40	43	38	41	37	**	**	**	**	
20/3 -M10	**	**	54	47	52	45	49	44	47	42	**	**	
20/3 -M12	**	**	**	**	64	56	61	54	59	52	56	50	

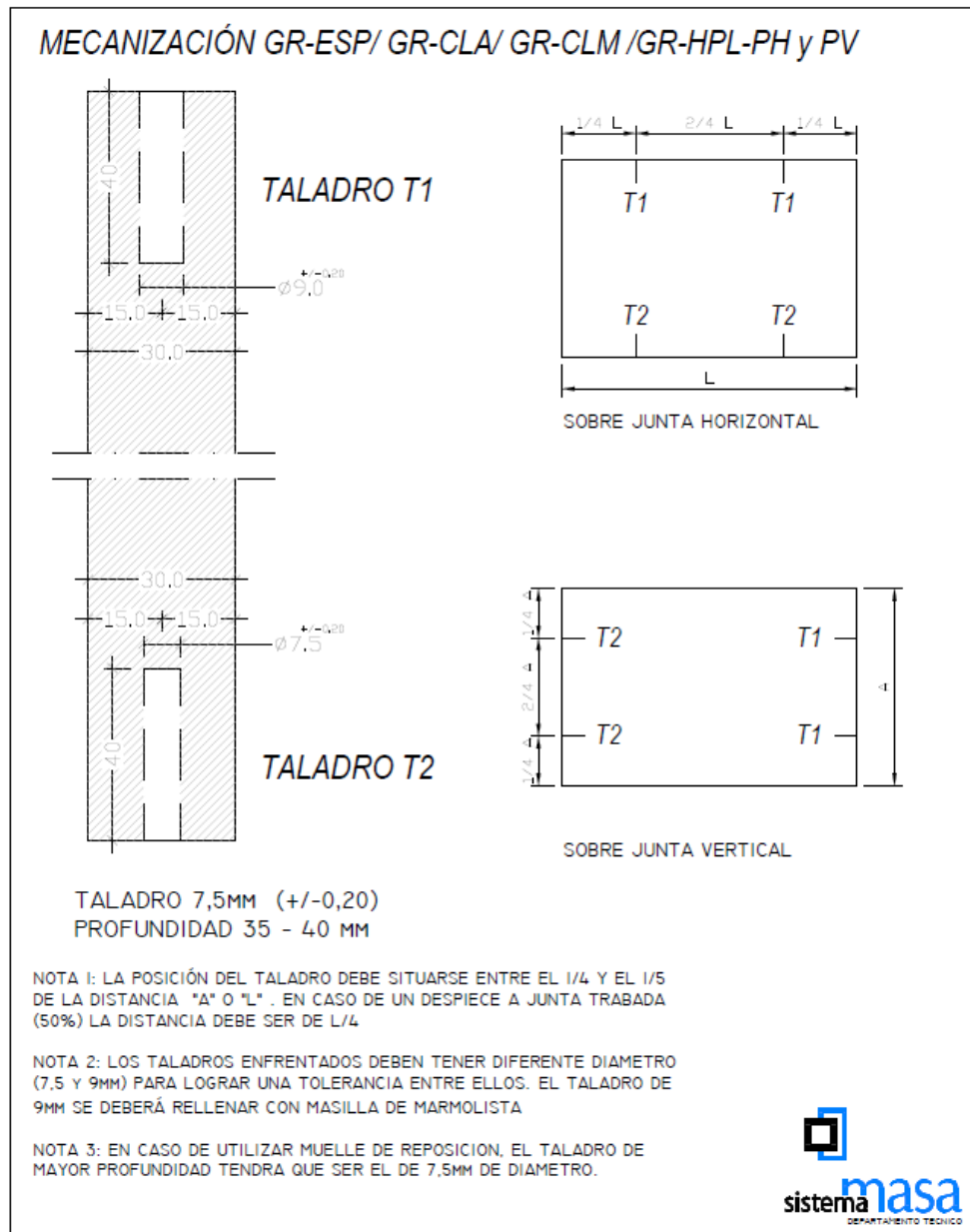
DIÁMETRO ESPÁRRAGO barrel diameter	DISTANCIA /						DISTANCE						X (mm)					
	60		65		70		75		80		85			90		95		100
Disp. Juntas / Disp. Joints	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
30/3 -M8	44	39	42	37	40	36	39	35	37	32	36	29	35	26	**	**	**	**
30/3 -M10	**	**	50	45	48	43	46	42	45	40	43	39	42	38	40	37	**	**
30/3 -M12	**	**	**	**	59	53	57	51	55	50	53	48	51	47	50	45	48	39

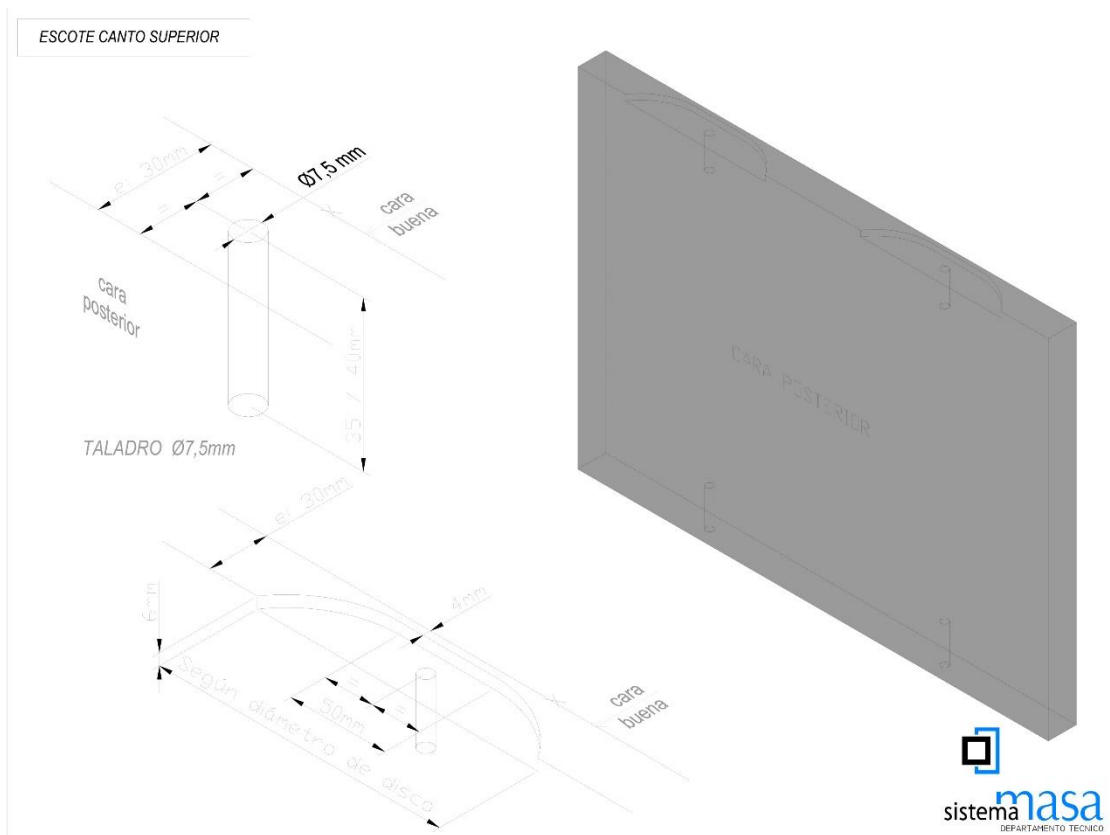
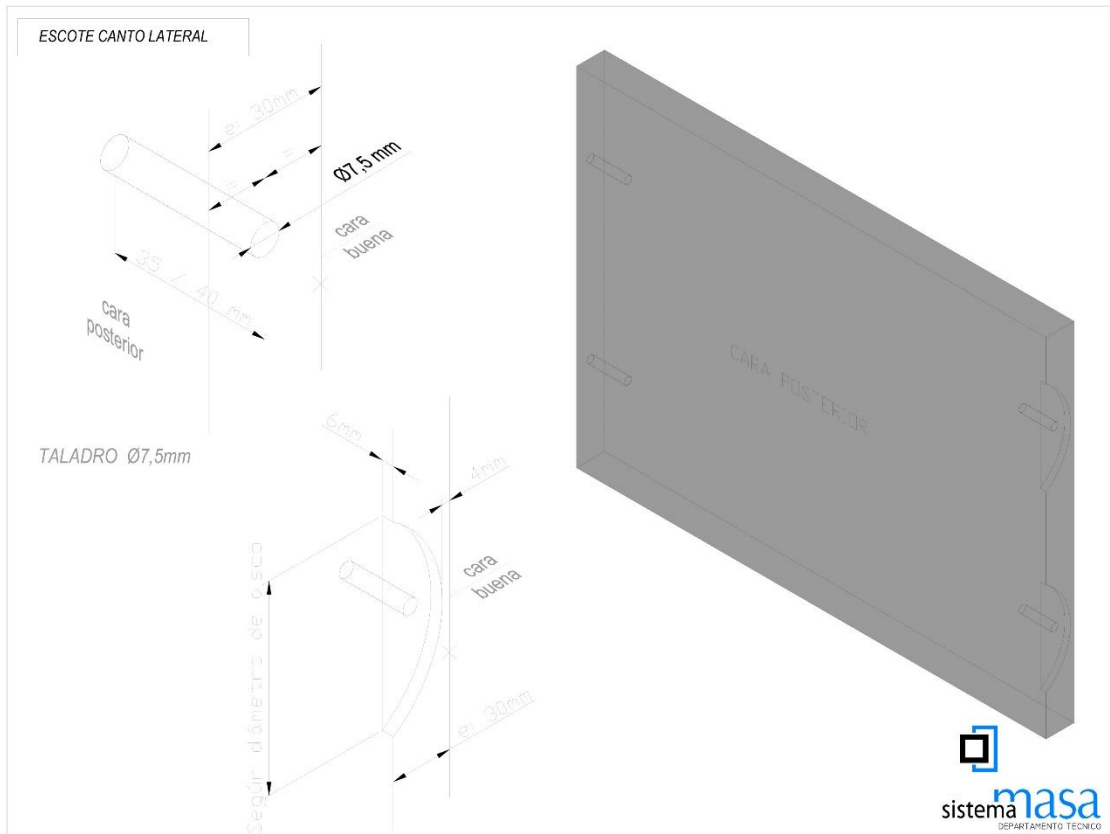
DIÁMETRO ESPÁRRAGO barrel diameter	DISTANCIA /						DISTANCE						X (mm)					
	80		85		90		95		100		105			110		115		120
Disp. Juntas / Disp. Joints	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
50/3 -M8	40	37	39	36	38	35	37	34	36	33	35	30	34	27	**	**	**	**
50/3 -M10	**	**	48	43	46	42	44	41	43	40	42	39	41	38	40	37	**	**
50/3 -M12	**	**	**	**	56	52	55	51	54	50	52	48	51	47	50	46	48	41

DIÁMETRO ESPÁRRAGO barrel diameter	DISTANCIA /						DISTANCE						X (mm)					
	100		105		110		115		120		125			130		135		140
Disp. Juntas / Disp. Joints	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
70/4 -M8	67	51	66	44	62	38	51	34	44	30	38	27	34	25	**	**	**	**
70/4 -M10	**	**	78	74	77	72	75	69	74	62	72	56	69	51	62	47	**	**
70/4 -M12	**	**	**	**	94	89	93	87	91	86	89	84	87	82	86	73	84	70

Donde
 - X, representa la distancia desde la cara de la pared de soporte hasta el eje de la varilla pasador.
 - Q, representa la carga que debe soportar el anclaje seleccionado.

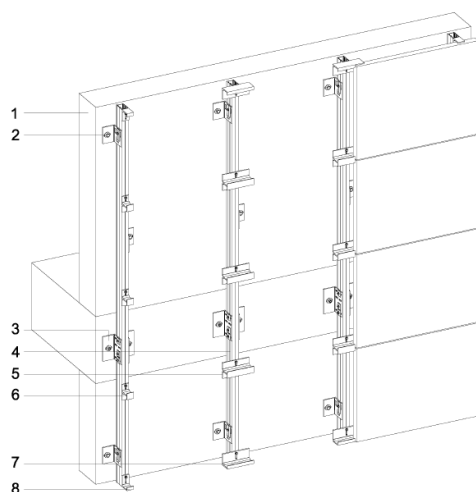
Para cada distancia el valor de la izquierda representa la máxima carga que soporta el anclaje si se coloca por la junta horizontal, y el valor de la derecha si se coloca por la junta vertical.

Mecanizado de la placa:

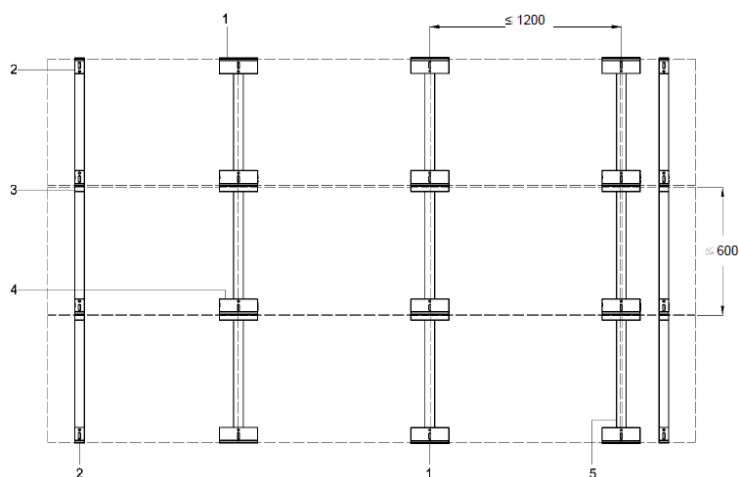


Ficha 7.- SISTEMA EPSILON O. STROW SISTEMAS (DAU 10/062 A). Sistema con subestructura de perfilería

Fuente: documentación e información cedida por el fabricante



1. Estructura soporte.
2. Escuadra de apoyo de aluminio.
3. Escuadra de carga de aluminio.
4. Perfil vertical de aluminio Epsilon O.
5. Grapa Sigma Uña Oculta doble continua.
6. Grapa Sigma Uña Oculta simple continua.
7. Grapa Sigma Uña Oculta doble inicio-remate.
8. Grapas Sigma Uña Oculta simple inicio-remate.

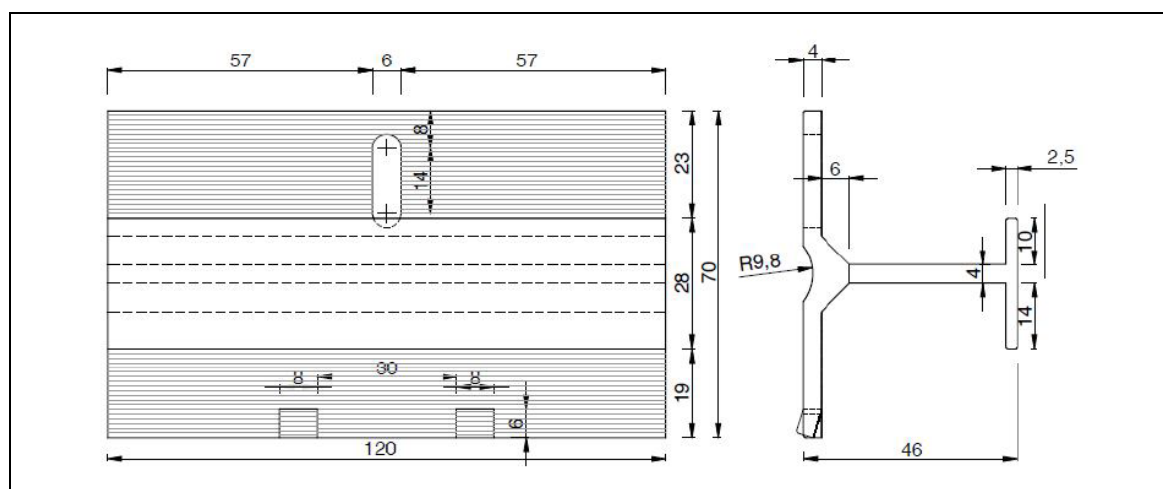


1. Grapa doble inicio-remate.
2. Grapa simple inicio-remate.
3. Grapa simple continua.
4. Grapa doble continua.
5. Perfil vertical.

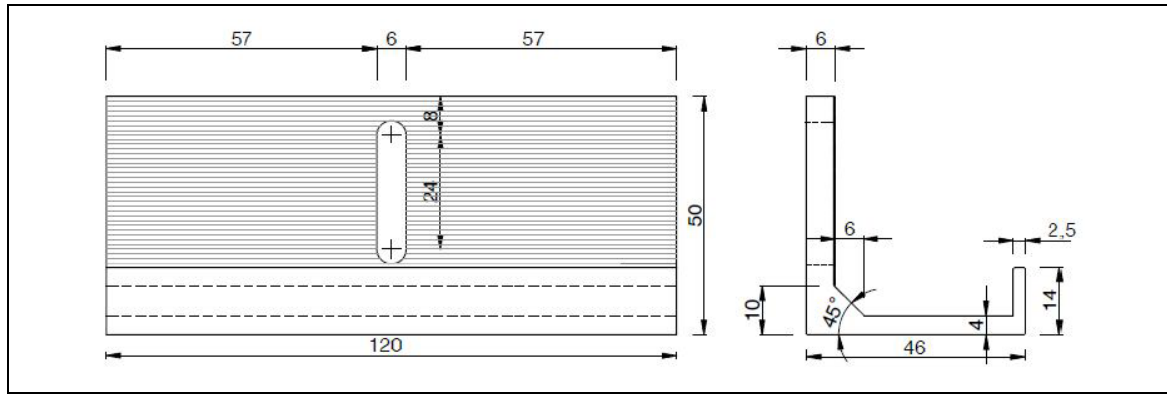
El sistema Epsilon O está formado por los siguientes componentes:

Grapas Sigma Uña Oculta para la fijación de las placas de piedra: las grapas son de aluminio. En función de la posición que ocupan en la fachada existen cuatro tipos de grapas:

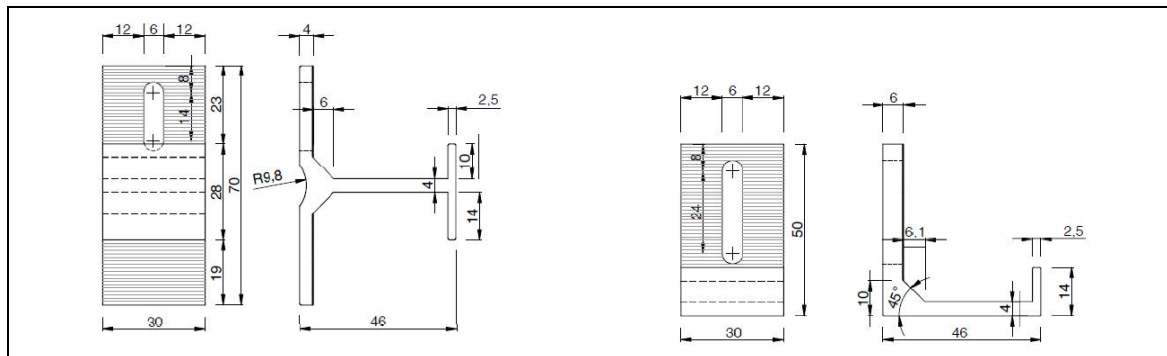
- Grapa doble continua: soporta cuatro placas y se posiciona en las partes centrales de la fachada.
- Grapa doble inicio-remate: soporta dos placas y se posiciona en el arranque y coronación de la fachada.
- Grapa simple continua: soporta dos placas y se posiciona en los laterales de la fachada.
- Grapa simple inicio-remate: soporta una placa y se posiciona en las esquinas de la fachada.



Grapa doble de continuación

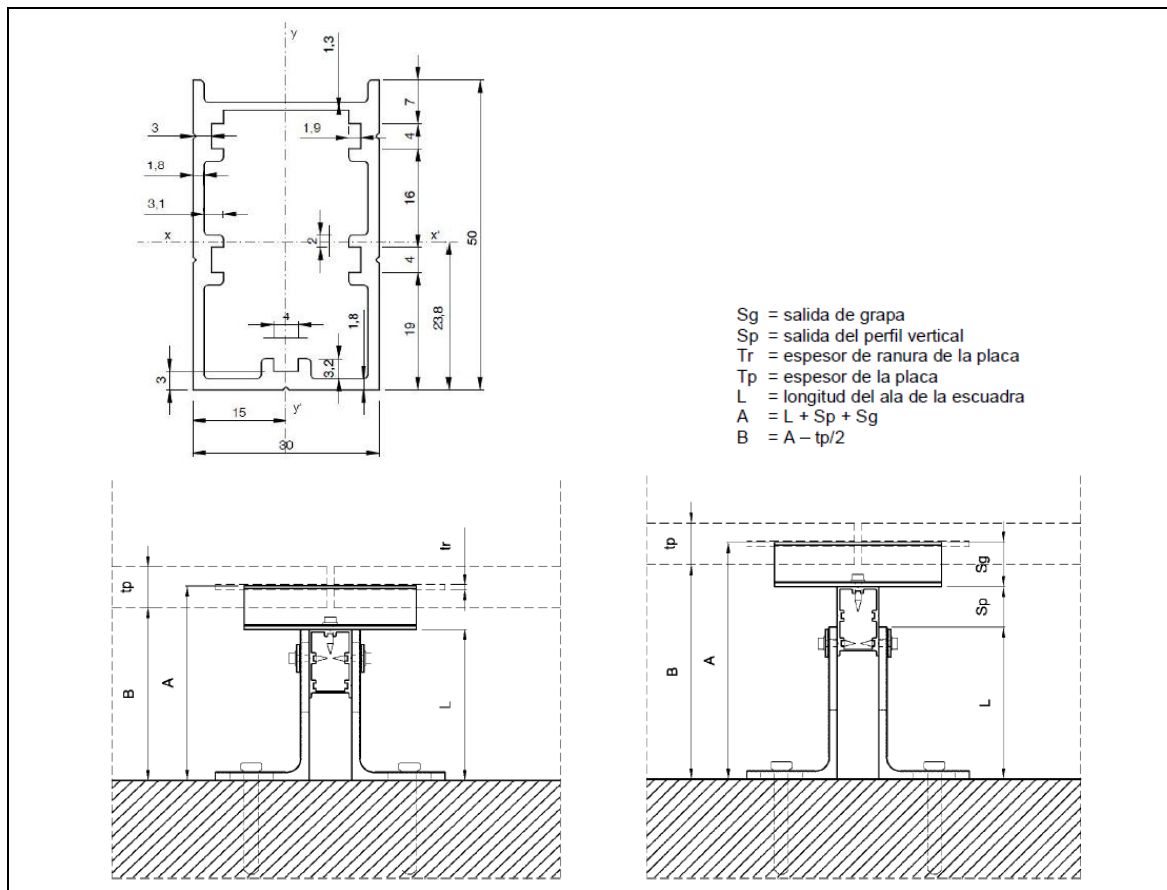


Grapa doble de inicio-remate



Grapa simple de continuación (izquierda). Grapa simple de inicio-remate (derecha)

Montante Epsilon O: es un perfil de aluminio de sección tubular.



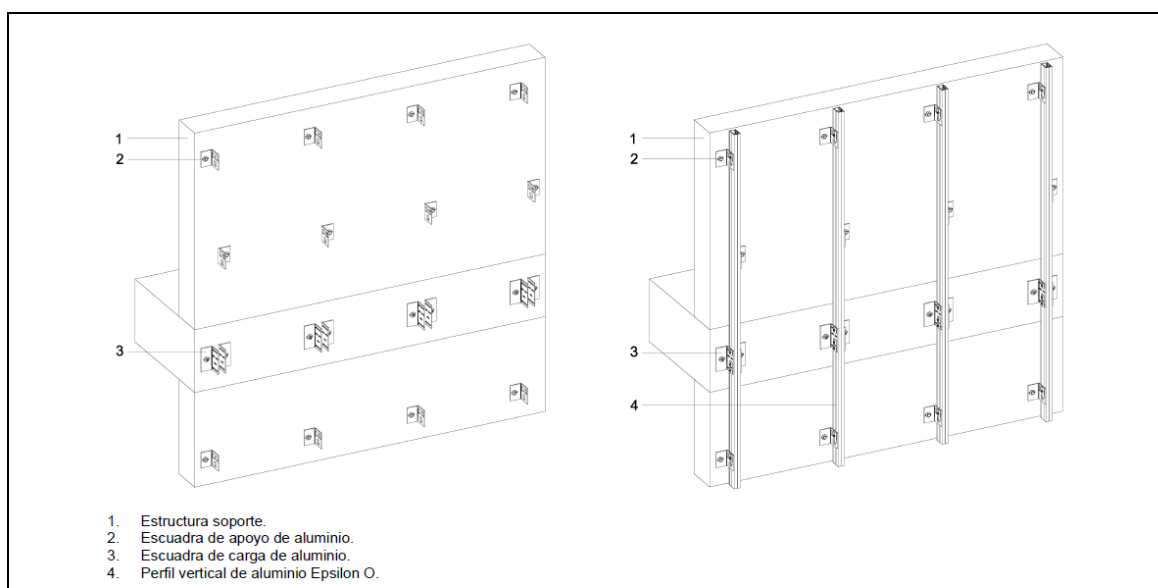
Montante (arriba). Espesor mínimo y máximo del sistema (abajo).

Escuadras: se utilizan para la fijación de los montantes. Las alas de las escuadras disponen de un relieve dentado en sus dos caras cóncavas que permite el posterior ensamblaje con las contrapletinas de fijación. Hay dos tipos:

- De carga (sustentación)
- De apoyo (retención)

Escuadras		
Característica	De carga (sustentación)	De apoyo (retención)
Uso	Punto fijo de soporte del perfil vertical	Punto deslizante de soporte del perfil vertical
Geometría	Figuras 2.4	Figuras 2.5
Dimensiones nominales (mm) [(B+L) x H x e]	(55+66,5)x110x4	(55+66,5) x 70 x 4
B = ancho de la base	(65+110)x110x5,5	(65+110) x 70 x 5,5
L = longitud del ala	(65+155)x110x5,5	(65+155) x 70 x 5,5
H = altura	(65+200)x140x5,5	(65+200) x 70 x 5,5
e = espesor del ala		
	L = 66,5	138,0
	L = 110	289,4
Masa por unidad (g)	L = 155	486,9
	L = 200	608,3
		80,0
		161,0
		225,5
		285,8

Características de las escuadras



Colocación de escuadras y de montantes

Elementos de fijación: todos los componentes del sistema Epsilon O se fijan entre sí mediante tornillos autotaladrantes. También se utilizan contrapletinas de seguridad de aluminio en la fijación entre los montantes y las escuadras. Estas disponen de un relieve dentado que encaja con el ala de la escuadra y permite distribuir los esfuerzos, permitiendo su regulación previa al atornillado. Los anclajes de la subestructura del sistema al sustrato soporte deberán elegirse en función de la naturaleza de éste y de los esfuerzos a los que van a ser sometidos.

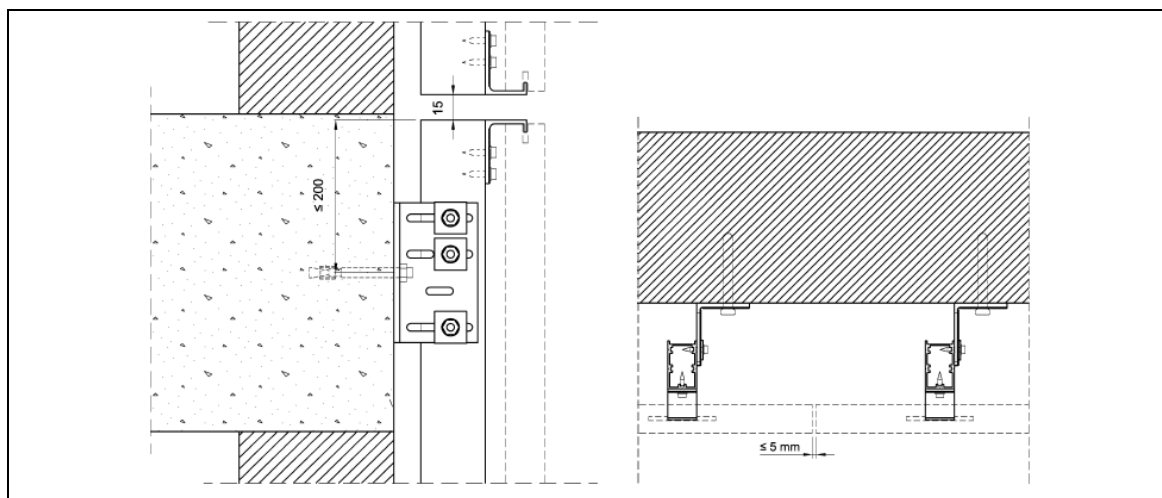
Materiales: las grapas, montantes, escuadras y contrapletinas son de aluminio. Los elementos de fijación entre ellos son de acero inoxidable.

Criterios básicos de diseño del sistema:

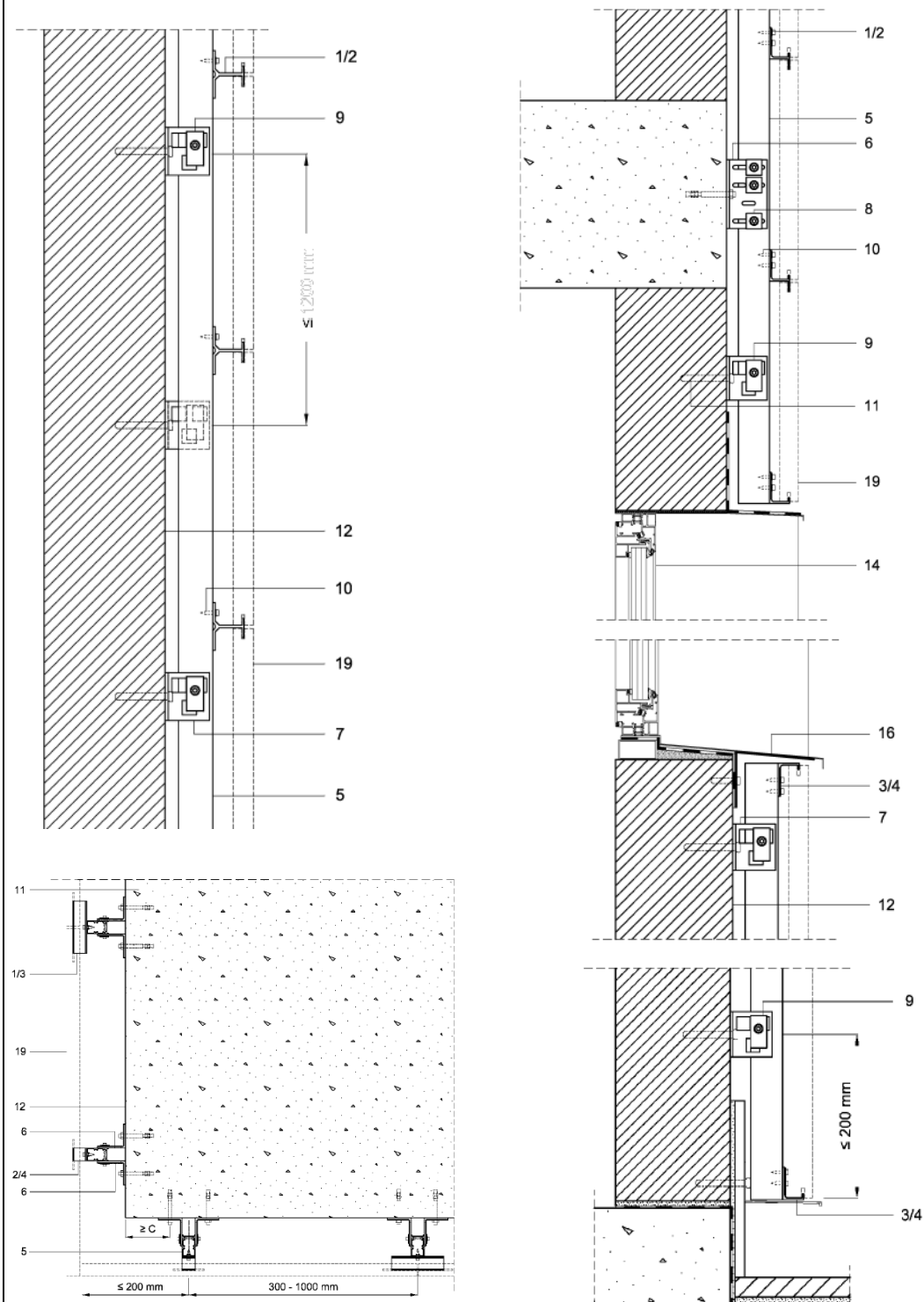
- La distancia máxima a ejes entre perfiles verticales es de 1,2 metros.
- Las placas de revestimiento deben cumplir las siguientes especificaciones:

Característica	Valor exigible		
Longitud (mm)	≤ 1200 (**)	Resistencia mínima de las ranuras (kN) (***)	≥ 1,5 o en función de la superficie de la placa y de la acción del viento (q_e)
Anchura (mm)	≤ 600 (**)	Espesor de las ranuras, tr (mm)	4,0 ± 0,1 para grapas Salida 46 3,0 ± 0,1 para grapas Salida 32
Espesor, tp (mm)	15 ≤ tp ≤ 30	Profundidad de las ranuras (mm)	20 ± 0,1
Planicidad de la superficie (mm)	≤ 0,2% de la longitud	(*)	Peso sobre el que se deberá aplicar el coeficiente de mayoración de peso propio, p.ej. $\gamma_Q = 1,35$.
Masa (kg/m ²)	≤ 120 (*) (**)	(**)	Distancias superiores se podrían considerar siempre que se hiciera un análisis específico respecto a los esfuerzos que debería soportar. Véanse las limitaciones en el apartado 9.7.
Resistencia mínima a flexión (MPa)	≥ 22 o en función de la superficie de la placa y de la acción del viento (q_e)	(***)	Obtenida a partir del método indicado en el apartado 5.4.2.3.1 de la ETAG 034-1.

- Deberá comprobarse que las placas de revestimiento cumplan con la resistencia a flexión y la resistencia de la ranura necesaria para soportar las acciones.
- Juntas recomendadas en las placas: a efectos de predimensionado se debe considerar un rango entre 5 y 10 milímetros para la junta horizontal y entre 3 y 5 milímetros.
- El espesor global del sistema puede variar entre 84 y 260 milímetros, dependiendo de las grapas utilizadas.
- Cada montante debe tener un punto de anclaje fijo (ejecutado con dos escuadras de carga) y varios puntos deslizantes (ejecutados con una escuadra de apoyo) que permitan los movimientos de dilatación del sistema. Es recomendable colocar los puntos fijos en los cantos de los forjados y alineados entre sí. La distancia máxima entre puntos de apoyo es de 1,2 metros.
- Se deben prever juntas de dilatación horizontales y verticales no menores de 15 milímetros. Las juntas verticales se harán coincidir, al menos, con las juntas de movimiento de la estructura del edificio y de los sustratos soporte del sistema.
- No se debe fijar una misma placa de revestimiento sobre perfiles verticales que hayan sido interrumpidos verticalmente.

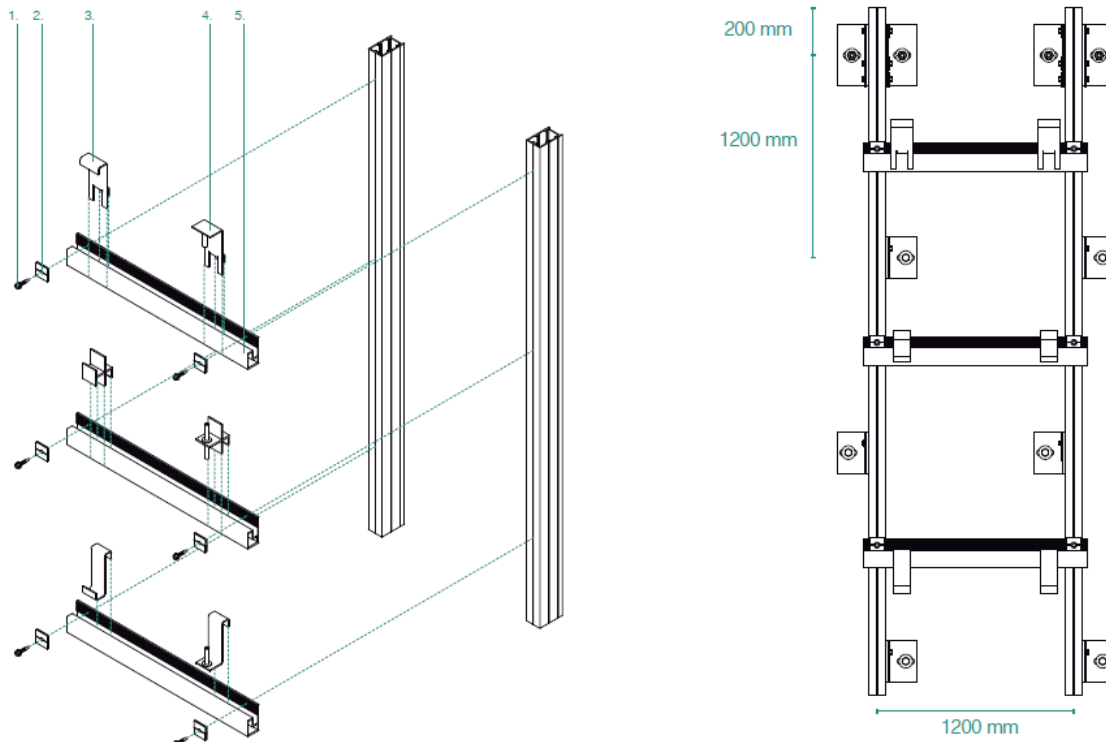


Detalles constructivos y resolución de puntos singulares:



- | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1. Grapa doble continua. | 7. Escuadra de apoyo contrapeada. | 13. Caja de persiana. |
| 2. Grapa simple continua. | 8. Contrapletina con taladro centrado. | 14. Ventana. |
| 3. Grapa doble inicio-remate. | 9. Contrapletina con taladro descentrado. | 15. Telar de la jamba. |
| 4. Grapa simple inicio-remate. | 10. Tornillo autotaladrante. | 16. Vierteaguas. |
| 5. Perfil vertical. | 11. Anclaje a estructura soporte. | 17. Dintel. |
| 6. Escuadra de carga (2 enfrentadas). | 12. Hoja interior / Estructura soporte. | 18. Pieza metálica para coronación. |
| | | 19. Revestimiento. |

Grapas sistema LEST: consiste en un perfil horizontal (travesaño) de sección tubular, fabricado en aleación de aluminio, que dispone de una aleta plana estriada de tal manera que se puede anclar al montante mediante un tornillo autotaladrante y una arandela de seguridad. Para la fijación de las placas de piedra puede utilizarse con las grapas de uña vista, uña oculta, o pivote explicadas en el sistema CLASIC basado en anclajes puntuales de fijación mecánica o con tacos en el reverso de la placa, fijación que se explicará más adelante.



04. CAPACIDAD DE CARGA CON DEF 1 mm

Leyenda:

- 1: Tornillo DIN 7976 (5.5x32 mm).
- 2: Contrapletina de Seguridad.
- 3: Grapas LEST Uña Oculta.
- 4: Grapas LEST pivote.
- 5: Perfil Horizontal LEST.

Elemento	Carga Máxima (def. 1mm) Kg
Perfil Horizontal	120
Grapa Lest	40

Ficha 8.- SISTEMA REF. PF 1025 DISCONTINUO/CONTINUO. GRAPAMAR (DIT 513R/14). Sistema con subestructura de perfilería

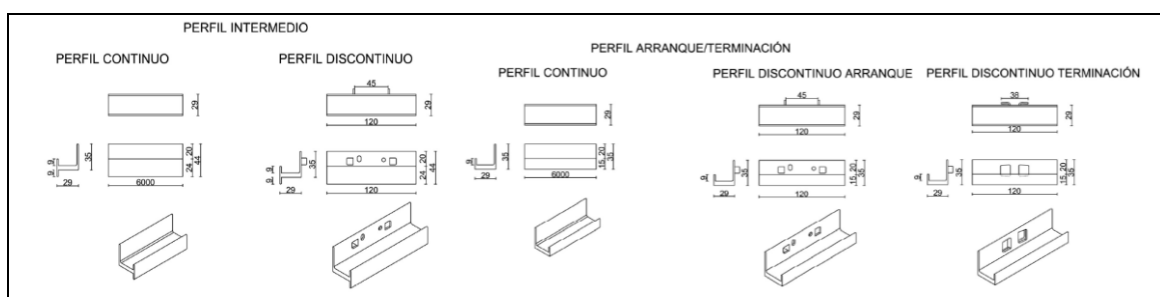
Fuente: documentación e información cedida por el fabricante



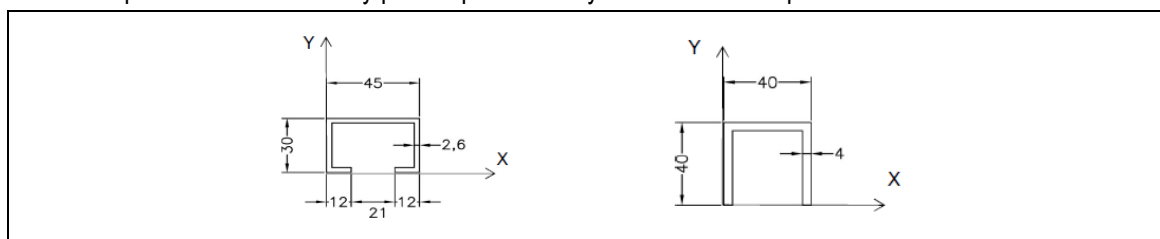
El sistema PF 1025 está formado por los siguientes componentes:

Grapas o travesaños para la fijación de las placas de piedra: las grapas para la fijación oculta de las placas son de aluminio extruido. Hay dos tipos tipos de grapas:

- Grapa discontinua intermedia: con una medida de 120 milímetros.
- Grapa discontinua de inicio o terminación: con una medida de 120 milímetros.
- Grapa continua intermedia.
- Grapa continua de inicio o terminación.

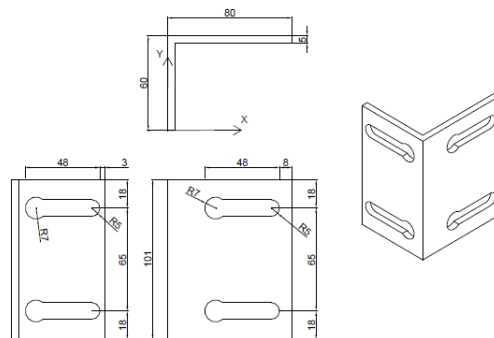


Montante: es un perfil de aluminio extruido. Para placas de piedra de espesor de hasta 3 centímetros se utiliza un perfil de sección en C y para espesores mayores se utiliza un perfil en U.



Escuadras: se utilizan para la fijación de los montantes. Son escuadras regulables de aluminio extruido de espesor aproximado de 5 milímetros. Hay dos tipos:

- De carga (sustentación).
- De apoyo (retención).

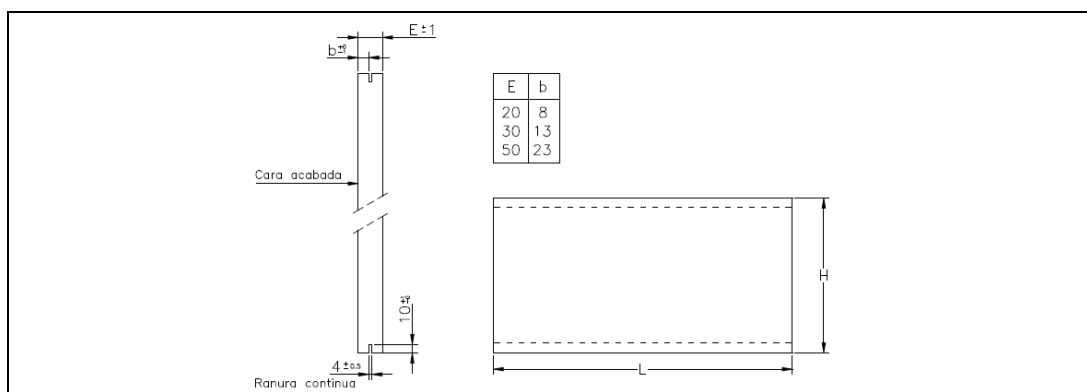


Tornillería: para la unión de los elementos anteriores entre sí se utilizan, en función de las dimensiones y peso de las placas, un conjunto formado por tornillo de cabeza hexagonal, arandela, arandela dentada y tuerca; o bien tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal.

Materiales: las grapas, montantes y escuadras son de aluminio extruido. Los elementos de fijación entre ellos son de acero inoxidable.

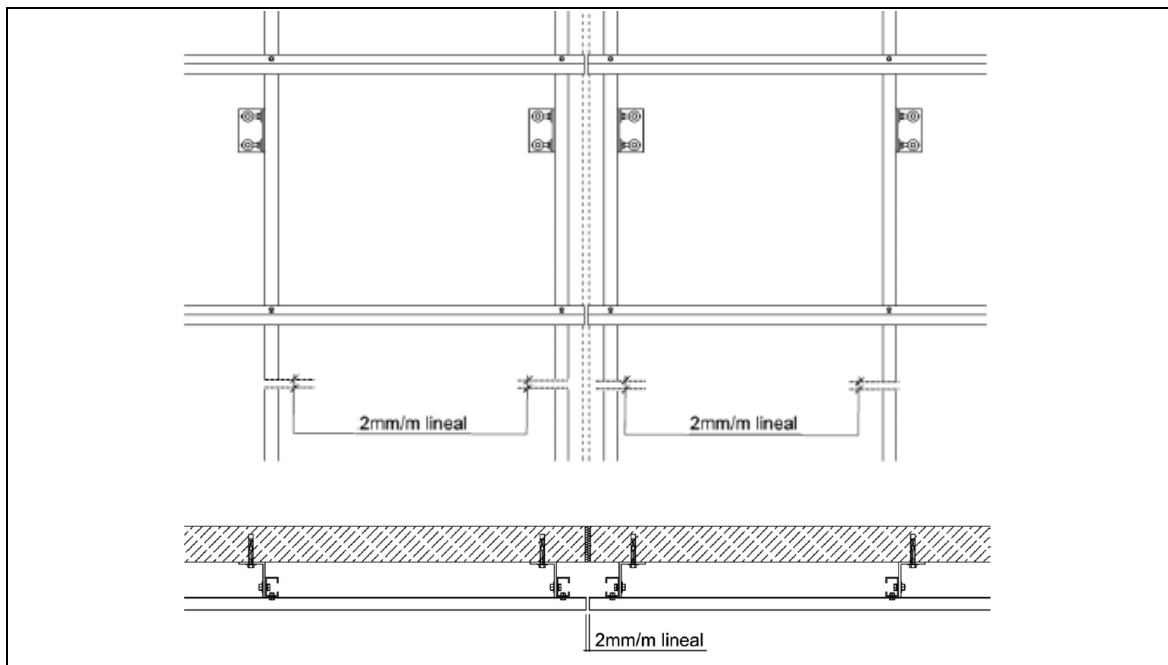
Criterios básicos de diseño del sistema:

- La distancia máxima a ejes entre montante es 1,5 metros.
- Las escuadras de sustentación se anclan a muro de carga, vigas o cantos de forjado, siendo la distancia máxima entre escuadras de 3,5 metros.
- Entre las escuadras de sustentación se disponen ménsulas de retención que se fijarán al cerramiento soporte, alineadas en sentido vertical, contrapeadas y distribuidas entre cantos de forjados. La distancia vertical entre ellas será de un máximo de 1,5 metros.
- La junta horizontal mínima entre montantes y entre perfiles horizontales es de 2 milímetros por metro lineal de perfil.
- El sistema de fijación de las placas de piedra funciona por sustentación de los perfiles horizontales inferiores y retención de los superiores.
- Para la fijación de las placas de piedra estas se acoplan a los perfiles horizontales (continuo o discontinuo), encajando la pestaña vertical del perfil en el ranurado de la placa y a continuación se coloca el siguiente perfil horizontal encajándolo en el ranurado superior de las placas. Este ranurado superior se sella con masilla de poliuretano para evitar la entrada de agua de lluvia en la ranura.
- Las placas deben suministrarse ya mecanizadas con las indicaciones de la figura. Los espesores mínimos de las placas de piedra y tolerancias dimensionales (derecha) y tolerancias de ranurado (izquierda abajo) son:

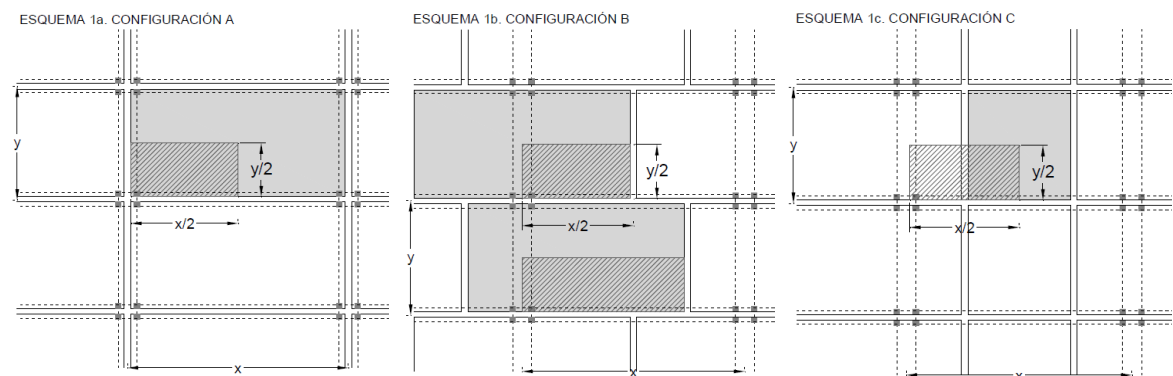


Piedra	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Tolerancia
Granito	20	≤ 30	-	± 10 %
Mármol	20			
Caliza	30	30 > e ≥ 80	-	± 3 mm
Arenisca	30			
Espesor		± 0,5 mm		
Profundidad		+ 1,0 mm		
Posición respecto a la cara vista		+ 0,0 mm - 1,0 mm		
Planicidad		-	-	≤ 0,2 % de la longitud ≤ 3 mm
Longitud y anchura		≤ 50	< 600	± 1,0 mm
			≥ 600	± 1,5 mm
		> 50	< 600	± 2,0 mm
			≥ 600	± 3,0 mm

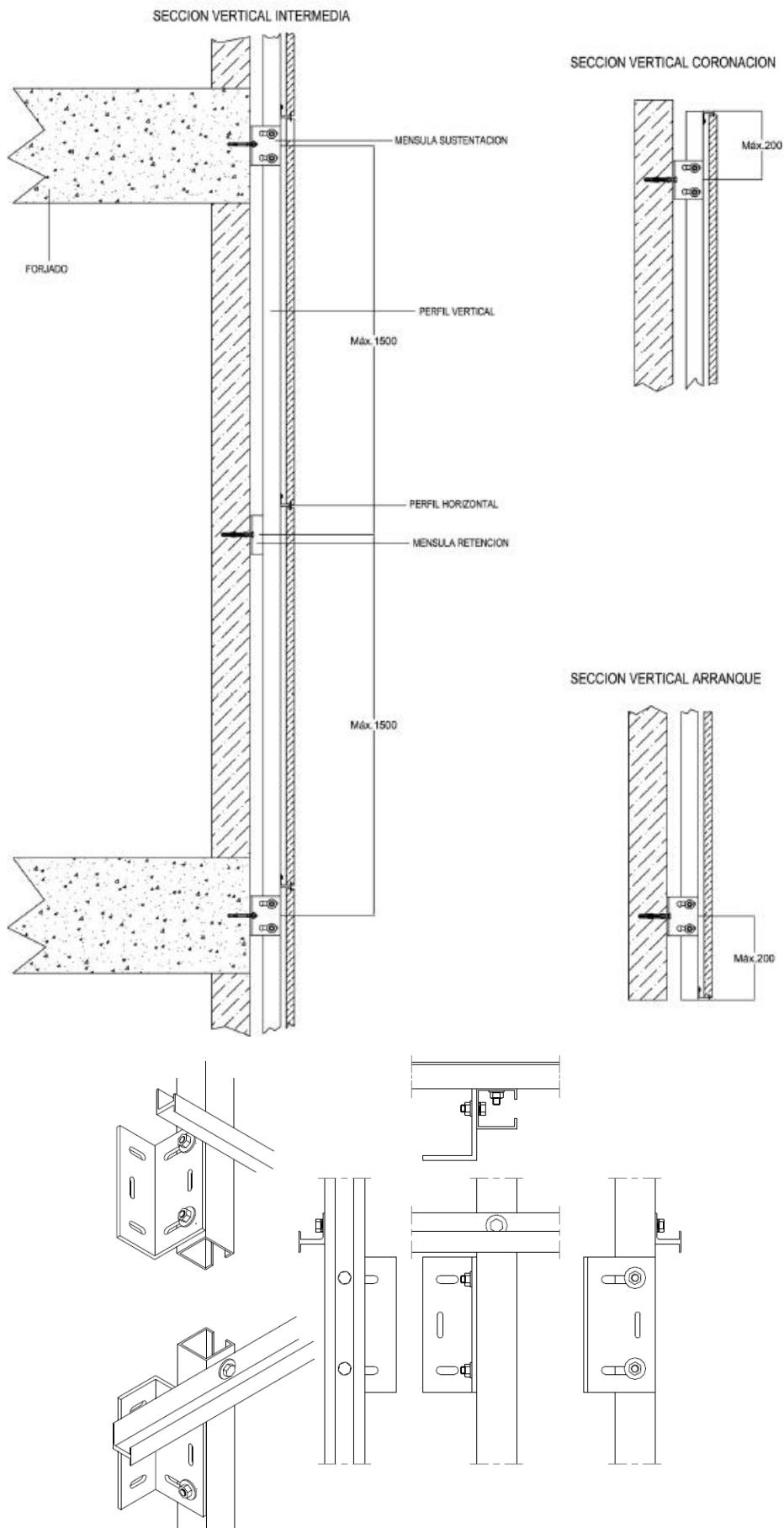
- El vuelo máximo de perfiles horizontales es de 150 milímetros.
- Las juntas verticales recomendadas entre placas serán entre 3 y 15 milímetros y la horizontal entre 6 y 10 milímetros.
- La discontinuidad entre perfiles verticales y horizontales debe coincidir con juntas en las placas.
- Las juntas de dilatación del edificio deben coincidir con una junta vertical del sistema, mediante un doble perfil vertical.



Configuraciones básicas:

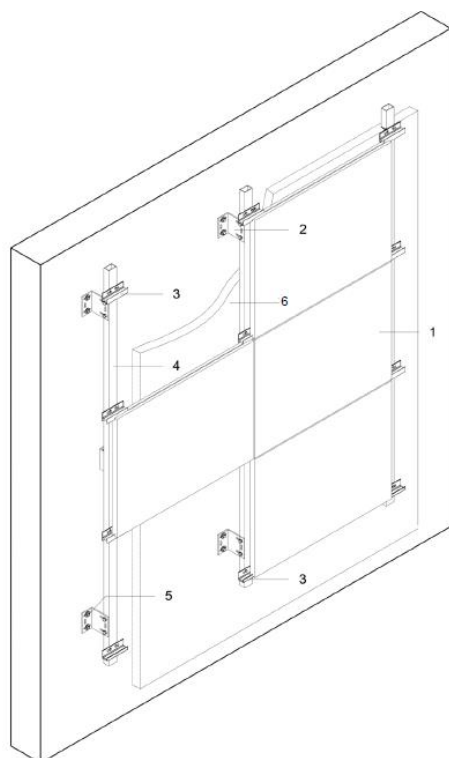


Detalles constructivos y resolución de puntos singulares:

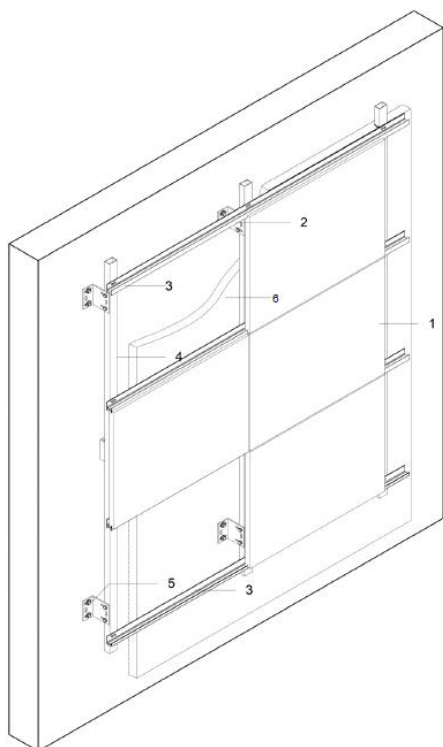


Ficha 9.- SISTEMA B-202D y B-202C. BAFF SYSTEM (ETA 19/0030). Sistema con subestructura de perfilaría

Fuente: documentación obtenida en los catálogos web del fabricante y ETA publicado



1. Elemento de revestimiento genérico – Piedra natural
2. Ménsula
3. Fijaciones – Perfil discontinuo – B-202D
4. Perfil vertical rectangular
5. Anclaje al muro soporte
6. Aislamiento térmico



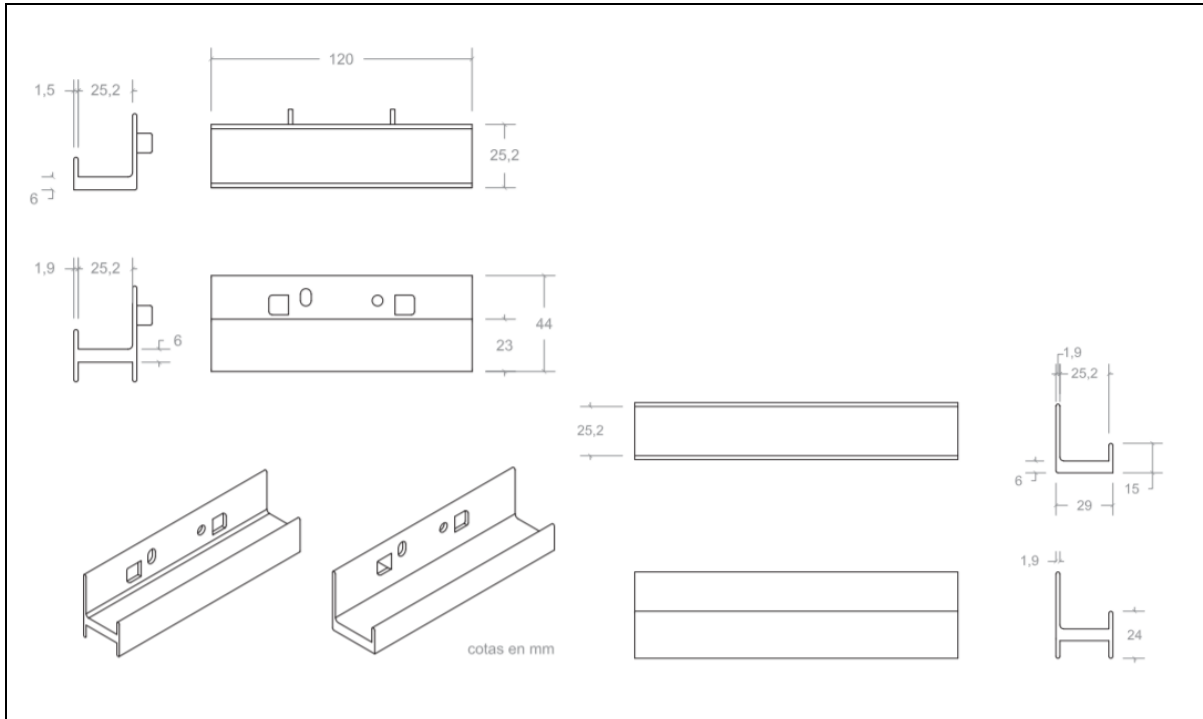
1. Elemento de revestimiento genérico – Piedra natural
2. Ménsula
3. Fijaciones – Perfil continuo – B-202C
4. Perfil vertical rectangular
5. Anclaje al muro soporte
6. Aislamiento térmico

Grapas o travesaños para la fijación de las placas de piedra: las grapas para la fijación vista u oculta de las placas son de aluminio extruido. Hay dos tipos tipos de grapas:

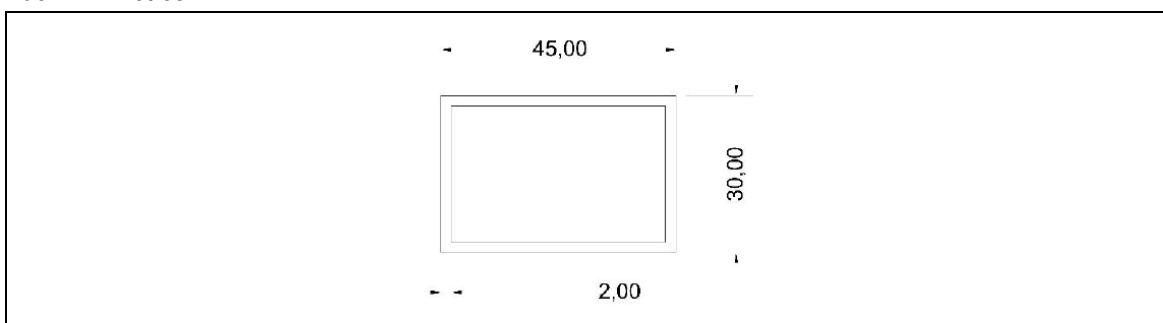
- Grapa discontinua intermedia: con una medida de 120 milímetros.

El sistema B-202 está formado por los siguientes componentes (elementos 2 a 5 Grapa discontinua de inicio o terminación: con una medida de 120 milímetros.

- Grapa continua intermedia.
- Grapa continua de inicio o terminación.

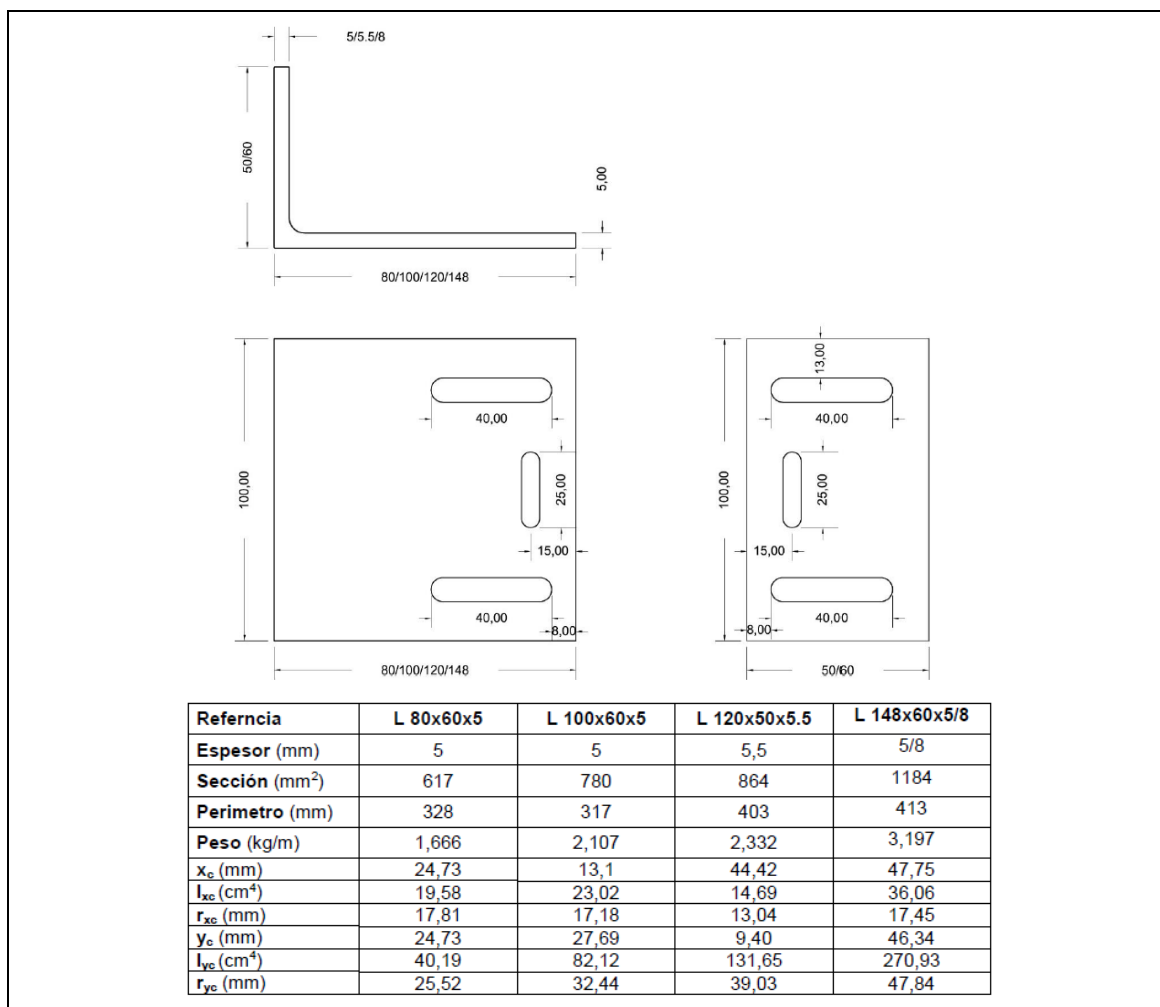


Montante: es un perfil de aluminio extruido, de sección en O, de dimensiones 30 x 45 milímetros y espesor de 2 milímetros.



Escuadras: se utilizan para la fijación de los montantes. Son escuadras regulables de aluminio extruido de espesor de 5 milímetros. Hay dos tipos:

- De carga (sustentación).
- De apoyo (retención).



Tornillería: para la unión de los elementos anteriores se utiliza tornillería de acero inoxidable con las siguientes características:

Tornillo de acero inoxidable (ménsula – perfil vertical)

Designación	DIN 7504 K con arandela de neopreno
Diametro	6.3 mm
Longitud	25 mm
Material	A2 (AISI 304)
Norma	EN ISO 3506-1:2010 ⁽¹⁴⁾
Resistencia a tracción (R _m)	13.36 KN
Resistencia a cortante	6.68 KN

Tornillo de acero inoxidable (perfil vertical – Perfil horizontal continuo)

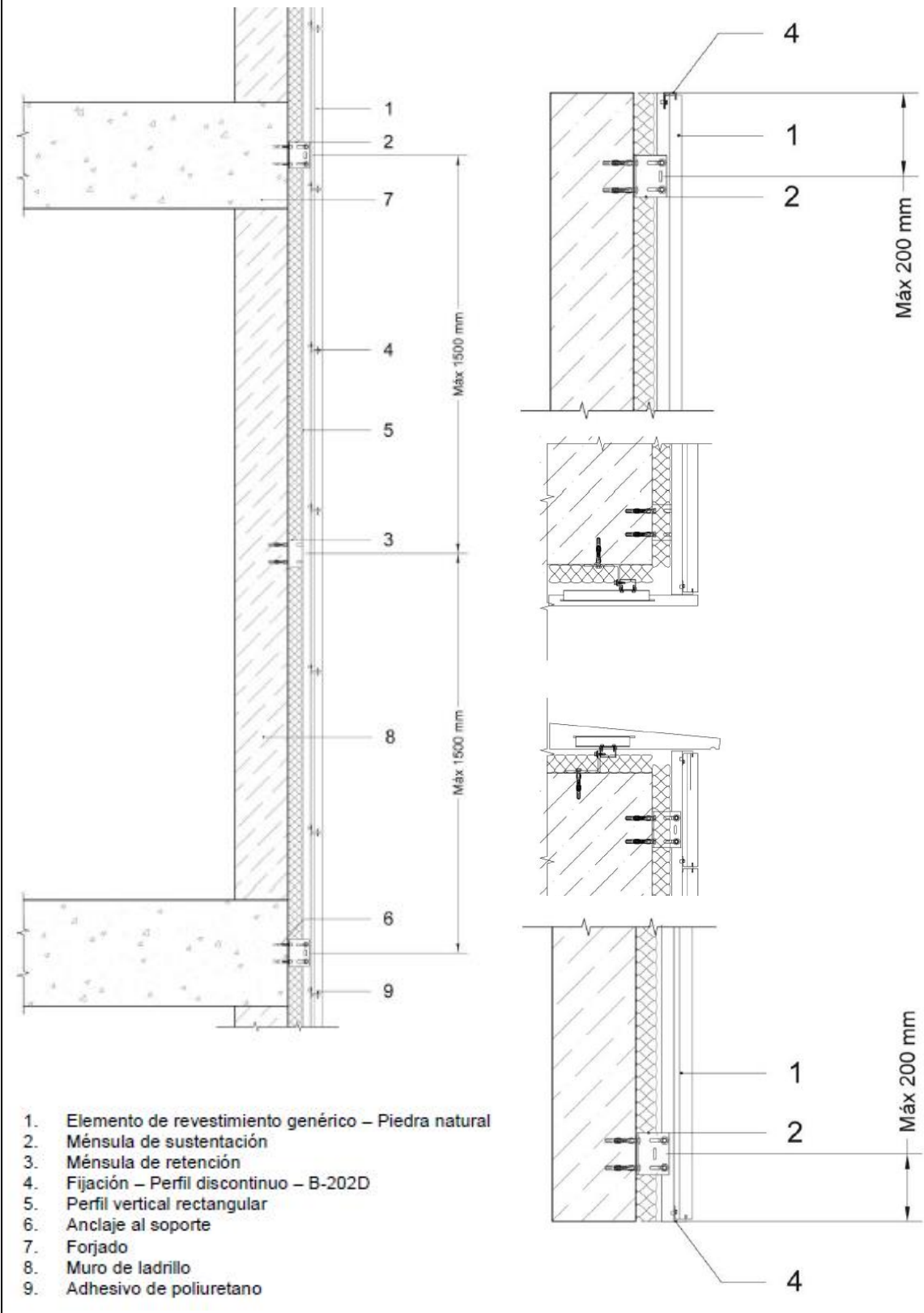
Designación	DIN 7504 K
Diametro	5.5 mm
Longitud	25 mm
Material	A2 (AISI 304)
Norma	EN ISO 3506-1:2010
Resistencia a tracción (R _m)	9.63 KN
Resistencia a cortante	4.82 KN

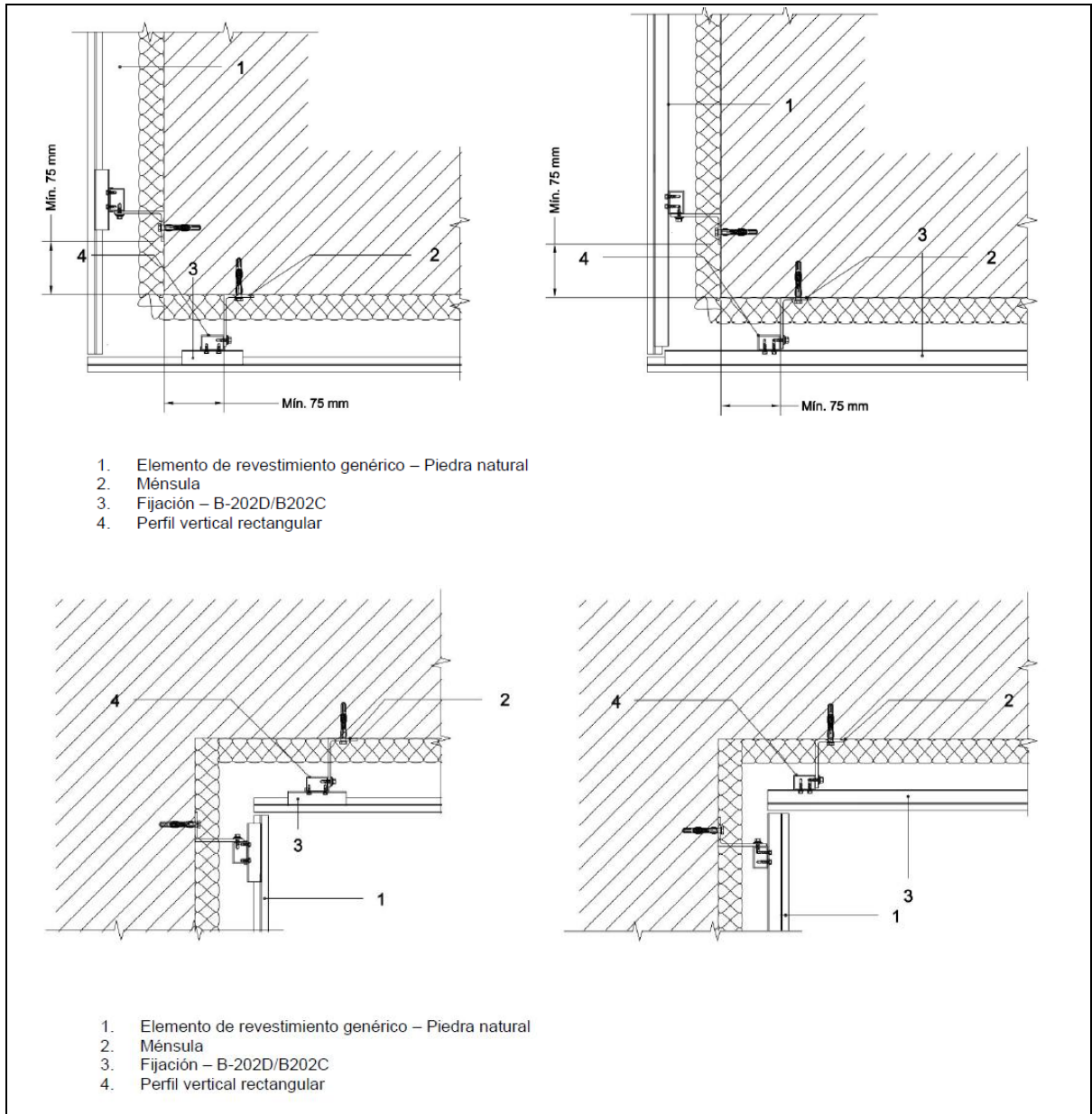
Tornillo de acero inoxidable (perfil vertical – Perfil horizontal discontinuo)

Designación	DIN 7504 K
Diametro	4.8 mm
Longitud	16 mm
Material	A2 (AISI 304)
Norma	EN ISO 3506-1:2010
Resistencia a tracción (R _m)	7.11 KN
Resistencia a cortante	3.56 KN

Materiales: las grapas, montantes y escuadras son de aluminio extruido. Los elementos de fijación entre ellos son de acero inoxidable.

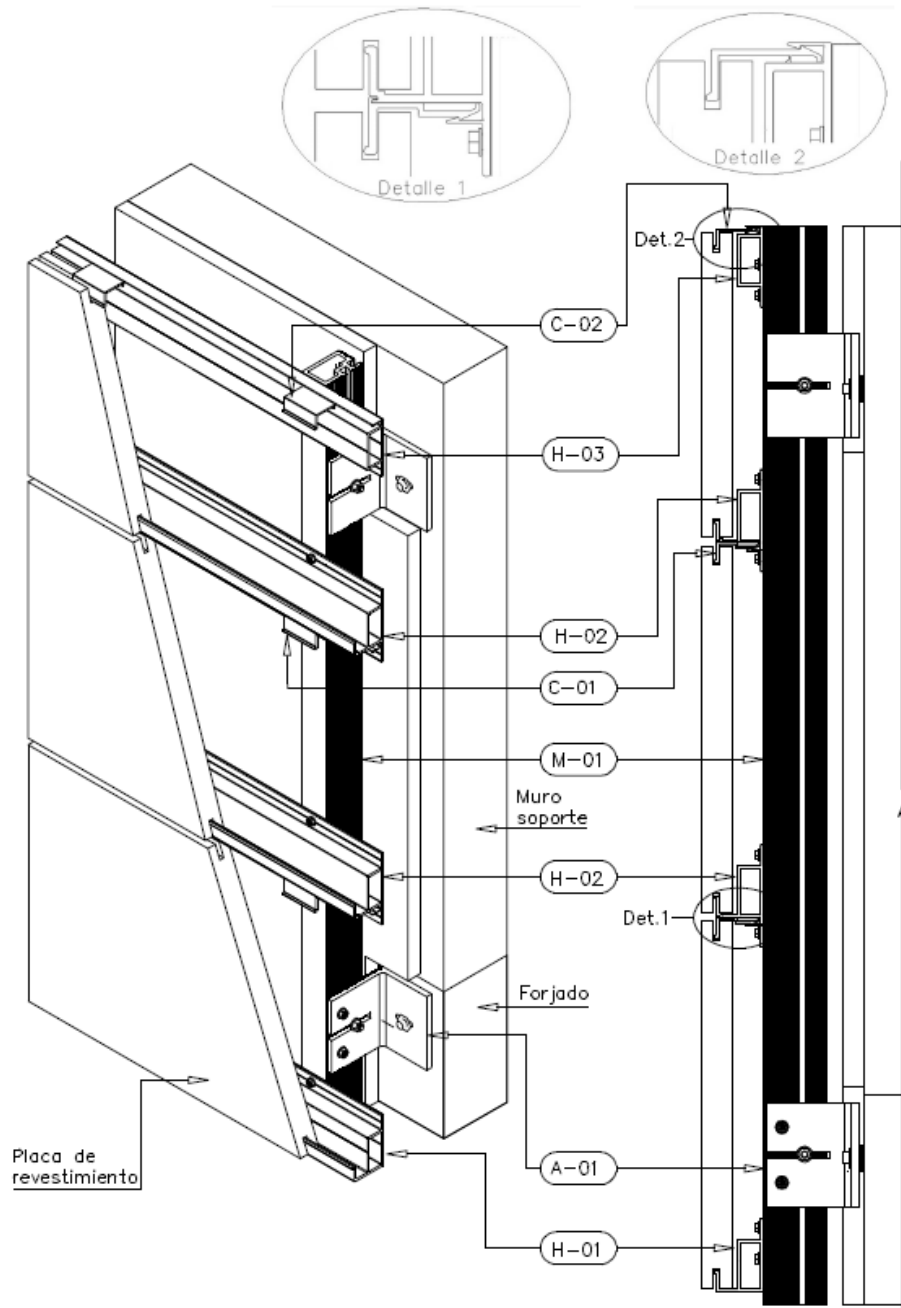
Detalles constructivos y resolución de puntos singulares:





Ficha 10.- SISTEMA UNYCLAD. EUROCLAD (DIT N° 575R/19). Sistema con subestructura de perfilaría

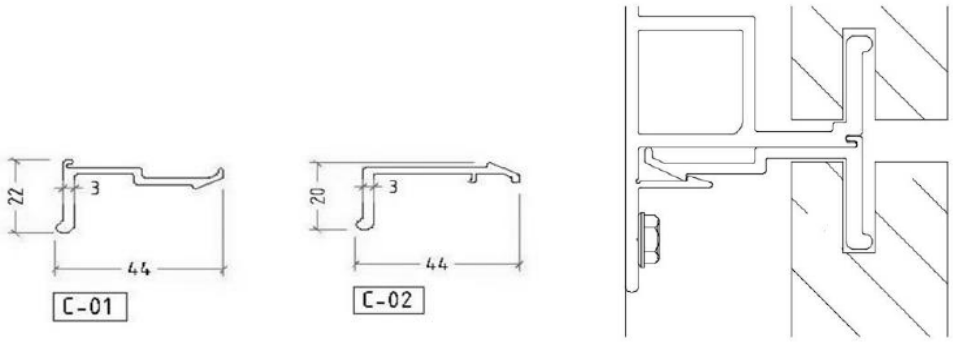
Fuente: documentación obtenida en los catálogos del fabricante y ETA publicado.



El sistema Unyclad está formado por los siguientes componentes:

Grapas de retención: consisten en grapas de aluminio que sirven para la retención de las placas de piedra. Estas grapas se encajan en los travesaños por uno de sus extremos y, por el otro, se introducen en el ranurado practicado en la junta horizontal de la placa. Por cada placa se colocan, generalmente, dos grapas ubicadas a $\frac{1}{4}$ de la longitud de la misma con respecto a los extremos. Hay dos tipos:

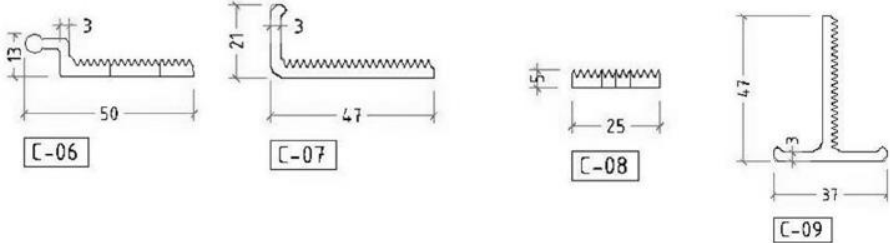
- C-01 para el travesaño intermedio
- C-02 para el travesaño de terminación



REFERENCIA	Dimensiones (mm)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Peso (kg/m)	Perímetro (mm)	x _c (mm)	I _{xc} (cm ⁴)	W _{y_g} (cm ³)	y _c (mm)	I _{yc} (cm ⁴)	W _{x_g} (cm ³)
C-01	L x 42 x 22	3	154	0,416	141	28,42	0,47	0,34	-13,81	2,77	0,97
C-02	L x 44 x 20	3	149	0,402	136	28,25	0,52	0,36	-14,39	2,94	1,04

La longitud L habitual de estos elementos es de 50 y 100 mm

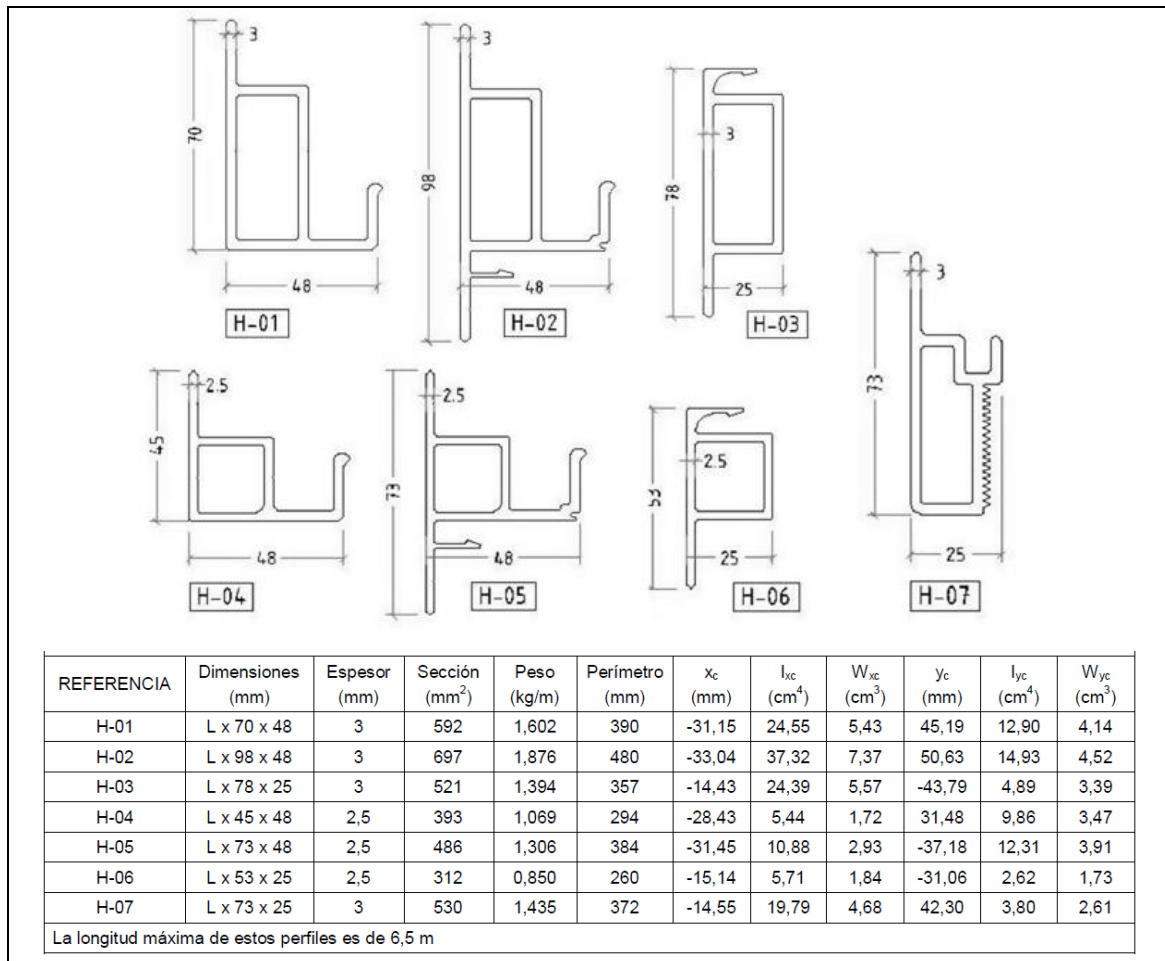
Para los casos en los que no se puedan utilizar las grapas de retención se han previsto una serie de elementos especiales de fijación.



REFERENCIA	Dimensiones (mm)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Peso (kg/m)	Perímetro (mm)	x _c (mm)	I _{xc} (cm ⁴)	W _{y_g} (cm ³)	y _c (mm)	I _{yc} (cm ⁴)	W _{x_g} (cm ³)
C-06	L x 50 x 13	3	223	0,600	168	-8,52	4,60	1,73	26,61	0,25	0,29
C-07	L x 47 x 21	3	243	0,656	193	-16,40	5,48	1,92	28,55	0,69	0,42
C-08	25 x 25 x 5	5	101	0,267	92	-2,92	0,53	0,42	12,50	0,02	0,07
C-09	L x 37 x 47	3	299	0,808	227	18,77	6,79	2,14	31,74	1,56	0,83

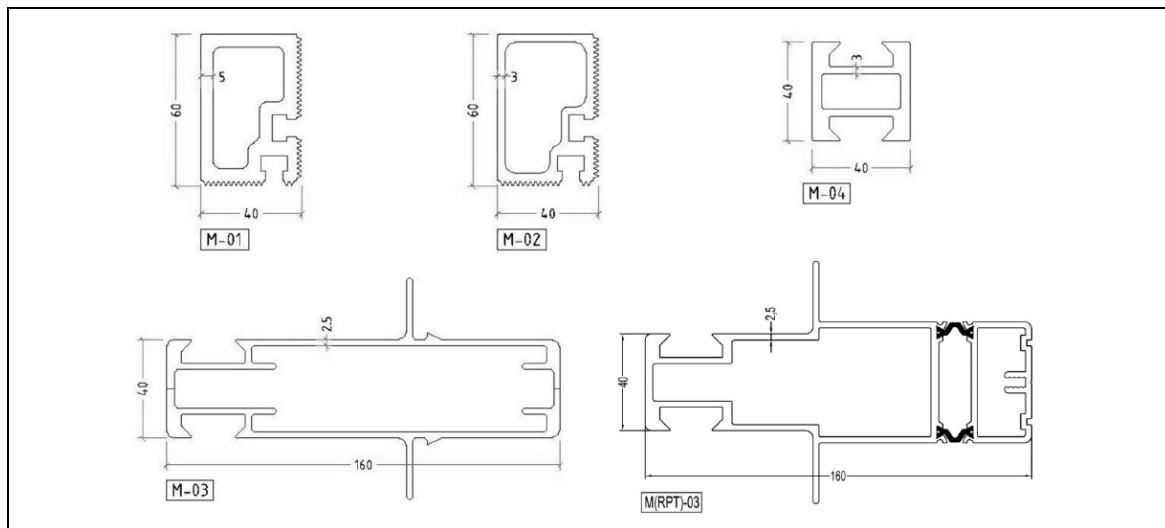
Travesaño: perfiles continuos horizontales se sección tubular y aluminio extruido, donde se encajan las grapas de retención. Se colocan en todas las juntas horizontales del revestimiento. Hay siete tipos de perfiles:

- H-01, H-04 para las hiladas de arranque
- H-02, H-05 para las hiladas intermedias
- H-03, H-06 para las hiladas de terminación
- H-07 para soportar o retener placas que no se puedan ranurar en su canto inferior o superior.



Montantes: son perfiles verticales de aluminio extruido, de sección tubular, a los que se fijan los travesaños. Hay cinco tipos, de diseño rectangular:

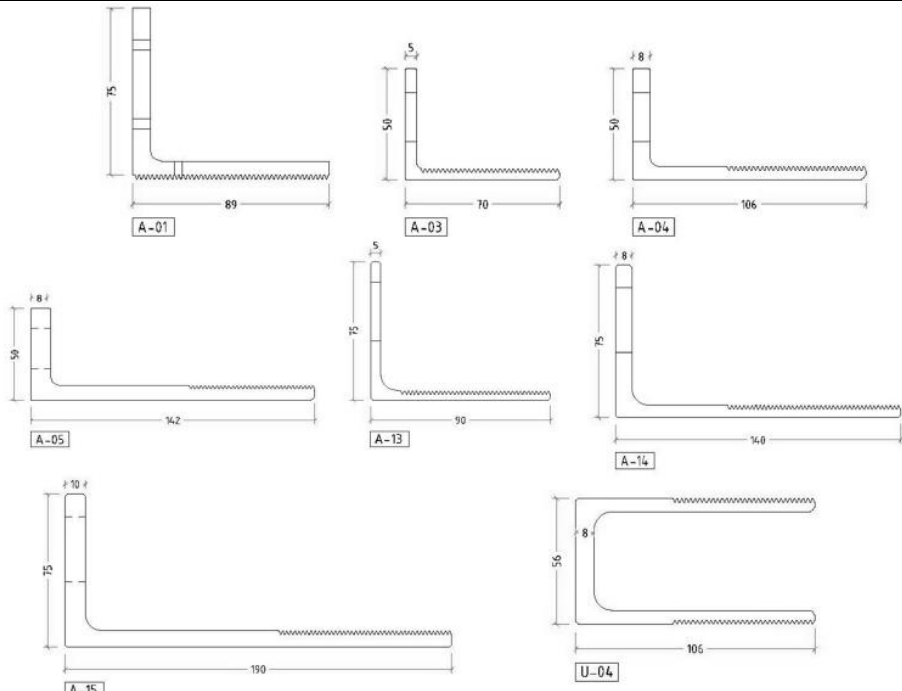
- M-01, M-02: incluyen dientes de sierra en dos caras consecutivas, por lo que pueden colocarse con ambos lados perpendiculares al plano de fachada.
- M-03, M(RPT)-03: no tienen caras dentadas y sólo permiten su colocación con el lado mayor perpendicular al plano de fachada. Utilizan una pieza en su unión con las escuadras.
- M-04: se coloca con el lado plano paralelo al plano de fachada. Utilizan una pieza en su unión con las escuadras.



REFERENCIA	Dimensiones (mm)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Peso (kg/m)	Perímetro (mm)	x _c (mm)	I _{xc} (cm ⁴)	W _{xg} (cm ³)	y _c (mm)	I _{yc} (cm ⁴)	W _{yg} (cm ³)
M-01	L x 60 x 40	5	1060	2,863	495	30,46	19,49	9,70	20,09	40,23	13,21
M-02	L x 60 x 40	3	756	1,998	505	31,90	15,13	7,09	21,35	30,45	9,54
M-03	L x 160 x 90	2	1468	4,060	1005	45,00	423,98	51,95	-81,61	46,80	10,40
M(RPT)-03	L x 160 x 100	2,5	1698	4567	1146	47,20	455,35	96,47	-83,00	67,20	12,10
M-04	L x 40 x 40	3	682	1,764	324	20,00	15,22	7,61	20,00	10,12	5,06

La longitud máxima de estos perfiles es de 6,5 m

Escuadras: se utilizan para la fijación de los montantes. Tienen un taladro en el centro de la cara en contacto con el muro soporte y una ranura en la cara en contacto con el montante para absorber las variaciones geométricas. La superficie de esta cara está conformada en dientes de sierra para evitar holguras en su colocación y mejorar la transmisión de esfuerzos.



REFERENCIA	Dimensiones (mm)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Peso (kg/m)	Perímetro (mm)	x _c (mm)	I _{xc} (cm ⁴)	W _{xg} (cm ³)	y _c (mm)	I _{yc} (cm ⁴)	W _{yg} (cm ³)
A-01	L x 89 x 75	8	1179	3,184	445	-54,71	89,49	14,07	-63,58	64,56	11,80
A-03	L x 70 x 50	5	513	1,389	322	-36,73	24,81	4,98	-49,76	11,96	3,26
A-04	L x 106 x 50	8	927	2,504	393	-37,65	101,55	13,86	-73,27	19,72	5,24
A-05	L x 142 x 50	8	1496	4,039	465	-39,36	300,98	32,85	-91,63	25,86	6,57
A-13	L x 90 x 75	5	738	1,992	425	-54,85	57,12	8,57	-66,61	40,39	7,36
A-14	L x 140 x 75	8	1320	3,564	539	-56,43	252,36	25,24	-99,98	67,56	11,97
A-15	L x 190 x 75	10	2118	5,718	639	-59,24	775,89	61,53	-126,10	90,55	15,28
U-04	U x 106 x 56	8	1503	4,058	682	28,00	167,06	25,11	-64,54	76,43	27,30

Elementos de fijación: para la unión entre sí de los componentes del sistema se emplean dos tipos de tornillería:

- Tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal en aluminio para la unión de los travesaños a los montantes.
- Tornillos hexagonales de acero inoxidable para la unión de los montantes a las escuadras.

Elementos auxiliares. Separadores plásticos: en el caso de que la estructura principal del edificio sea metálica se deberá instalar separadores plásticos para evitar el par galvánico entre la estructura metálica y las escuadras de aluminio.

Materiales: las grapas, montantes y escuadras son de aluminio extruido. Los elementos de fijación entre ellos son de aluminio y acero inoxidable.

Criterios básicos de diseño del sistema:

- Las dimensiones de las placas y tolerancias dimensionales son:

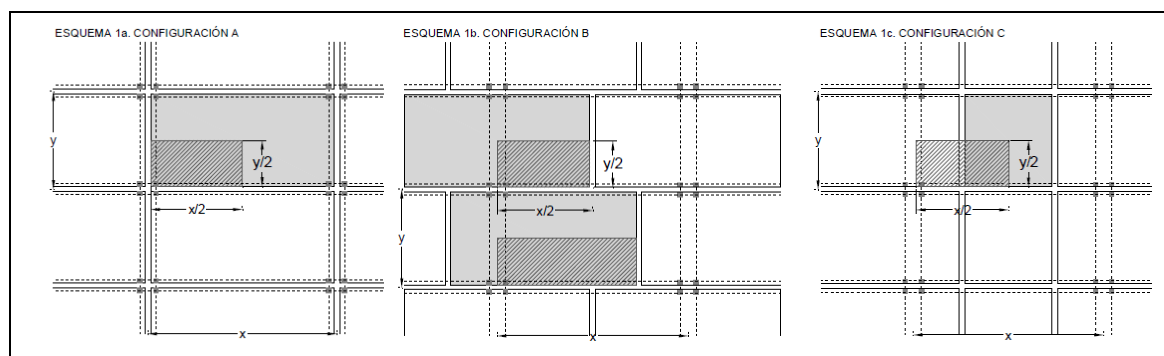
Piedra	Espesor (mm)
Granito	30 mm
Mármol	30 mm
Caliza	30 mm
Arenisca	30 mm

	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Tolerancia
Espesor	≤ 30	-	± 10 %
	30 e ≤ 80		± 3 mm
Planicidad	-	-	≤ 0,2 % de la longitud ≤ 3 mm
Longitud y anchura	≤ 50	< 600	± 1,0 mm
		≥ 600	± 1,5 mm
	> 50	< 600	± 2,0 mm
		≥ 600	± 3,0 mm
Escuadría	Según UNE-EN 1469, 4.1.5.		

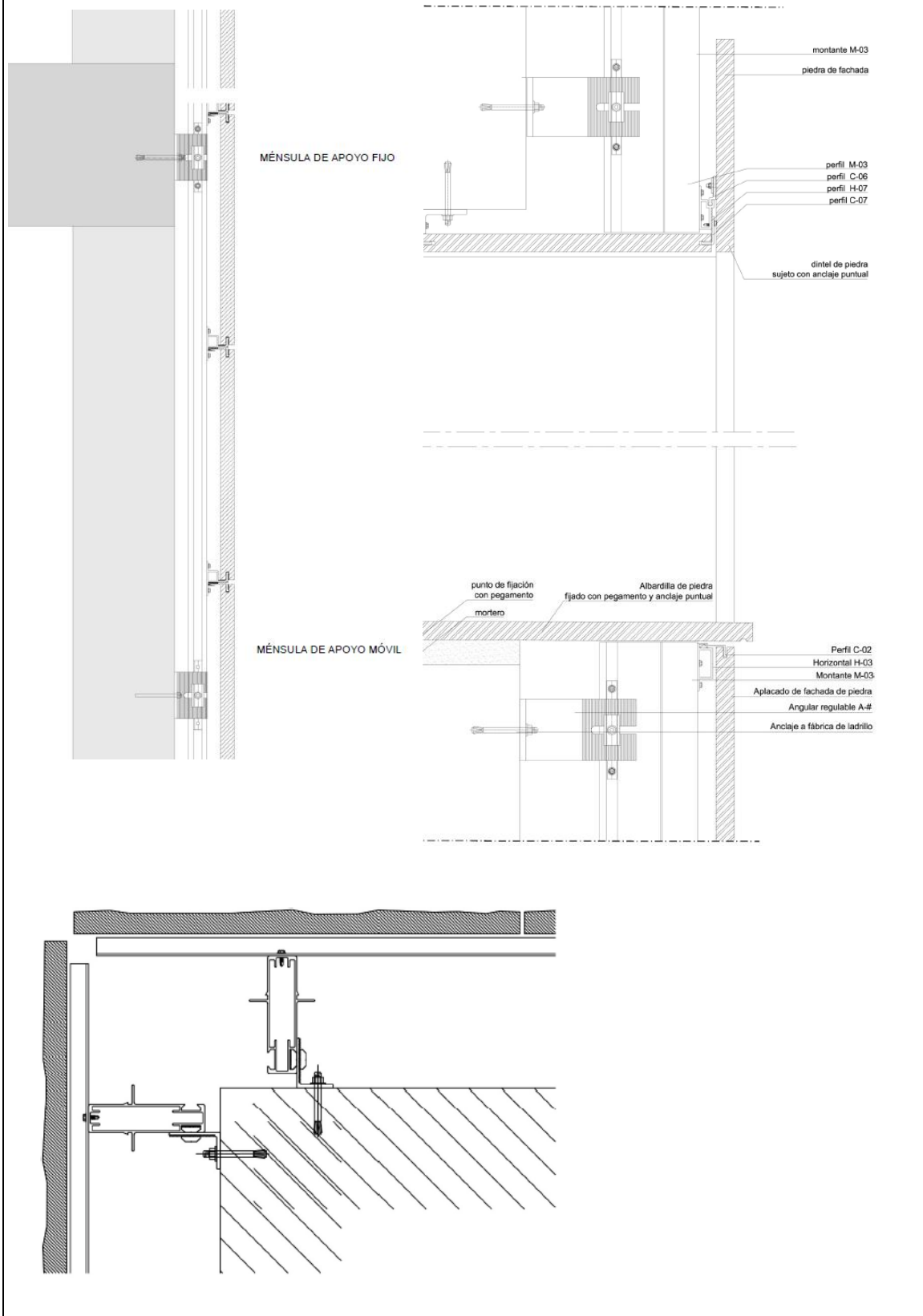
- Las placas deben suministrarse mecanizadas, con un ranurado con las siguientes características:

Espesor	± 0,5 mm
Profundidad	0,0 mm ≤ x ≤ 1,0 mm
Posición respecto a la cara vista	- 1,0 mm ≤ x ≤ 0,0 mm

- Una vez colocadas, las placas no deben encontrarse bajo tensión y tendrán libertad de movimientos.
- Las escuadras se colocan alternadas a ambos lados del montante. Los montantes M-03 y M(RTP)-03 se puede colocar de forjado a forjado. Para el resto la distancia máxima entre escuadras es de 900 milímetros.
- Las escuadras se pueden fijar en puntos fijos o móviles. Cada montante debe tener un punto de anclaje fijo, que transmite las cargas horizontales y verticales. Los puntos móviles transmiten únicamente cargas horizontales.
- Entre dos montantes consecutivos se debe dejar una junta aproximada de 20 milímetros.
- Entre dos travesaños consecutivos se debe dejar una junta adecuada a la longitud de los perfiles.
- Para evitar la acumulación de agua en el interior de los travesaños se practica un orificio de 8 milímetros de diámetros en el fondo de la ranura del perfil a la mitad entre la distancia entre montantes.
- En el caso de jambas, esquinas, juntas, ... el vuelo máximo de los travesaños es de 150 milímetros.
- Las juntas horizontales entre placas serán de 6 a 20 milímetros y las verticales de 2 a 20 milímetros.
- Las juntas de dilatación del edificio deben coincidir con una junta vertical del subsistema mediante un doble montante.
- Una misma placa de piedra no se podrá fijar a dos perfiles horizontales ni a dos perfiles verticales.
- Para interrumpir un perfil horizontal serán necesarios dos montantes.
- Las grapas de retención se colocan a L/4 de los cantos verticales de las placas de piedra.



Detalles constructivos y resolución de puntos singulares:



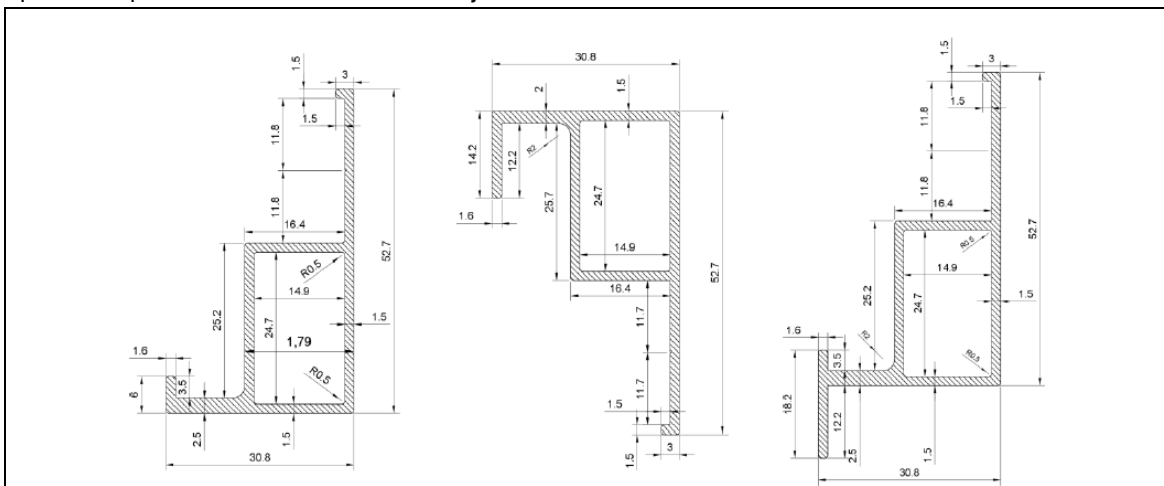
Ficha 11.- SISTEMA PF-ALU-HPL. SISTEMA MASA. Sistema con subestructura de perfilería

Fuente: documentación e información cedida por el fabricante



El sistema PF-ALU-HPL está formado por los siguientes componentes:

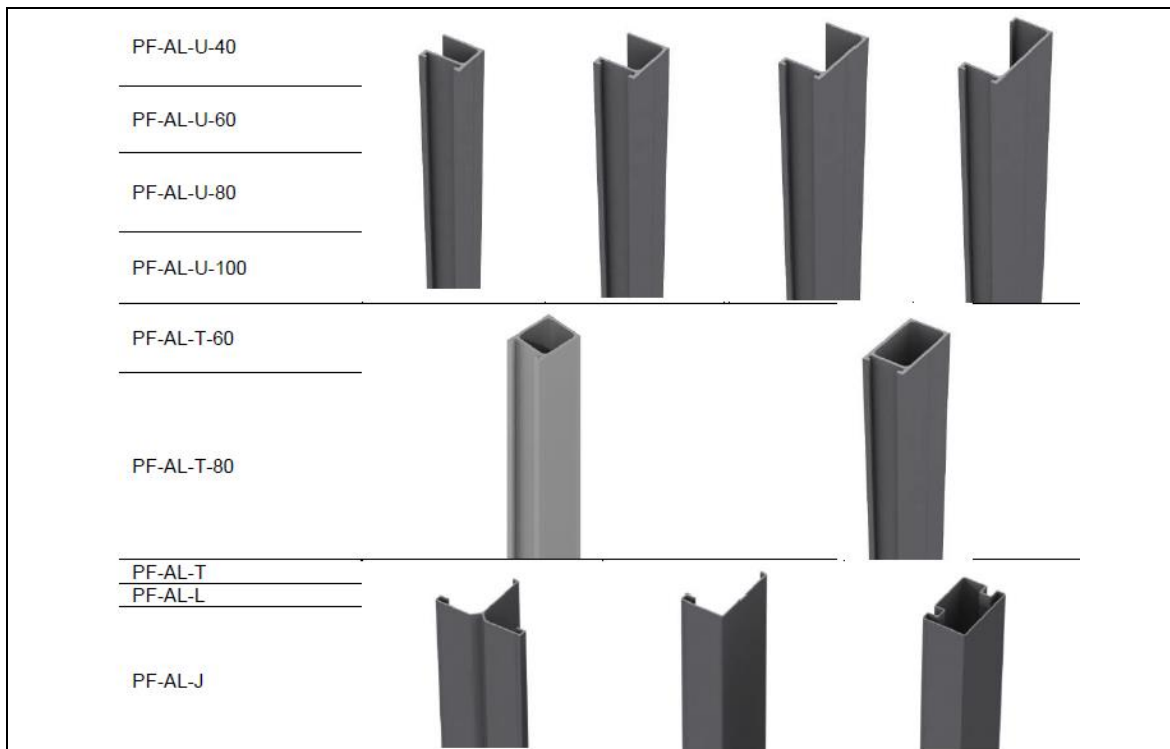
Travesaño: perfiles continuos horizontales se sección tubular y aluminio extruido para la sujeción de las placas de piedra. Se colocan en todas las juntas horizontales del revestimiento.

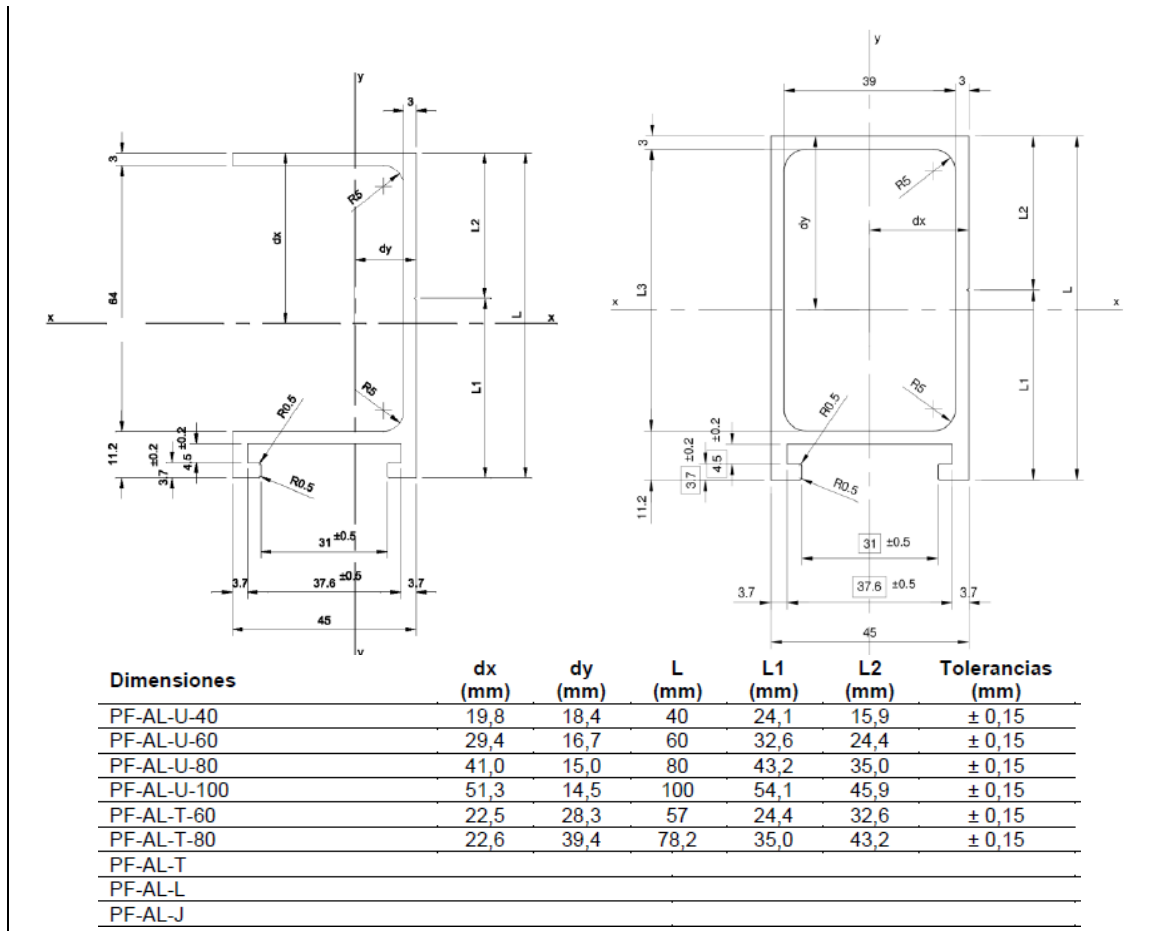




Montantes: son perfiles verticales de aluminio extruido a los que se fijan los travesaños. Hay cinco tipos. Hay tres tipos:

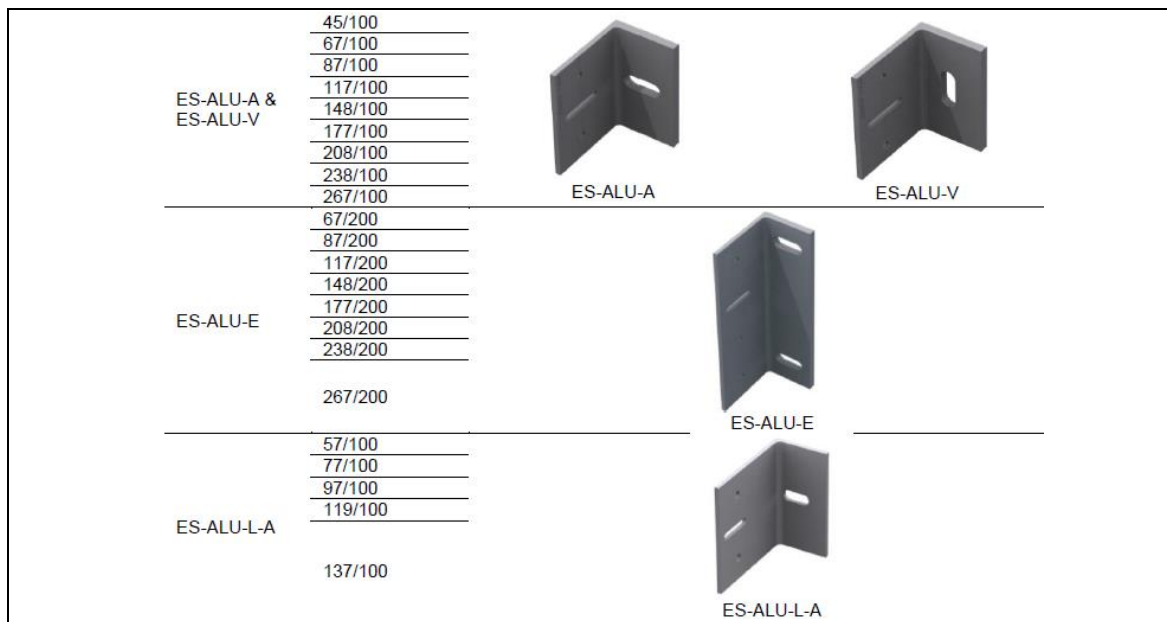
- De sección tubular
- De sección en T






Escuadras: se utilizan para la fijación de los montantes. Hay dos tipos:

- De aleación de aluminio



Dimensiones (mm)		L	L1	Tolerancias	
		(mm)	(mm)	(mm)	
Dimensiones (mm)	ES-ALU-A	45/100	---	---	± 0,15
		67/100	---	---	± 0,15
		87/100	---	---	± 0,15
		117/100	117	---	± 0,15
		148/100	148	31	± 0,15
		177/100	177	---	± 0,15
		208/100	208	---	± 0,15
		238/100	---	---	± 0,15
		267/100	---	---	± 0,15
	ES-ALU-V	45/100	---	---	± 0,15
		67/100	---	---	± 0,15
		87/100	---	---	± 0,15
		117/100	117	---	± 0,15
		148/100	148	31	± 0,15
		177/100	177	---	± 0,15
		208/100	208	---	± 0,15
		238/100	---	---	± 0,15
		267/100	---	---	± 0,15
	ES-ALU-E	67/200	---	---	± 0,15
87/200		---	---	± 0,15	
117/200		117	---	± 0,15	
148/200		148	31	± 0,15	
177/200		177	---	± 0,15	
208/100		208	---	± 0,15	
238/100		---	---	± 0,15	
267/100		---	---	± 0,15	
ES-ALU-L-A		57/100	57	---	---
	77/100	77	---	---	
	97/100	97	27,5	± 0,15	
	119/100	119	---	---	
Pieza auxiliar para rotura de puente térmico	Termostop 100	---	---	--	
	Termostop 200	---	---	--	

- De acero inoxidable

ES-INOX-A	238/100		ES-INOX-A		
	267/100				
	296/100				
	325/100				
ES-INOX-E	238/200		ES-INOX-E		
	267/200				
	296/200				
	325/200				
Dimensiones (mm)	ES-INOX-A	L	L1	Tolerancias	
		(mm)	(mm)	(mm)	
		238/100	238	128	± 0,15
		267/100	267	157	
	296/100	296	186		
	325/100	325	215		
	ES-INOX-E	238/100	238	128	± 0,15
		267/100	267	157	
		296/100	296	186	
		325/100	325	215	

Elementos de fijación: para la unión entre sí de los componentes del sistema se emplean tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal en acero inoxidable.

Elementos auxiliares:

- Dispositivos de fijación auxiliares. Consisten en fijaciones vistas u ocultas que se encajan en los travesaños para la sujeción de las placas de piedra. Se utilizan en las esquinas de la fachada o en situaciones singulares.



GR-HPL60-PV o GR-HPL120-PV

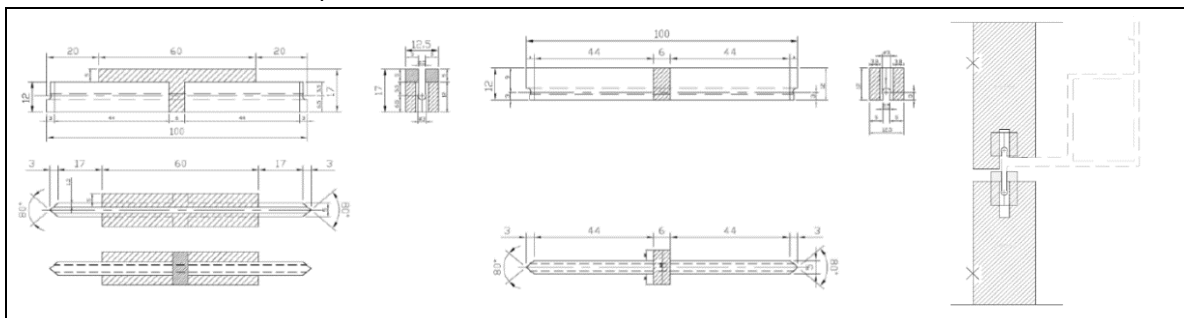


GR-HPL60-PH o GR-HPL120-PH



GR-HPL-V

- Protector de rail de plástico



- Perfiles auxiliares entre travesaños

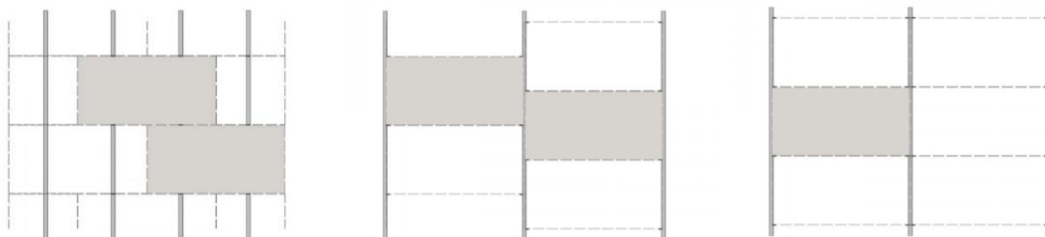
Materiales: las grapas, montantes y escuadras son de aluminio extruido. Los elementos de fijación entre ellos son de acero inoxidable.

Criterios básicos de diseño del sistema:

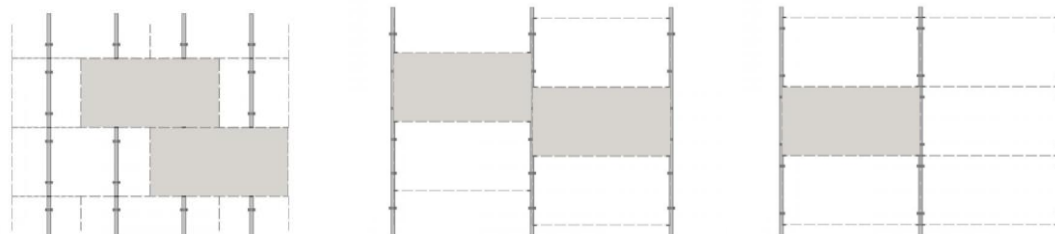
- Cuando la subestructura se fija únicamente a los frentes de forjado se deberán evitar el uso de montantes y escuadras de dimensiones menores a 80 milímetros.
- Los montantes no deben ser utilizados con ménsulas de dimensiones menores.
- El peso y área máximos de las placas de piedra deben ser determinados según las propiedades mecánicas de los componentes del kit declarados en la ETE. La densidad máxima que se puede considerar es de 3000 kg/m³. La ranura (t = 2 mm para GR-HPL40 y t = 5,3 mm para GR-HPL60 y GR-HPL120) deberá situarse en la mitad del eje del canto del elemento de revestimiento. Cuando se usen las fijaciones auxiliares GR-HPL-PV o GR-HPL-PH, las perforaciones de espiga (diámetro = 7,5 mm) se deberán situar en la mitad del eje del canto del elemento de revestimiento.
- El subsistema de revestimiento debe ser compatible con las juntas estructurales del edificio.
- La protección a la corrosión de los componentes metálicos del sistema debe ser seleccionada considerando la categoría de corrosión atmosférica.

Configuraciones:PF-ALU / PL:

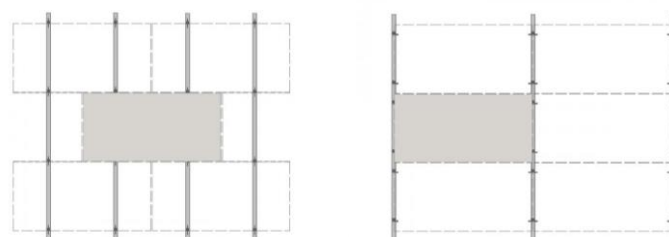
Espesor mínimo del aplacado: 30 mm.
 Junta mínima recomendada: 6 mm. horizontal y 3mm. vertical.
 Mecanización: ranura puntual.

PF-ALU / CER:

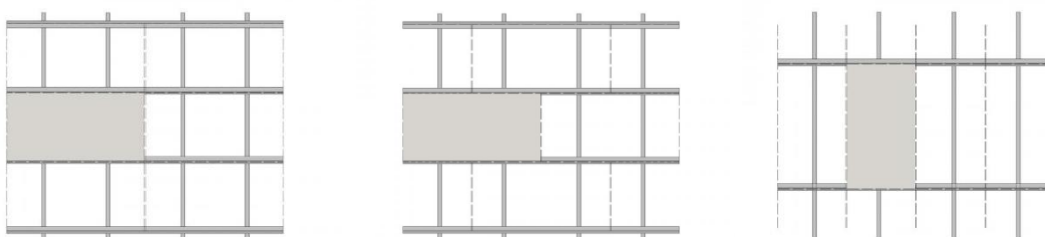
Espesor mínimo del aplacado: 5 mm. y máximo 25 mm.
 Junta mínima recomendada: 6 mm. horizontal y 3mm. vertical.
 Sin mecanización (anclaje de uña vista).

PF-ALU / CLA:

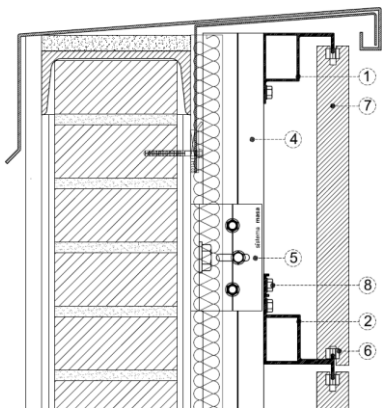
Espesor mínimo del aplacado: 30 mm.
 Junta mínima recomendada: 6 mm. horizontal y vertical libre.
 Mecanización: Taladro diámetro de 7.5 mm.

PF-ALU / HPL:

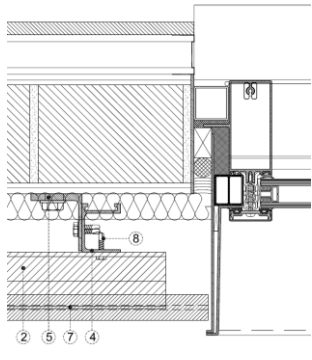
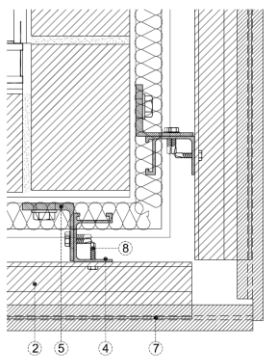
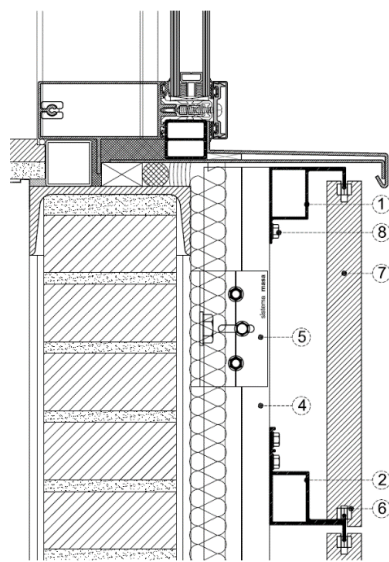
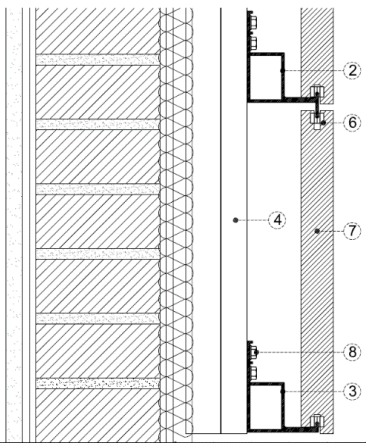
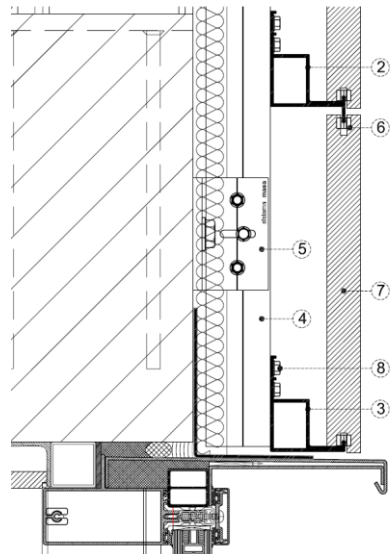
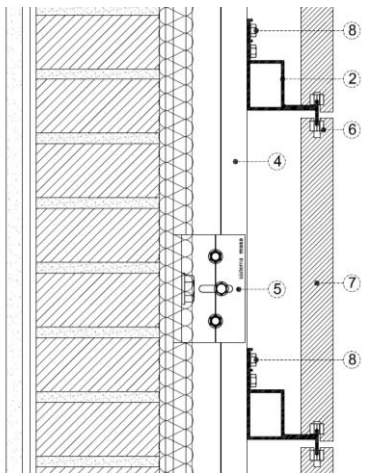
Espesor mínimo del aplacado: 20 mm.
 Junta mínima recomendada: 6 mm. horizontal y libre vertical.
 Mecanización: ranura continua, taladro o pestaña vista.



Detalles constructivos y resolución de puntos singulares:

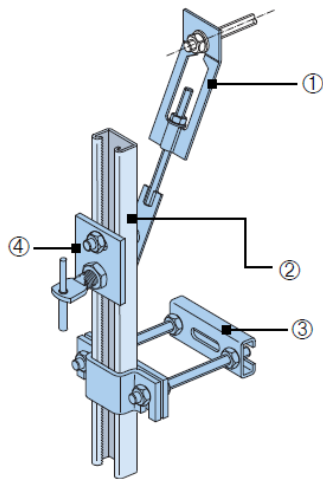


- ① Perfil Horizontal GR-HPL-TS (Terminal Superior)
Aluminio Extrusionado calidad 6005 T6
- ② Perfil Horizontal GR-HPL-PS (Pasante)
Aluminio Extrusionado calidad 6005 T6
- ③ Perfil Horizontal GR-HPL-TI (Terminal Inferior)
Aluminio Extrusionado calidad 6005 T6
- ④ Perfil Vertical PF-ALU-60-A
Aluminio Extrusionado calidad 6005 T6
- ⑤ Elemento de sujeción ES-ALU-67/100
Aluminio Extrusionado calidad 6005 T6
- ⑥ Casquillo HPL
Poliéstereno Inyectado
- ⑦ Piedra Natural e = 3cms
Granitos, Basaltos, etc.
- ⑧ Tornillo Hexagonal M6,3x25 Punta Broca
DIN 7504 - Acero inoxidable A2



Ficha 12.- SISTEMA SUK. HALFEN. Sistema con subestructura de perfilería

Fuente: documentación obtenida del catálogo del fabricante. Cedida.

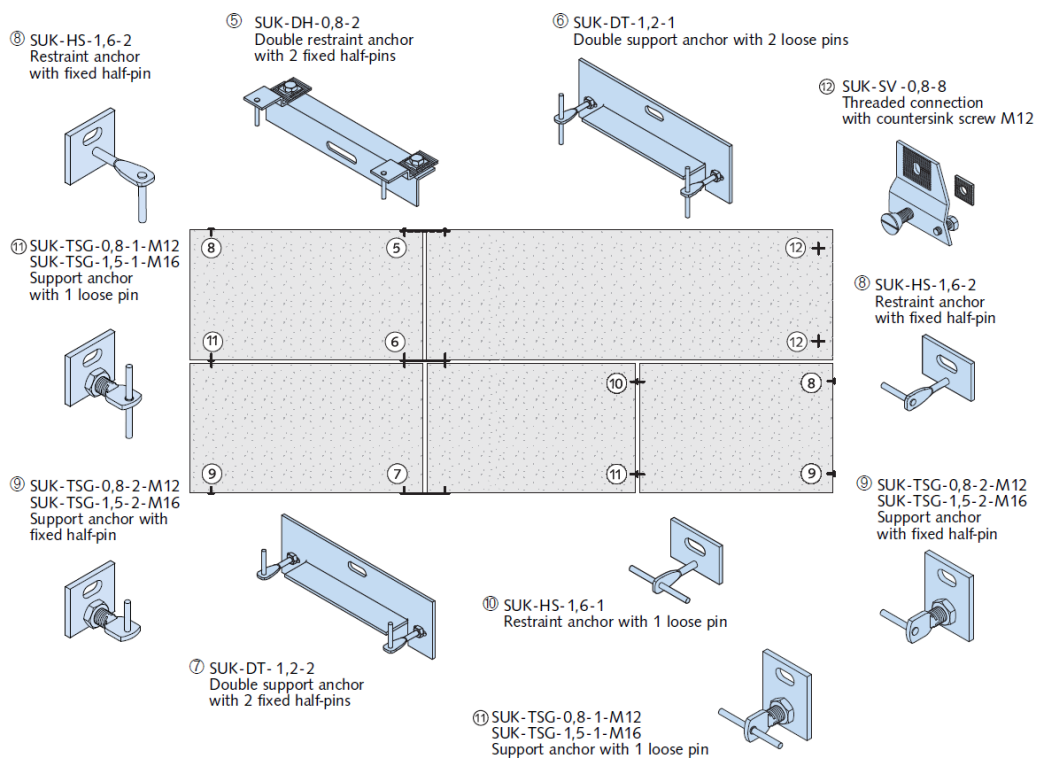


- ① Façade anchor fixed with bolt
- ② Channel
- ③ Compression-tension brace
- ④ SUK-TSG Design 1 including installation parts

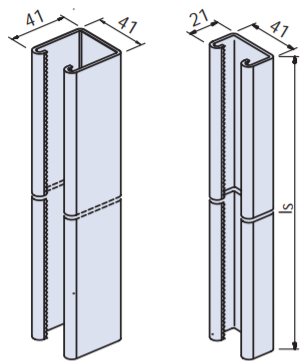


Consiste en una subestructura regulable fabricada en acero inoxidable. Se recomienda su utilización con cámaras ≥ 160 milímetros o en cámaras variables. Está formado por los siguientes elementos:

- Grapas para la sujeción y retención de las placas de piedra.



- **Montantes** a los que fijan las grapas mediante tornillos hexagonales.

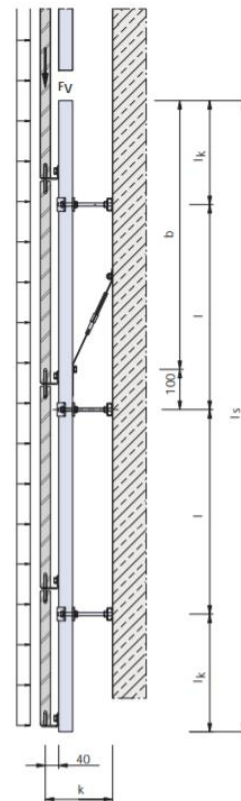


SUK - Z41 SUK - Z21

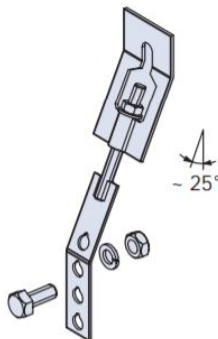
Distancia máx. entre apoyos l y voladizo l_k en alturas de edificios ≤ 100 m y una distancia entre perfiles a_s .

Descripción		max. a_s mm	Zona normal		Zona de esquina	
Tipo	Longit. estándar l_s \varnothing mm		max. l mm	max. l_k mm	max. l mm	max. l_k mm
SUK - Z41 -	3000	1500	1500	500	1100	400
		1000	1800	500	1300	400
		600	2100	500	1600	400
SUK - Z21 -	3000	600	1350	350	1000	350

① Otras longitudes de perfil hasta un max. de 6000 mm s/consulta

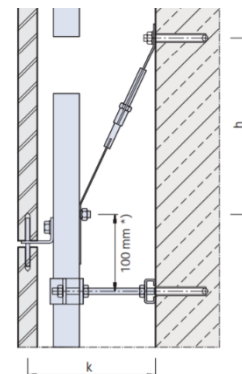


- **Anclajes de carga** en los cantos de los forjados.



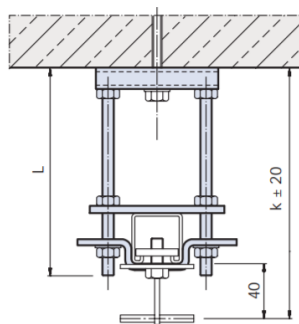
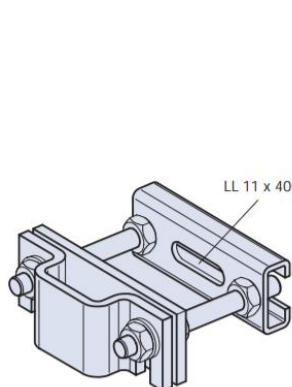
Max. FV = 5,0 kN

Descripción	Cámara k mm	Cámara h mm	Longitud del tirante perforado mm
SUK-F-5,0-435	160	200	435
	180	240	
	200	280	
	220	330	
SUK-F-5,0-645	240	370	645
	260	410	
	280	550	
	300	500	
SUK-F-5,0-876	320	540	876
	340	580	
	360	620	



*) El anclaje de fachada tiene que estar fijado cerca del separador.

- **Separador:** anclajes de apoyo fijados al muro soporte.

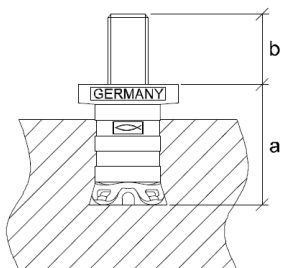
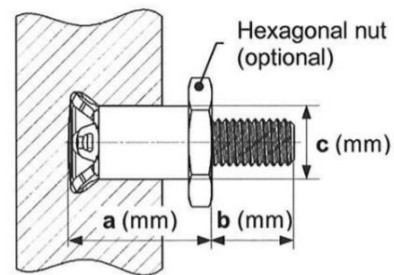
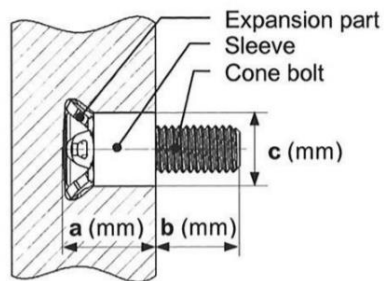
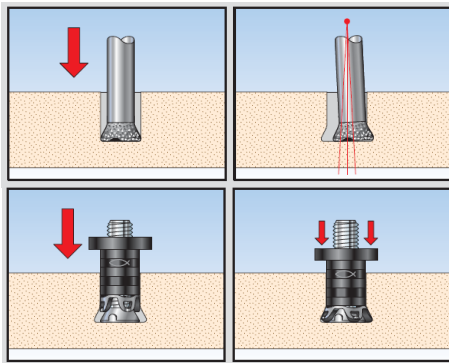


Cámara $k = 160 - 360$ mm
(± 20 mm)

Descripción	k mm	L mm
SUK-A-120	160	120
SUK-A-140	180	140
SUK-A-160	200	160
SUK-A-180	220	180
SUK-A-200	240	200
SUK-A-220	260	220
SUK-A-240	280	240
SUK-A-260	300	260
SUK-A-280	320	280
SUK-A-300	340	300
SUK-A-320	360	320

Ficha 13.- SISTEMA ACT. FISCHER. ETA-11/0145. Anclajes por destalonado para su utilización en combinación con un sistema de montantes y travesaños

Fuente: documentación obtenida en los catálogos del fabricante y del ETA publicado



Technical data

Type	Item	Installed anchor length mm a	Drill hole- ϕ mm	Anchorage depth mm	Thread diameter	Bolt projection length mm b	Box quantity pieces
FZP-II 11x21 M6/SO/9 Carbon*	511 977	21	11	12-16	M6	9	250
FZP-II 11x21 M6/SO/12 Carbon*	511 978	21	11	12-16	M6	12	250
FZP-II 13x26 M8/SO/17 Carbon*	511 979	26	13	15-21	M8	17	250

* European Technical Approval ETA-11/0145

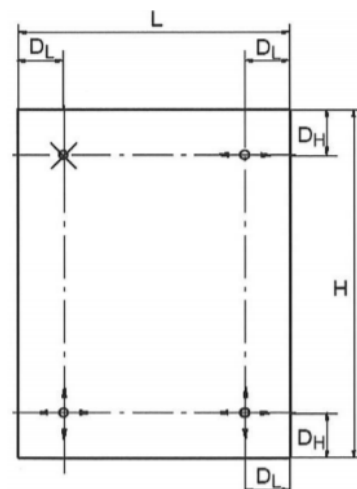
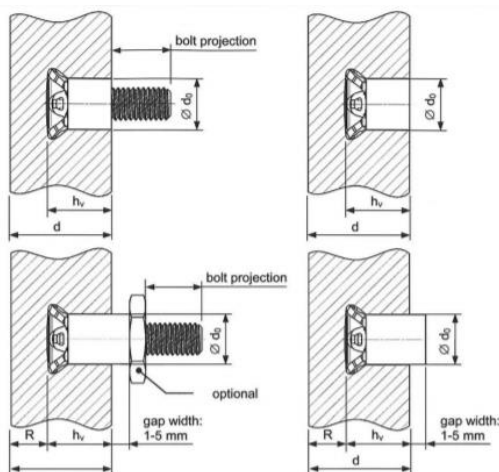
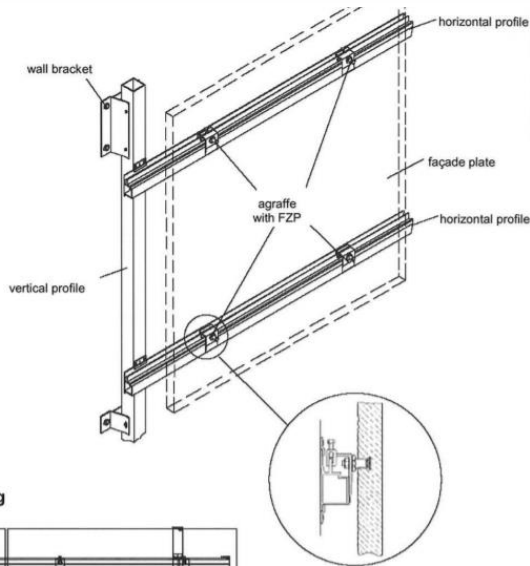


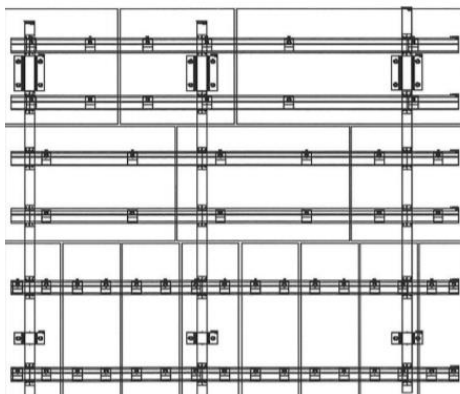
Table 5: Characteristic values of anchors and façade and reveal panels made of natural stones ¹⁾

Façade panel				
panel thickness ²⁾	d [mm]	20(30) ≤ d ≤ 70		
maximum size of panel	A ≤ [m ²]	3,0		
maximum side length	H or L ≤ [m]	3,0		
number of anchors (rectangular arrangement)		4		
edge distance ³⁾	D _L or D _H	50 mm ≤ D _L or D _H ≤ 0,25L or 0,25H		
spacing ³⁾	a _L or a _H ≥ [mm]	8 h _v		
Reveal panel				
panel thickness ²⁾	d = [mm]	20(30) ≤ d ≤ 70		
edge distance ³⁾	b _L or b _H	40 mm ≤ b _L or b _H ≤ 0,2H or 0,2L		
anchor				
anchorage depth ⁴⁾	h _v [mm]	12 ≤ h _v ≤ 25 ⁴⁾		
nominal diameter of drill hole	M6 ∅ d ₀ = [mm]	11		
	M8 ∅ d ₀ = [mm]	13		
remaining wall thickness ⁵⁾	R ≥ [mm]	0,4 d		
Characteristic load-bearing capacity – façade slab (anchor load-bearing capacity, bending strength)				
tension load	N _{Rk} = [kN]	see Annex 6 (depending on material, chosen slab thickness, anchorage depth and relative edge distance)		
shear load	V _{Rk} = [kN]			
bending stress	σ _{Rk} = [N/mm ²]	see Annex 6 (depending on material)		
partial safety factor ⁶⁾	γ _M = [-]	see Annex 6 (depending on material)		
Characteristic load-bearing capacity - anchor (steel failure)				
		FZP M6	FZP M8	FZP-I M6 ⁷⁾
tension load	N _{Rk,s} = [kN]	15,1	27,5	14,1
partial safety factor ⁶⁾	γ _{M,s} = [-]	1,5	1,5	1,87
shear load	V _{Rk,s} = [kN]	7,5	13,7	7,0
partial safety factor ⁶⁾	γ _{M,s} = [-]	1,25	1,25	1,56

- 1) selected natural stones according to section 1.2
- 2) for sandstone, limestone and basaltlava: panel thickness d ≥ 30 mm
- 3) for small fitted pieces, differential or fill-in pieces the minimum edge distance or spacing shall be chosen constructively; by structural design by means of FE program bigger edge distances are possible
- 4) h_v in 1 mm steps only (12, 13, 14 mm ... 25 mm) – tolerances see Annex 3, Table 4, footnote 3)
- 5) only for stand-off fixing
- 6) recommended partial safety factor in absence of other national regulations
- 7) only for fastening screws made of stainless steel 1.4401 or 1.4571 EN ISO 10088-3 with a minimum strength class 70 EN ISO 3506-1 (f_{uk} = 700 N/mm²; f_{yk} = 450 N/mm²)

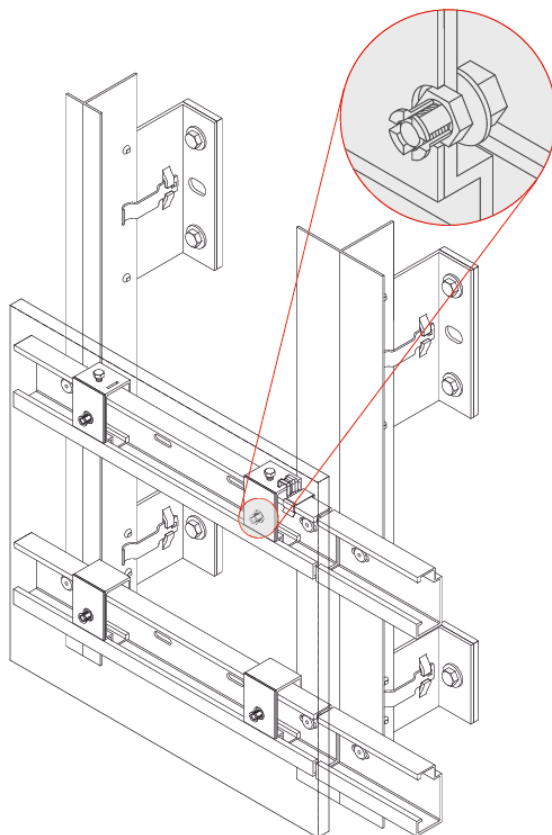
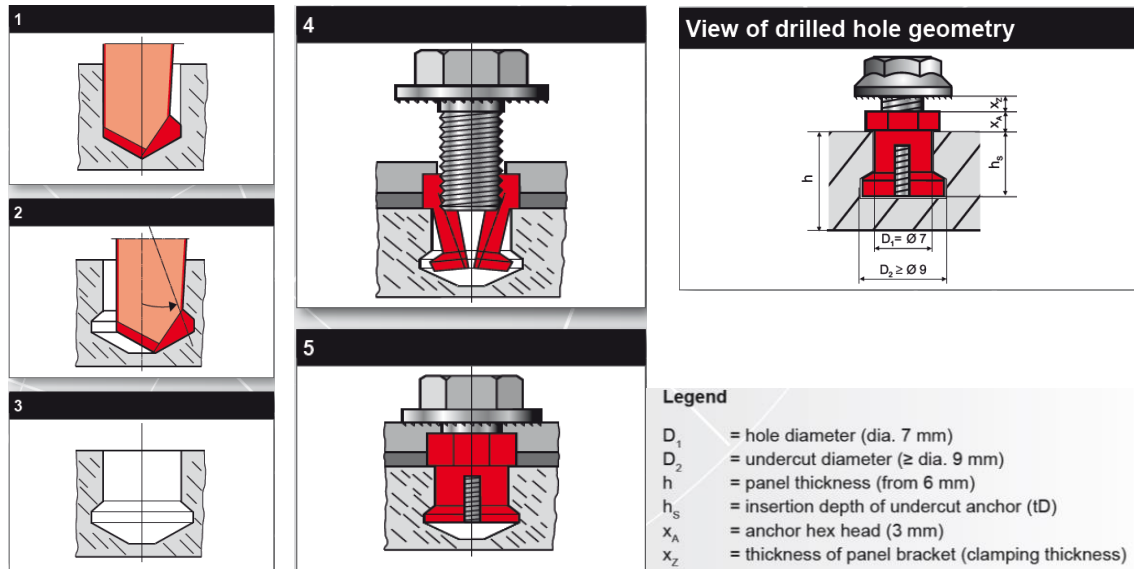


Example of a typical bearing



Ficha 13.- SISTEMA KEIL ANCHOR. KEIL. GROUP TILE EZE. Anclajes por destalonado para su utilización en combinación con un sistema de montantes y travesaños

Fuente: documentación obtenida en los catálogos web del fabricante



<p>KEIL Undercut Anchor KH for the safe and secret fixing of facade panels</p>		<p>drilling undercutting fixing</p>
<p>Hole geometry</p>		<p>Facade drill bit geometry for KEIL facade drill bit DIA 12/0,8 (item 7.515.010.022)</p>
<p>KEIL gauge / testing device</p>		
<p>KEIL Befestigungstechnik GmbH Postfach 1158 D-51751 Engelskirchen Fax: +49 2263 807-0 Fax: +49 2263 807-333</p>	<p>Tolerances of hole and Depth control guide for checking the undercut-hole at panels with textured (not flat) backsides</p>	<p>For checking the hole follow instructions and ETA (see 4.2.2)</p>

Anexo 2. Casos de estudio

Nota preliminar.

Todos los esquemas de despieces, detalles y contenido de las fichas de análisis incluidas en el apartado 4 de los casos de estudio han sido elaborado por la autora.

El objetivo de estas fichas es definir el subsistema de anclaje de la fachada estudiada, por lo que las partes referidas a otros elementos y sistemas, que no son objeto de la tesis, se representan de una forma esquemática.

Se han intentado utilizar las mismas escalas de representación en todas las fichas. Sin embargo en algunos casos varían en función de las dimensiones del despiece y las dimensiones de la lámina.

ÍNDICE

- **Caso 1.-** Edificio para la Banca de Alzate Brianza. Como, Italia. Adolfo Natalini (1978-1983)
 - Piedra: granito serizzo
 - Anclajes directos regulables
- **Caso 2.-** Centro Gallego de Arte Contemporáneo. Santiago de Compostela, España. Álvaro Siza (1988-1993)
 - Piedra: granito gallego
 - Subestructura de montantes
- **Caso 3.-** Edificio Domus– Casa del Hombre, A Coruña, España. Arata Isozaki y César Portela (1995)
 - Piedra: pizarra verde gallega
 - Subestructura de montantes y travesaños
- **Caso 4.-** Edificio para institutos de Investigación. Santiago de Compostela, España. Manuel Gallego (1997)
 - Piedra: granito gris local
 - Subestructura de montantes
- **Caso 5.-** Centro de Control de los Túneles de Piedrafita. Lugo, España. Arturo Franco Taboada (2001-2002)
 - Piedra: pizarra de Villarchao
 - Subestructura de montantes y travesaños
- **Caso 6.-** Torres en memoria de Hejduk. Santiago de Compostela, A Coruña. España. aSZ arquitectos (Antonio San Martín, Elena Cánovas) (2002-2003)
 - Piedra: granito azul Extremadura
 - Subestructura de montantes
- **Caso 7.-** Centro Municipal de Exposiciones y Congresos. Ávila, España. Francisco Mangado. (2005-2009)
 - Piedra: granito amarillo Villarreal
 - Subestructura de montantes
- **Caso 8.-** Centro de interpretación de Arte Rupestre. Campo Lameiro, Pontevedra. RVR arquitectos (2005-2009)
 - Piedra: granito gris grissal.
 - Anclajes directos regulables
- **Caso 9.-** Nuevo edificio de las Arcadas. Zamora, España. María Antonia Fernández Nieto y Pilar Peña Tarancón (2011)
 - Piedra: arenisca de la zona
 - Subestructura de montantes
- **Caso 10.-** Museo de Liverpool. Liverpool, Inglaterra. 3XN (2011)
 - Piedra: caliza beise
 - Subestructura marco de montaje
- **Caso 11.-** Centro de Salud en Monterroso. Lugo, España. Ábalo Alonso arquitectos (2013)
 - Piedra: pizarra
 - Subestructura de montantes y travesaños
- **Caso 12.-** Palacio de Congresos y Hotel. Palma de Mallorca, España. Francisco Mangado. (2005-2017)
 - Piedra: arenisca de Marés y caliza de Vall
 - Anclajes directos regulables
- **Caso 13.-** Arco de la Defensa. París, Francia. Otto von Spreckelsen, Paul Andreu (1985-1989). Reconstrucción fachada (2015-2018)
 - Piedra: granito blanco de Vermont
 - Subestructura de montantes y travesaños

CASO DE ESTUDIO 1

PROYECTO	EDIFICIO PARA LA BANCA DE ALZATE BRIANZA
UBICACIÓN	ALZATE BRIANZA, COMO. ITALIA
DIRECCIÓN	VIA IV NOVEMBRE, 549, 22040
ARQUITECTO	ADOLFO NATALINI CON GIAN PIERO FRASSINELLI, FABRIZIO NATALINI
FECHA	1978-1983



Imagen del archivo Adolfo Natalini en Florencia.
<http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
http://www.nataliniarchitetti.com/progetti/lavoro/7600.html (consulta 22.07.2019)	Ubicación
	Planteamiento
	Imágenes de obra terminada
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/ (consulta el 22.07.2019)	Imágenes del Archivo Adolfo Natalini, Florencia
	Planimetría básica
Lotus International nº 40 (1983). Editoriale Lotus. Milano. pp. 4-20	Planteamiento
	Planimetría básica
Electra (1985) Quaderni di Lotus. Lotus Documents. Adolfo Natalini. Figure di Pietra. Figures of stone. pp. 76-83	Planteamiento utilización piedra
Imm news nº 2 (2009). Internazionale Marmi e Macchine Carrara Spa. pp. 12-15	Adolfo Natalini y la piedra
Arquitectura radical Adolfo Natalini y Superstudio. Impresos, cuadernos y dibujos del archivo de Natalini. Edizioni dell'Arengario, 2011. p. 75	Dibujo de archivo
Pavan, Vincenzo (1987). Architettura di pietra, Arsenale, Venecia. pp. 87-93	Secciones constructivas

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El edificio se ubica en un área extensa, de 50 x 150 metros, a medio camino entre la ciudad y el campo. Está situado entre la carretera que une Como y Bergamo y una vía secundaria, a las afueras de Alzate Brianza.



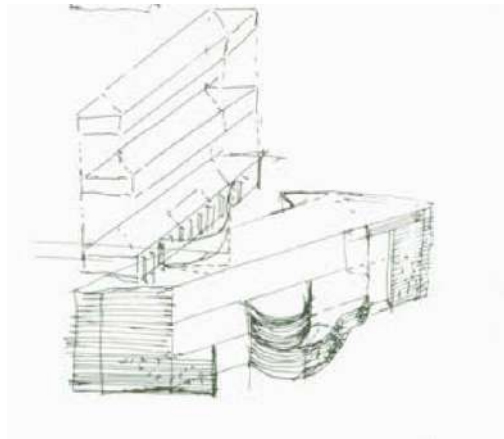
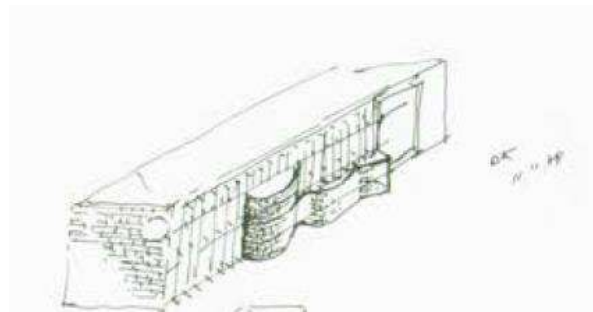
Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

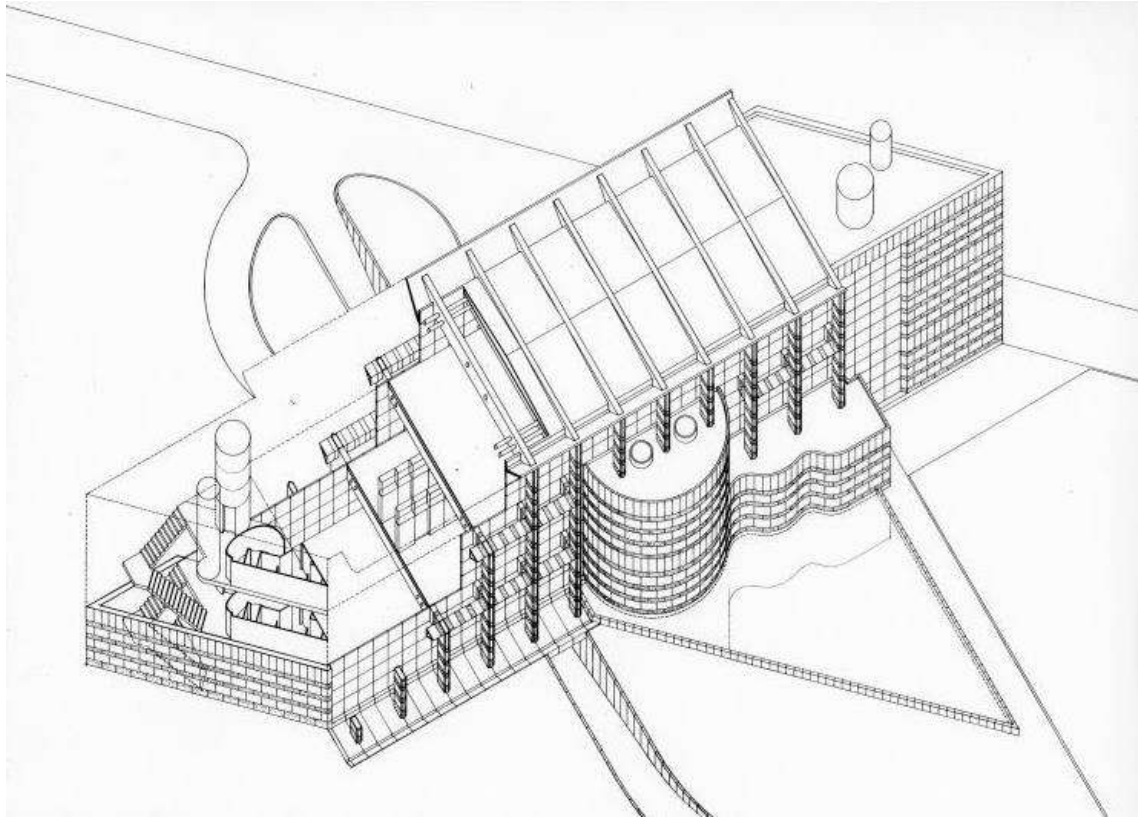
El Banco de Alzate Brianza es el primero de una serie de edificios entre finales de 1978 y 1980 en los que el arquitecto exploró las posibilidades de combinar diferentes técnicas de construcción tradicionales con la incorporación de las nuevas técnicas. Hace alusión a técnicas y lenguajes ampliamente tradicionales al mismo tiempo que utiliza un lenguaje moderno con la introducción de elementos como planos libres, fachadas sin costura o brise soléis.

El edificio es un paralelepípedo rectangular de 12 metros de ancho y 40 de largo, que atraviesa diagonalmente la parcela, con un cuerpo ondulado adosado que enmarca el vestíbulo. También tiene adosados dos prismas triangulares en los extremos, que albergan todos los servicios.

La estructura portante a base de costillas de hormigón armado está en el exterior, permitiendo que durante el día el edificio se perciba como un exoesqueleto que sombrea un cuerpo reflectante y por la noche se muestre el interior.

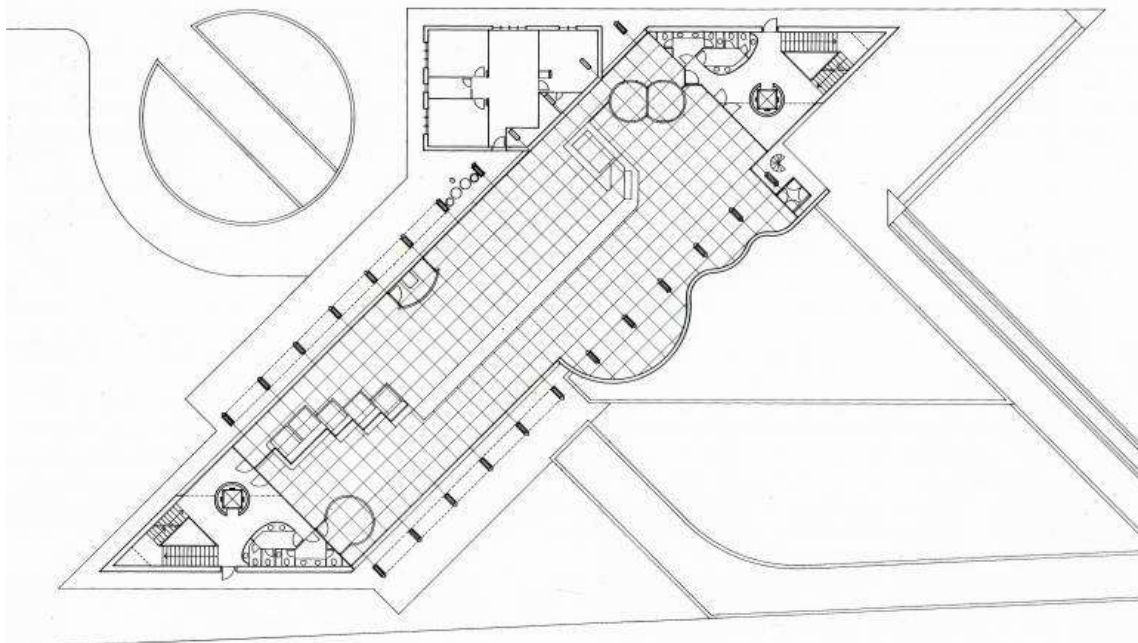


Estudios preliminares. Lotus International nº 40. p. 12

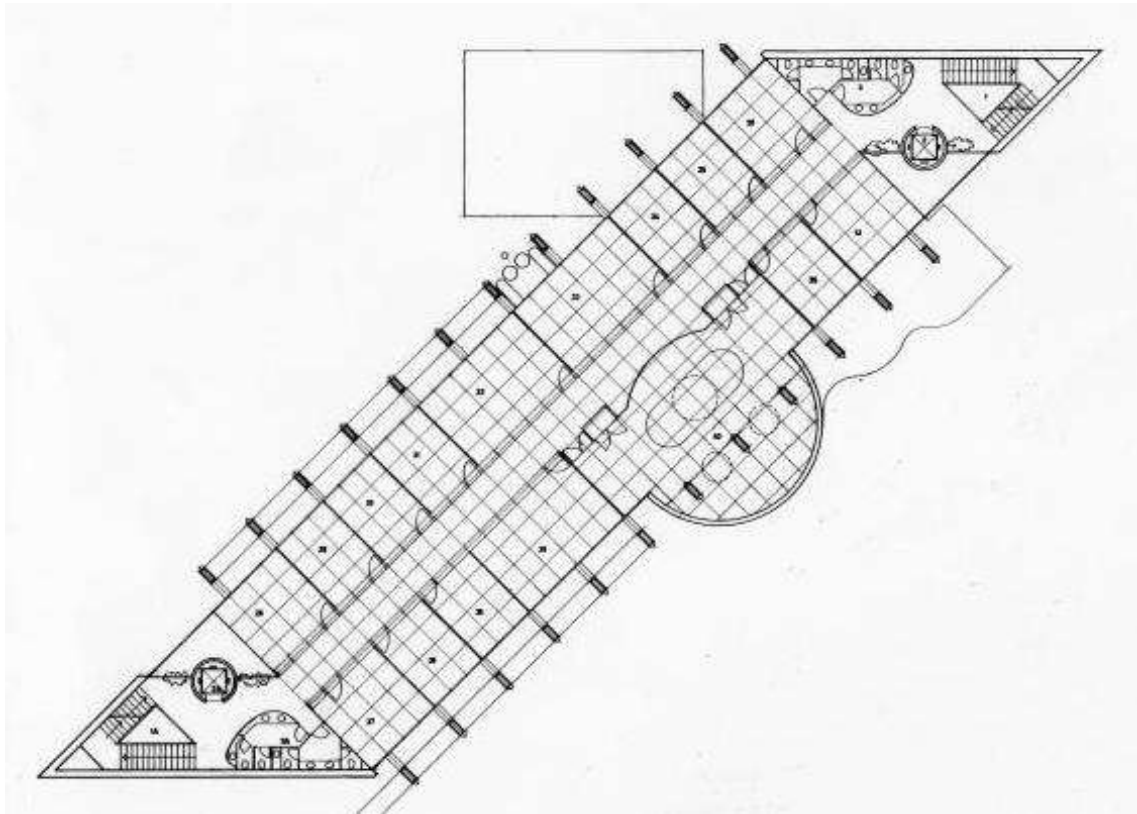


Axonometría. Lotus International nº 40. p. 12

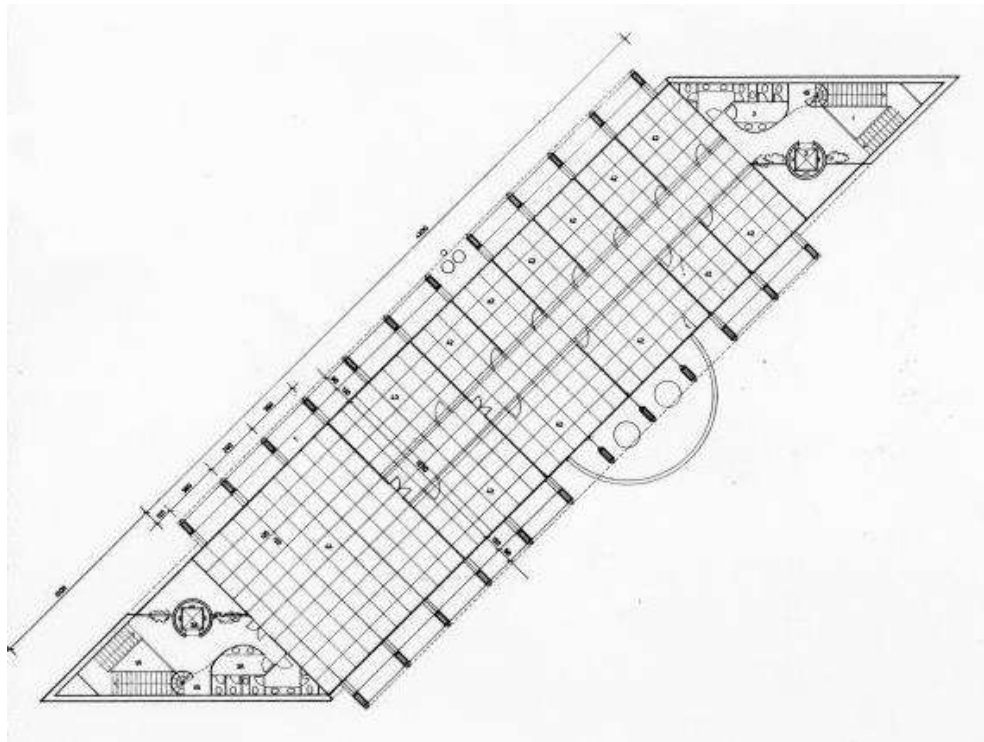
PLANIMETRÍA BÁSICA



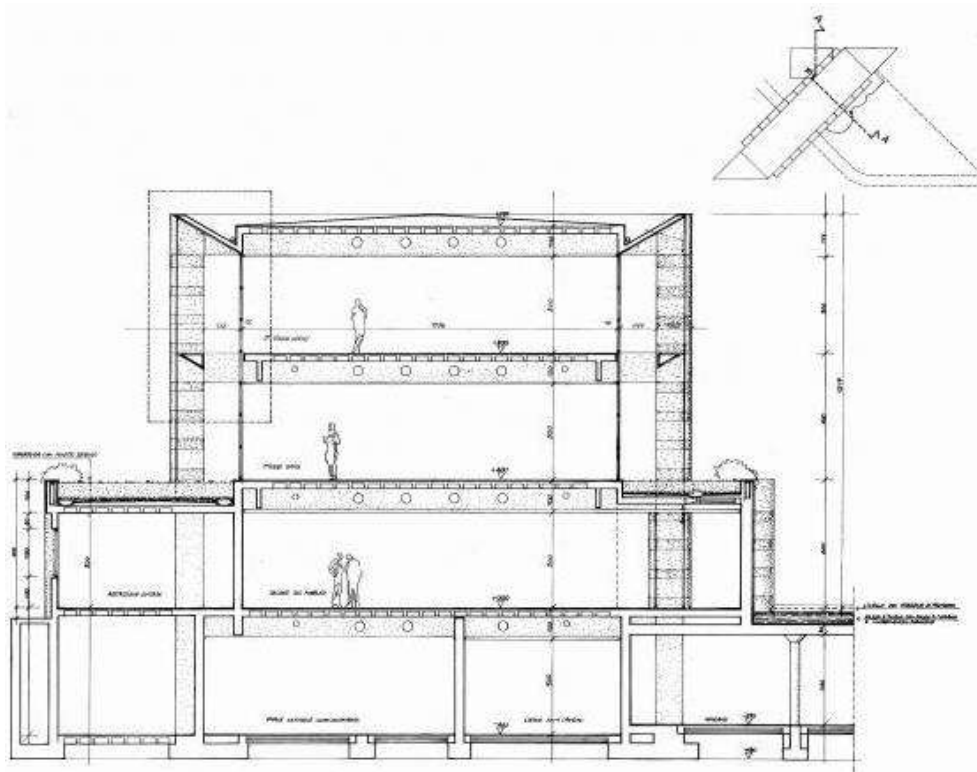
Planta baja. <http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>



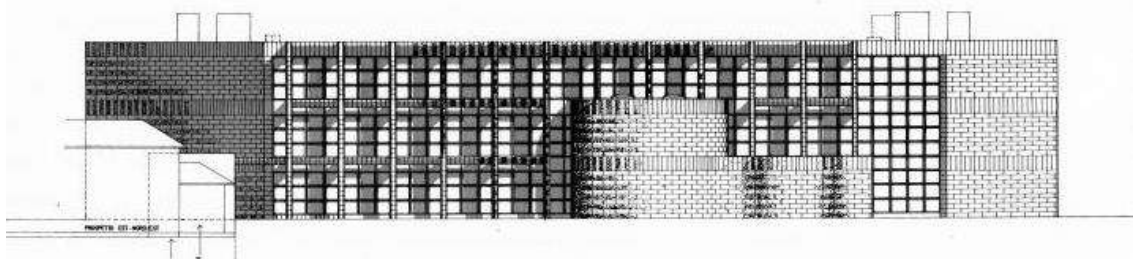
Planta primera. <http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>



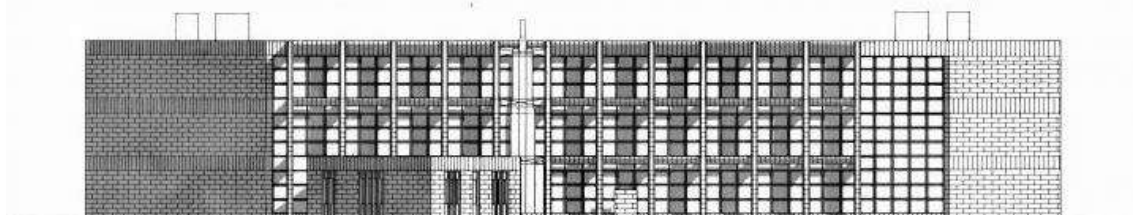
Planta segunda. <http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>



Sección transversal. <http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>



Alzado este. <http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>



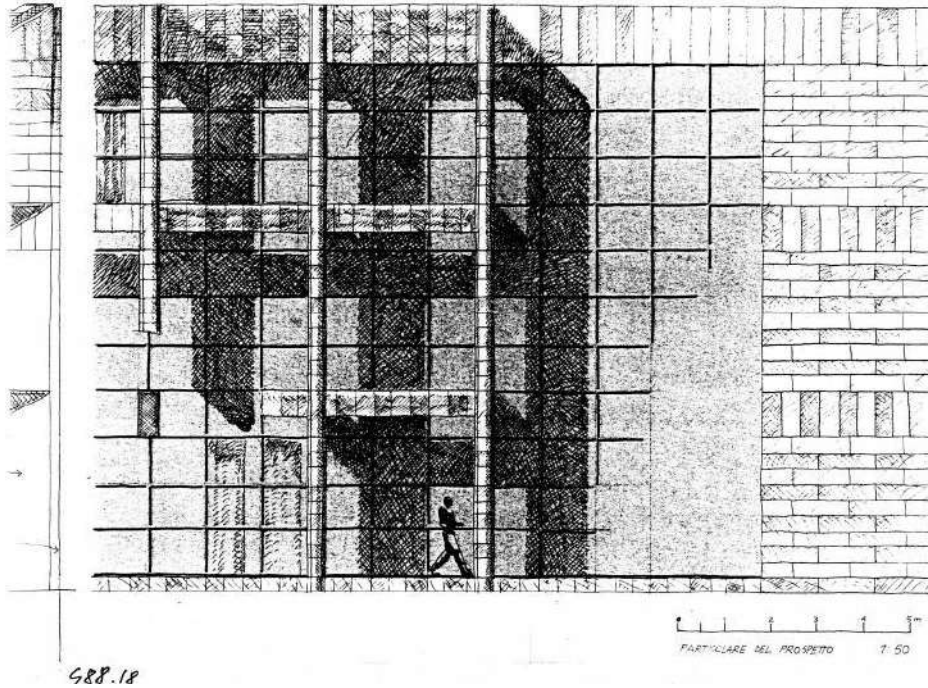
Alzado suroeste. <http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA TRASVENTILADA DE PIEDRA

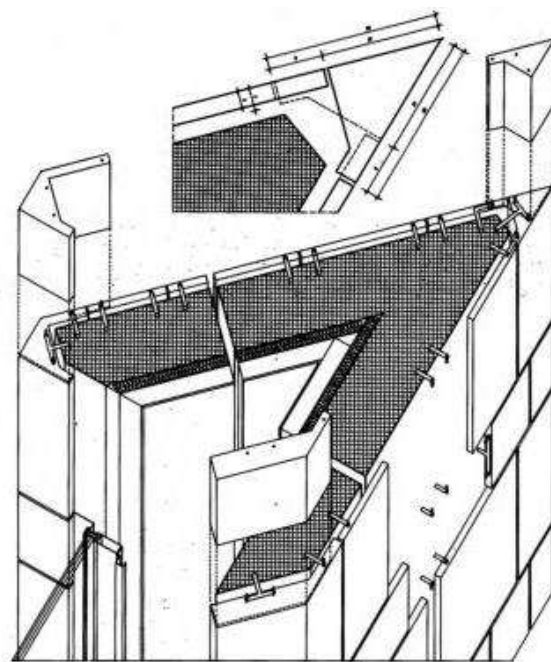
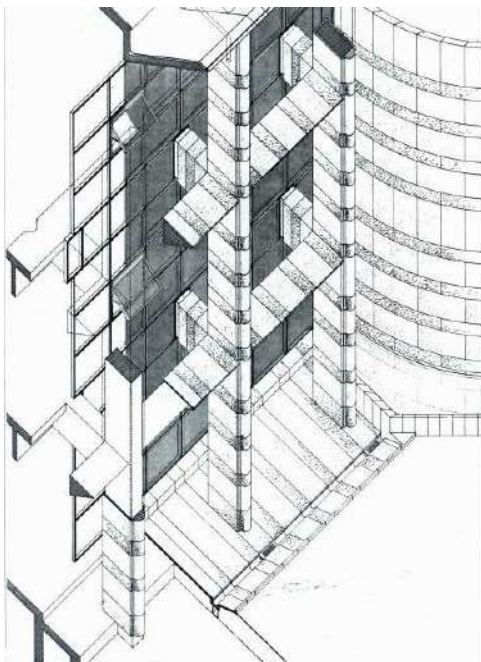
PLANTEAMIENTO

En este proyecto el arquitecto se plantea la relación entre la construcción tradicional y las nuevas técnicas, entre el lenguaje clásico y vernáculo. En la fachada del bloque ondulado, los bloques paralelepípedos triangulares y los elementos estructurales exteriores se utilizó un revestimiento trasventilado de piedra a base de bandas con diferente tonalidad y acabado, lo que enfatiza más el contraste.

Para conformar las esquinas y las terminaciones del revestimiento de los pilares se utilizaron una serie de piezas especiales de mayor espesor.



Planteamiento alzado. <http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>



Izquierda. Axonométrica. Lotus International nº 40. pp. 11

Derecha. Detalles constructivos. Lotus International nº 40. pp. 17

REVESTIMIENTO ANALIZADO

Revestimiento de los cuerpos triangulares en los extremos del edificio.



<http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture900/schede/p3010-00031/>

TIPO DE PIEDRA

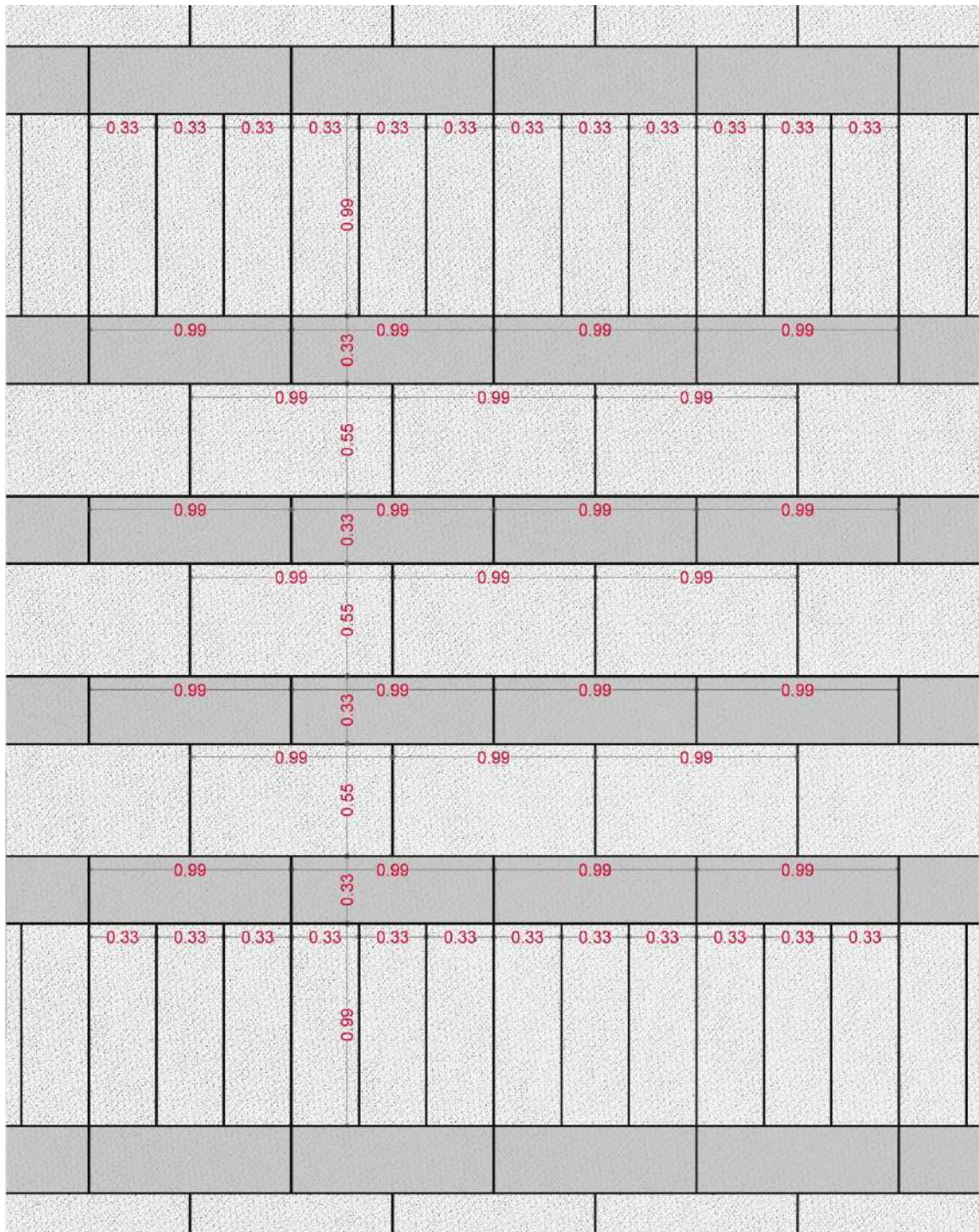
Placas de piedra de serizzo con acabado pulido y de granito con acabado flameado. La combinación en dos tonos crea un efecto que se enfatiza aún más con el contraste entre los dos acabados.



Imagen despiece piedra. <http://www.nataliniarchitetti.com/progetti/lavoro/7600.html>

DESPIECE

Bandas horizontales con placas de 99 centímetros de largo y alturas de 33 y 55 centímetros. Las juntas verticales son discontinuas, haciendo un guiño a la antigua técnica de construcción en piedra. A la altura de los forjados las placas se colocan en posición vertical.



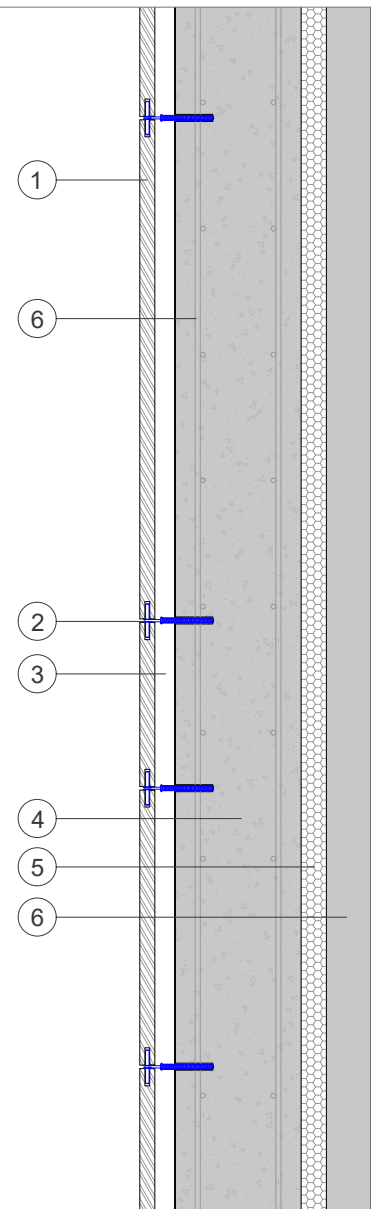
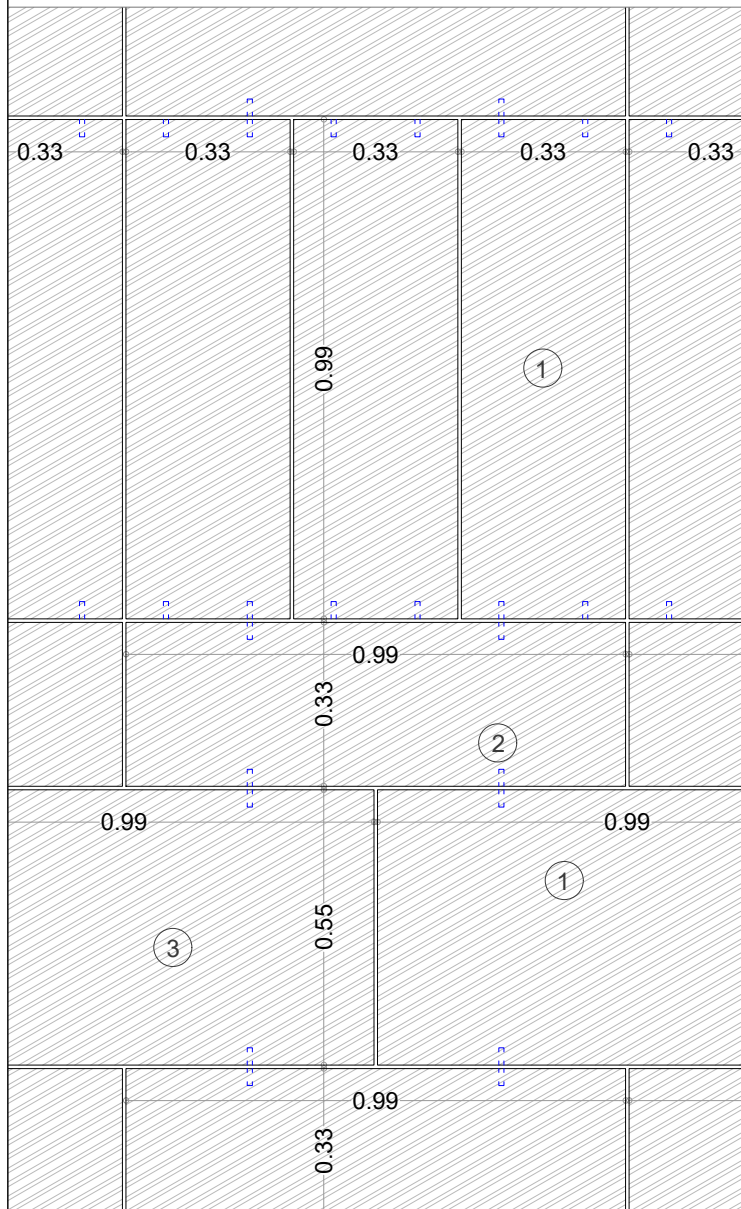
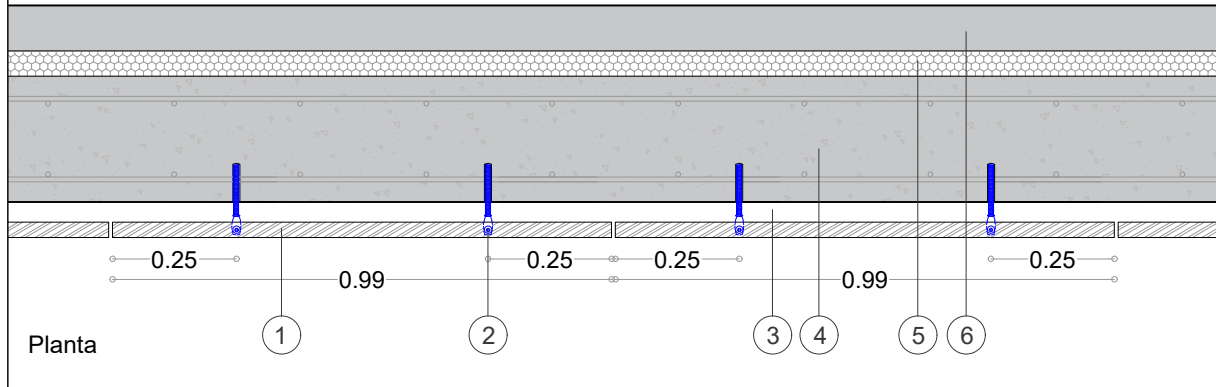
0 1

4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Granito				
Acabado	Pulido y flameado				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	99 x 33 centímetros, 99 x 55 centímetros				
Espesor	3 centímetros				
Despiece	Bandas horizontales y juntas verticales discontinuas.				
Juntas	Vertical	0,7 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	0,7 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input checked="" type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input type="checkbox"/>		
	No regulable <input checked="" type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
Aislamiento	5 centímetros. Aislamiento interior				
Cámara de aire	4 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Horizontal	Forjados Vigas	Reticular de hormigón armado		
		-			
Fijación a la estructura	Vertical	Muro de hormigón armado			
		Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>		Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
		Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input checked="" type="checkbox"/>	
Fijación al muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
Espesor		25 centímetros			
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>	
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Mortero <input checked="" type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.15



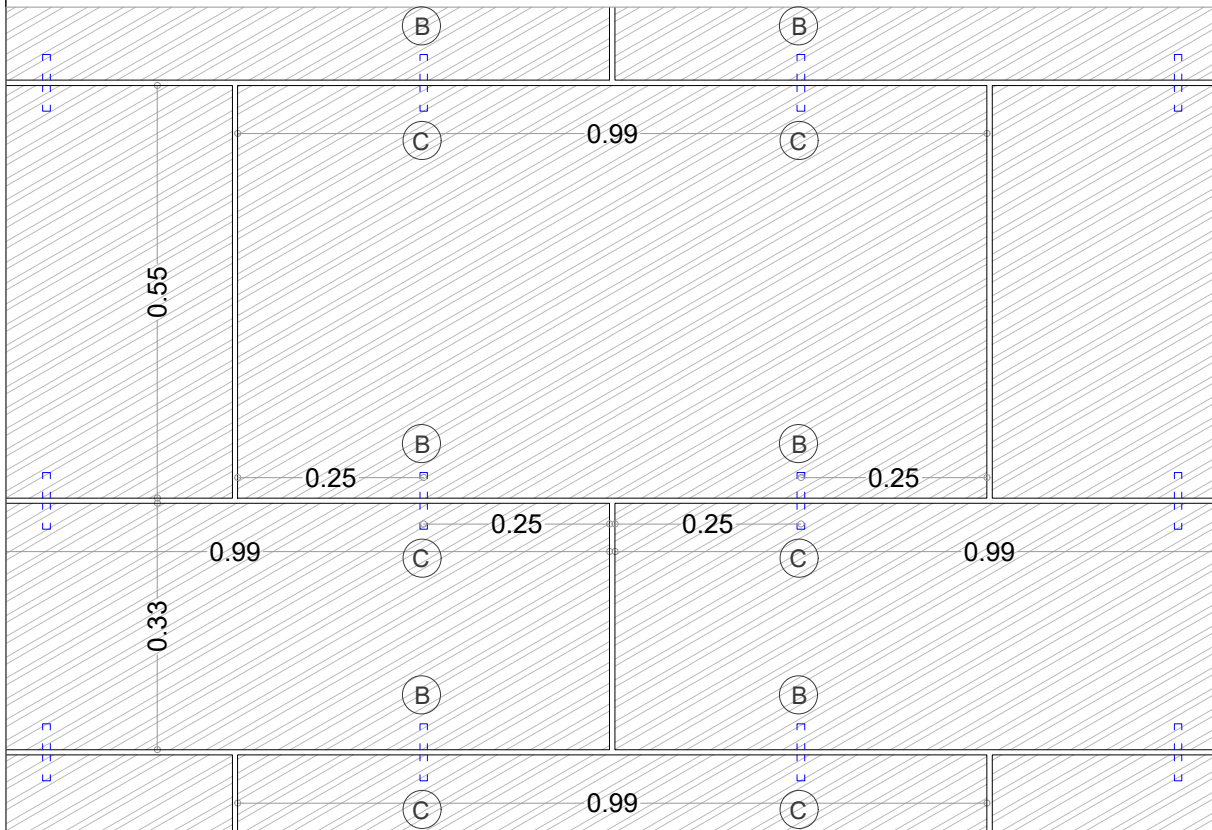
1. Placa de piedra e=3 cm
2. Anclaje puntual
3. Cámara de aire ventilada e= 4 cm

4. Muro soporte de hormigón armado e= 25 cm
5. Aislamiento térmico e = 5 cm
6. Revestimiento interior

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10



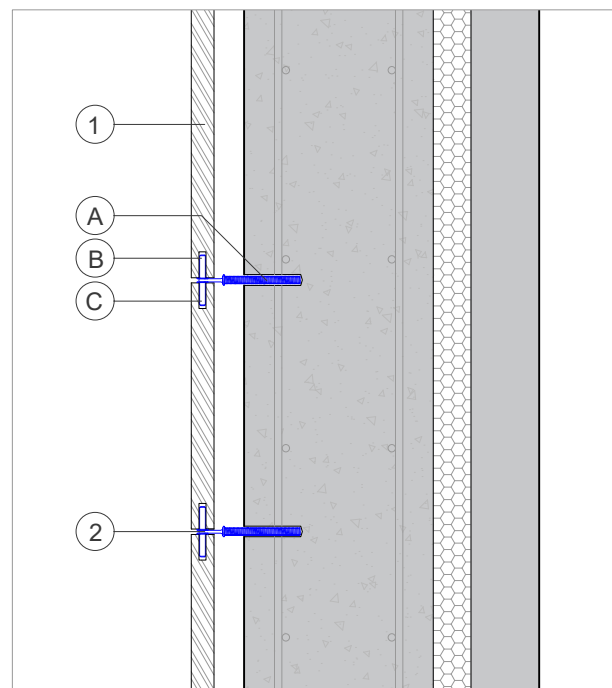
Fijación de las placas de piedra

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante anclajes puntuales directos al muro soporte resistente, ubicados en las juntas horizontales.

Cada placa lleva 4 puntos de anclaje (posición simétrica con respecto a los ejes vertical y horizontal), 2 de carga en la junta inferior y 2 de retención en la junta superior.

Cada anclaje está formado por un eje roscado (A) que por un lado se fija al soporte y por otro el otro lado va provisto de un dispositivo que sustenta la placa superior (B) y retiene la placa inferior (C).

Al no coincidir las juntas verticales entre las placas los anclajes se posicionan de tal manera que queden a la misma distancia al borde en cada placa.



Sección

1. Placa de piedra
2. Anclaje tipo A

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

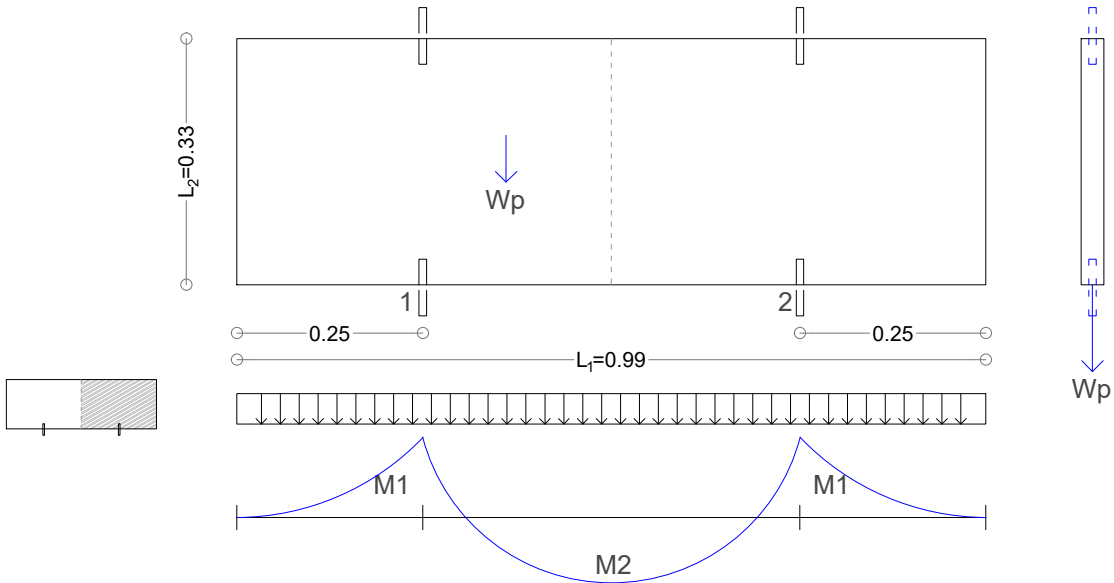
E.1.10

SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

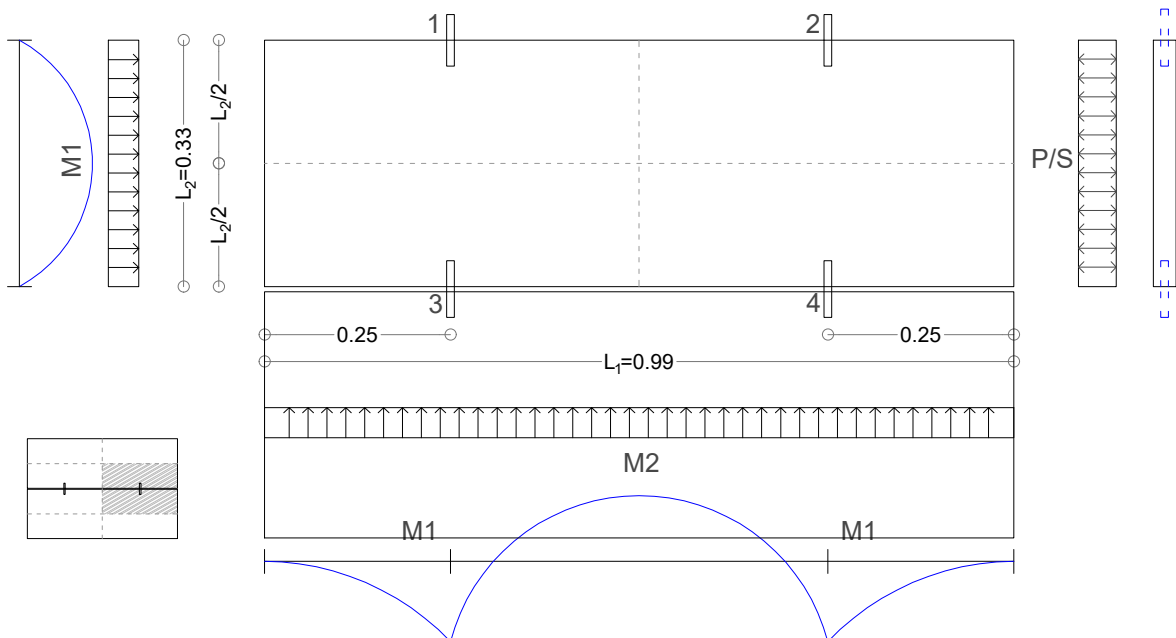
Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 2 anclajes ubicados en el inferior de la placa. $Wp_1 = Wp_2 = \frac{1}{2} Wp$

SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de 4 anclajes. Cada anclaje soporta $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de P/S de la placa inferior + $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de P/S de la placa superior.
 $P/S_1 = P/S_2 = P/S_3 = P/S_4 = \frac{1}{2} P/S$



Peso propio



Viento

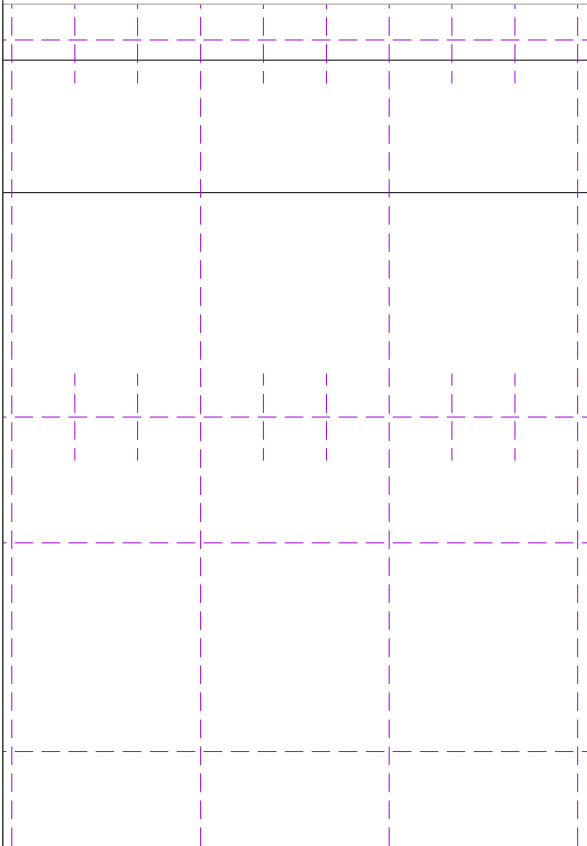
Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento
 Wp Peso propio de la placa de piedra

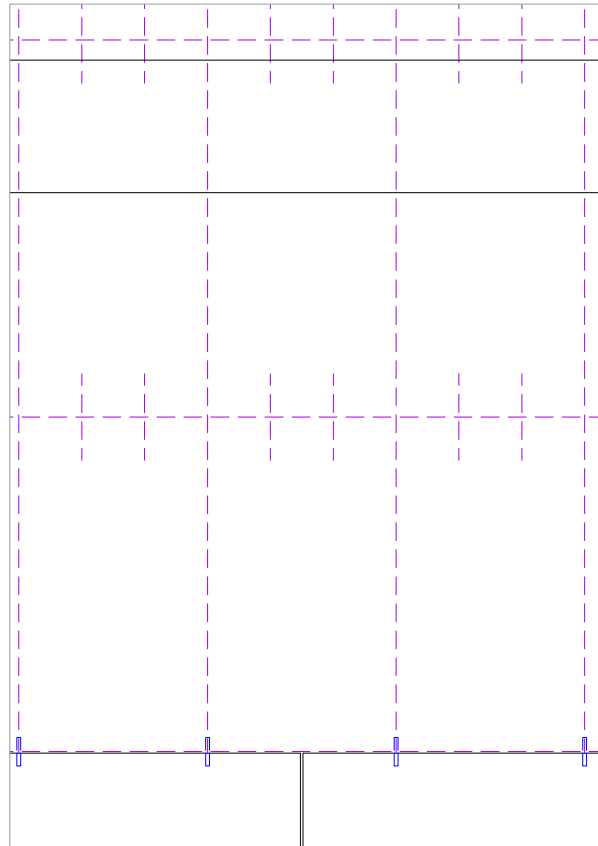
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

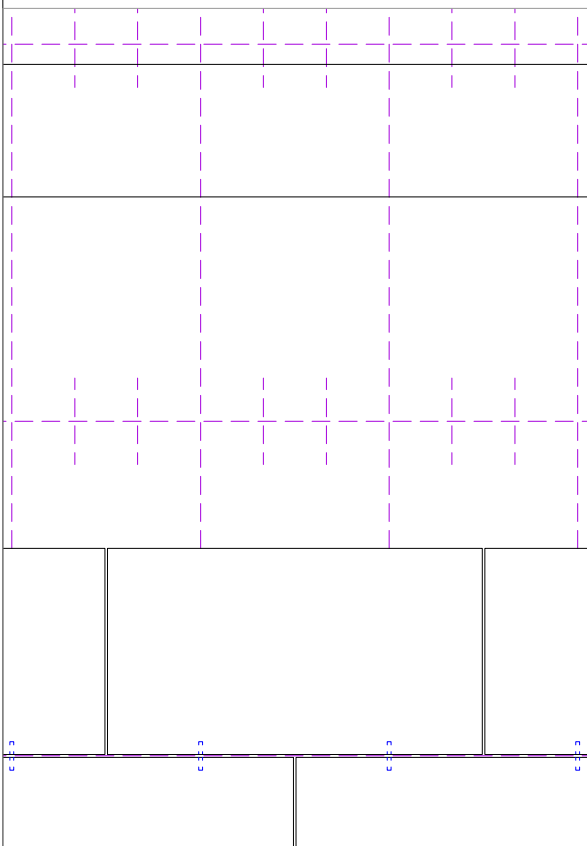
E.1.20



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Paso 1:

Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de acuerdo a planos.

Taladro de los orificios y colocación de los tacos para las dos primeras hileras de placas (las inferiores).

Paso 2:

Limpieza de los orificios.

Relleno químico y colocación la primera fila de anclajes.

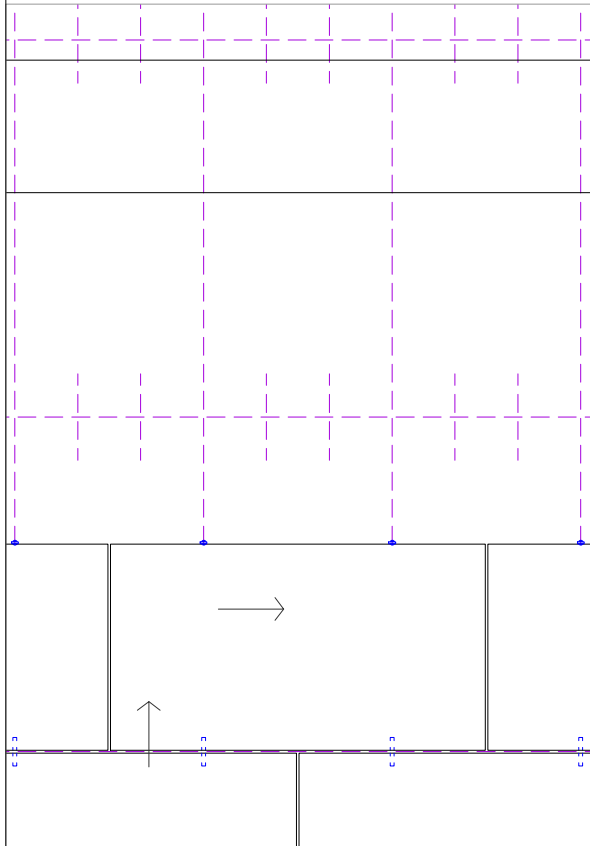
Paso 3:

Colocación de la primera hilera de placas.

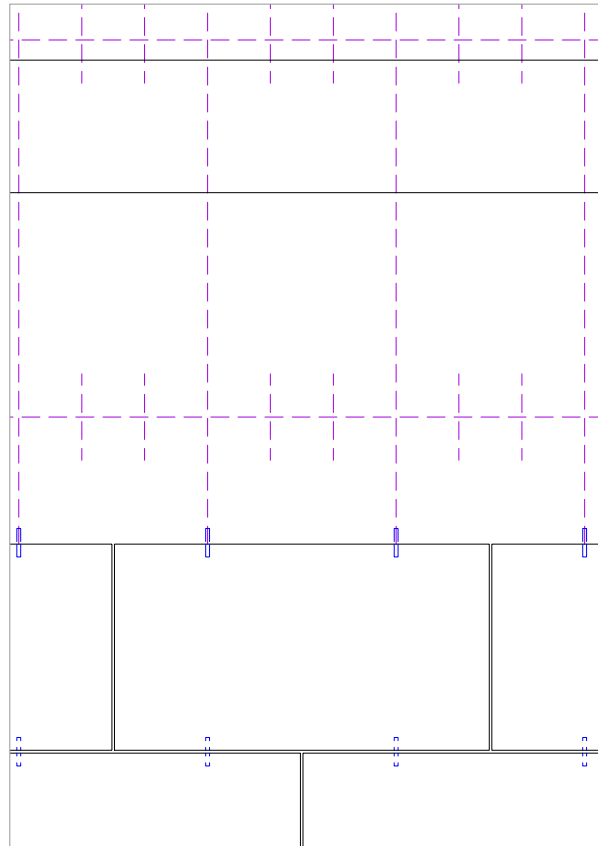
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

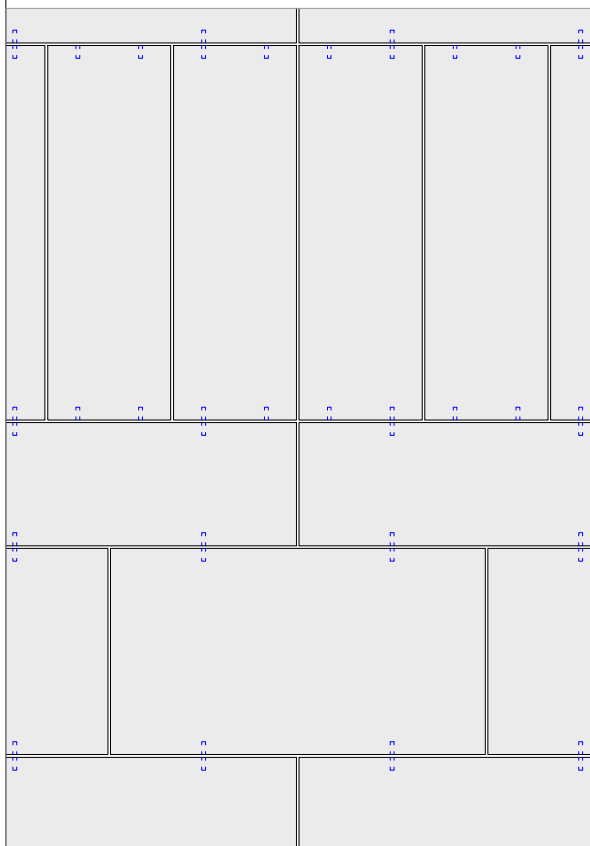
E.1.20



Paso 4



Paso 5



Paso 6

Paso 4:

Fijar y alinear los anclajes para la segunda fila de placas.

Dejar los ajustes necesarios en la primera fila de placas, dejando un espacio de al menos 2 mm entre el borde del eje roscado y el canto de la placa de piedra.

Paso 5:

Insertar el dispositivo de retención y sustentación a través del agujero en el eje roscado.

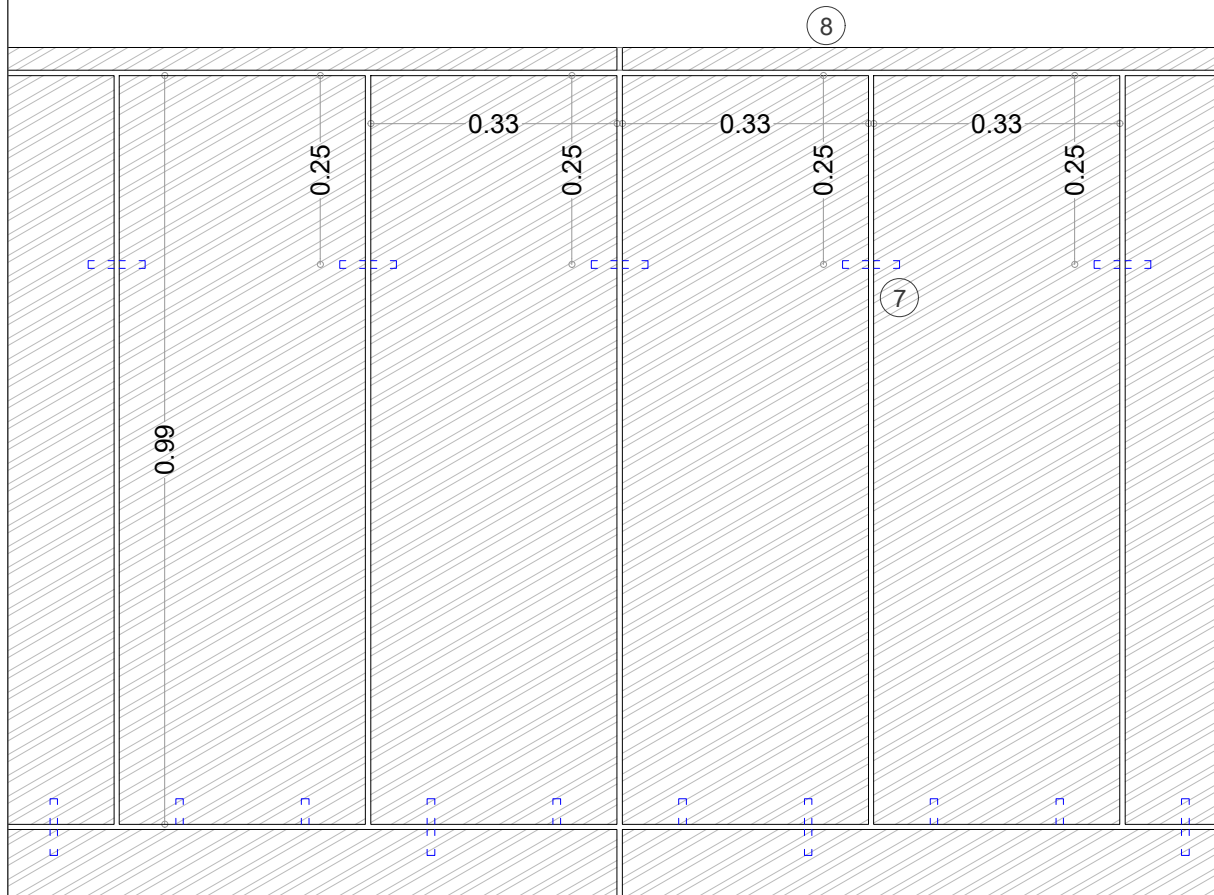
Paso 6:

Instalar la siguiente fila de placas de piedra y repetir el proceso.

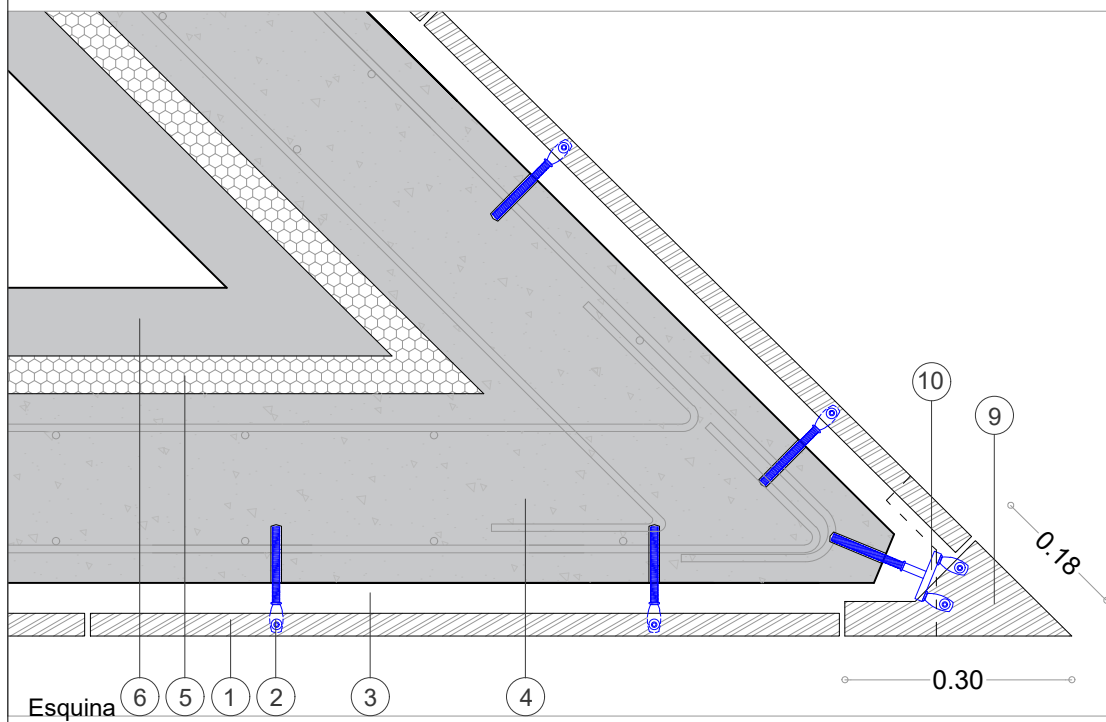
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.10



Remate superior

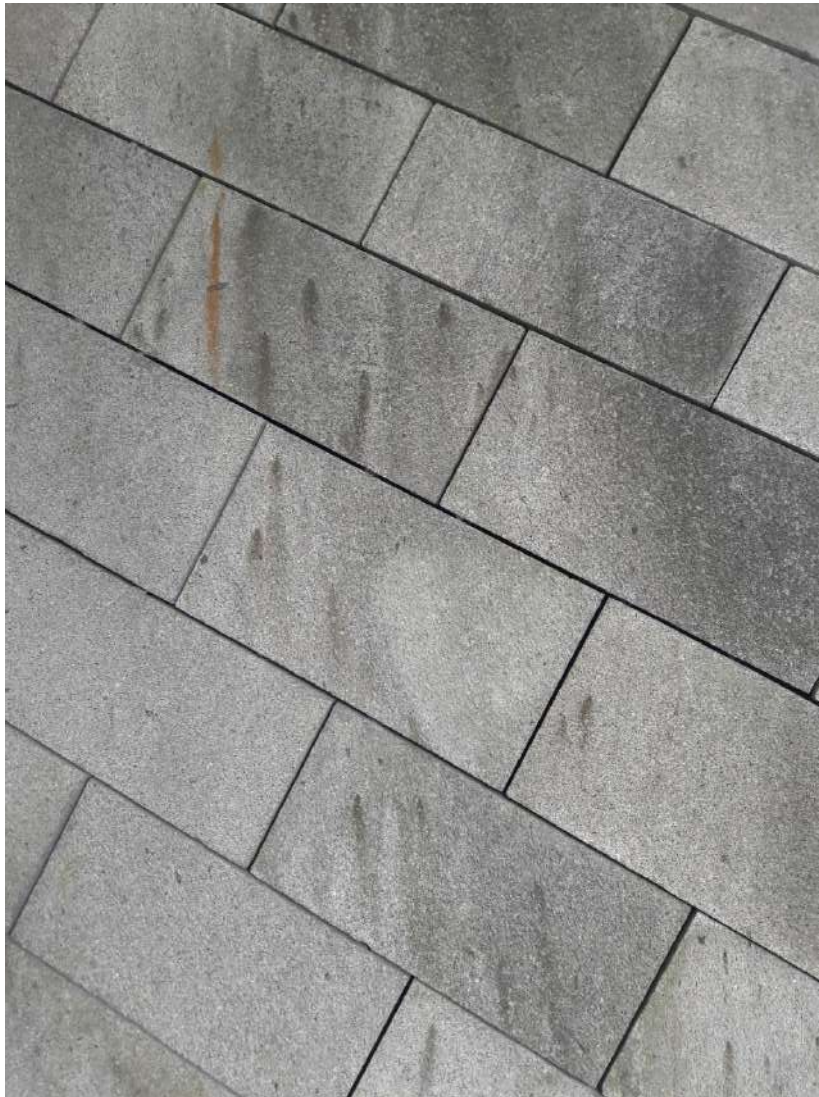


Esquina

- | | |
|---|---|
| 1. Placa de piedra e=3 cm | 6. Revestimiento interior |
| 2. Anclaje puntual en junta horizontal | 7. Anclaje puntual en junta vertical |
| 3. Cámara de aire ventilada e= 4 cm | 8. Placa de piedra remate superior peto |
| 4. Muro soporte de hormigón armado e= 25 cm | 9. Pieza especial de esquina |
| 5. Aislamiento térmico e = 5 cm | 10. Anclaje puntual doble bulón |

CASO DE ESTUDIO 2

PROYECTO	CENTRO GALLEGO DE ARTE CONTEMPORÁNEO
UBICACIÓN	SANTIAGO DE COMPOSTELA, A CORUÑA. ESPAÑA
DIRECCIÓN	R. DE RAMÓN DEL VALLE-INCLÁN, 2, 15703
ARQUITECTO	ÁLVARO SIZA
FECHA	1988-1993



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
Siza Vieira, Álvaro (1995). Centro de arte contemporáneo de Galicia en Santiago de Compostela (Galicia, España). Informes de la construcción, vol. 47, nº 439. pp. 41-57	Emplazamiento
	Planteamiento
	Comentarios sobre el proyecto
	Planimetría básica
	Sección constructiva
	Detalles constructivos
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
El Croquis nº 68-69 (1994). El Croquis, El Escorial, Madrid. pp. 184-213	Planteamiento
	Imágenes de obra terminada
	Sección constructiva
Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 298 (1994). COAM, Madrid. pp. 56-65	Ubicación
	Planimetría básica
	Imágenes de obra terminada
Geometría: revista semestral de arquitectura y urbanismo nº7 (1989). Geometría Editorial, Málaga. pp. 1-8	Ubicación
	Planteamiento
Cristina Nieto Peñamaría, Cristina; Gil Pita, Luis (2016). Restauración de la envolvente exterior del CGAC https://gilpitanietopenamariaarquitectos.com/restauracion-de-la-envolvente-exterior-del-cgac/ (consulta 10.08.2019)	Datos de la restauración y mantenimiento correctivo de la envolvente exterior

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	NOVIEMBRE 2016
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El edificio se ubica en el borde interior del recinto de la antigua puerta del convento de San Domingos de Bonaval y a lo largo de la calle de Valle-Inclán. La implantación del edificio se enmarca en una intervención urbanística a mayor escala, que tenía como propósito ordenar un área no consolidada. Complementa las intervenciones de la rehabilitación de la huerta y cementerio de San Domingo de Bonaval, recuperados como zonas verdes.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

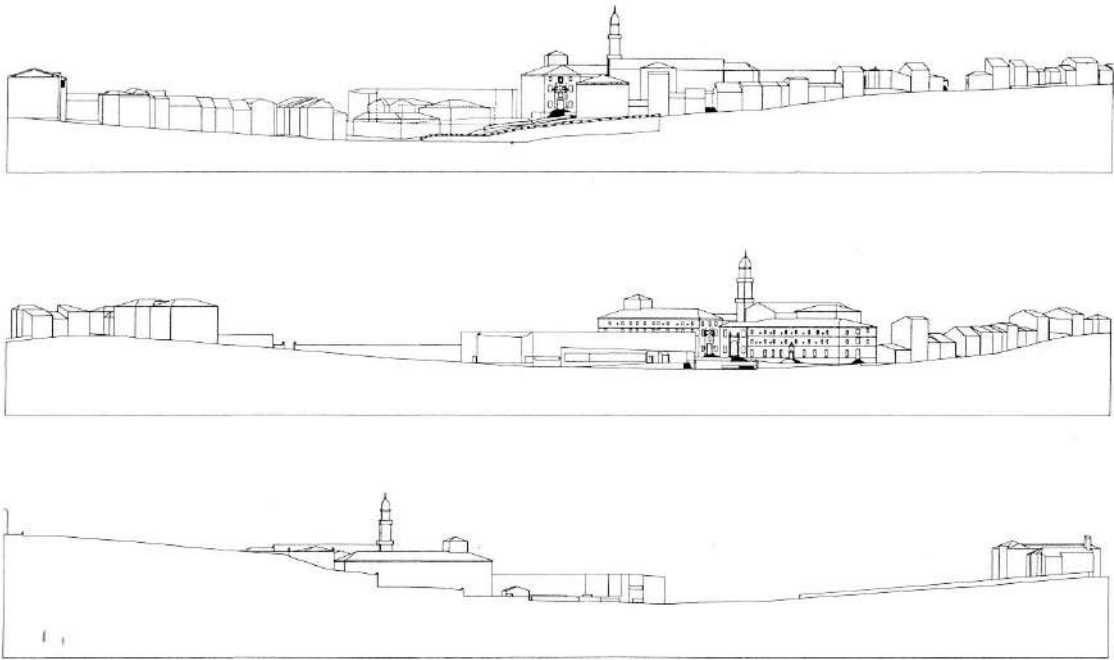
El proyecto plantea articular el tejido urbano fragmentado. El edificio se dispone con el objeto de aproximar su entrada principal a la del convento de San Domingos de Bonaval, creando una plaza entre ambas, redefinir el borde de los jardines utilizando para ello el volumen del propio edificio y articular el espacio urbano fragmentado e inconexo, rectificando la alineación de la Calle Valle Inclán.

Estos objetivos obligaron a un cuidadoso y justificado estudio de los volúmenes, los materiales y el lenguaje, constituyendo estos elementos la parte central del planteamiento del proyecto.

El volumen se resuelve con la unión de dos cuerpos con planta en forma de L (uno al oeste y otro al este), que convergen en dirección Norte-Sur, creándose en su intersección un espacio triangular de triple altura donde se ubica el control de acceso a las salas de exposiciones.

Los materiales se han seleccionado cuidadosamente con el objetivo de armonizar y respetar el entorno.

Los alzados mantienen una altura común, que enfatiza un lenguaje de diálogo y jerarquía con respecto al convento, colocando la cornisa a la altura de la portada barroca, respetando así el protagonismo del edificio histórico.



Siza Vieira, Álvaro (1995). Informes de la construcción, vol. 47, nº 439. p. 56



Imagen panorámica. Nexo con el Convento histórico. Fotografía de la autora

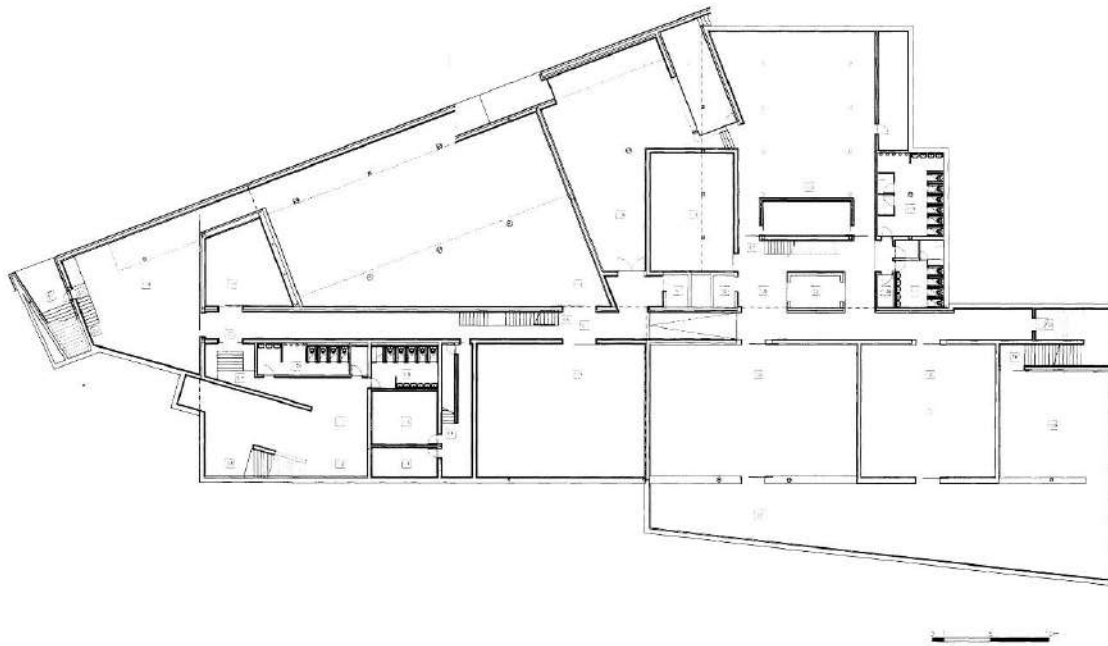


Acceso y aproximación. Fotografía de la autora

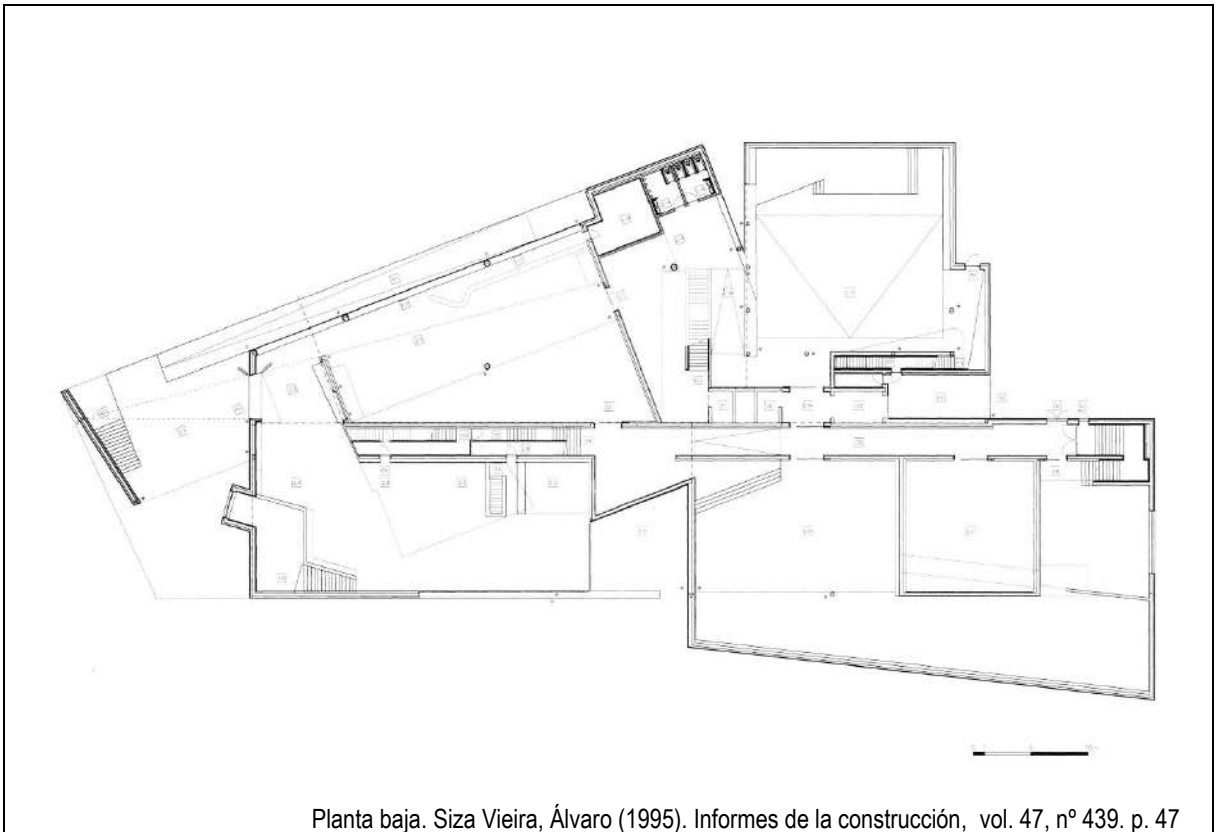


Ordenación con la recuperación de la huerta y cementerio de San Domingo de Bonaval. Fotografía de la autora

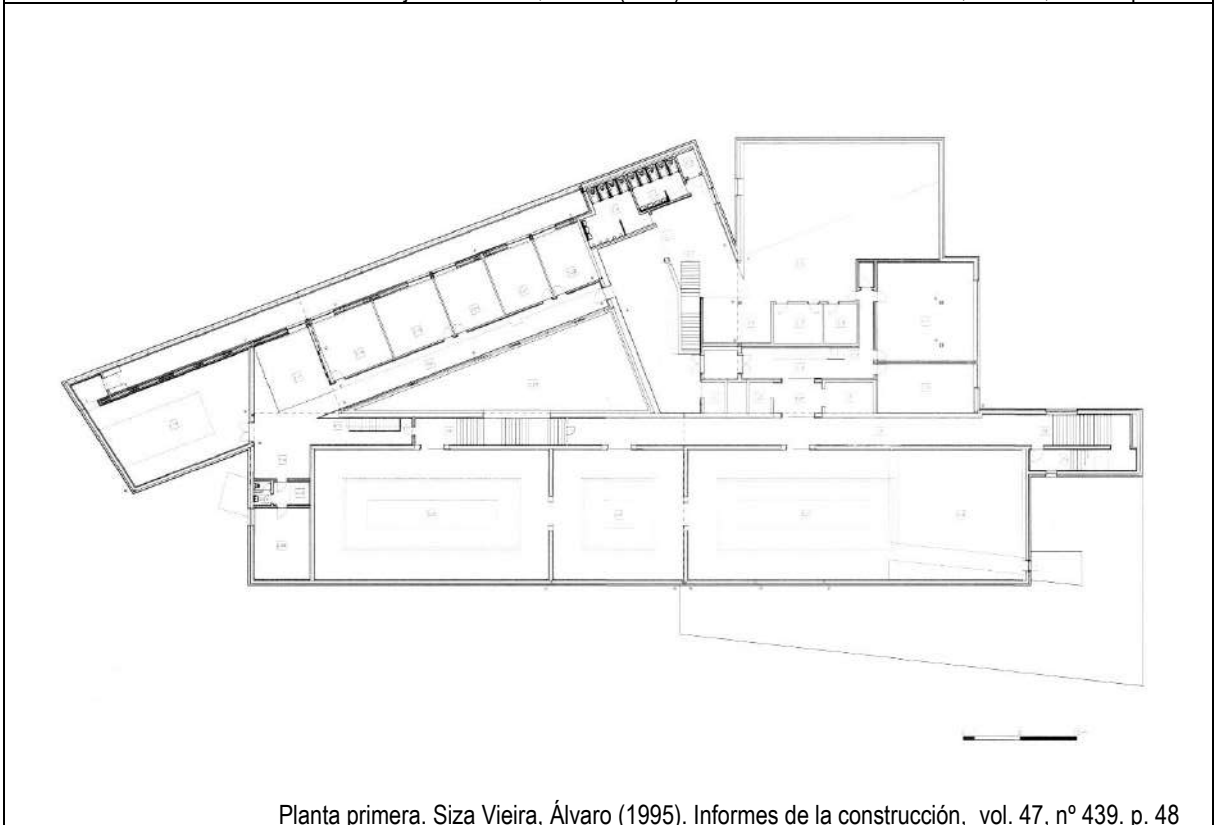
PLANIMETRÍA BÁSICA



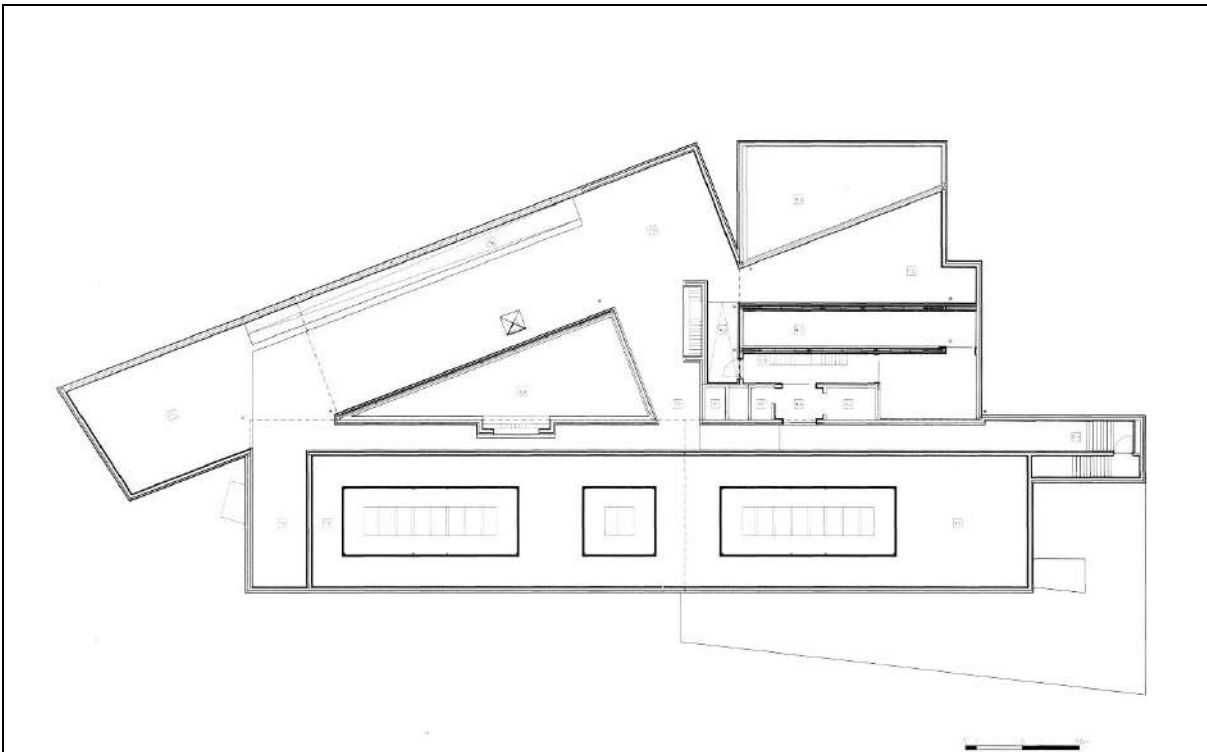
Planta sótano. Siza Vieira, Álvaro (1995). Informes de la construcción, vol. 47, nº 439. p. 46



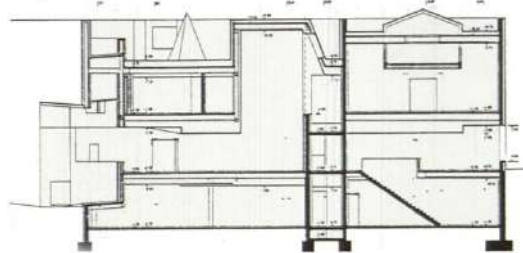
Planta baja. Siza Vieira, Álvaro (1995). Informes de la construcción, vol. 47, nº 439. p. 47



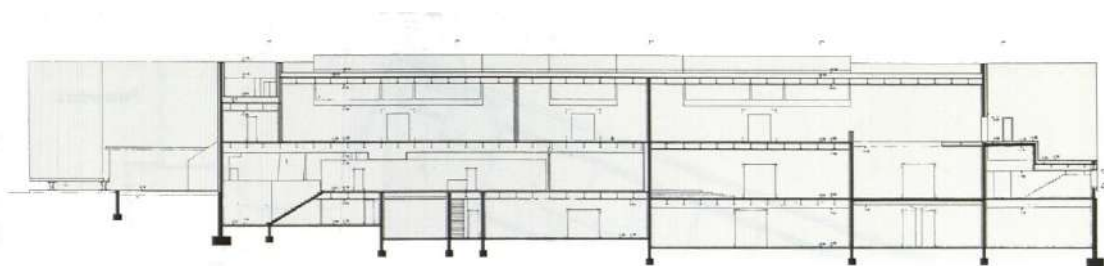
Planta primera. Siza Vieira, Álvaro (1995). Informes de la construcción, vol. 47, nº 439. p. 48



Planta segunda. Siza Vieira, Álvaro (1995). Informes de la construcción, vol. 47, nº 439. p. 49



Sección transversal. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 298. p. 60



Sección transversal. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 298. p. 60

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA TRASVENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

La fachada dialoga con los edificios históricos adaptándose a sus cotas y respetando su protagonismo al contraponer su decoración barroca con la desnudez de las fachadas propuestas, que se presenta como un paño ciego sin aberturas. El único hueco que aparece al exterior es el del acceso mediante la rampa y las escaleras.

La sobriedad de la fachada, que se convierte en nuevo cierre delimitador del entorno reordenado, refleja la intención de no competir con el patrimonio existente.

También se incorporan referencias a las nuevas técnicas constructivas de los revestimientos de piedra como revestimientos elevados sobre dinteles o despieces inclinados.



Fotografía de la autora



Fotografía de la autora

REVESTIMIENTO ANALIZADO

Revestimiento con despiece inclinado en los cuerpos saliente adosados ubicados en planta baja y en las terrazas de la cubierta.



Imagen despiece inclinado piedra. Fotografía de la autora

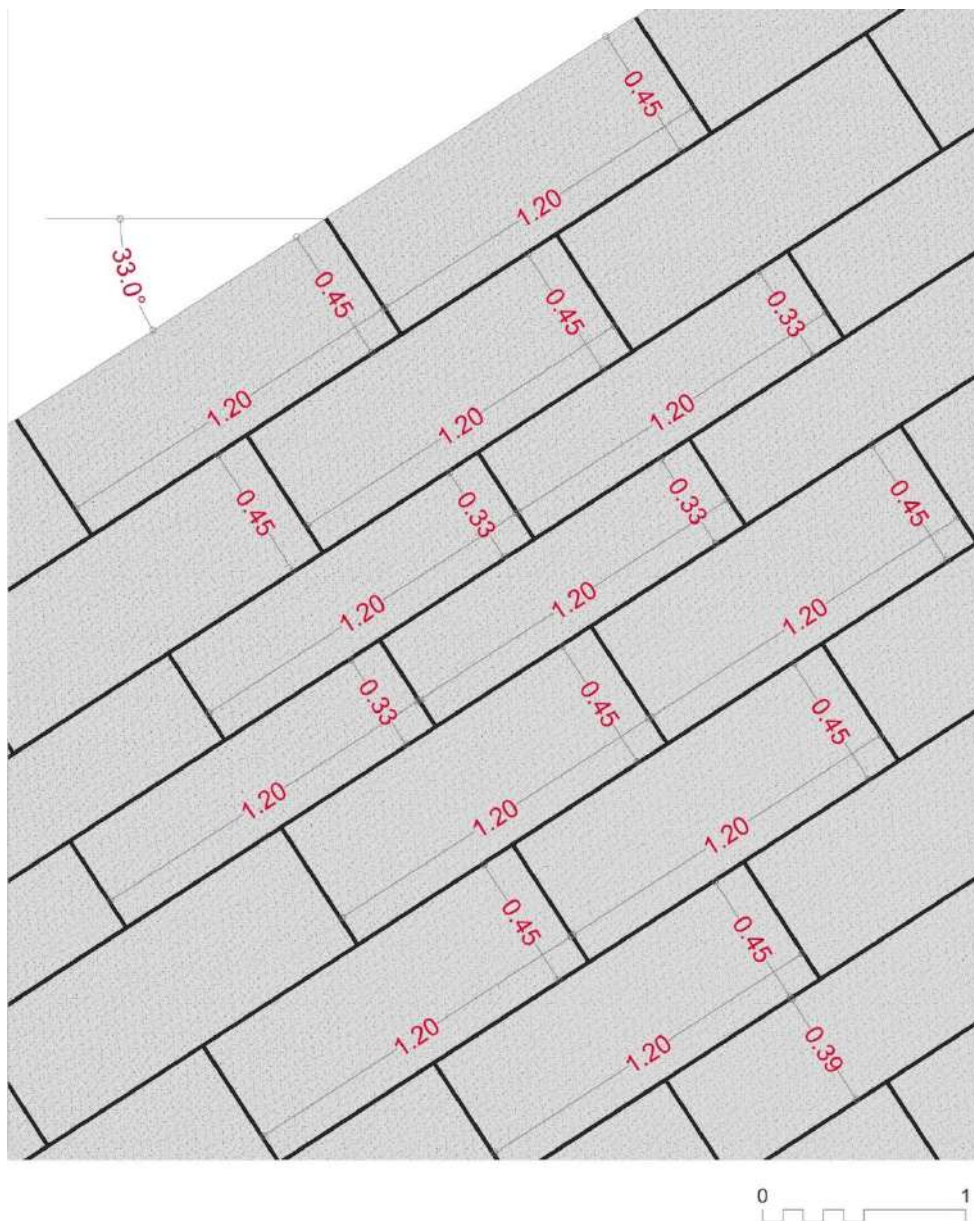
TIPO DE PIEDRA

Placas de granito tostado con una leve variación de color para enfatizar la lectura de los cuerpos que constituyen el edificio. Influyó especialmente en la elección del material la persistencia de los materiales tradicionales y la tradición en el uso del granito gallego en los monumentos históricos, así como las características climatológicas de Santiago.

El revestimiento ha sufrido un procedimiento de oscurecimiento a causa de la acción de la lluvia y la humedad unido a la granulometría del material, tomando una tonalidad similar a la de los edificios históricos de Santiago.

DESPIECE

Bandas de altura variable con inclinación de 33° . Las placas tienen unas dimensiones de 120 centímetros de base y alturas de 33, 30 o 45 centímetros. Las juntas transversales son discontinuas, haciendo un guiño a las técnicas tradicionales de construcción en piedra a la vez que su disposición inclinación hace referencia a las nuevas posibilidades derivadas de las nuevas técnicas y sistemas constructivos.

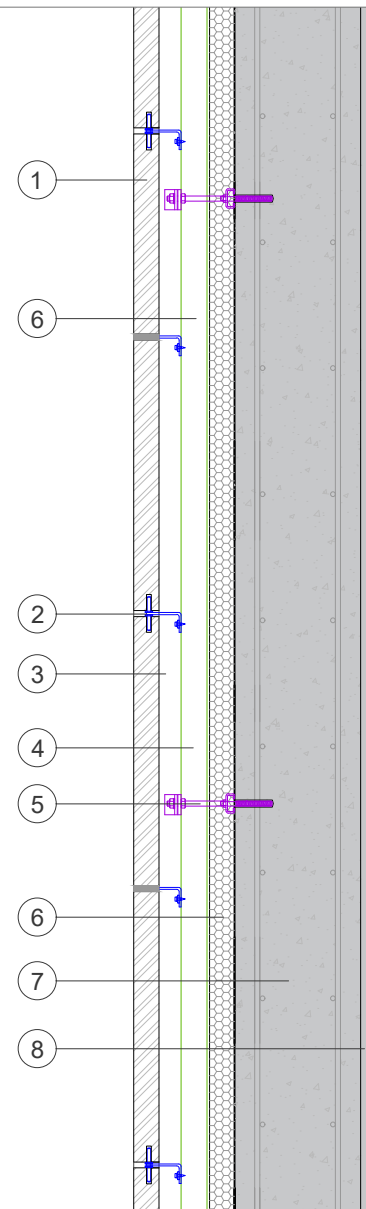
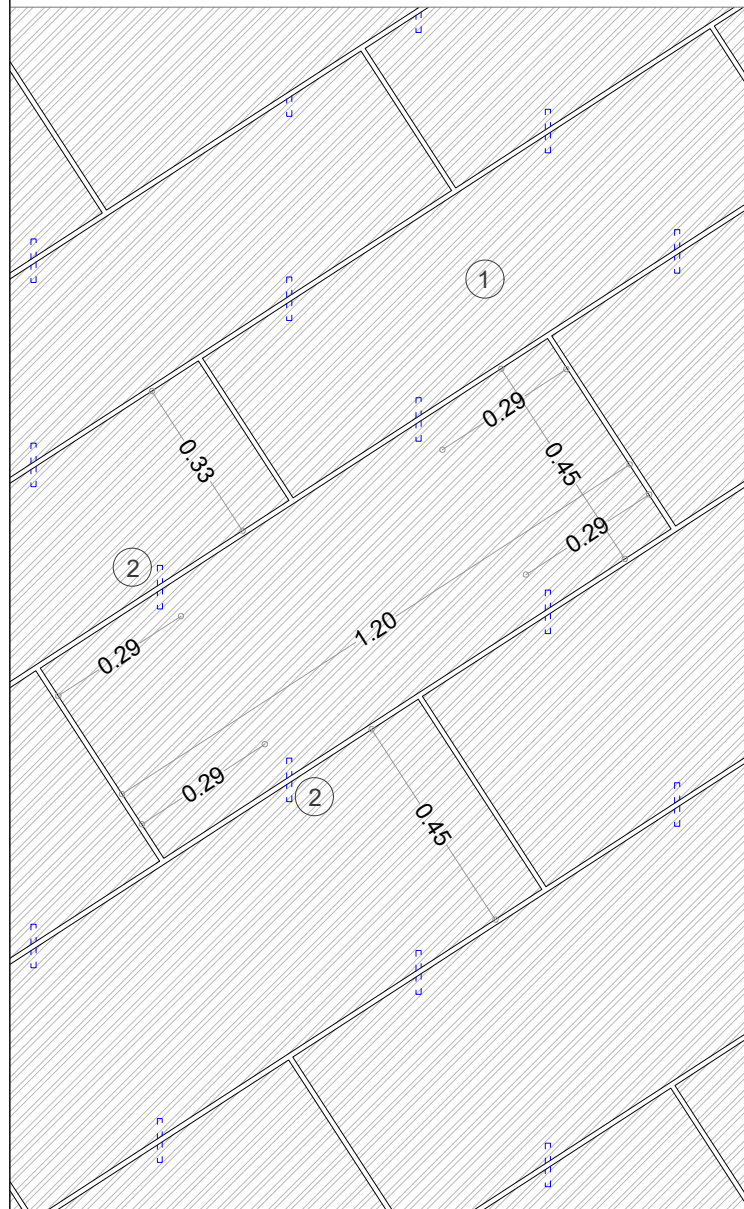
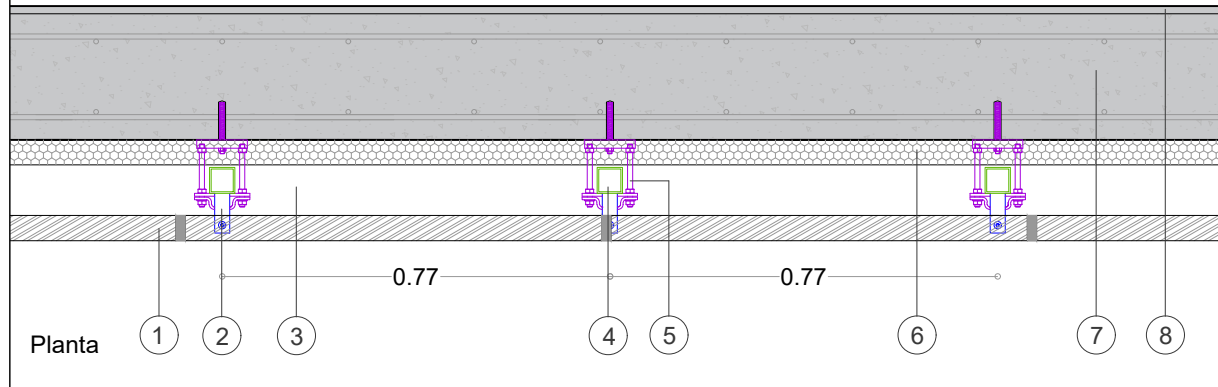


4.4 SISTEMA DE FACHADA										
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA										
TIPO DE PIEDRA NATURAL										
Variedad	Granito tostado									
Acabado	Abujardado									
Formato	Rectangular									
Dimensiones	120 x 33 centímetros, 120 x 39 centímetros, 120 x 45 centímetros									
Espesor	5 centímetros									
Despiece	Bandas de altura variable con inclinación de 33° y juntas transversales discontinuas									
Juntas	Vertical	1 centímetro			Corte	Recto				
	Horizontal	1 centímetro			Corte	Recto				
Observaciones										
SISTEMA DE ANCLAJE										
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>			Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>						
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>		Montantes <input checked="" type="checkbox"/>		Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>				
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>			Oculto <input checked="" type="checkbox"/>						
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>			En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>				
			Bulón <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>	Destalonado de fondo <input type="checkbox"/>	Tornillo + adhesivo <input type="checkbox"/>	Grapa en ranura <input type="checkbox"/>		
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input checked="" type="checkbox"/>			En junta vertical <input type="checkbox"/>			En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>			
Aislamiento	5 centímetros									
Cámara de aire	10 centímetros									
Observaciones										
SOPORTE										
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>										
Material	Horizontal	Forjados Vigas		Mixto de vigas metálicas y losa de hormigón IPE acero laminado						
		Vertical		Muro de hormigón armado						
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>			Atornillada <input type="checkbox"/>			
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input checked="" type="checkbox"/>		Con mortero <input type="checkbox"/>						
Fijación al muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>										
Material	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>				Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>				
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>		Bloques <input type="checkbox"/>					
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>			No <input type="checkbox"/>					
Espesor	25 centímetros									
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>						
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input checked="" type="checkbox"/>		Mortero <input type="checkbox"/>						
Observaciones										

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.15



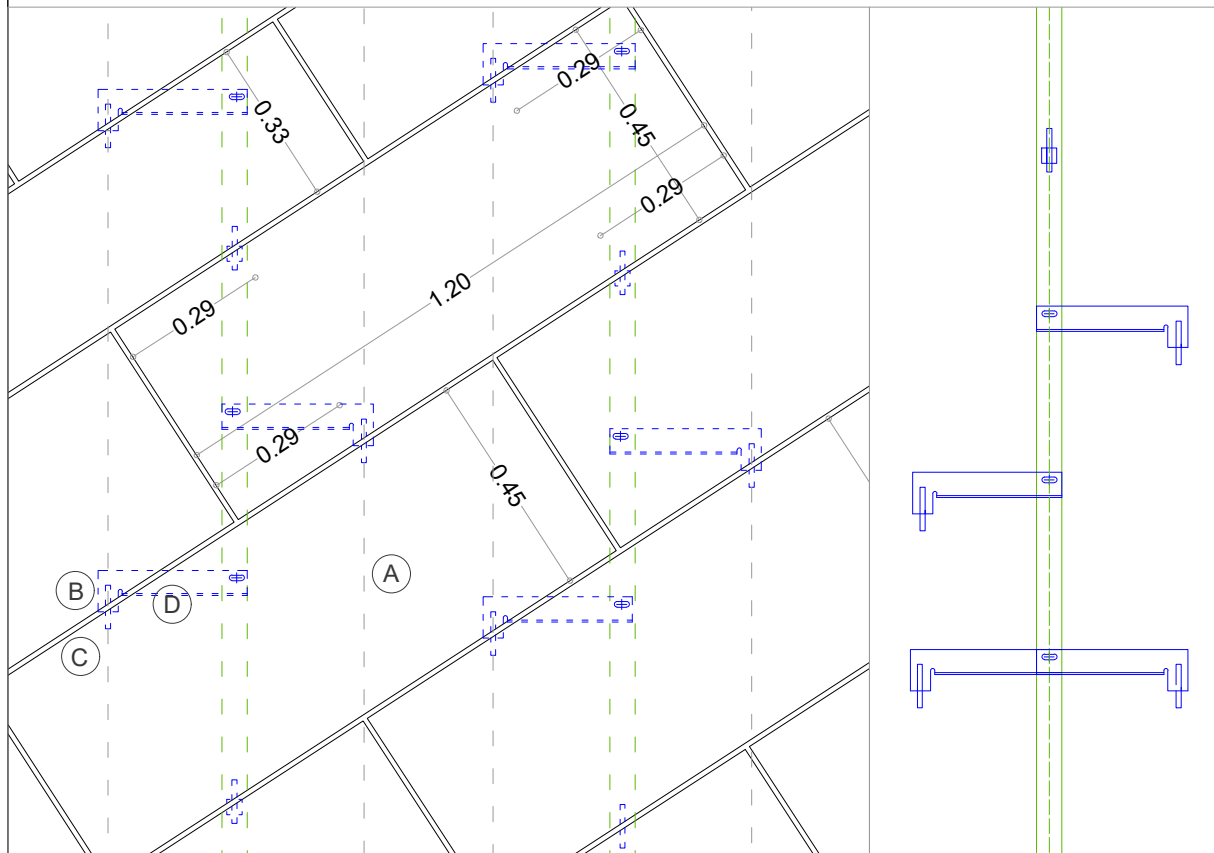
1. Placa de piedra e=5 cm
2. Anclaje de bulón
3. Cámara de aire ventilada e= 10 cm
4. Montante

5. Perfilera de unión al soporte
6. Aislamiento térmico e = 5 cm
7. Muro soporte de hormigón armado e= 25 cm
8. Revestimiento interior

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.15 / 1.5



Alzado

Tipos de fijación de las placas al montante

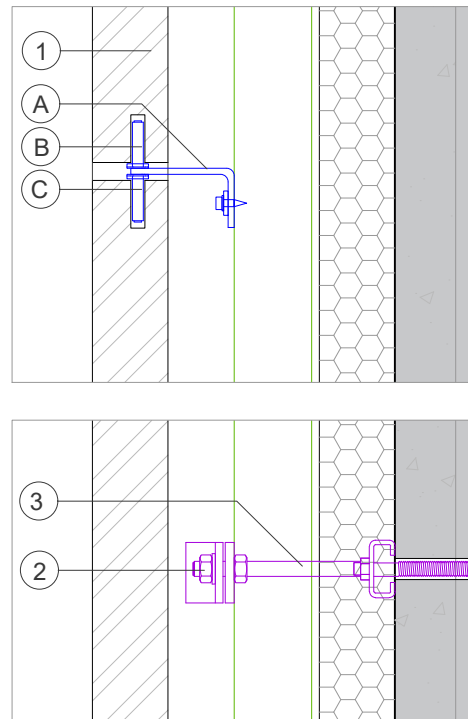
Fijación de las placas de piedra

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante anclajes puntuales de bulón unidos al muro soporte resistente mediante subestructura vertical de acero inoxidable.

Cada placa lleva 4 puntos de anclaje (posición simétrica con respecto a los ejes vertical y horizontal), 2 de carga en la junta inferior y 2 de retención en la junta superior. Debido a la disposición inclinada del revestimiento y a que hay placas con alturas diferentes, los puntos de anclaje no son siempre equidistantes con respecto al borde.

Los montantes verticales se colocan cada 77 centímetros. Se unen al muro soporte con anclajes de carga (2) dispuestos mediante soportes de separación (3). Estos soportes permiten ampliar el espesor de la cámara de aire.

Cada anclaje está formado por un perfil en L (A) que se fija al montante y por otro lado va provisto de un dispositivo que sustenta la placa superior (B) y retiene la placa inferior (C). Cuando la posición del anclaje no está alineada con el eje vertical del montante se utilizan pletinas (D).



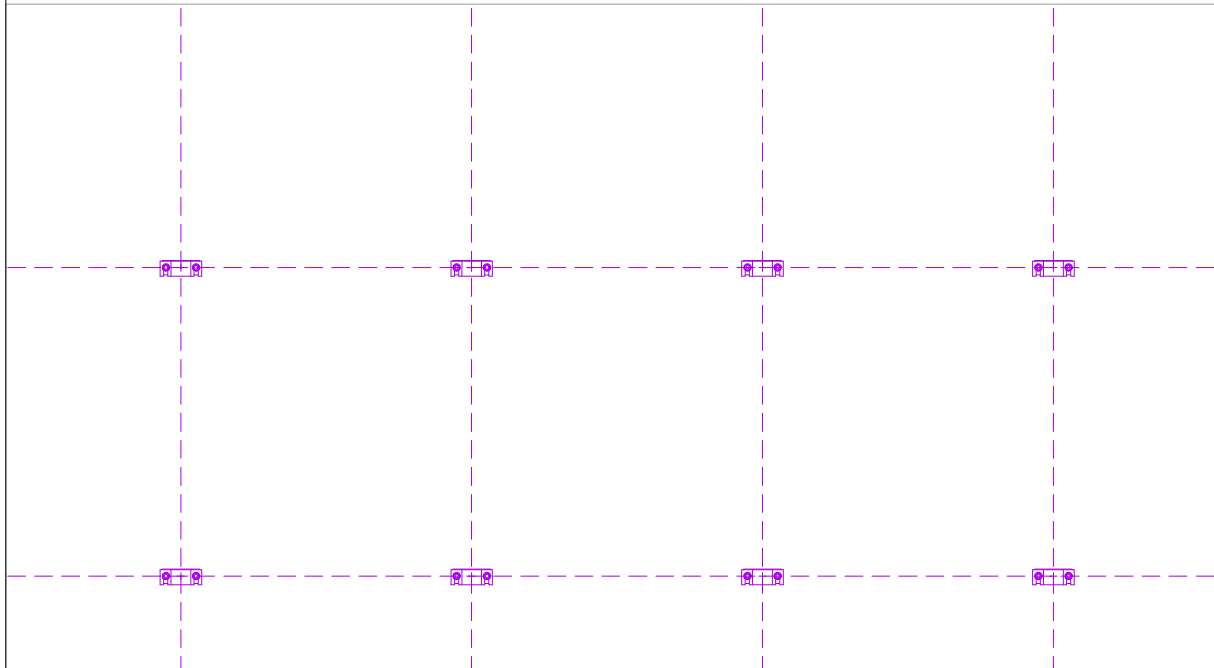
Sección

1. Placa de piedra
2. Anclaje de carga
3. Soporte de separación

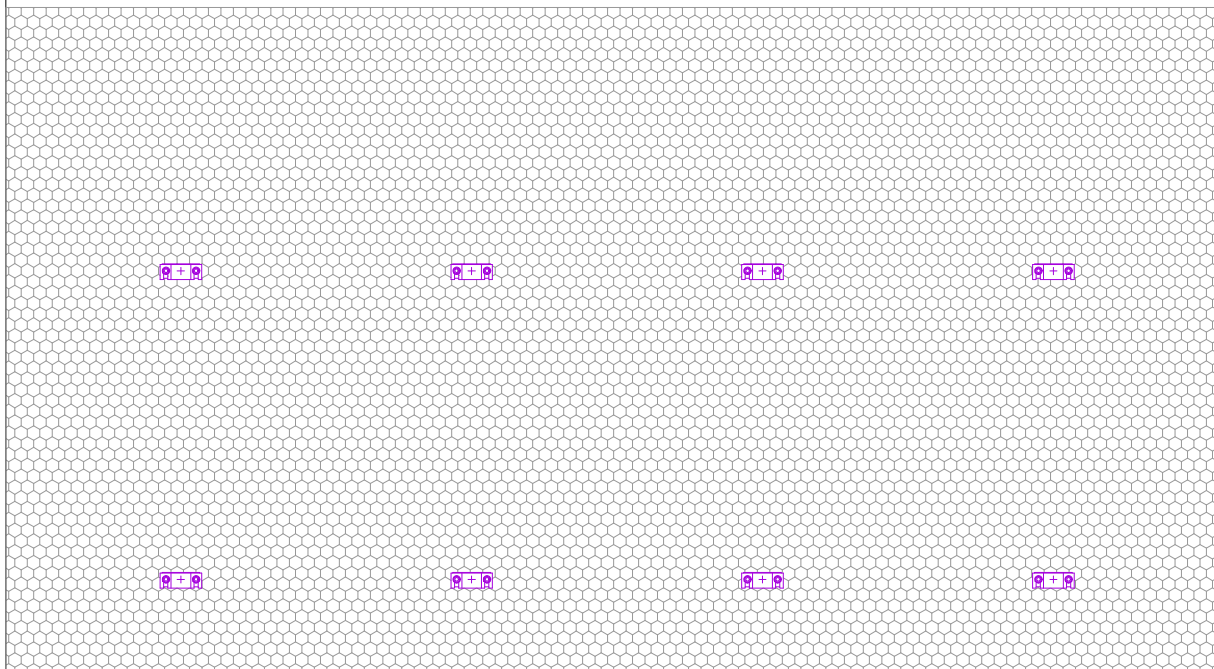
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 1



Paso 2

Paso 1:

Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de acuerdo a planos.

Colocación de soportes de separación.

Paso 2:

Proyectado de aislamiento.

Paso 3:

Colocación de soportes de montantes.

Paso 4:

Colocación de la primera hilera de placas.

Paso 5:

Fijar y alinear los anclajes para la segunda fila de placas.

Paso 5:

Insertar el dispositivo de retención y sustentación a través del agujero en el eje roscado.

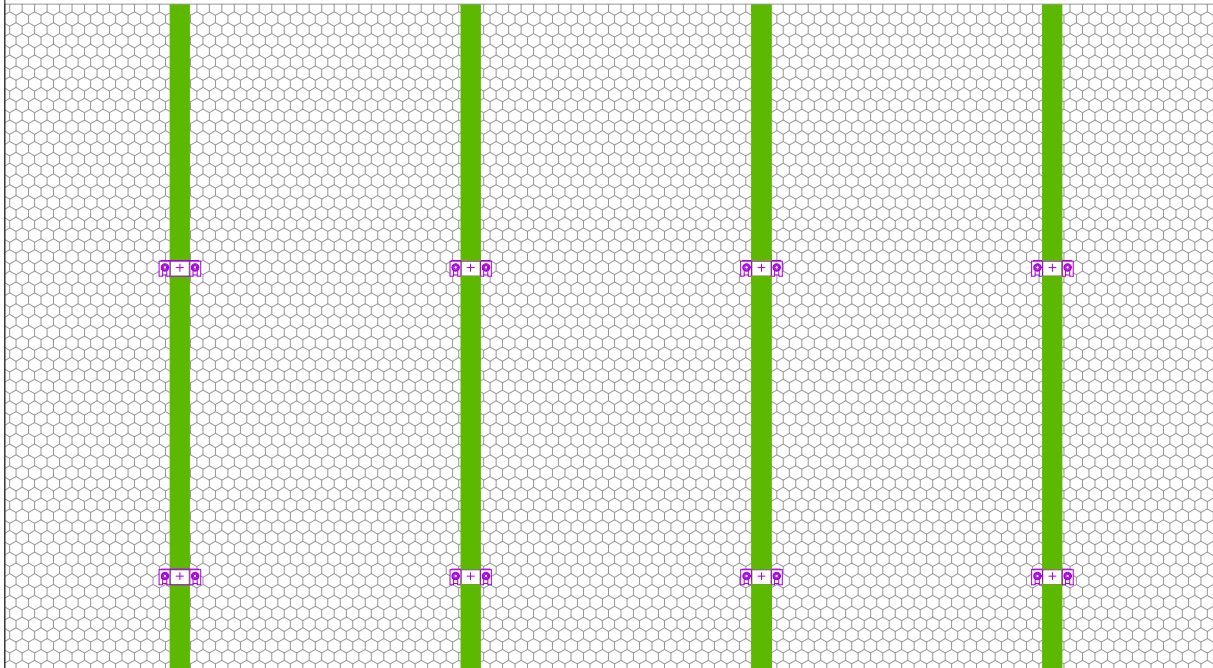
Paso 6:

Instalar la siguiente fila de placas de piedra y repetir el proceso.

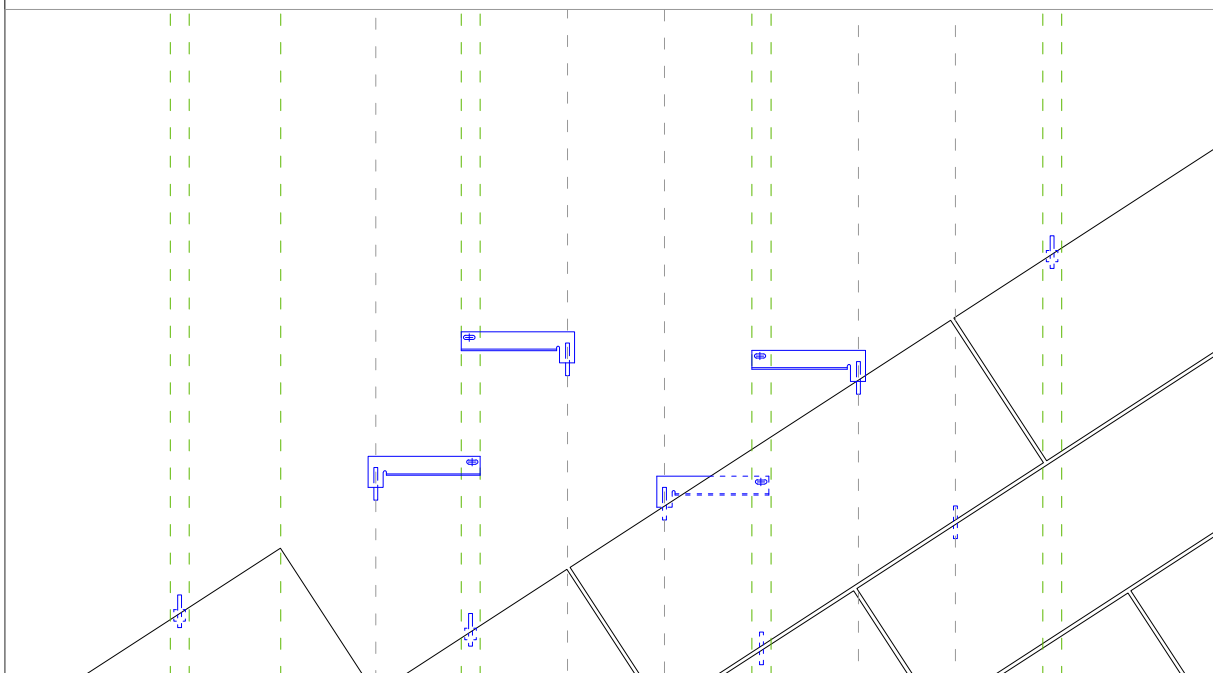
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 1



Paso 2

Paso 1:
Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de acuerdo a planos.

Paso 2:
Colocación de soportes de separación y montantes.

Paso 3:
Proyectado de aislamiento.

Paso 4:
Colocación de la primera hilera de placas. Fijación de pletinas

Paso 5:
Fijar y alinear los anclajes para la segunda fila de placas.

Fijación de pletinas.

Paso 5:
Insertar el dispositivo de retención y sustentación a través del agujero en el eje roscado.

Paso 6:
Instalar la siguiente fila de placas de piedra y repetir el proceso.

4.4. SISTEMA DE FACHADA

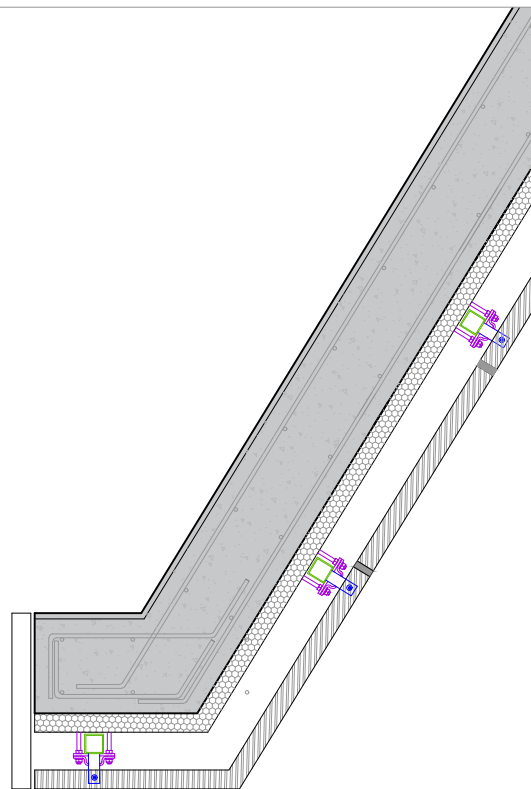
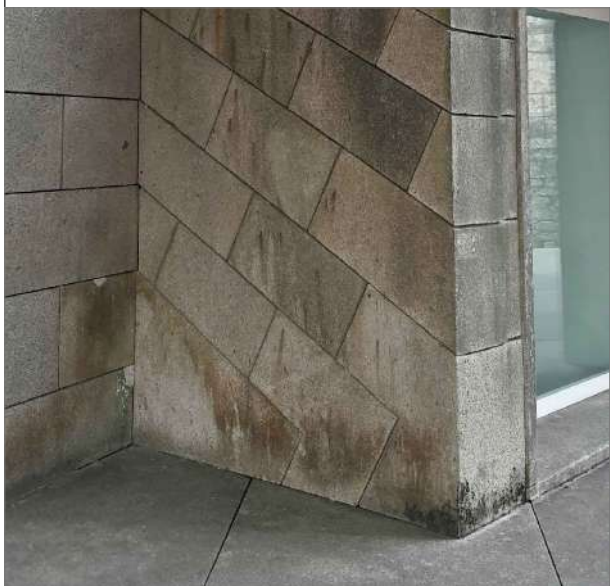
FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.20



Remate inferior

Los diedros que se forman en las esquinas entre el despiece inclinado y el horizontal en las esquinas cóncavas se resuelve con una única pieza mediante el vaciado de un bloque completo.



Esquina

CASO DE ESTUDIO 3

PROYECTO	EDIFICIO DOMUS
UBICACIÓN	A CORUÑA. ESPAÑA
DIRECCIÓN	C/ RÚA ÁNGEL REBOLLO, 91, 15002
ARQUITECTO	ADOLFO NATALINI CON GIAN PIERO FRASSINELLI, FABRIZIO NATALINI
FECHA	PROYECTO:1993 CONSTRUCCIÓN: 1994-1995



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
Documentación cedida por parte del grupo Arata Isozaki & Asociados España S.L.	Información sobre el sistema empleado
	Fotografía del seguimiento de obra
	Fotografía del sistema empleado
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
AV Monografías nº57-58. Arquitectura Viva S.L, Madrid. pp.38-41	Descripción del proyecto
	Planimetría básica: plantas, secciones
	Detalles constructivos
	Imágenes de obra terminada
El Croquis nº 76 (1995). El Croquis, El Escorial, Madrid. pp. 78-91	Planteamiento
Tectónica nº 2. ATC Ediciones, Madrid. pp. 27	Propuesta del sistema constructivo
Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 298 (1994). COAM, Madrid. pp. 32-36	Lenguaje formal y constructivo
	Alzados
http://www.xn--csarportela-bbb.com/#/edificio-domus/ (consulta 02.10.2019)	Descripción del proyecto
http://www.arataisozaki.org/SPANISH/span-project5.html (consulta 02.10.2019)	Imágenes de obra terminada
Periódicos digitales	Acceso a noticias y datos

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	NOVIEMBRE 2016
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Observación de medidas, posible s/z	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El edificio se ubica frente al mar, en la fachada marítima de A Coruña, que une la playa de Riazor con el centro de la ciudad y el faro de Hércules. El edificio se sitúa entre el centro de la ciudad y la zona histórica, sobre el margen interno de esta carretera, entre el acantilado y bloques de viviendas de 5 o 6 plantas de altura.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps



Vista del edificio desde la playa de Riazor. Fotografía de la autora

PLANTEAMIENTO

El proyecto plantea resolver los aspectos urbanísticos y de adecuación a pequeña escala de parcela y a escala de ciudad. Así el edificio se muestra como un hito urbano visible, que sirve de balcón-mirador urbano al océano. La fachada principal se resuelve mediante una gran superficie curva de aproximadamente 94 metros de longitud y 16 de altura. Por otro lado, se respetan las alineaciones de la trama viaria existente y

la fachada posterior adopta una forma quebrada, a modo de biombo de sillas de granito, que funciona como transición adecuada al entorno y edificios próximos.

El encuentro del edificio con el macizo rocoso existente se confía a una serie de espacios de diversa funcionalidad y configuración formal: baluarte, plaza, escalinata, terrazas, soportal, jardín, mirador, resuellos buscando el equilibrio con la tradición, pero resueltos al mismo tiempo con una voluntad innovadora y de vanguardia. Todos los elementos se integran de una manera armoniosa en el conjunto de la edificación.

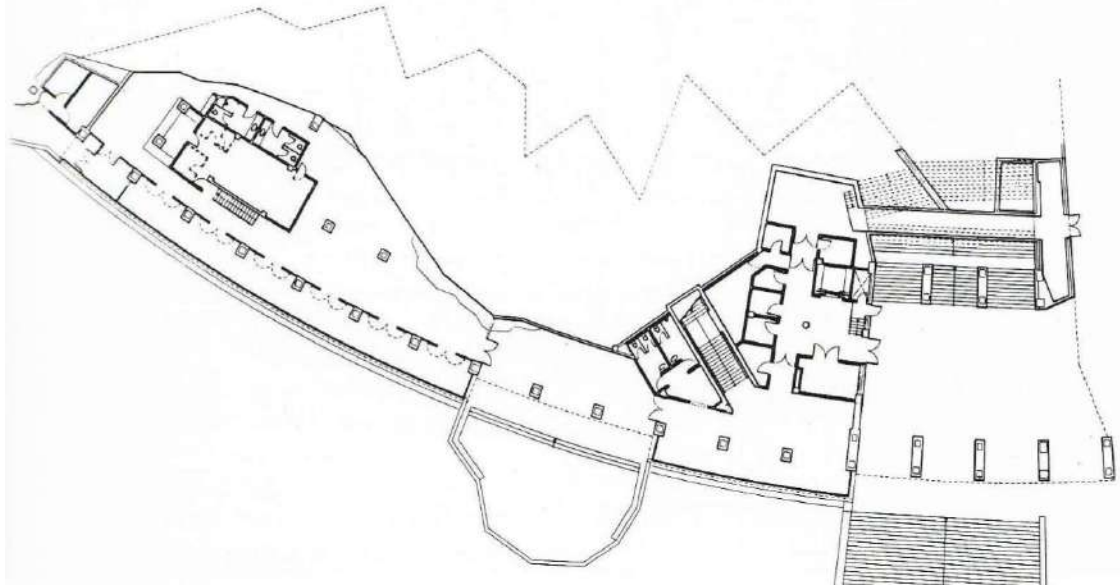


Vista panorámica del edificio desde la escalinata de acceso. Fotografía de la autora

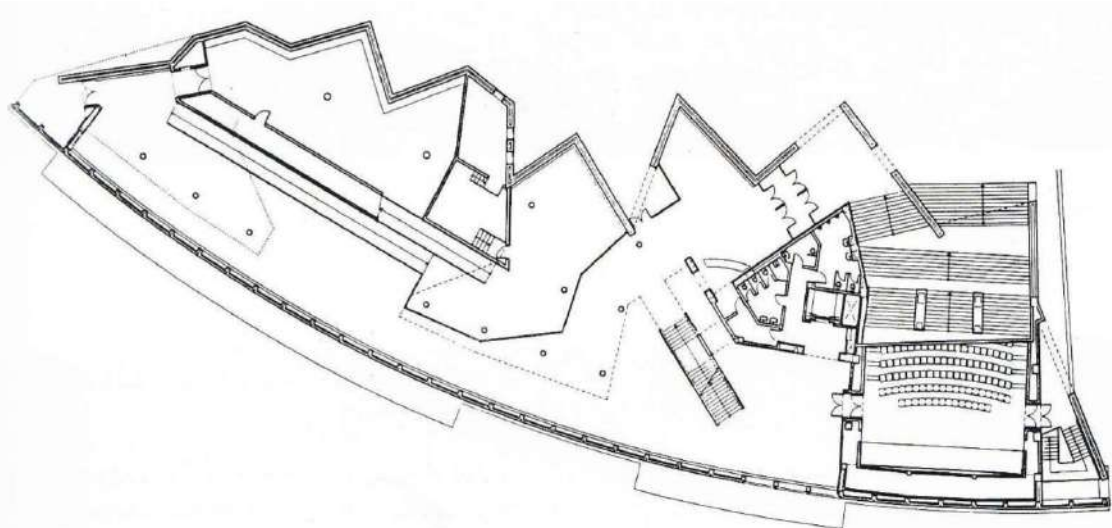


Fachada sur. Fotografía de la autora

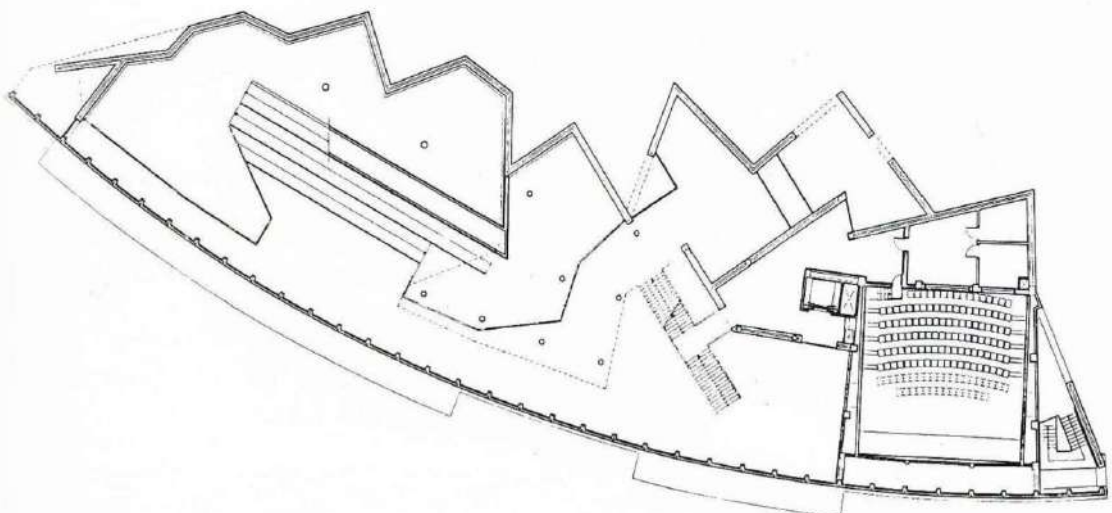
PLANIMETRÍA BÁSICA



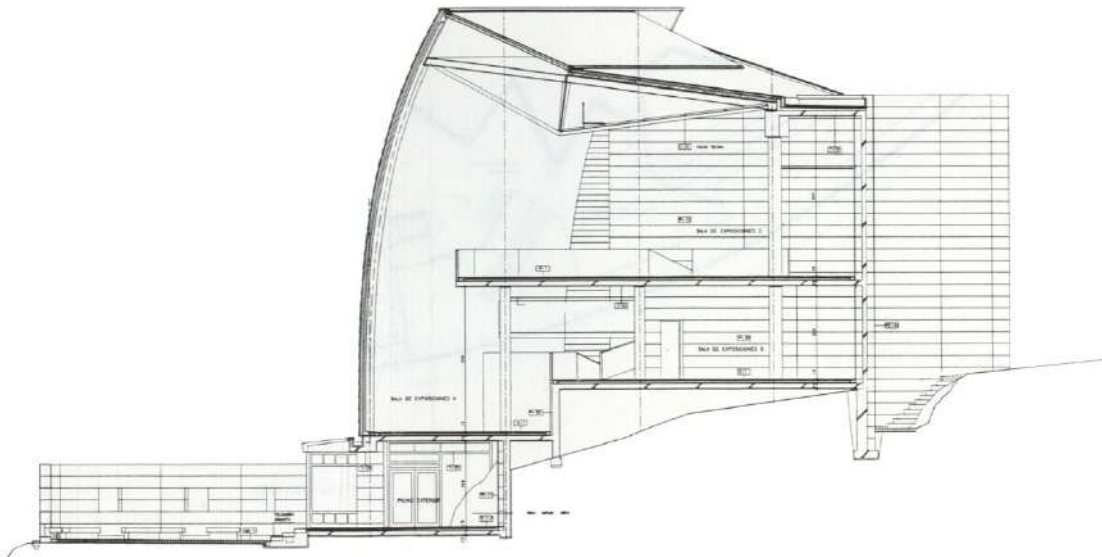
Planta baja. AV Monografias nº57-58. Arquitectura Viva S.L, Madrid. p.39



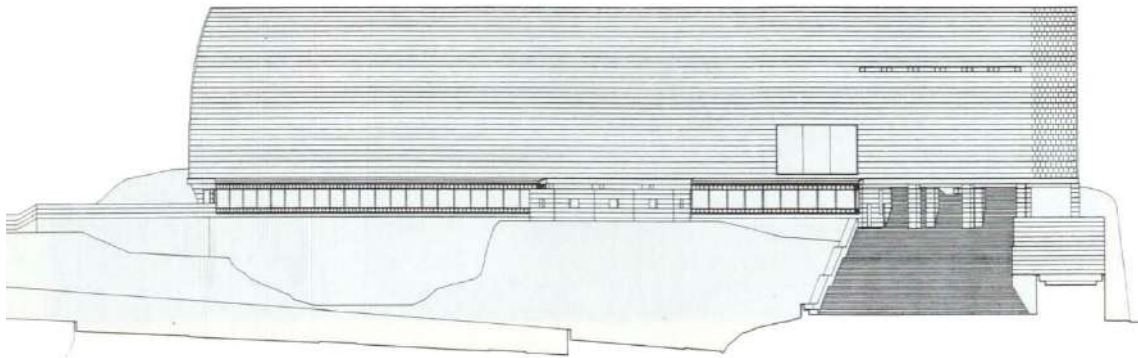
Planta primera. AV Monografias nº57-58. Arquitectura Viva S.L, Madrid. p.39



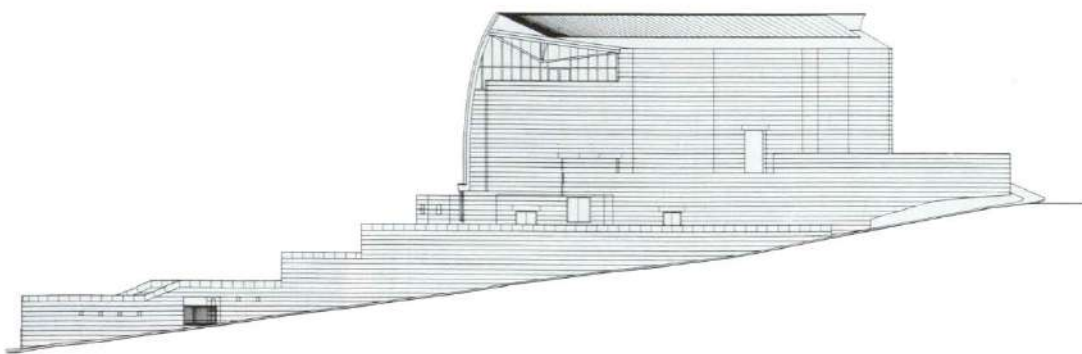
Planta segunda. AV Monografias nº57-58. Arquitectura Viva S.L, Madrid. p.39



Sección transversal. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 298 (1994). COAM, Madrid. p. 36



Alzado sur. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 298 (1994). COAM, Madrid. p. 34



Alzado este. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 298 (1994). COAM, Madrid. p. 35

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA TRASVENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

La fachada de piedra hace referencia a las texturas marinas y a las escamas de los peces. Así, sobre la potente base de granito emerge un volumen curvilíneo según una línea clozoide que recuerda a una ola y da la impresión de estar afectada por los vientos oceánicos. La fachada dialoga con la singularidad del lugar y el emplazamiento, formando un plano visible desde todos los puntos de la ciudad.



Planteamiento alzado. Fotografías de la autora

Las piezas de piedra se sujetan mediante tornillos ubicados en el reverso de la placa, colocados por destalonado de fondo. Estos, a su vez, se fijan a perfiles horizontales de aluminio. La unión al muro soporte se realiza mediante una subestructura a base de perfiles verticales de aluminio, fijados al muro soporte. En las siguientes fotografías, cedidas por parte del grupo Arata Isozaki & Asociados España S.L., se puede ver el proceso constructivo durante la colocación de las placas de piedra.



Imagen explicativa del subsistema empleado. Cedida por Arata Isozaki & Asociados España S.L.



Imagen tomada durante la instalación del subsistema. Cedida por Arata Isozaki & Asociados España S.L.

TIPO DE PIEDRA

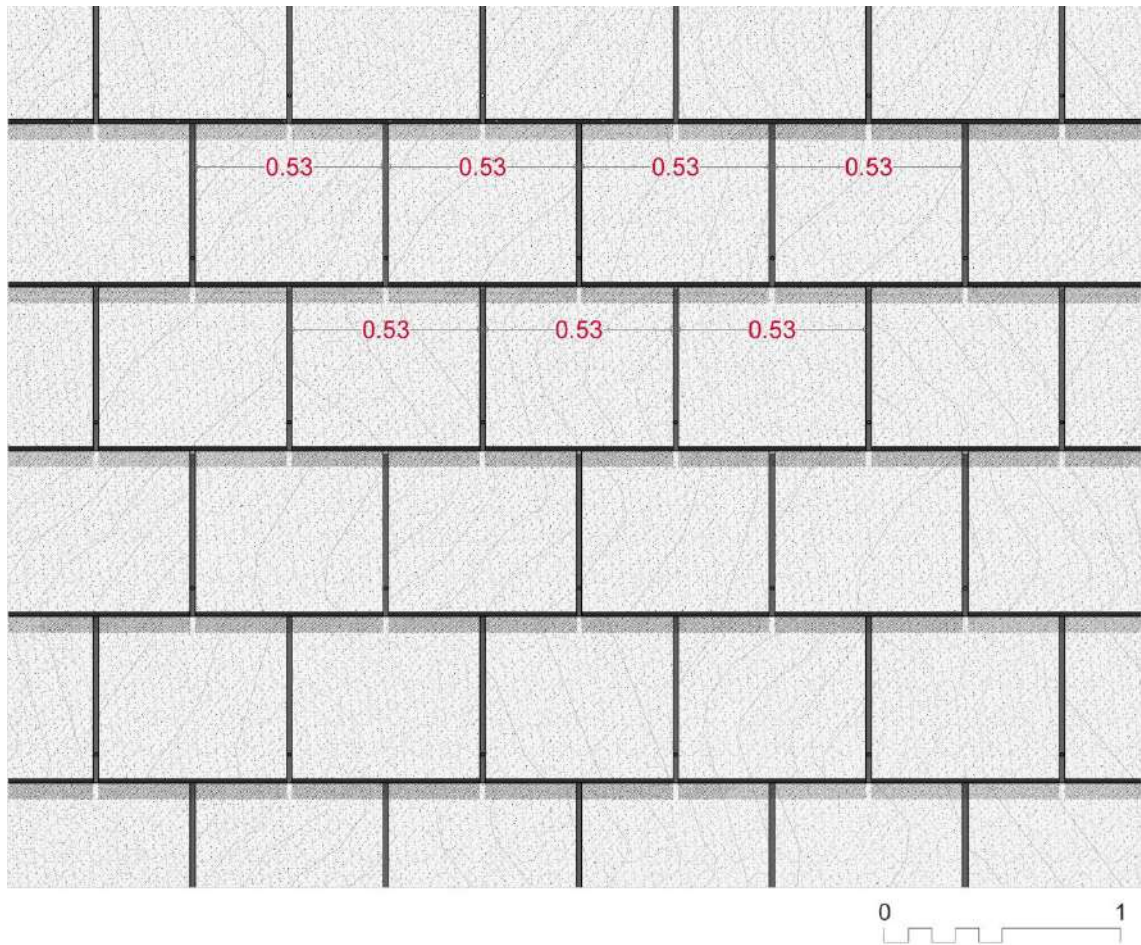
En la fachada principal, motivo de este estudio, se utiliza pizarra verde de canteras gallegas. La bella tonalidad de la piedra y los diferentes reflejos que el efecto del sol produce en ella en función de la hora del día, hacen que destaque sobre los edificios contiguos.



Tonalidades de la variedad de piedra empleada. Fotografías de la autora

DESPIECE

Piezas en formato rectangular, casi cuadrado, de 53 centímetros de base y 50 centímetros de altura, dispuestas con solape en las juntas horizontales. Esto, junto a la forma clozoides del soporte enfatizan el efecto de revestimiento de escamas.

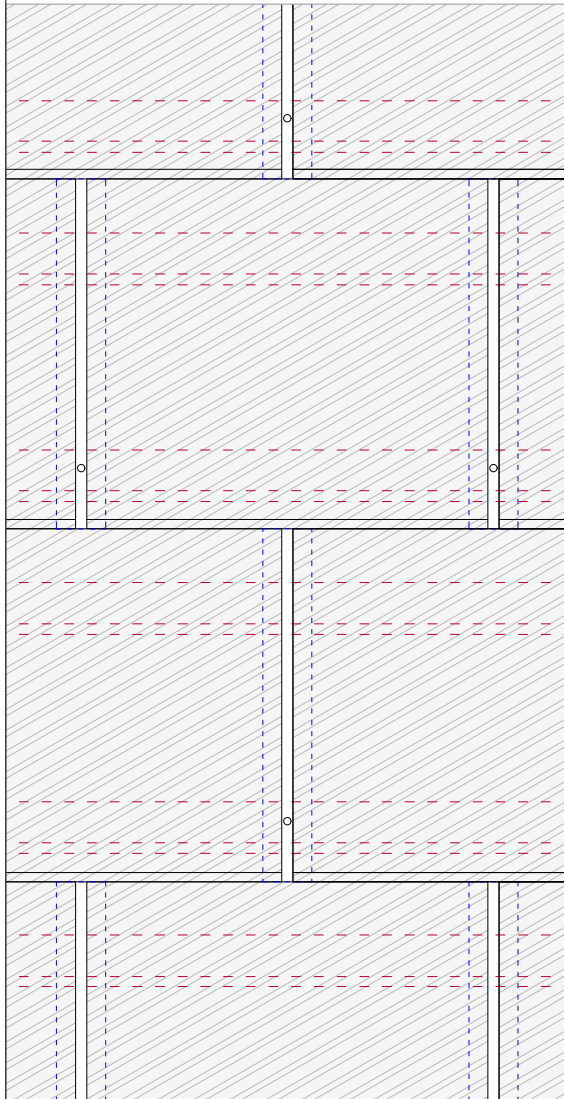


4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Pizarra verde de cantera gallega				
Acabado	Lajado natural				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	53 x 50 centímetros				
Espesor	2,5 centímetros				
Despiece	Placas solapadas horizontalmente e hiladas a rompejuntas				
Juntas	Vertical	1,5 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	No hay. Solape de 3 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input checked="" type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
			Tornillo + adhesivo <input type="checkbox"/>	Grapa en ranura <input type="checkbox"/>	
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>	En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>	
Aislamiento	5 centímetros				
Cámara de aire	5-9 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Horizontal	Forjados Vigas	Losas prefabricadas de hormigón armado		
			Vigas IPE de acero laminado		
	Vertical	Módulos prefabricados de hormigón armado			
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Fijación al muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>			No <input type="checkbox"/>
	Espesor	Muro de prefabricados de hormigón armado de 8 centímetros de espesor, con costillas de 40 centímetros.			
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>	
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

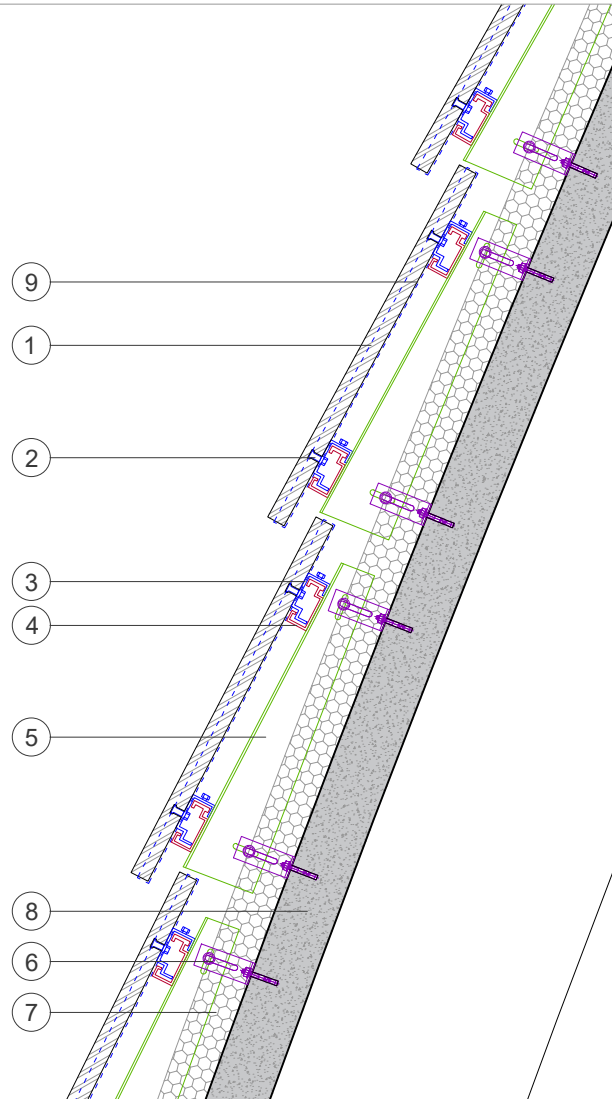
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

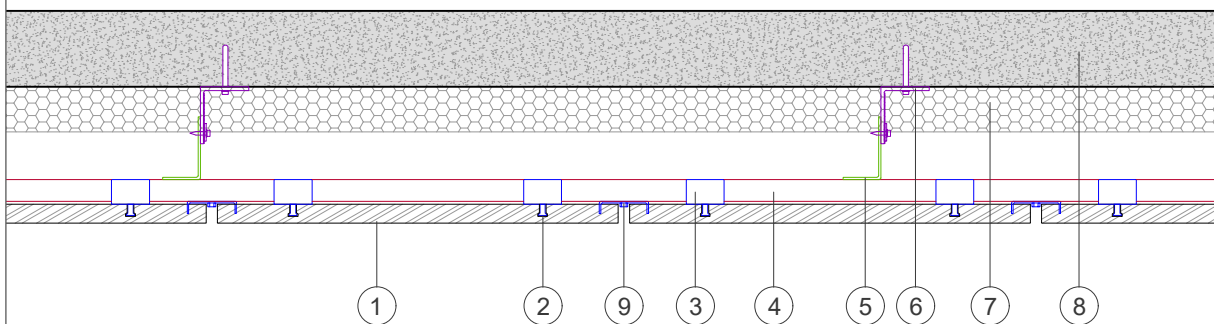
E.1.10



Alzado



Sección



Planta

- | | |
|---|---|
| 1. Placa de piedra | 5. Montante de diseño específico |
| 2. Tornillo colocado por destalonado de fondo | 6. Escuadra |
| 3. Anclaje puntual | 7. Aislamiento térmico |
| 4. Travesaño continuo | 8. Muro soporte de módulos prefabricados de hormigón armado |
| | 9. Pieza de chapa plegada |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10

El sistema consiste en la fijación de las placas de piedra mediante fijaciones ocultas en el reverso de la placa y subsistema de perfilería de aluminio (perfiles verticales + horizontales).

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante tornillos (2) ubicados en taladros en el reverso de la placa por destalonado de fondo. Cada placa lleva 4 puntos de fijación (posición simétrica con respecto a los ejes vertical y horizontal). Estos, a su vez, se fijan a perfiles horizontales continuos de aluminio (4) mediante cuatro perfiles puntuales, uno por cada tornillo (3).

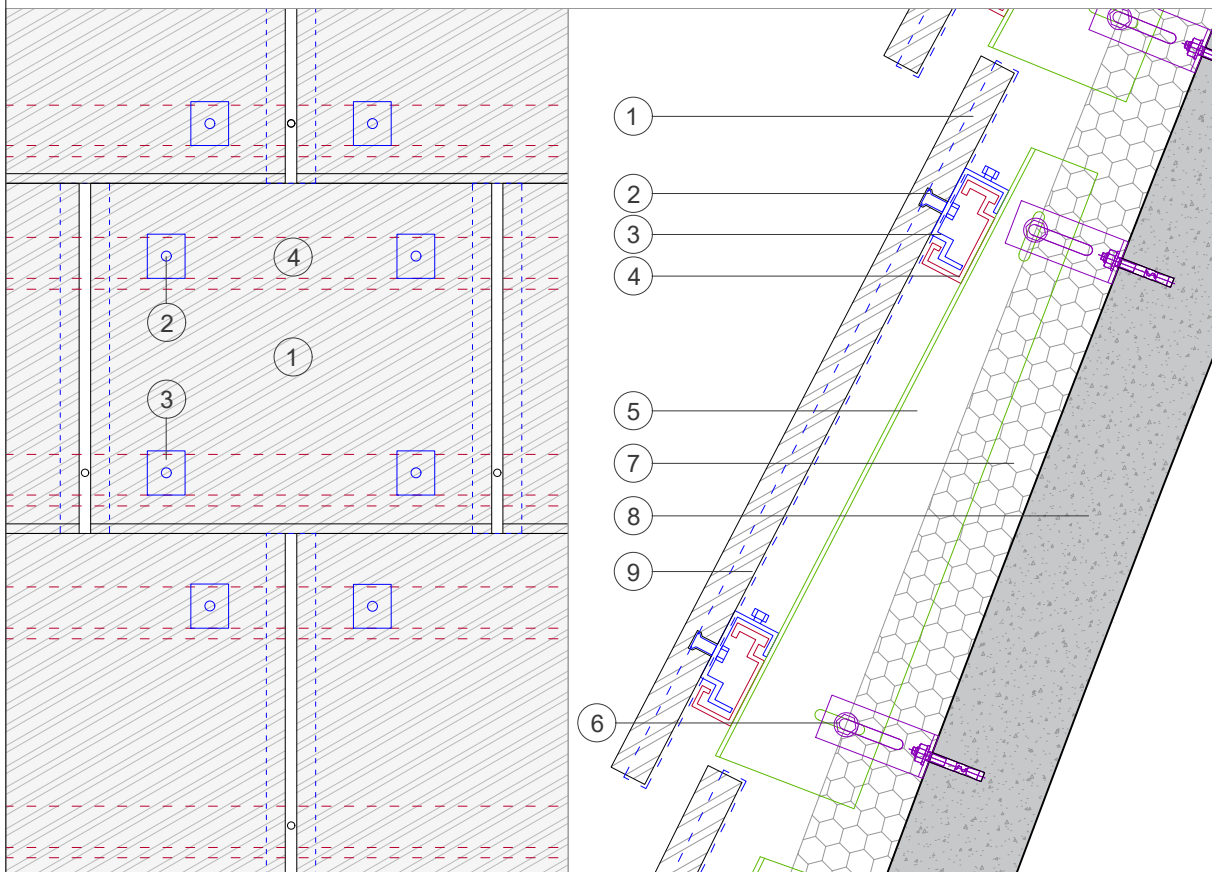
La fijación al soporte se realiza mediante una subestructura a base de montantes de aluminio (5), colocados a una distancia entre ejes de 90 centímetros aproximadamente. Estos perfiles tienen una forma específica, necesaria para dar forma al diseño en escamas. Los montantes se atornillan a escuadras de carga (6) y éstas, a su vez, al muro soporte mediante fijación mecánica.

Otros elementos

Aislamiento térmico proyectado de 6 centímetros de espesor (7).

Muro soporte de módulos prefabricados de hormigón armado (8).

Pieza de chapa plegada con sección en forma de U (9), colocada en las juntas verticales. Estas piezas tienen una doble función: evitan el posible desplazamiento lateral de los paneles, y evitan la posible entrada de agua a través de las mismas. Estas piezas se atornillan a los travesaños y quedan insertadas en las placas de piedra en unas juntas previstas para ello.



Alzado

Sección

1. Placa de piedra
2. Tornillo colocado por destalonado de fondo
3. Anclaje puntual
4. Travesaño continuo

5. Montante de diseño específico
6. Escuadra
7. Aislamiento térmico
8. Muro soporte de módulos prefabricados de hormigón armado
9. Pieza de chapa plegada

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.10

En este sistema se produce un reparto igualitario para los cuatro puntos de apoyo.

SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

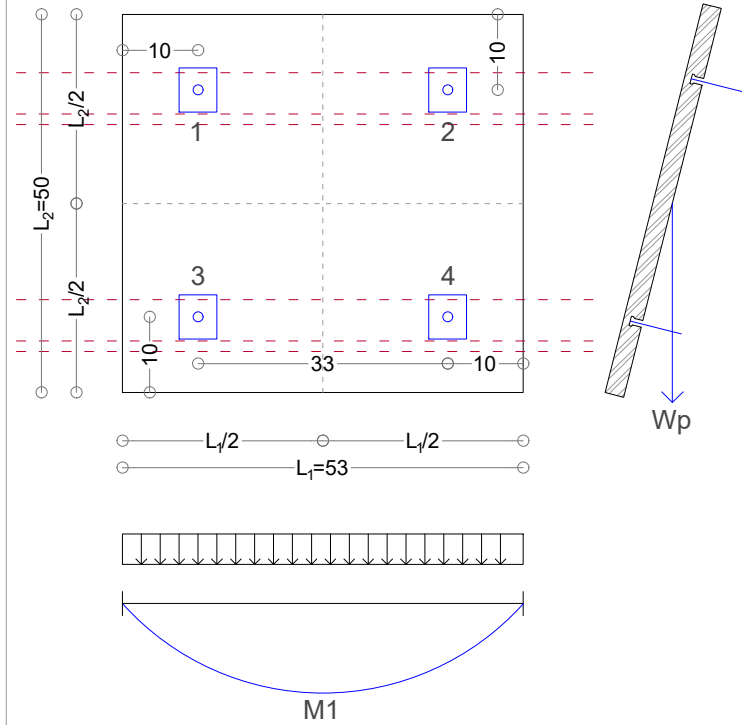
Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 4 anclajes. Cada anclaje soporta $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de peso propio.

$$Wp_1 = Wp_2 = Wp_3 = Wp_4 = \frac{1}{4} Wp$$

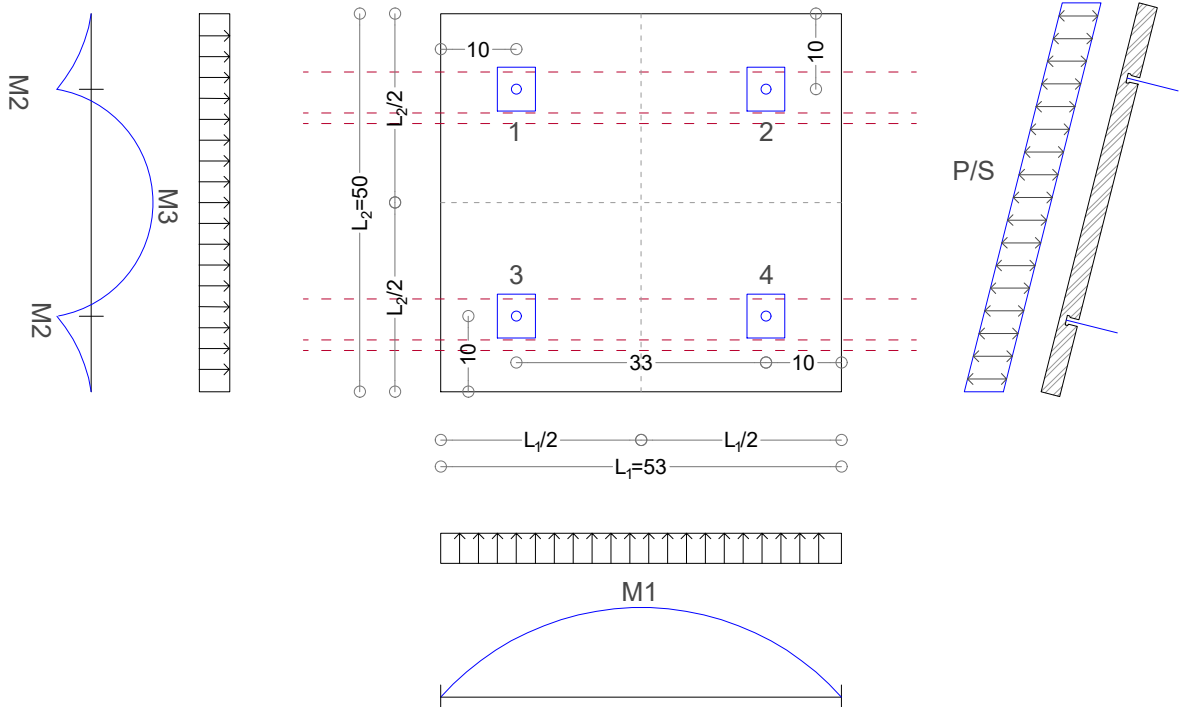
SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de 4 anclajes. Cada anclaje soporta $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de presión / succión.

$$P/S_1 = P/S_2 = P/S_3 = P/S_4 = \frac{1}{4} P/S$$



Peso propio



Viento

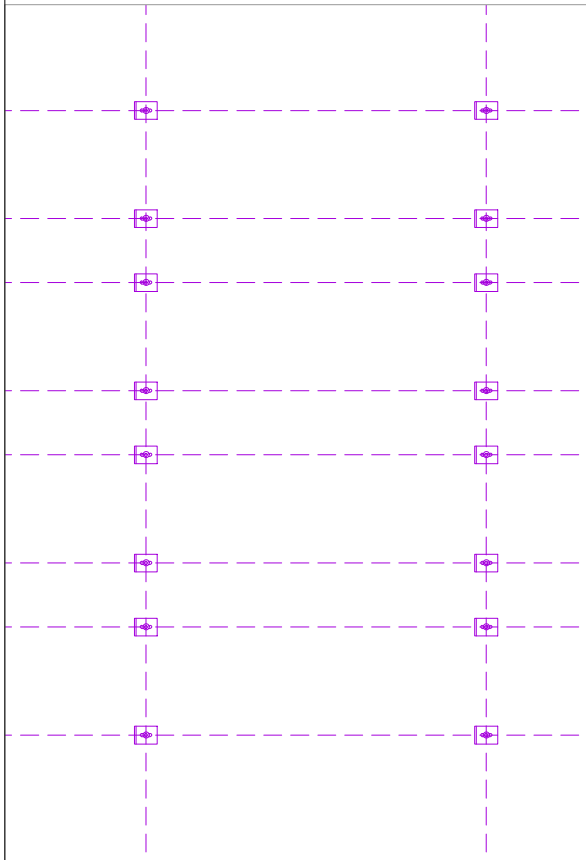
Solicitaciones

- P/S Presión/succión del viento
- Wp Peso propio de la placa de piedra

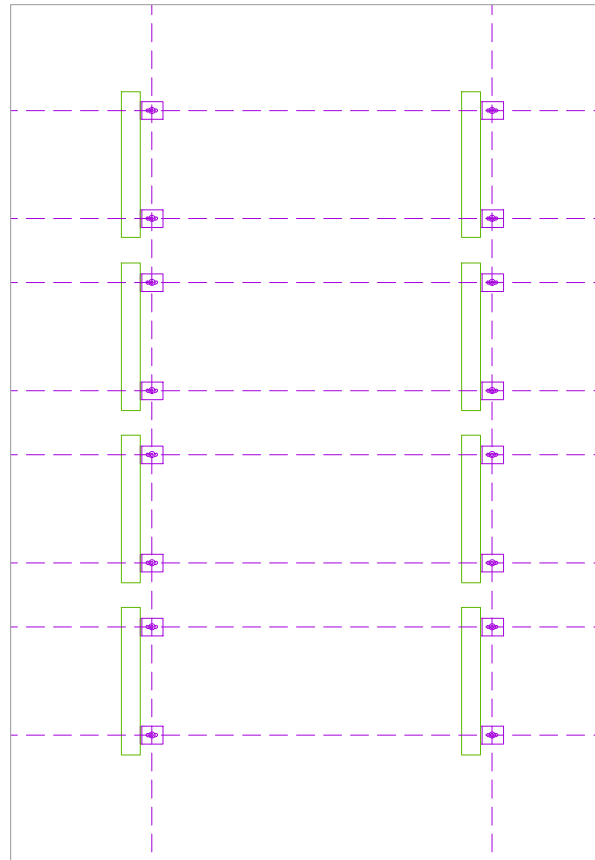
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

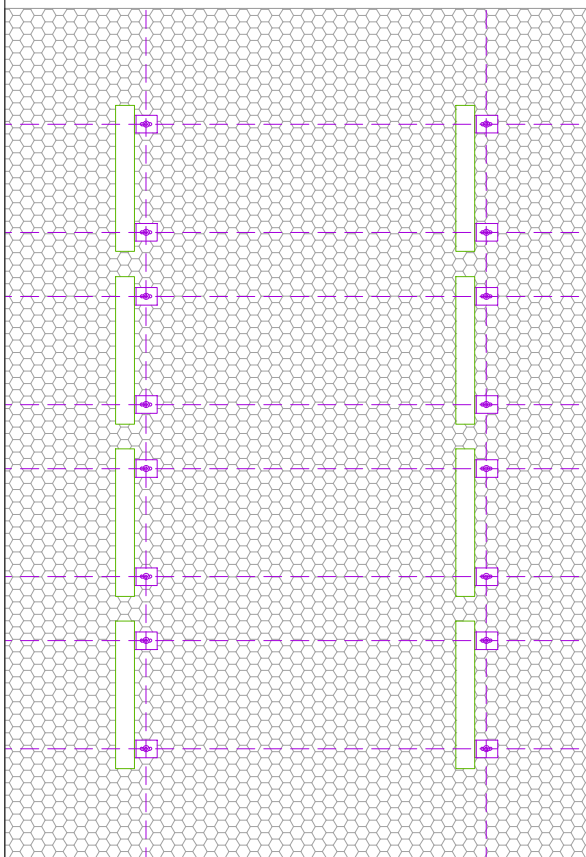
E.1.20



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Paso 1: escuadras

Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de acuerdo a planos.

Colocación de escuadras de carga. Cada perfil vertical llevará dos escuadras. Las escuadras tienen ranuras para regular la posición de los perfiles verticales. La superior permite el ajuste vertical y la inferior permite el ajuste horizontal.

Paso 2: montantes

Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras de carga. El apoyo superior es fijo y el apoyo inferior permiten la dilatación. Los perfiles miden 45 centímetros de altura y se colocan a una distancia aproximada entre ejes de 90 centímetros.

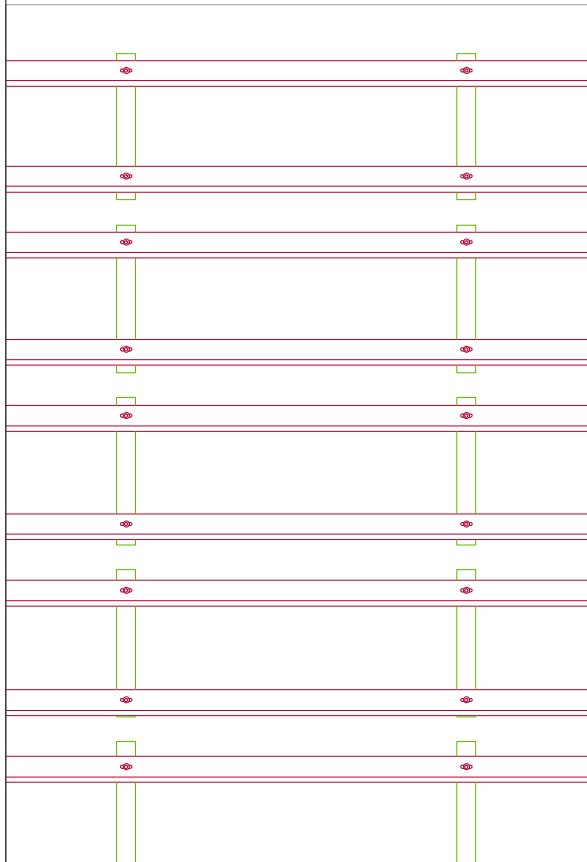
Paso 3: aislamiento

Proyectado del aislamiento. Este sistema permite que pueda colocarse con los anclajes verticales ya instalados, lo que reduce las posibilidades de que haya puentes térmicos.

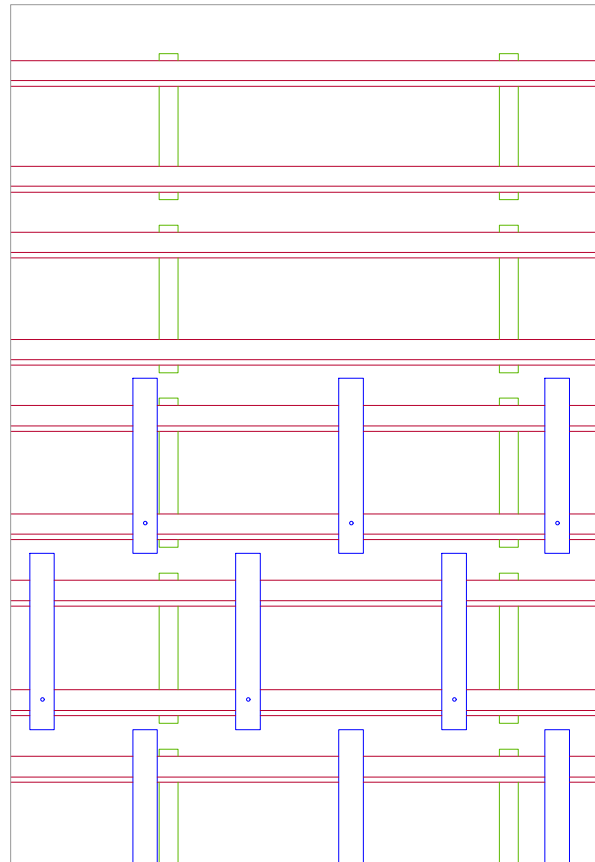
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

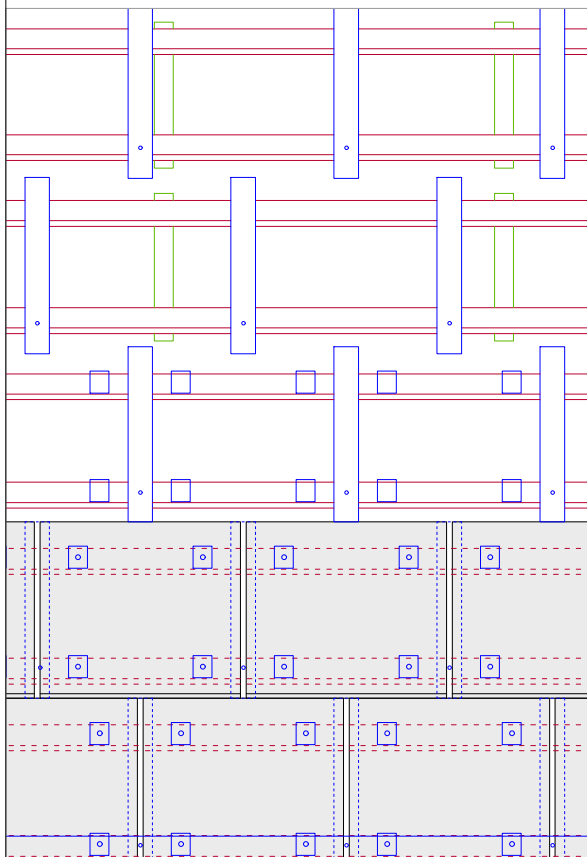
E.1.20



Paso 4



Paso 5



Paso 6

Paso 4: perfiles horizontales

Colocación de los perfiles horizontales, respetando:

- Longitudes máximas de los perfiles
- Juntas de dilatación de perfiles, generalmente un mínimo de 15 milímetros.

Paso 5: perfil en juntas verticales

Colocación del perfil de acero plegado con sección en forma de u que quedará en las juntas verticales entre las placas de piedra. Esta pieza se atornilla al perfil horizontal inferior.

Paso 6: placas de piedra

En este sistema las placas de piedra llegan a obra con los tornillos y los perfiles puntuales ubicados en las perforaciones. También vienen ya realizadas las juntas en las que quedará insertada el perfil colocado en el paso 5.

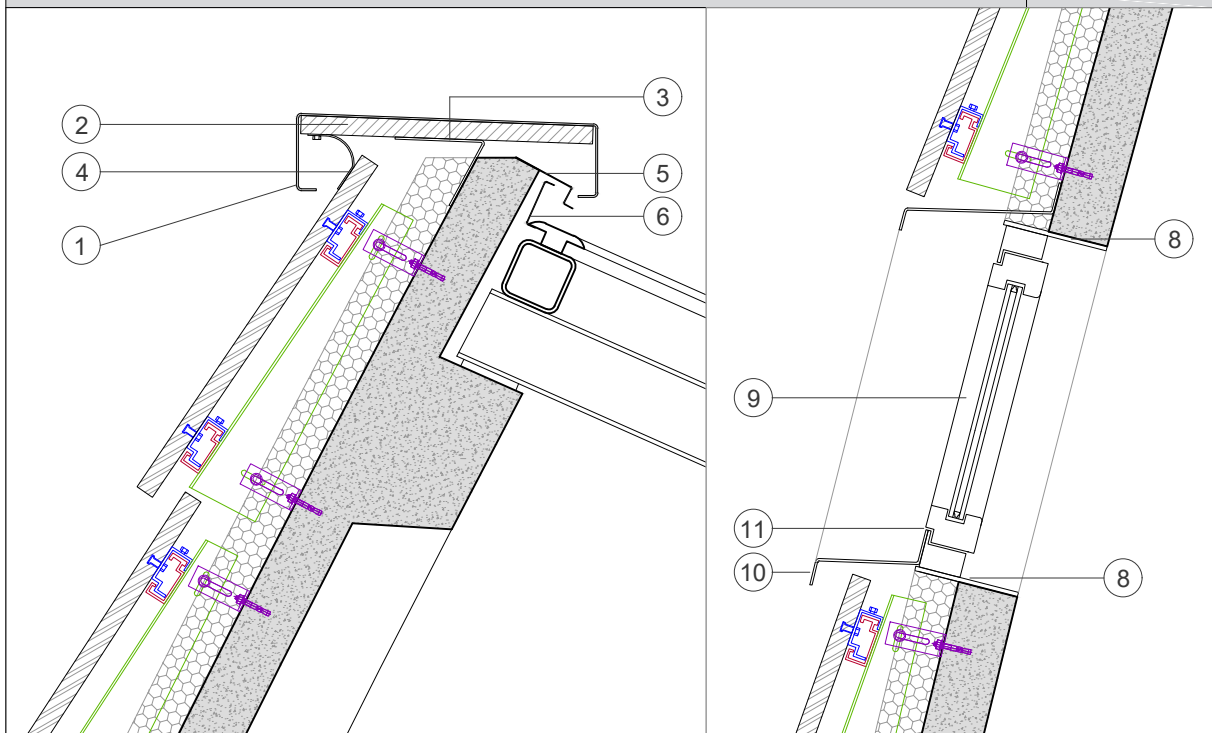
Colocación de las placas de piedra, encajando los perfiles puntuales en los travesaños. Cada uno de los perfiles puntuales tiene un tornillo en su parte superior que permite alinear horizontalmente los paneles.

Una vez presentadas en su posición, el perfil plegado evita que se desplacen lateralmente.

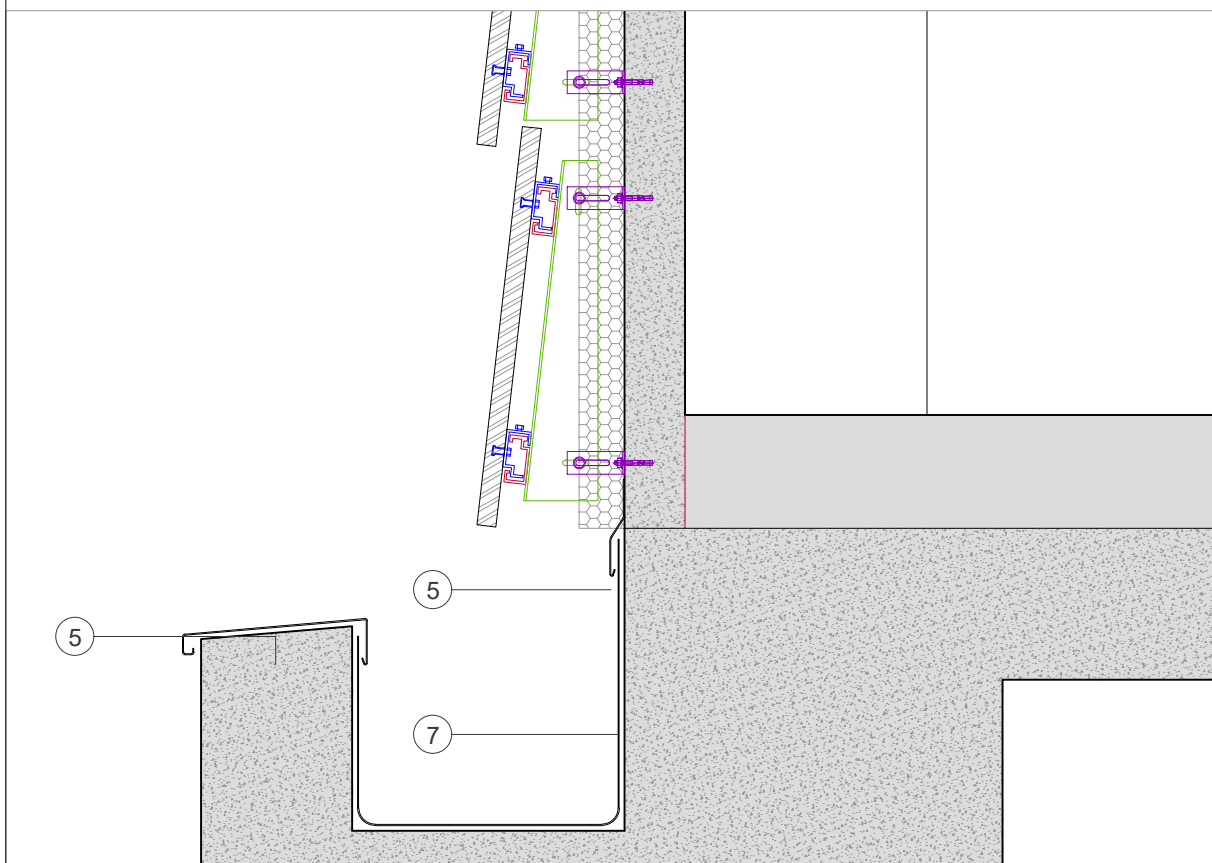
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES. Remate superior, inferior, carpintería

E.1.10



Remate superior

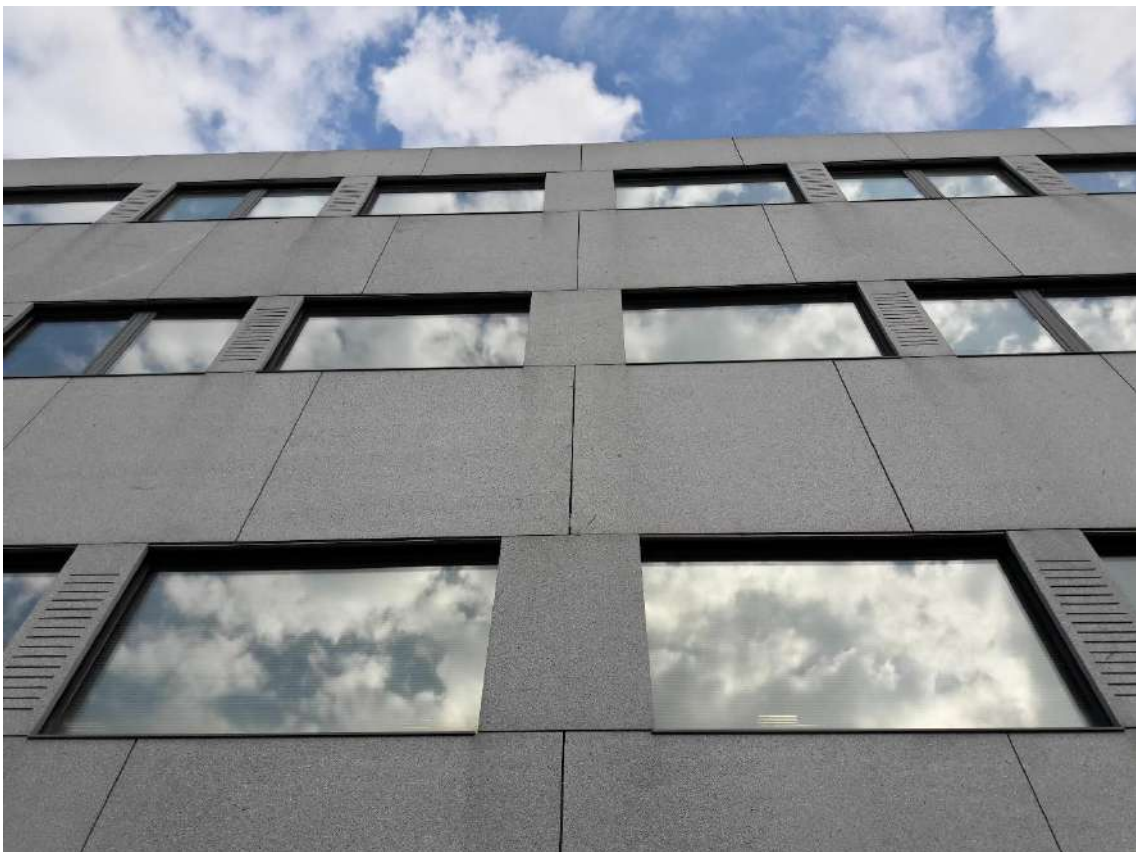


Remate inferior

- | | |
|---|---|
| 1. Lámina de plomo de 2,5 mm de espesor | 7. Canalón oculto |
| 2. Tablero marino de 420 x 24 mm | 8. Marco para recibir la carpintería |
| 3. Soporte metálico puntual cada 90 cm | 9. Carpintería |
| 4. Banda de neopreno | 10. Chapa plegada para formación de dintel, jambas y vierteaguas. |
| 5. Chapa plegada | 11. Sellado |
| 6. Chapa perforada anti-insectos | |

CASO DE ESTUDIO 4

PROYECTO	EDIFICIO PARA INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN
UBICACIÓN	A CORUÑA. ESPAÑA
DIRECCIÓN	CAMPUS VIDA, RÚA DE CONSTANTINO CANDEIRA, 5, 15705 SANTIAGO DE COMPOSTELA, A CORUÑA
ARQUITECTO	J. MANUEL GALLEGO JORRETO
FECHA	PROYECTO:1992 CONSTRUCCIÓN: 1997



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
J. M. Gallego Jorroto (1995). Informes de la construcción. Vol. 47 N°. 439. pp. 67-76	Planteamiento
	Implantación
	Planimetría básica: alzados
	Secciones constructivas
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) nº 312 (1997). COAM, Madrid. pp. 54-59	Descripción del proyecto
	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
AV: Monografías, ISSN 0213-487X, N° 69-70, 1998, pág	Planteamiento
Obradoiro: revista de arquitectura y urbanismo, ISSN 0211-6065, N°. 27, 1998 (Ejemplar dedicado a: Arquitectura sanitaria), págs. 6-15	Descripción del proyecto
	Propuesta del sistema de fachada
Documentos de arquitectura, ISSN 0214-9249, N°. 28, 1994 (Ejemplar dedicado a: Manuel Gallego), págs. 71-80	Lenguaje formal y constructivo
https://arquitecturaviva.com/obras/institutos-de-investigacion-santiago-de-compostela	Planteamiento
https://www.santiagoturismo.com/arquitecturas-de-autor/449	Planteamiento

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	NOVIEMBRE 2016
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Observación de medidas, posible s/z	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

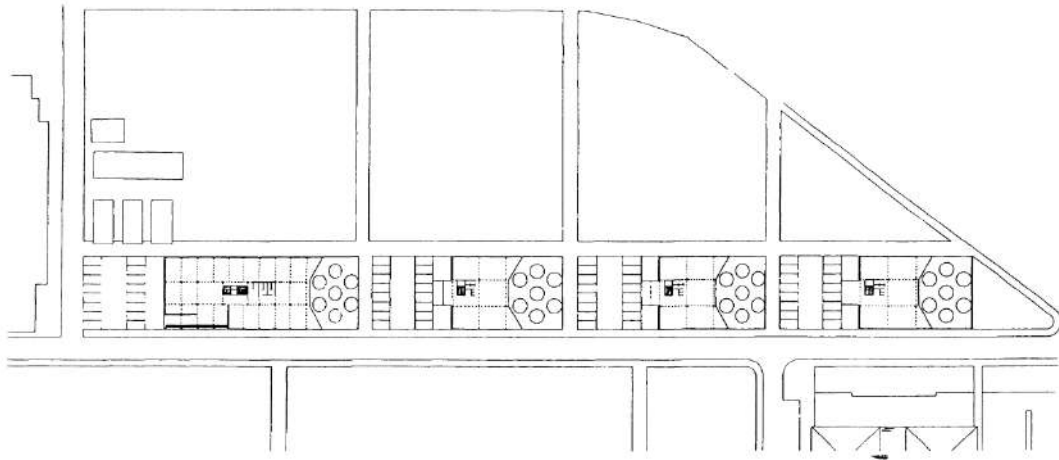
3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El edificio se ubica en una nueva zona aún sin edificar dentro del campus de Santiago de Compostela. El emplazamiento resuelve una diferencia de alturas en la manzana, de tal manera que se interpreta como borde desde la parte superior, por la que se accede al edificio, y como cornisa desde la parte inferior, donde se posicionan zonas deportivas y espacios verdes.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

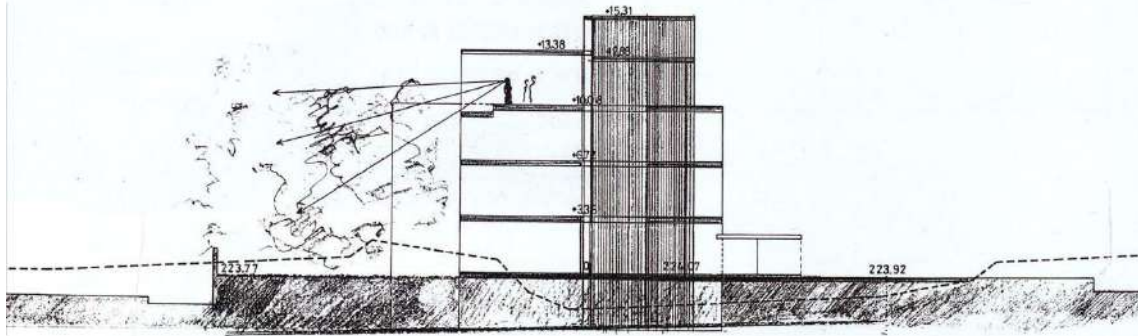


Planta general de ordenación. J. M. Gallego (1995). Informes de la construcción. Vol. 47 N°. 439. P.67

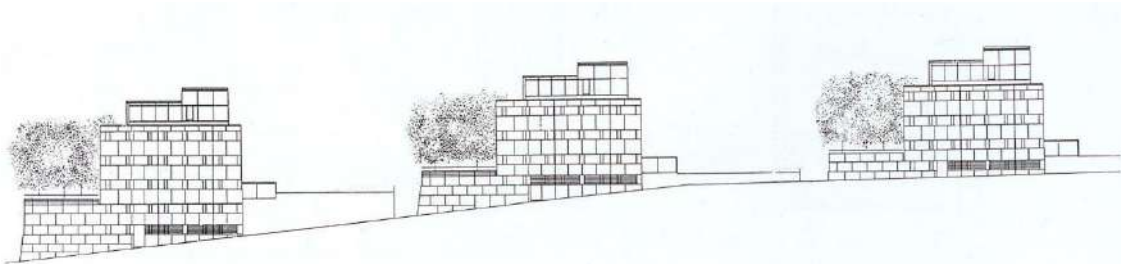
PLANTEAMIENTO

El proyecto forma parte de un encargo de la Universidad, que solicita 4 bloques destinados al Instituto de la cerámica y vidrio e Institutos de investigación, independientes pero que formen parte de un conjunto que responda a una ordenación común. Las ligeras diferencias exteriores entre los bloques se deben a los requisitos específicos de funcionamiento de cada uno de los edificios.

La continuidad entre los bloques se enfatiza por el zócalo, que resuelve las diferencias de cota. Cada bloque tiene 3 fachadas revestidas con placas de piedra. Las fachadas orientadas al este son acristaladas e iluminan las zonas de estudio. Tienen una forma cóncava que simula cierta plasticidad en la fachada.



Boceto sección. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid nº 312 (1997). pp. 56

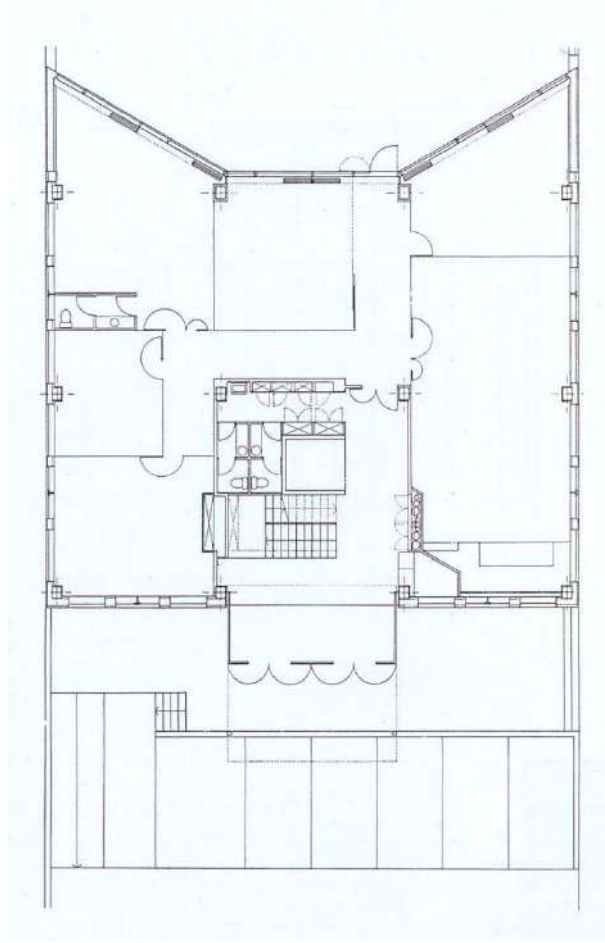


Alzado general. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid nº 312 (1997). pp. 56

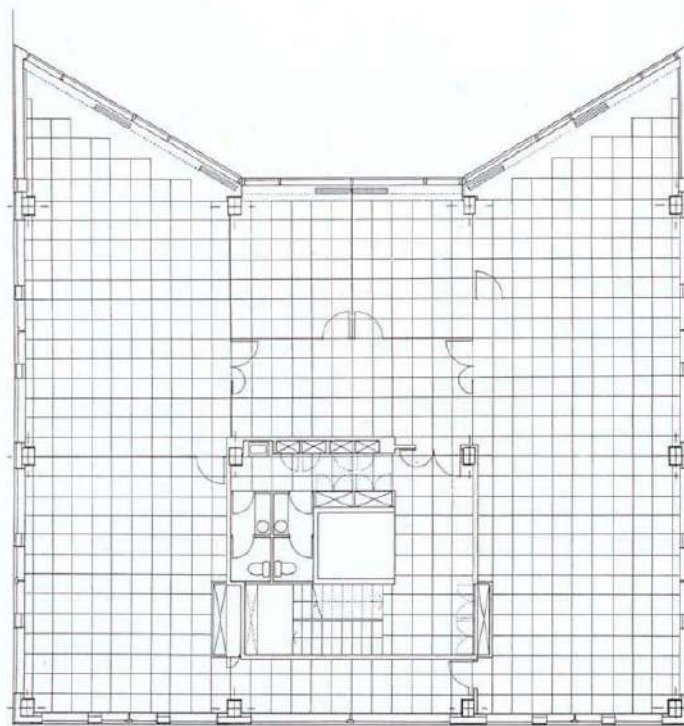


Fotografía de la autora

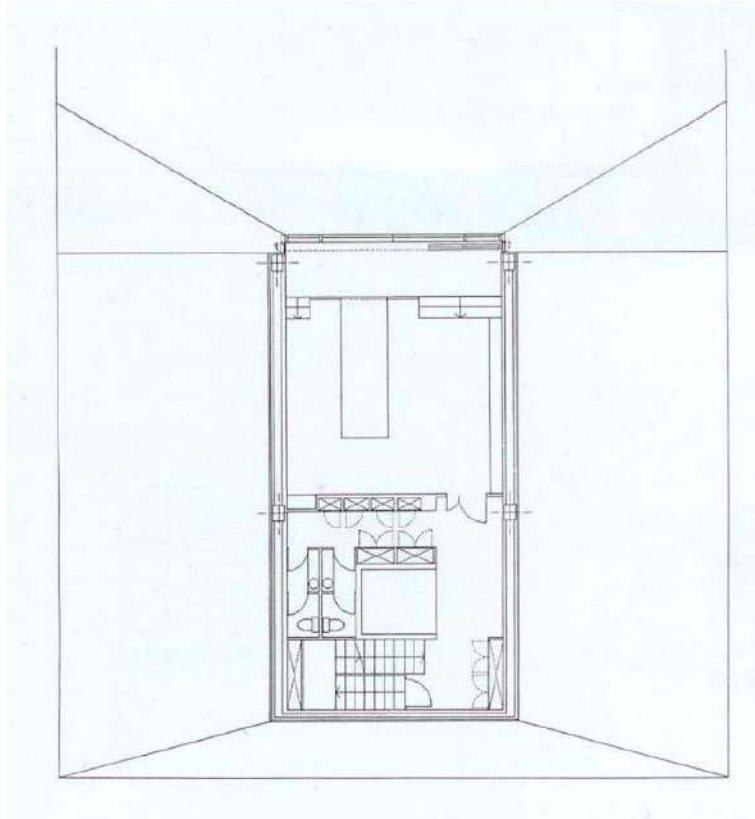
PLANIMETRÍA BÁSICA



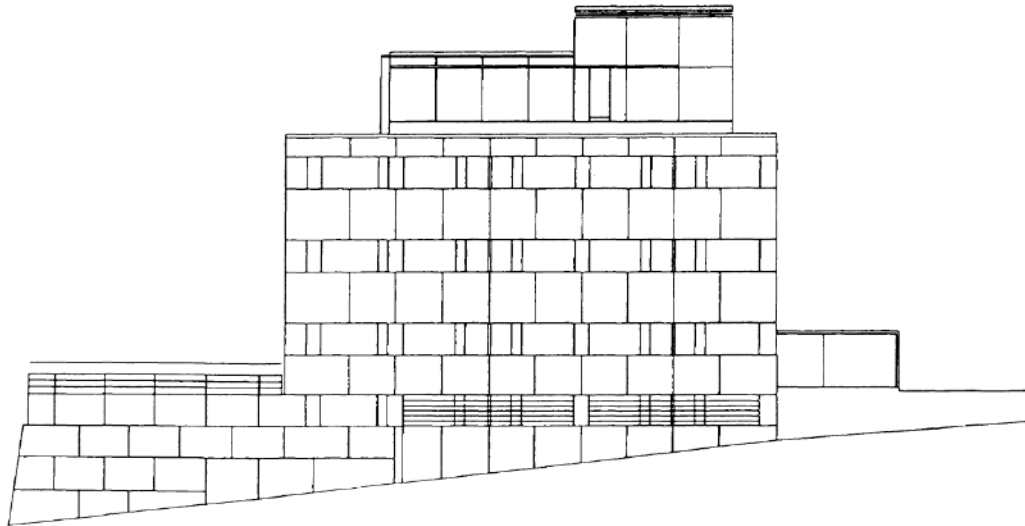
Planta baja. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid nº 312 (1997). pp. 55



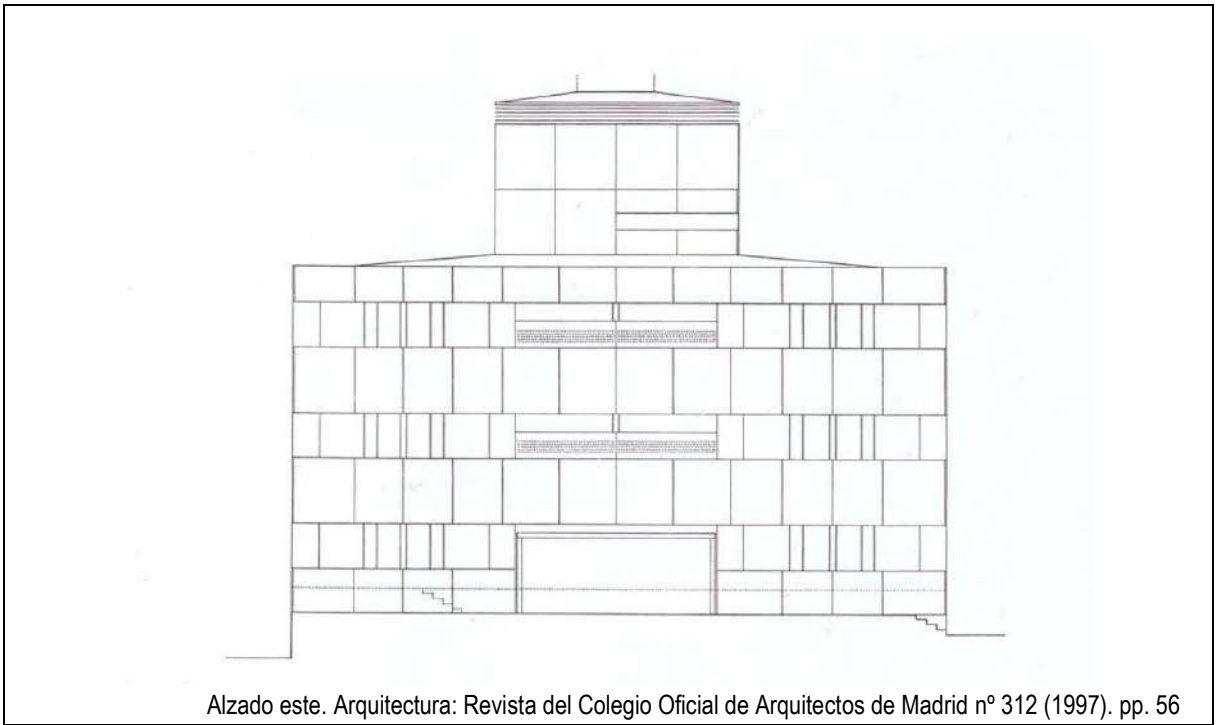
Planta primera y segunda. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid nº 312 (1997). pp. 55



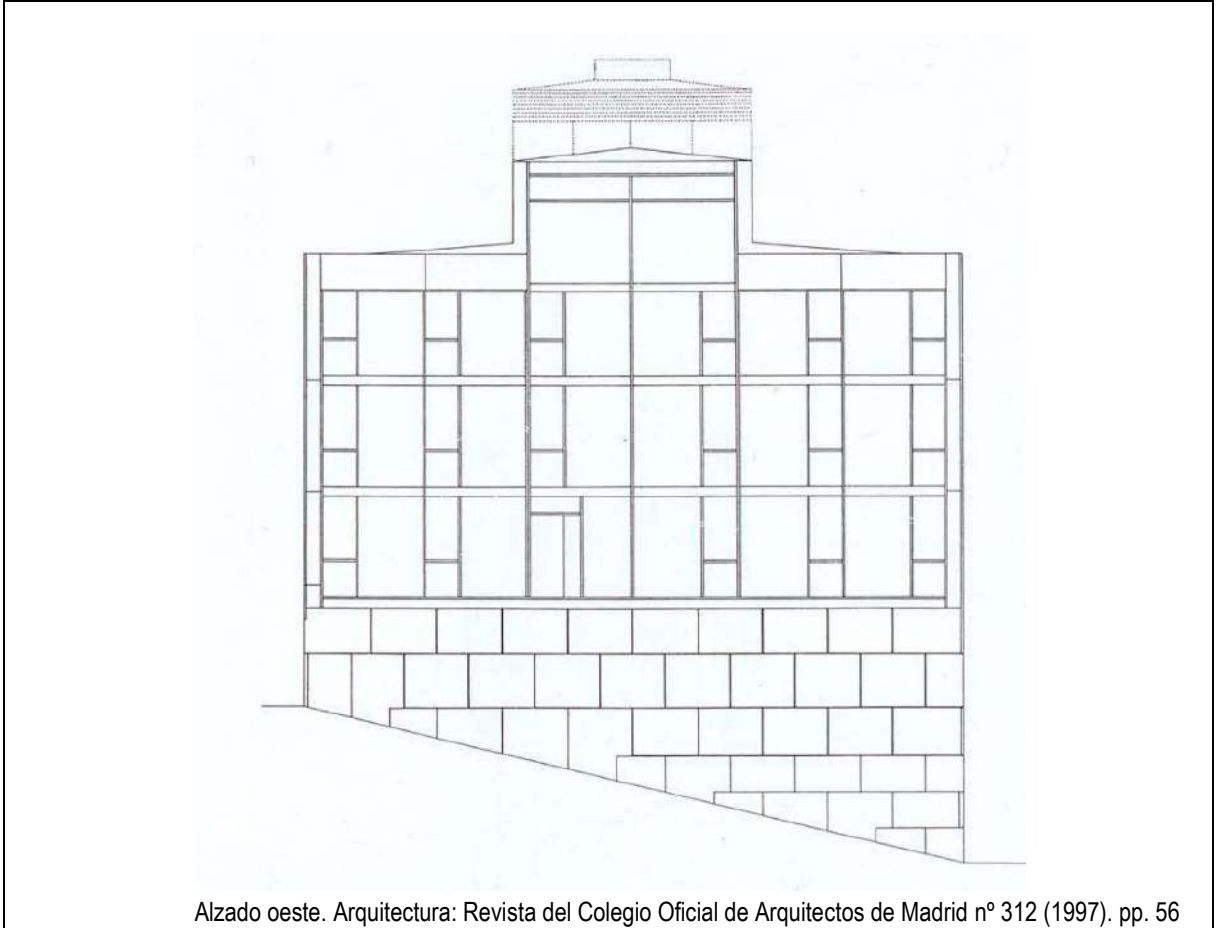
Planta biblioteca. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid nº 312 (1997). pp. 55



Alzado sur. J. M. Gallego (1995). Informes de la construcción. Vol. 47 Nº. 439. p.72



Alzado este. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid nº 312 (1997). pp. 56



Alzado oeste. Arquitectura: Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid nº 312 (1997). pp. 56

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA TRASVENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

Las fachadas se revistieron de grandes grandes placas de piedra de textura y color uniforme, que pretenden mostrar una imagen de edificio tecnológico. Esta idea se basa en la exploración de las posibilidades que permitía el sistema trasventilado, que en aquel momento se consideraba un gran avance tecnológico.

El color gris de la piedra y el reflejo del cielo en los vidrios de las carpinterías crean reflejos y tonalidades bellas y en sintonía.

Las pesadas placas de piedra se sujetan mediante un subsistema de perfilería de montantes y grapas ubicadas en las juntas horizontales, fabricados en acero inoxidable apto para grandes cargas.



Fachada sur. Fotografía de la autora



Fachada norte. Fotografía de la autora

TIPO DE PIEDRA

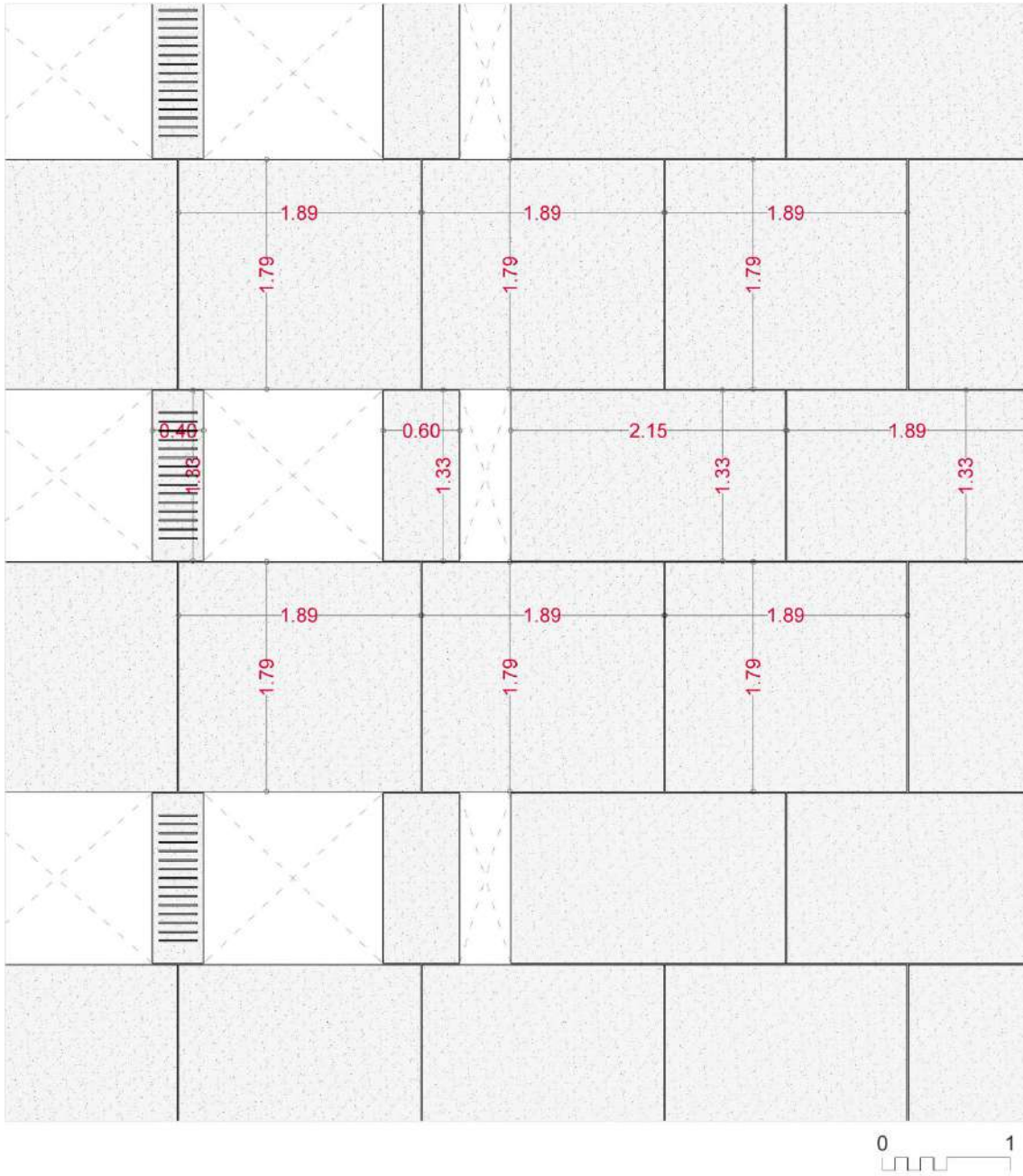
Granito gris de la zona.



Tonalidades de la variedad de piedra empleada. Fotografía de la autora

DESPIECE

Piezas en formato rectangular de 189 centímetros de base, 173 centímetros de altura y 4,5 centímetros de espesor, colocadas en bandas horizontales que ocupan la distancia vertical entre ventanas. En el macizo horizontal entre ventana y ventana en cada hilada de huecos se incorporan placas del mismo tipo de piedra, cuyas juntas verticales quedan contrapeadas respecto a las anteriores. En algunas zonas, estas placas intermedias se ranuran para permitir ventilaciones. Las placas del zócalo tienen anchura de 200 centímetros y altura variable, con un espesor de 10 centímetros.

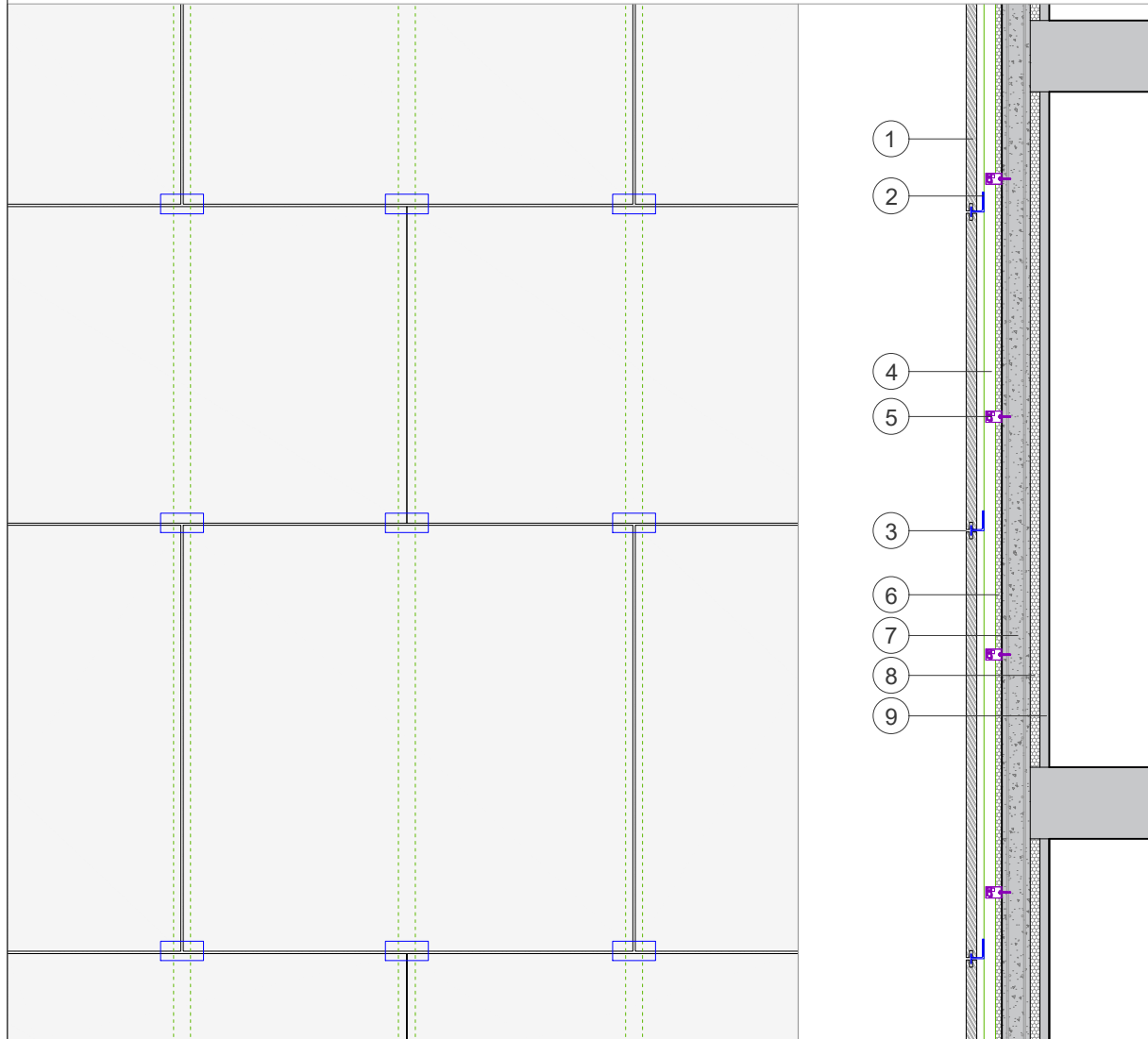


4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Granito gris de la zona				
Acabado	Flameado				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	189 x 173 centímetros				
Espesor	4,5 centímetros				
Despiece	Placas en hiladas horizontales, juntas horizontales continuas y verticales contrapeadas				
Juntas	Vertical	1 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	1 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input checked="" type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura continua <input checked="" type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
Aislamiento	3 centímetros				
Cámara de aire	7,5 centímetros				
Observaciones	Las placas llevan ranurado continuo. Las grapas son puntuales. En algunas placas se han incorporado grapas de retención en las juntas verticales.				
SOPORTE					
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Horizontal	Forjados	-		
		Vigas	Hormigón armado		
Fijación a la estructura	Vertical	Pilares de hormigón armado			
		Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>	Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>	
Material	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
	Espesor	Pantalla de hormigón armado de 15 centímetros de espesor			
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>	
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

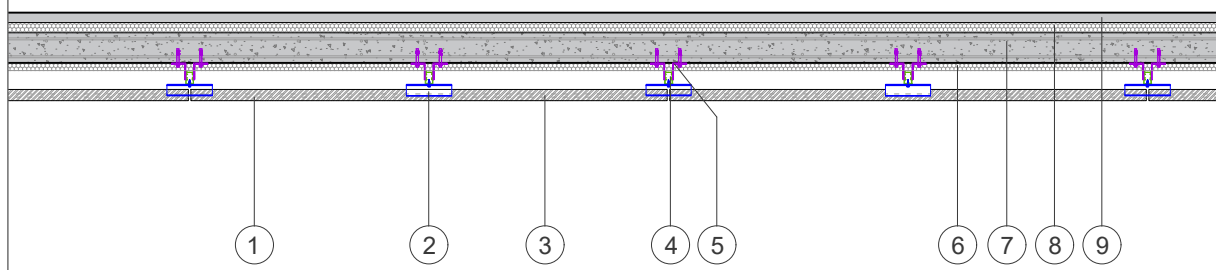
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.25



Alzado

Sección



Planta

1. Placa de piedra
2. Grapa de anclaje de acero inoxidable en junta horizontal
3. Ranura continua
4. Montante de acero inoxidable
5. Escuadra

6. Aislamiento térmico de poliuretano proyectado
7. Muro soporte de pantalla de hormigón armado
8. Plancha de poliuretano de alta densidad
9. Tablero DM

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.25 / E.1.10

Fijación de las placas de piedra

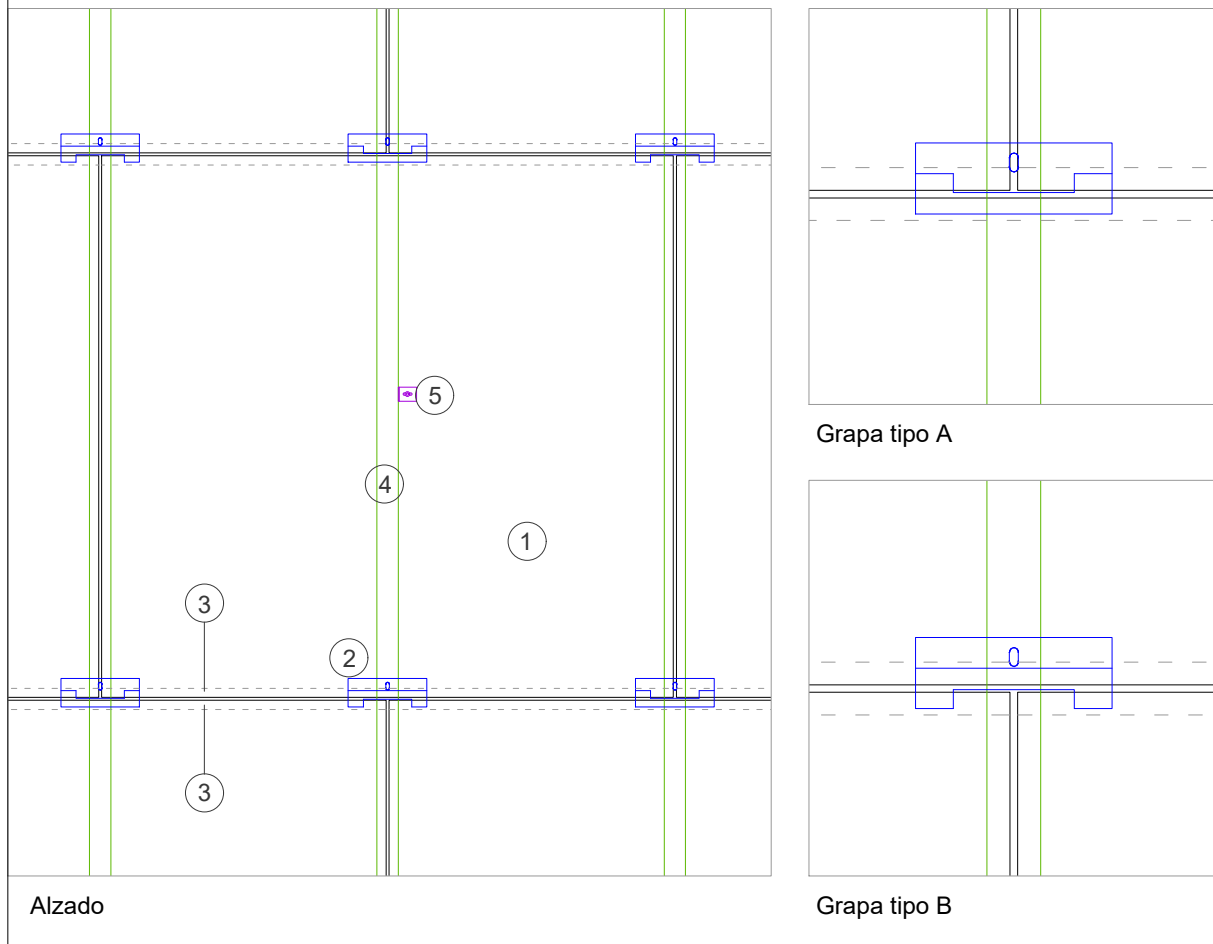
Las grandes dimensiones y peso de las placas son las características principales de partida a la hora de definir la solución utilizada.

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante grapas puntuales de acero inoxidable (2) ubicadas en ranuras practicadas en los cantos horizontales de las placas. Las grapas se unen a montantes de acero inoxidable que se colocan alineados con las juntas verticales del despiece. Los montantes transmiten las cargas al muro soporte mediante una combinación de ménsulas de carga y ménsulas de apoyo.

La estrategia para soportar el peso ha sido introducir un anclaje extra de carga y de retención en cada placa, de tal manera que cada placa lleva 6 puntos de anclaje (posición simétrica con respecto a los ejes vertical y horizontal), tres de carga en la junta inferior y tres de retención en la superior. Los montantes son equidistantes, colocados cada 95 centímetros.

Todos los elementos del sistema fueron calculados por la empresa Proesga, de tal manera que se asegurase la estabilidad del sistema. Al haber 3 puntos de apoyo en cada placa se debe asegurar la alineación y planeidad, de tal manera que los apoyos sean estables y las cargas se repartan equilibradamente.

Cada grapa tiene una forma de L y unos resortes de tal manera que sirven como apoyo para la placa sobre esta y de retención a la placa bajo esta. En función de la posición de las juntas se utilizan dos tipos de grapas (A y B) que se diferencian por la posición de los resortes.



- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Placa de piedra | 3. Ranura continua |
| 2. Grapa de anclaje de acero inoxidable en junta horizontal | 4. Montante de acero inoxidable |
| | 5. Escuadra |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

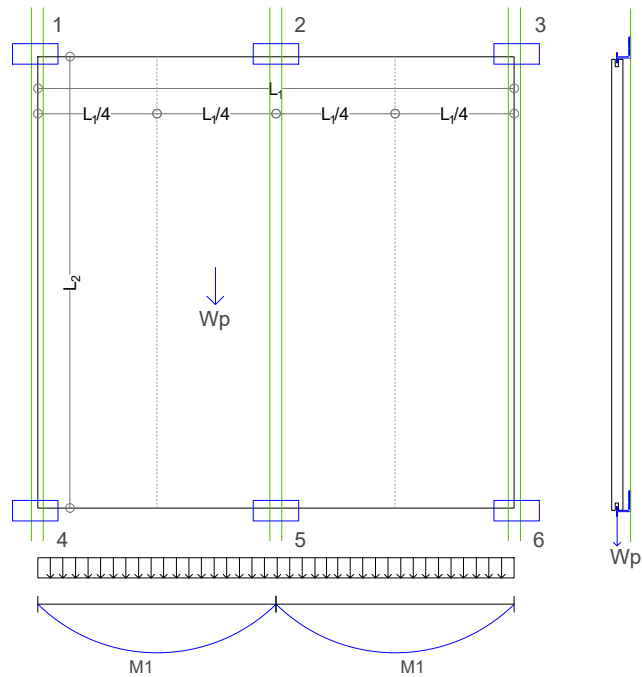
E.1.30

SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

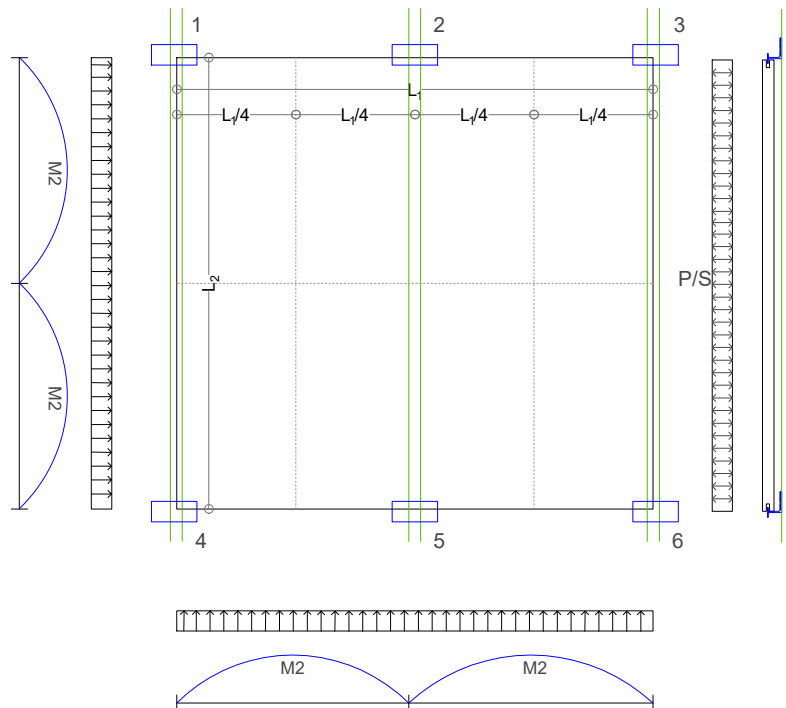
Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 3 anclajes. Los anclajes 4 y 6 soportan $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de peso propio. El anclaje 5 soporta $\frac{1}{2}$ de W_p

SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de 6 anclajes. Los anclajes 1,3,4 y 6 soportan $\frac{1}{8}$ de la solicitación total de presión / succión. Los anclajes 2 y 5 soportan $\frac{1}{4}$ de P/S.



Peso propio



Viento

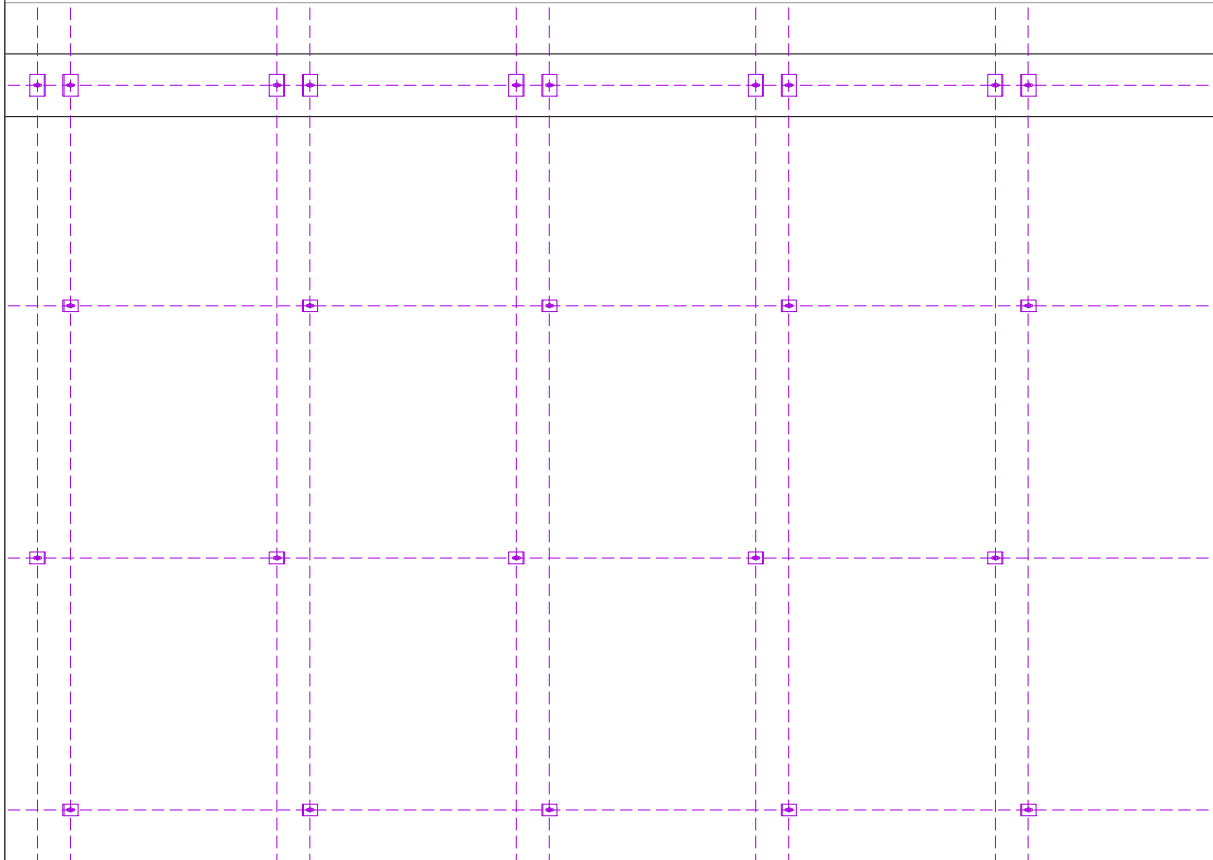
Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento
 W_p Peso propio de la placa de piedra

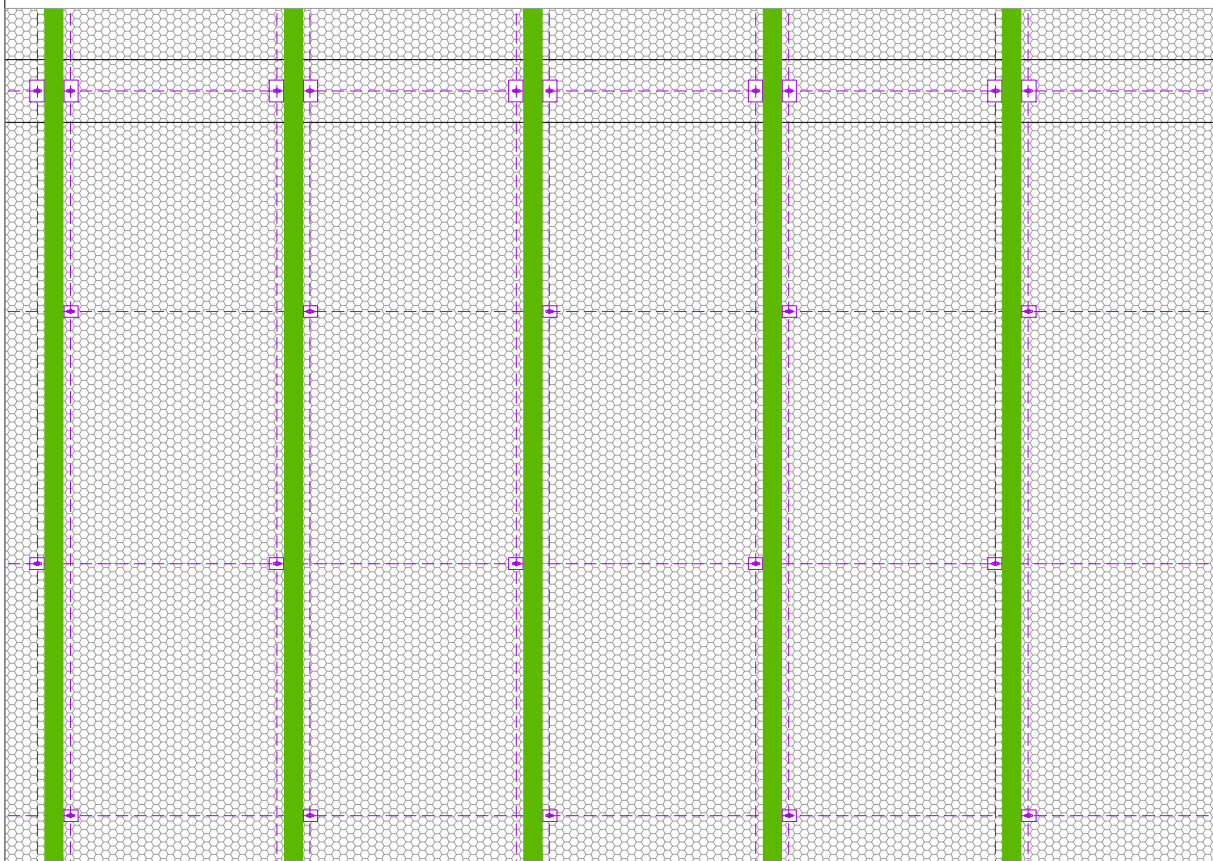
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.50



Paso 1



Pasos 2 y 3

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.50

Paso 1: escuadras

Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de acuerdo a planos.

Colocación de escuadras de carga. Cada perfil vertical llevará dos escuadras. Las escuadras tienen ranuras para regular la posición de los perfiles verticales. La superior permite el ajuste vertical y la inferior permite el ajuste horizontal.

Paso 2: montantes

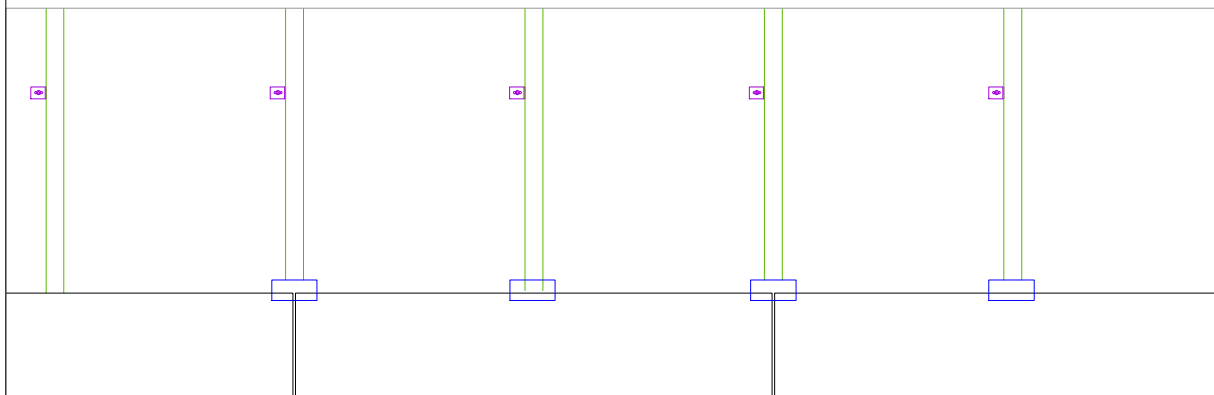
Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras de carga. El apoyo superior es fijo y el apoyo inferior permiten la dilatación.

Paso 3: aislamiento

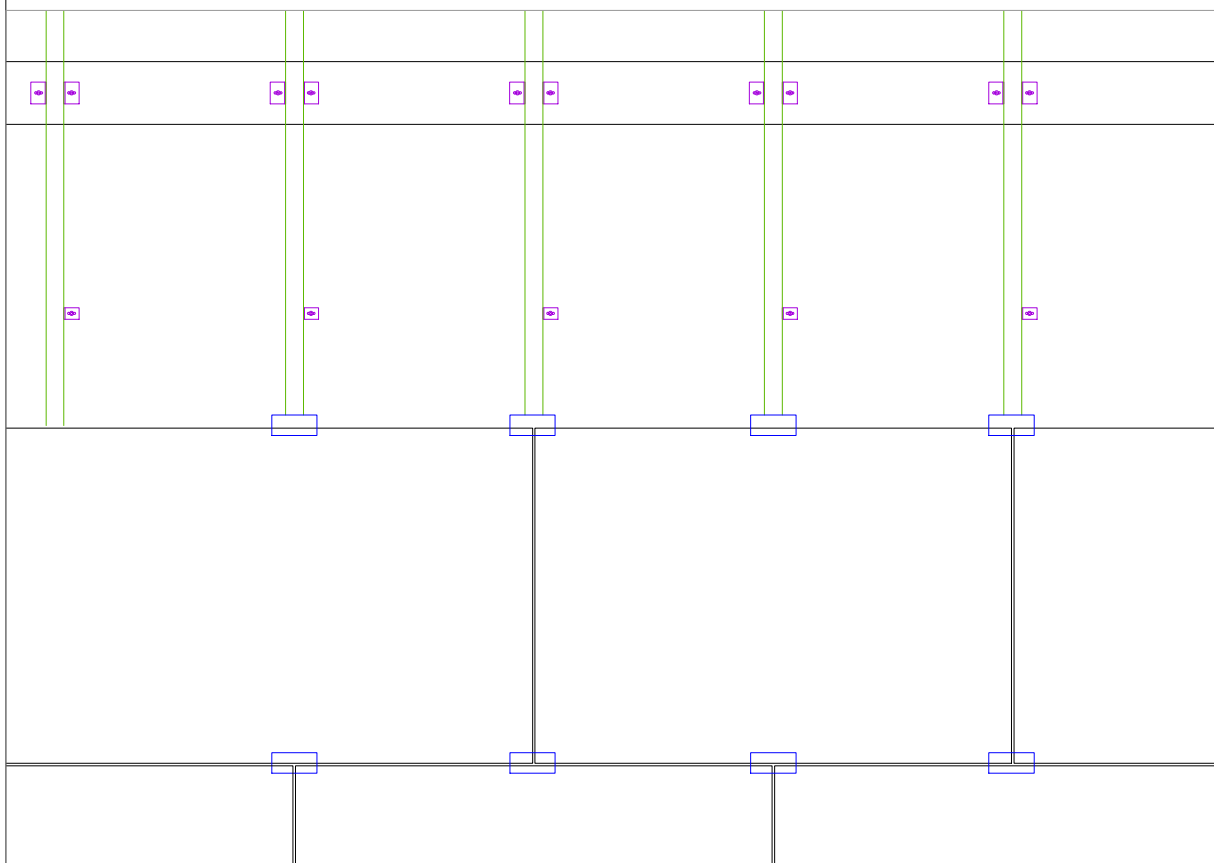
Proyectado del aislamiento.

Paso 4-5: placas de piedra

Las placas se colocan por hiladas de abajo a arriba. Se colocan las grapas de cargas, se posicionan las placas y posteriormente se colocan las grapas de retención. A continuación se sigue con la siguiente hilada.



Paso 4

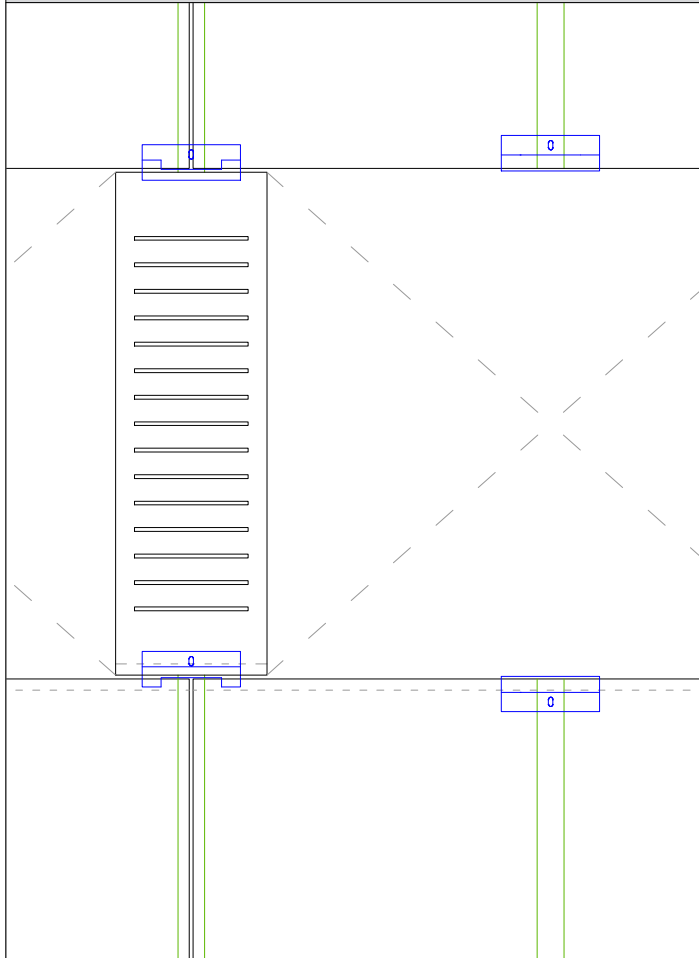


Paso 5

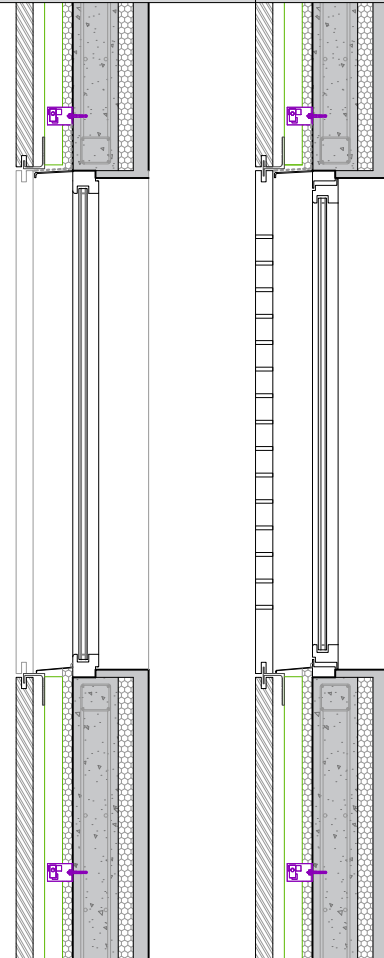
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.10



Carpinterías. Alzado

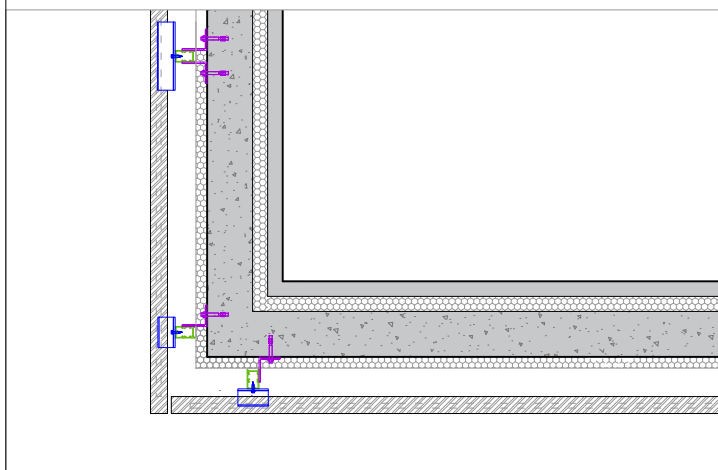


Carpinterías. Secciones

Las carpinterías llevan un sistema de vierteaguas y dintel ocultos, que quedan en el interior de la cámara, cubriendo el material aislante. Para sujetar la placa superior e inferior se utilizan grapas de inicio y fin. Los montantes que pasan frente a las carpinterías se interrumpen.

En las carpinterías abatibles se mantienen las placas de piedra, que llevan perforaciones para permitir la ventilación. Estas placas se sujetan utilizando una única grapa con dos resortes de carga.

En estas soluciones se debe estudiar la expulsión del agua que pueda entrar en la cámara y una morfología de las grapas y perfiles que no permita acumulaciones de agua.



Esquina

Para fijar las placas en las esquinas se incorpora un montante en cada uno de los lados de tal manera que se pueden posicionar las grapas.

La distancia entre estas grapas y el borde de la placa dependerá de la distancia máxima al soporte y de la fijación de las escuadras.

CASO DE ESTUDIO 5

PROYECTO	CENTRO DE CONTROL DE LOS TÚNELES DE PIEDRAFITA
UBICACIÓN	PIEDRAFITA DEL CEBRERO, LUGO. ESPAÑA
DIRECCIÓN	AUTOVÍA A-6, S/N 27670
AUTOR	ARTURO FRANCO TABOADA. ARQDIS S.L.
FECHA	2002



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
Documentación del proyecto, cedida por el arquitecto autor	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
	Propuesta de despiece
	Detalle constructivo de la fachada
	Imágenes del seguimiento de obra
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Obradoiro: revista de arquitectura y urbanismo nº30 (2002). Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia. ISSN: 0211-6065. págs. 40-43.	Información general
	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Planimetría básica
	Detalle constructivo
	Imágenes de seguimiento de obra
	Imágenes de obra terminada
Tectónica nº27 (2008). ATC Ediciones, Madrid. ISSN: 1136-0062. pág. 22.	Descripción del sistema constructivo
	Axonometría constructiva
ROC Máquina nº 90 (2004). Reed Business Information. ISSN: 0214-0217. págs. 14-22.	Información general
	Planteamiento
	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
	Detalle constructivo
	Imágenes de seguimiento de obra
La arquitectura como referencia (2004). Piedra Natural. Diciembre 2004. Federación Española de la Piedra Natural. ISSN: 1575-1999. págs. 18-23.	Imágenes de obra terminada
	Entrevista al arquitecto autor del proyecto
http://www.arturofranco.com/paginas/obras/piedrafita.html (consultado el 13 de septiembre de 2016)	Información general
	Comentarios sobre el proyecto
	Imágenes de obra terminada

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	OCTUBRE 2016
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES
La propuesta de despiece en el proyecto no coincide con la que se ejecutó finalmente.

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

La edificación se ubica entre el pueblo de Cebreiro y la autopista. Se dispone sobre el borde del solar, en la parte alta de la aldea de Piedrafita del Cebreiro, a 2000 metros de altitud y prácticamente suspendida sobre la ladera. El objetivo es que el edificio se asome sobre el tramo de la autovía, a la salida de los túneles de Piedrafita, para poder ver y ser visto desde las autovías. La ubicación se elige por su posición estratégica, idónea para los fines del edificio, pudiendo controlar los túneles y los tramos de las autovías del noroeste.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

El edificio se comporta como un elemento vigía suspendido en la ladera, que funciona como observatorio durante el día y faro por la noche. La edificación está compuesta por dos paralelepípedos en cruz, apoyado uno sobre el otro, de tal manera que permite el control en las dos orientaciones.

El programa de funciones se reparte entre los dos volúmenes, que a su vez disponen de dos niveles cada uno. El bloque inferior es ciego debido a las tareas a las que se destina, mientras que el superior es más transparente y ligero.

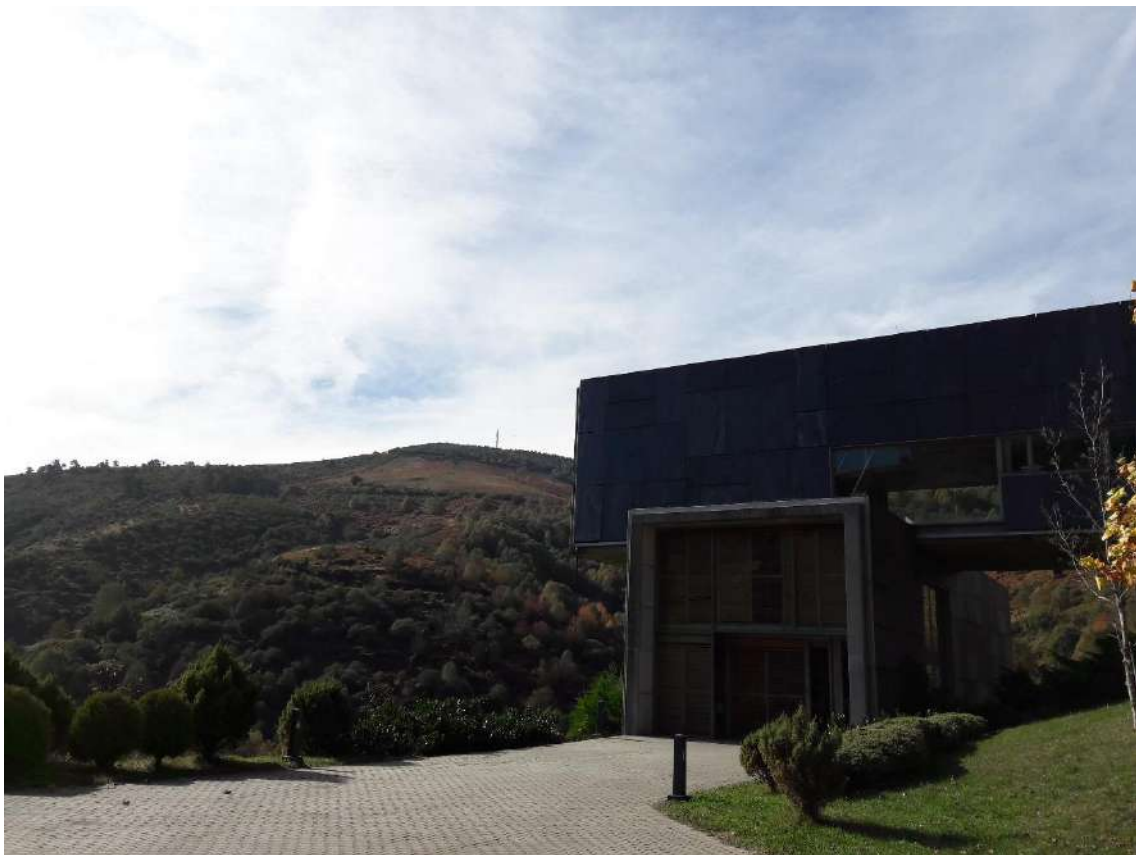
Los dos accesos al edificio tienen una diferencia de cota de unos 6 metros, que se adaptan a las condiciones del terreno.



Fotografía de la autora

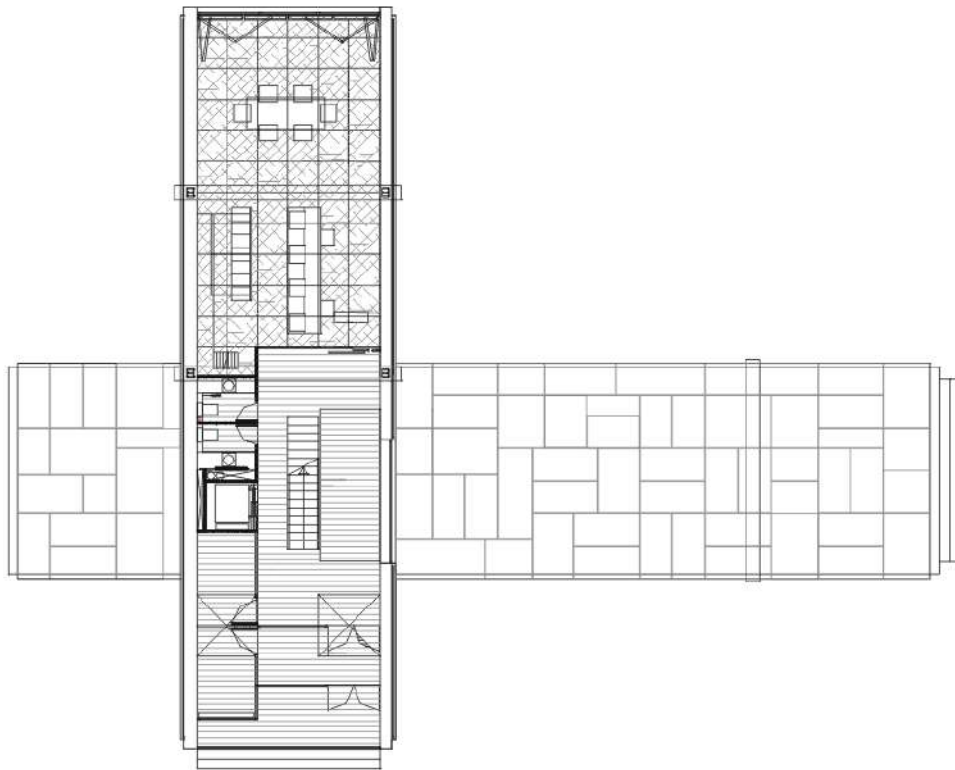


Fotografía de la autora

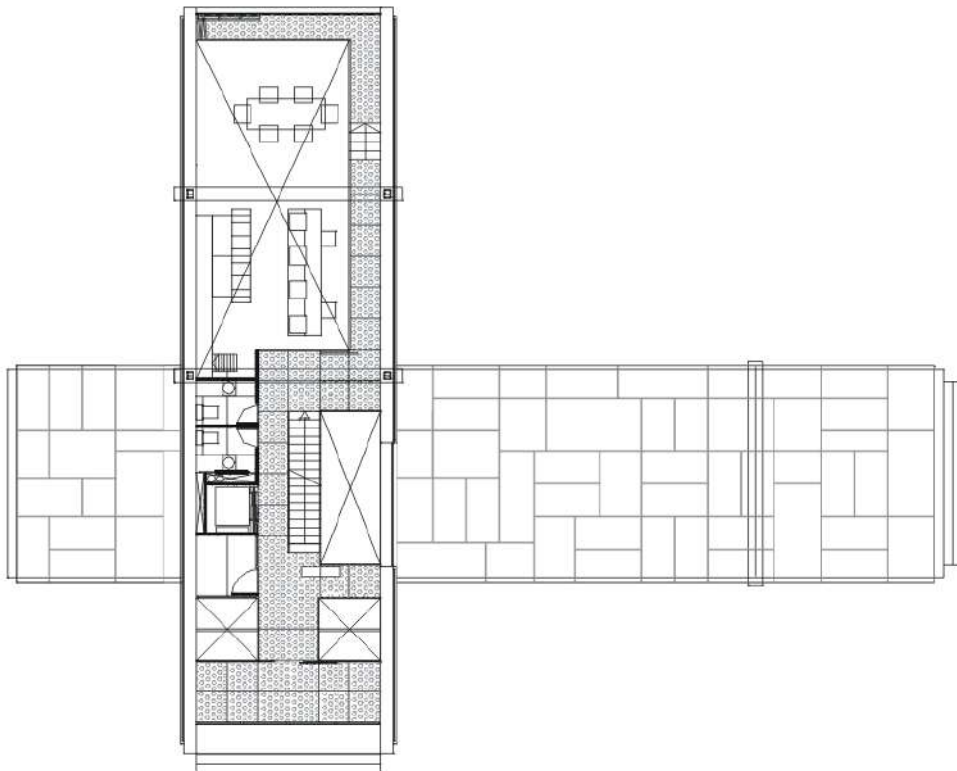


Fotografía de la autora

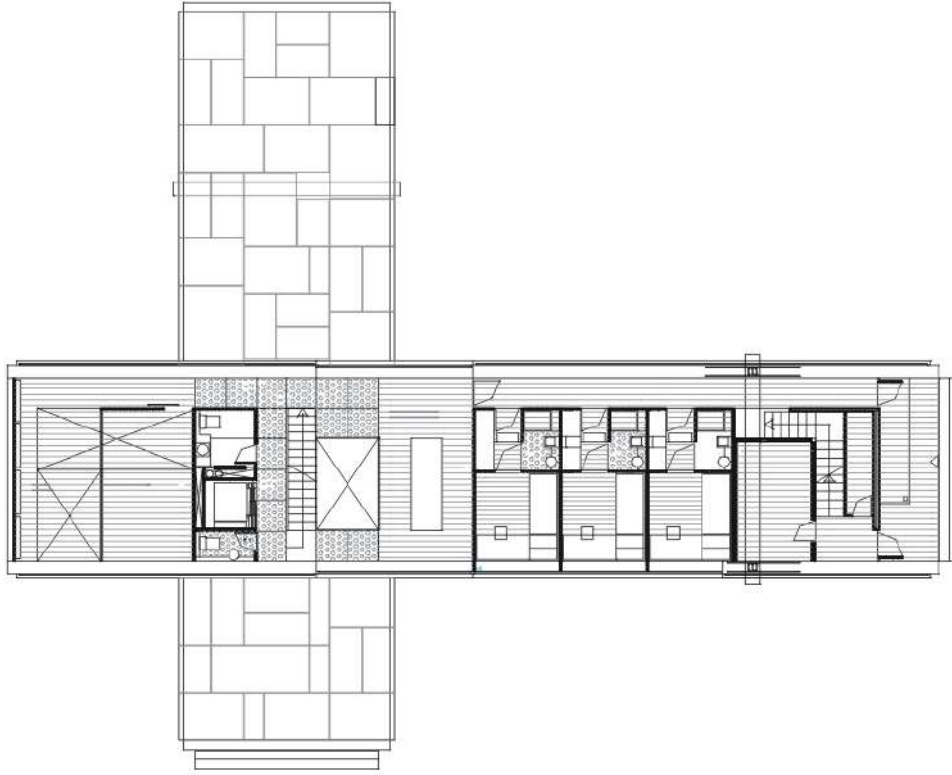
PLANIMETRÍA BÁSICA



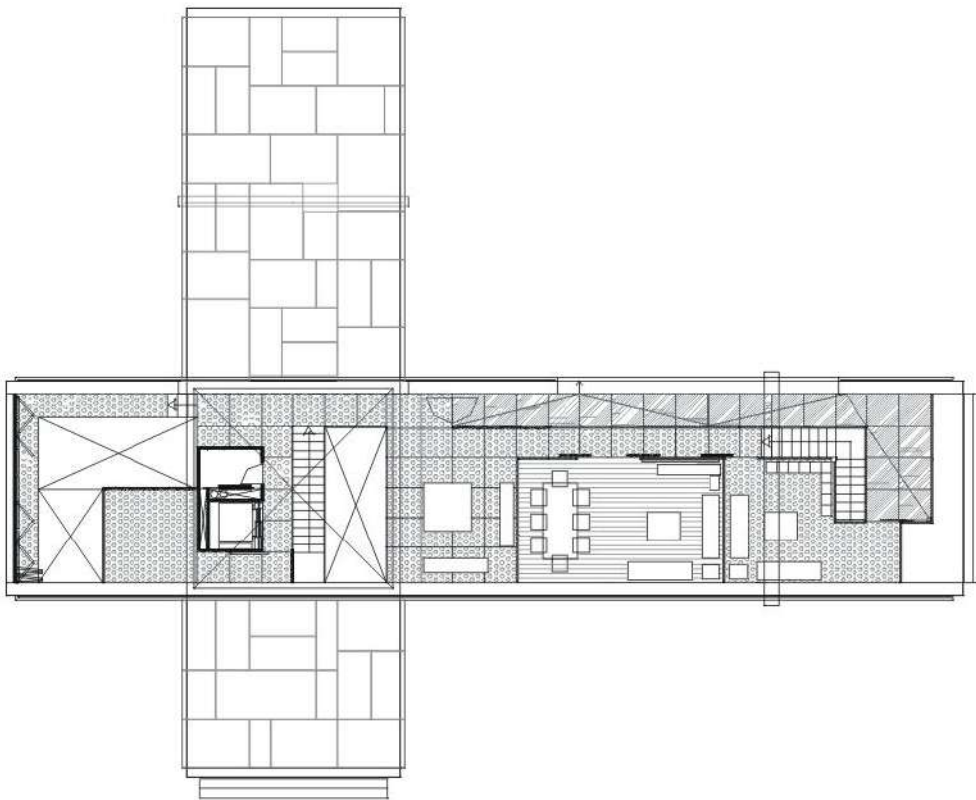
Planta Baja. Imagen cedida por el arquitecto



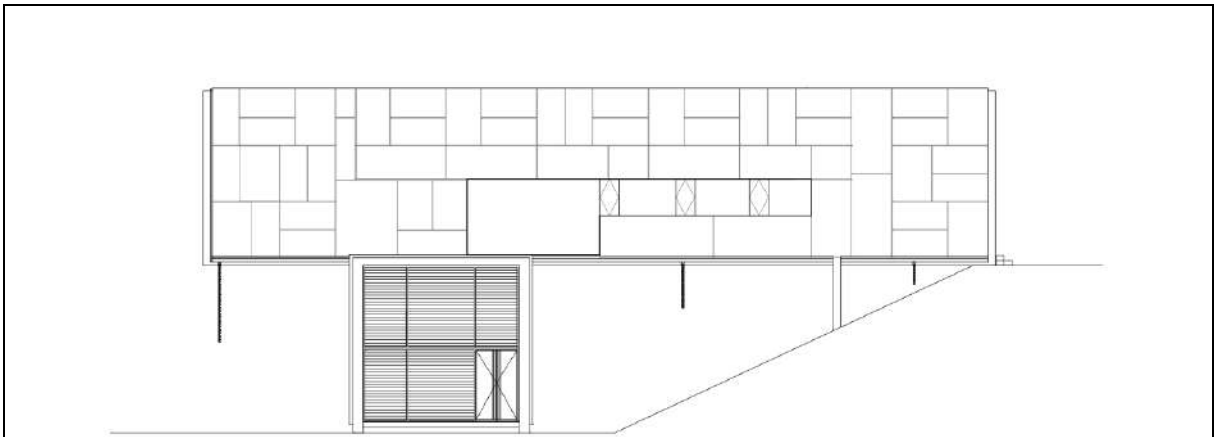
Planta Primera. Imagen cedida por el arquitecto



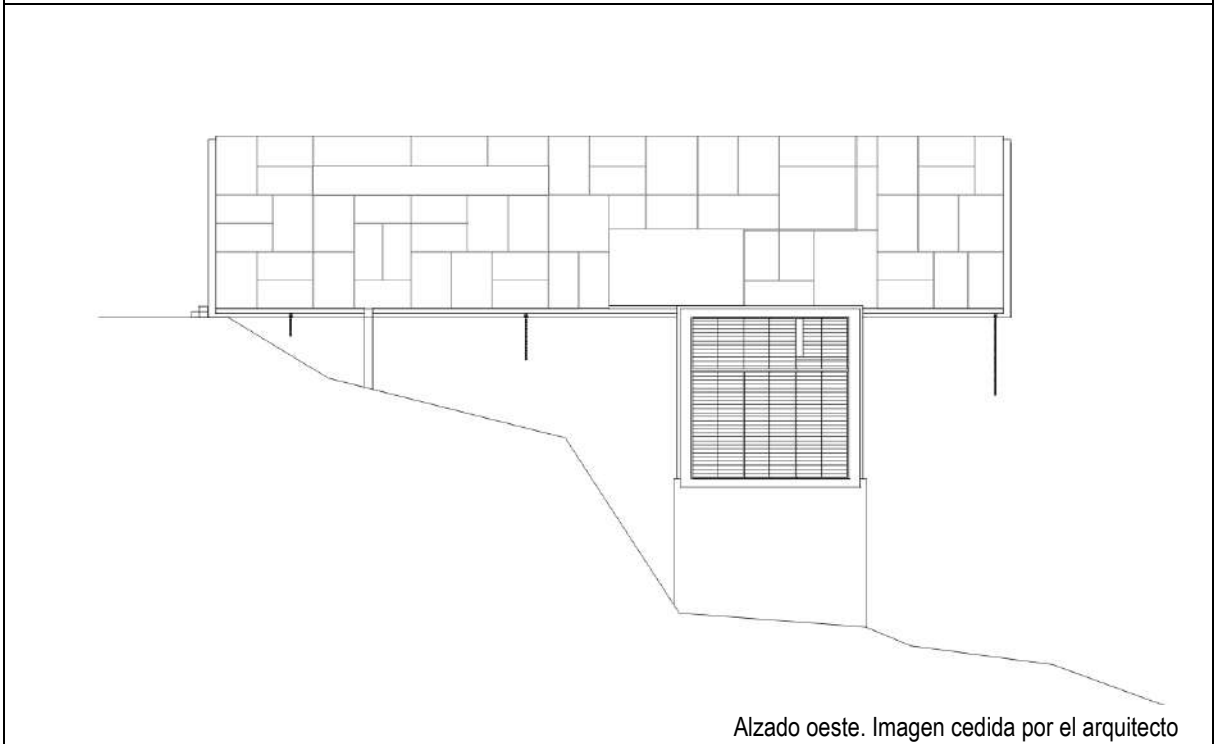
Planta Segunda. Imagen cedida por el arquitecto



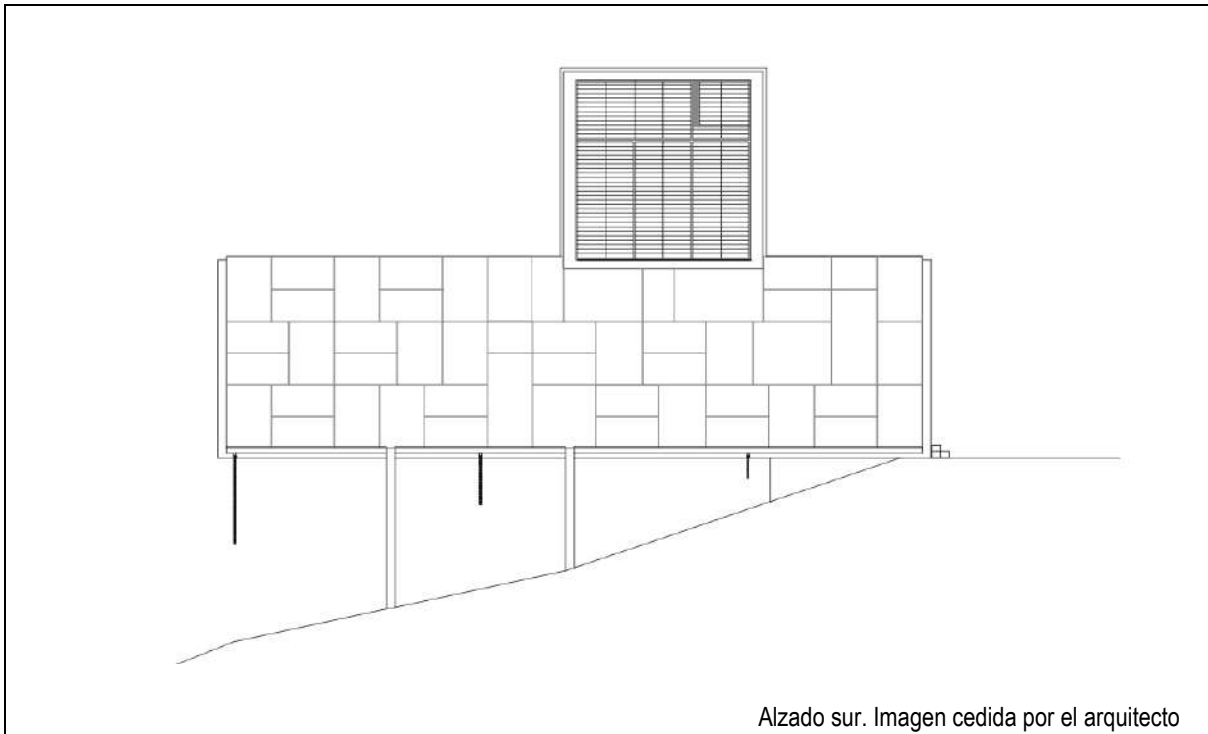
Planta Cuarta. Imagen cedida por el arquitecto



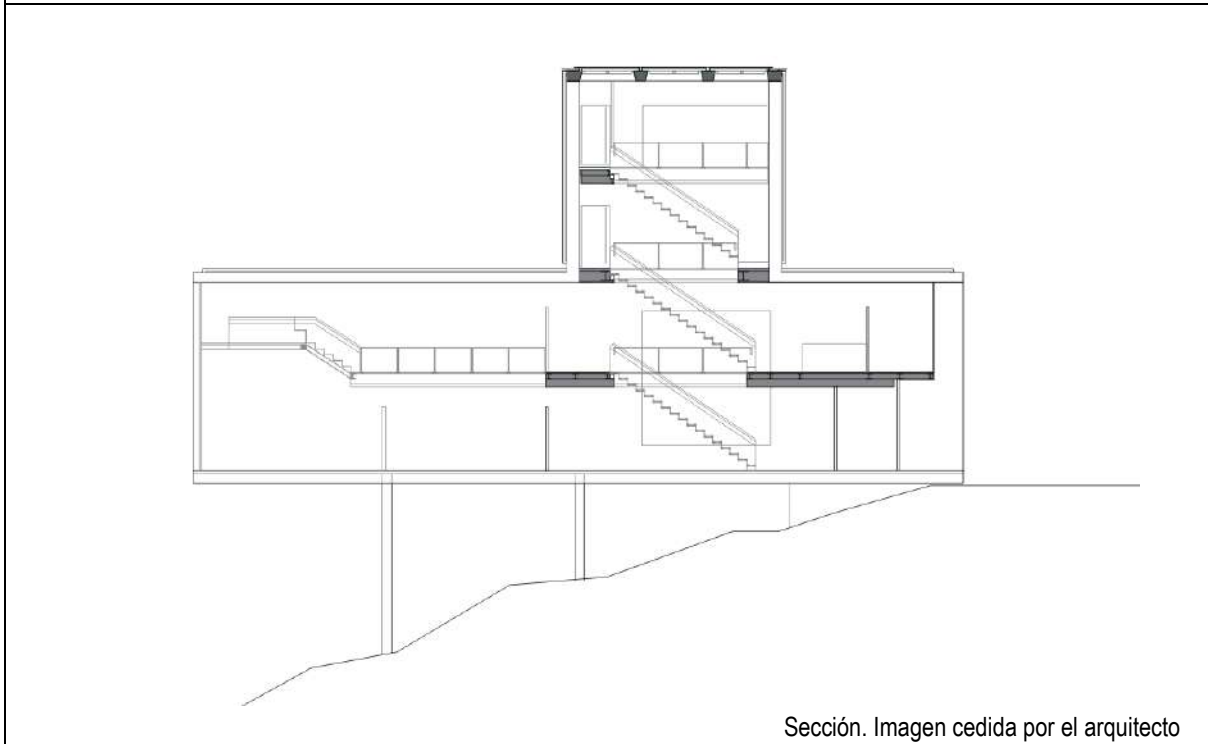
Alzado este-acceso. Imagen cedida por el arquitecto



Alzado oeste. Imagen cedida por el arquitecto



Alzado sur. Imagen cedida por el arquitecto



Sección. Imagen cedida por el arquitecto

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

La proximidad al antiguo santuario del Cebreiro, punto de peregrinación en la ruta del camino de Santiago, influyó a la hora de definir la propuesta. Las grandes placas de pizarra en formatos variables recuerdan a las losas utilizadas y veneradas por los paisanos del lugar para las tumbas en el viejo camposanto del Cebreiro. Las dimensiones de las placas dependen de las piezas obtenidas en la cantera, de tal manera que no se desperdicie material.



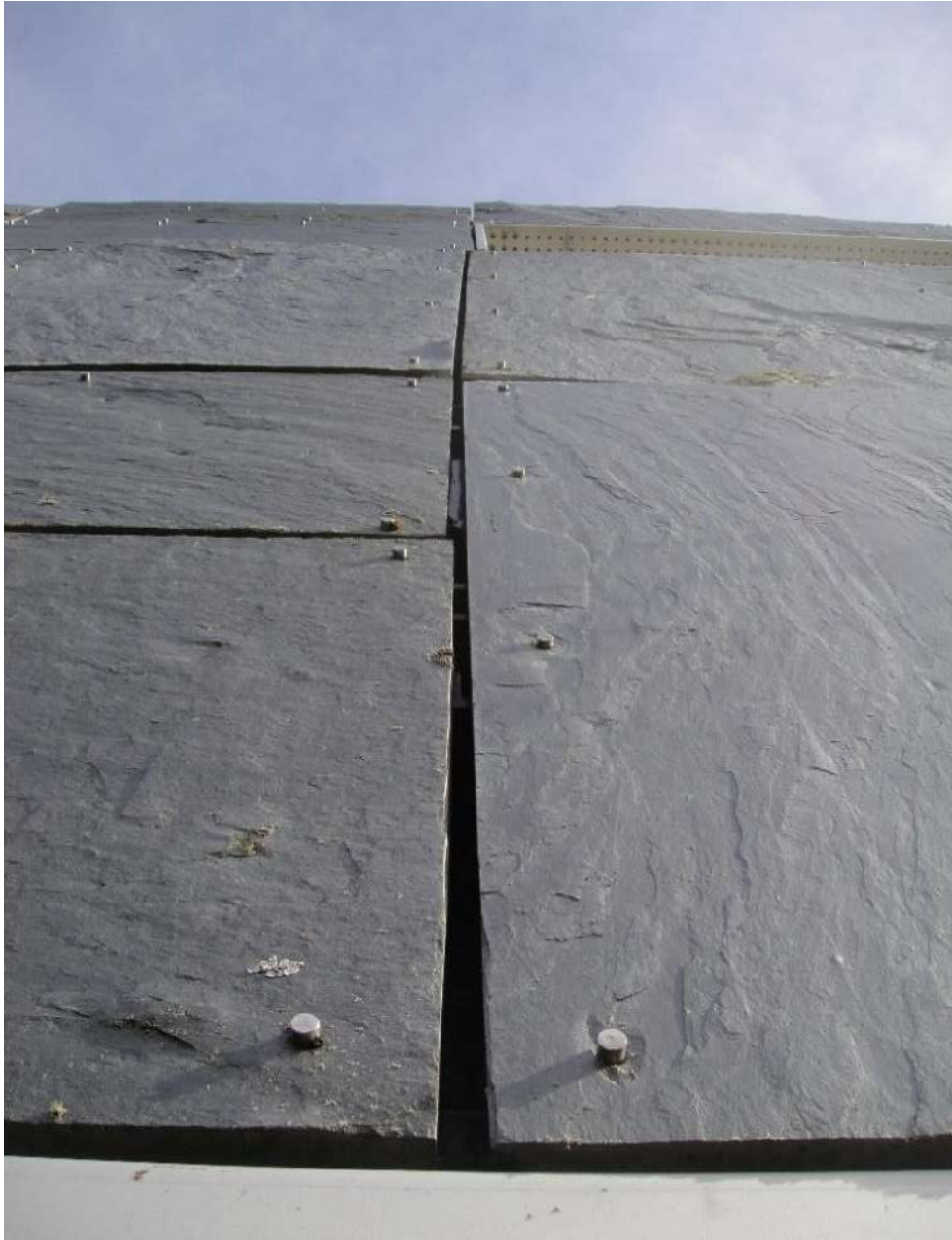
Fotografía de la autora



Fotografía de la autora

TIPO DE PIEDRA

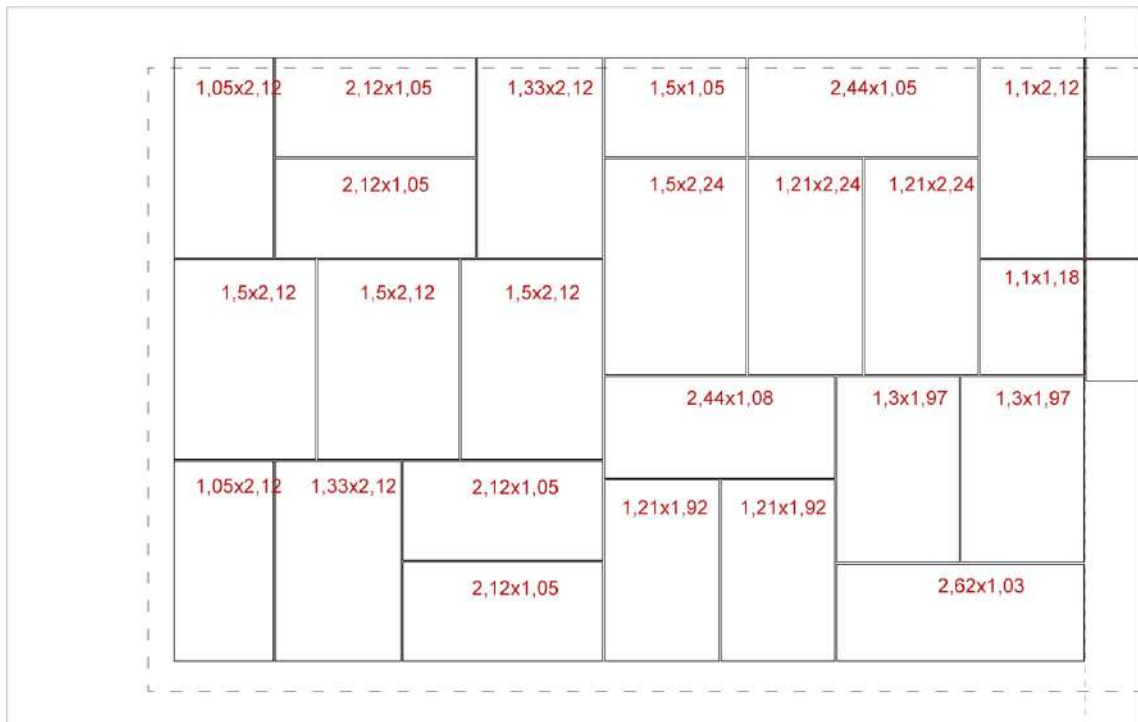
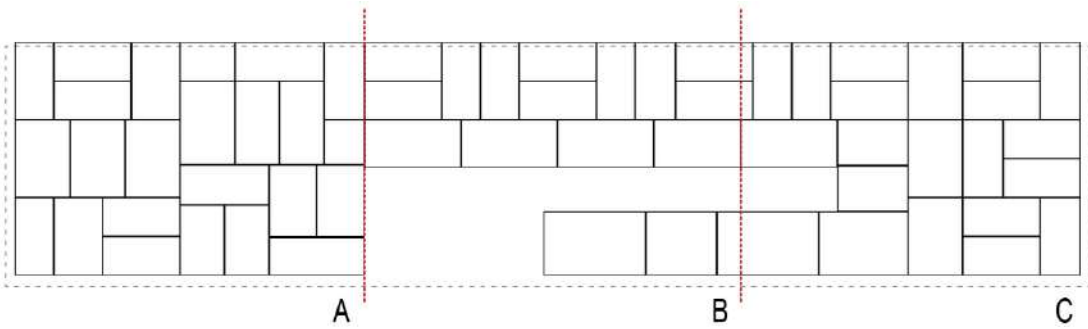
El arquitecto utiliza pizarra de la zona, de Villarchao, con la intención de integrar el edificio en el territorio, utilizando un material tradicional en la región que se comporta bien en esa climatología.



Fotografía de la autora

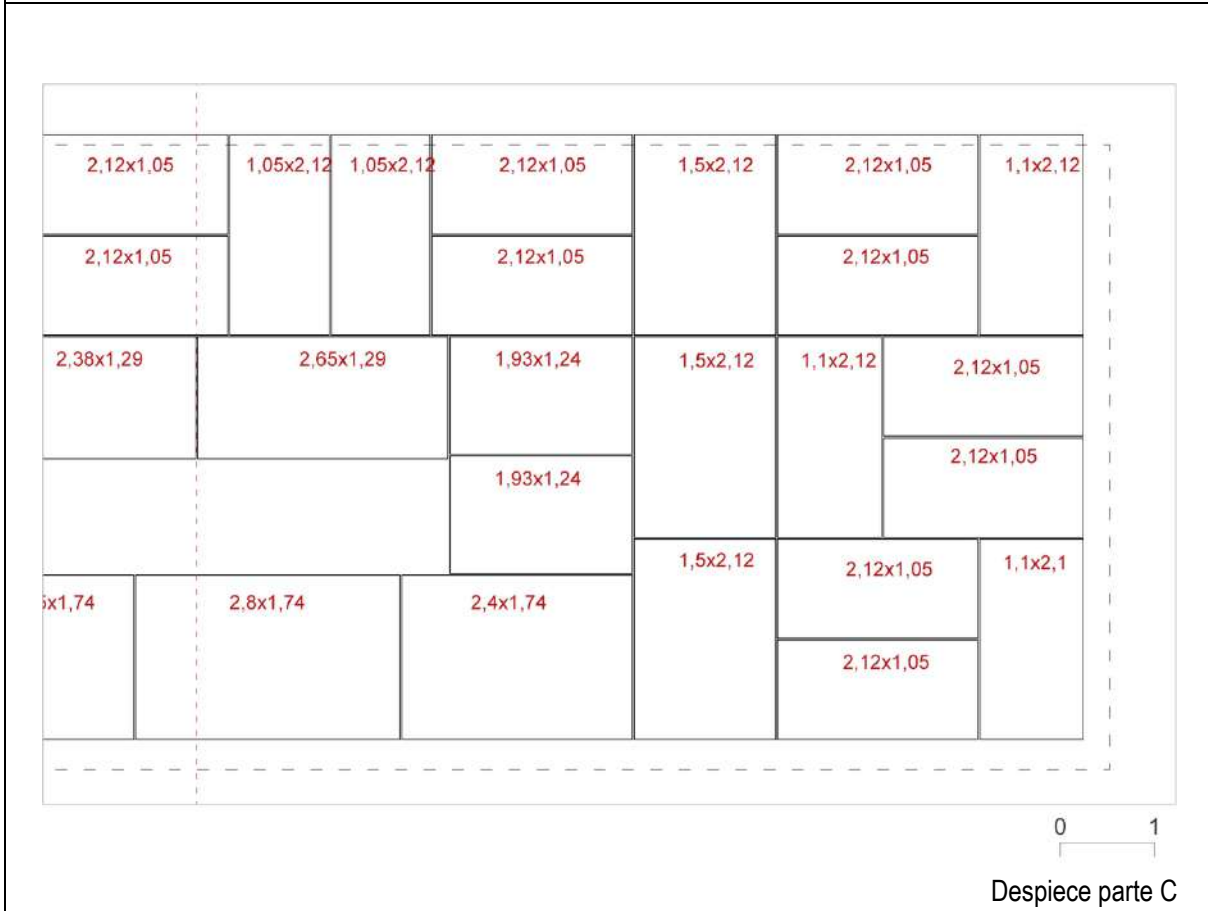
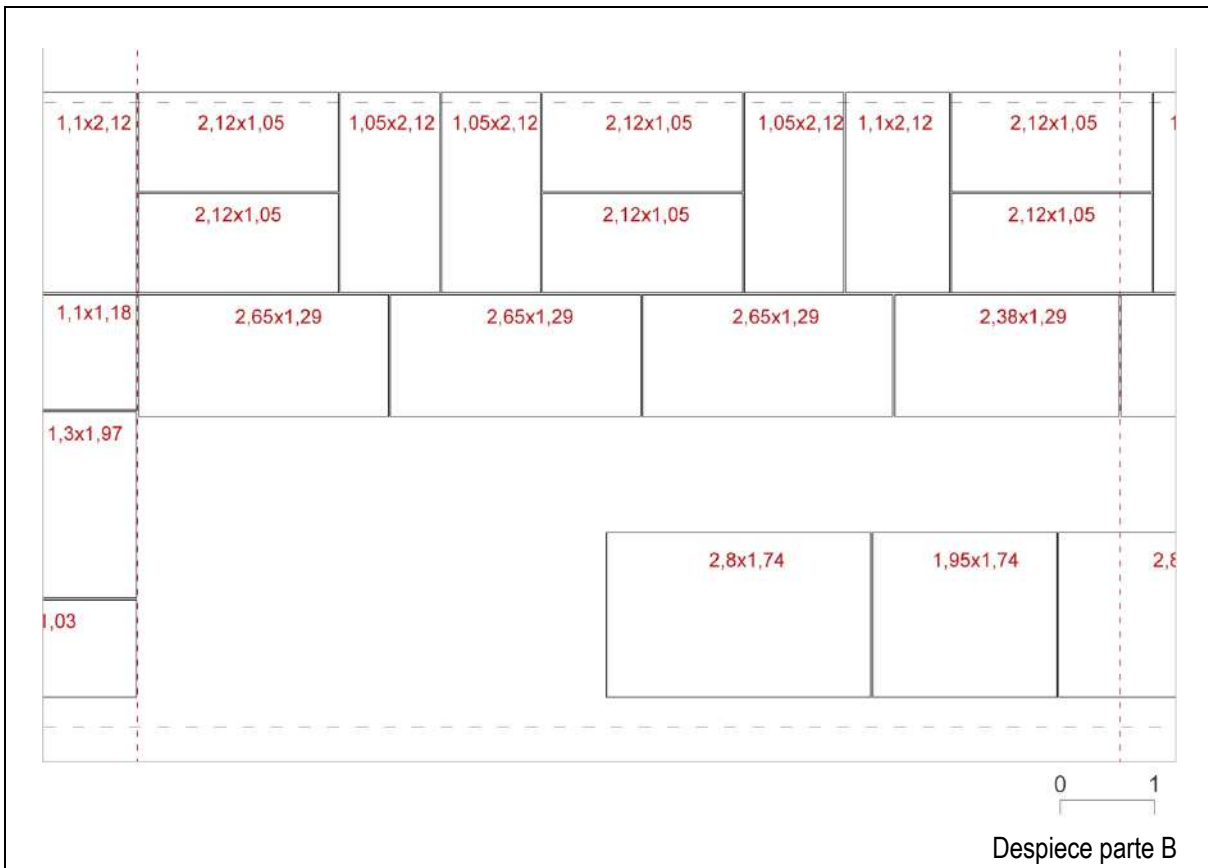
DESPIECE

Despiece irregular formado por placas rectangulares de distintos tamaños, colocadas en vertical u horizontal.



0 1

Despiece parte A

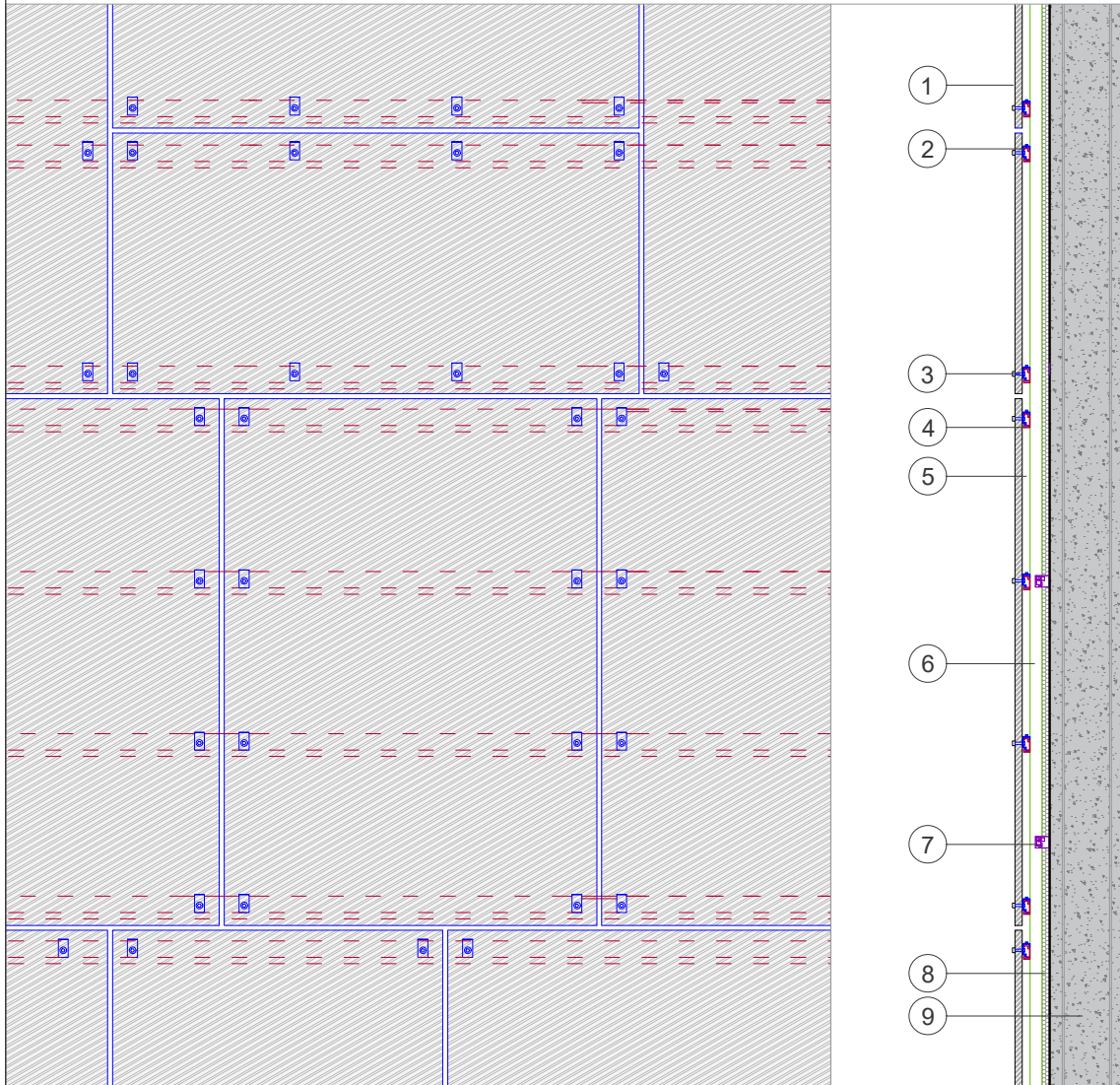


4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Pizarra de Villarchao				
Acabado	Natural				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	Variable, de 105 x 212 a 280 x 174 centímetros				
Espesor	Variable, 3 a 5 centímetros				
Despiece	Irregular				
Juntas	Vertical	2 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	2 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input checked="" type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input checked="" type="checkbox"/>		Oculto <input type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input checked="" type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
Aislamiento	Poliuretano proyectado de 3 centímetros				
Cámara de aire	8 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Estructura	Horizontal	Forjados Vigas	Chapa colaborante Acero laminado		
		Vertical	Muros de hormigón armado		
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Muro soporte	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
Espeor	30 centímetros				
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

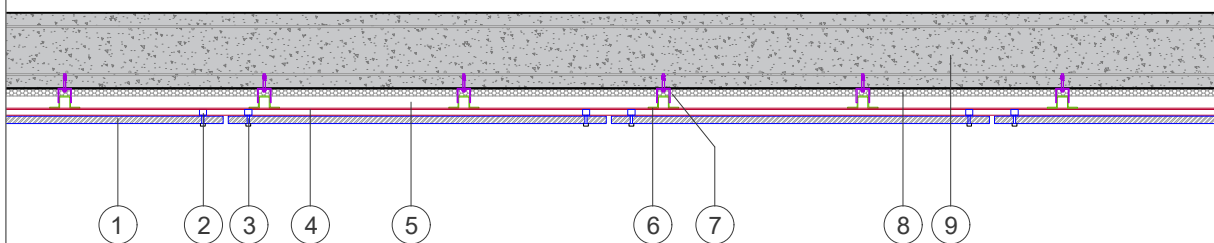
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.30



Alzado

Sección



Planta

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Placa de piedra | 6. Montante de aluminio en forma de U |
| 2. Anclaje pasante | 7. Escudra |
| 3. Perforación cilíndrica en la placa | 8. Aislamiento térmico de poliuretano proyectado |
| 4. Travesaño horizontal de aluminio | 9. Muro soporte de hormigón armado |
| 5. Cámara de aire | |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10

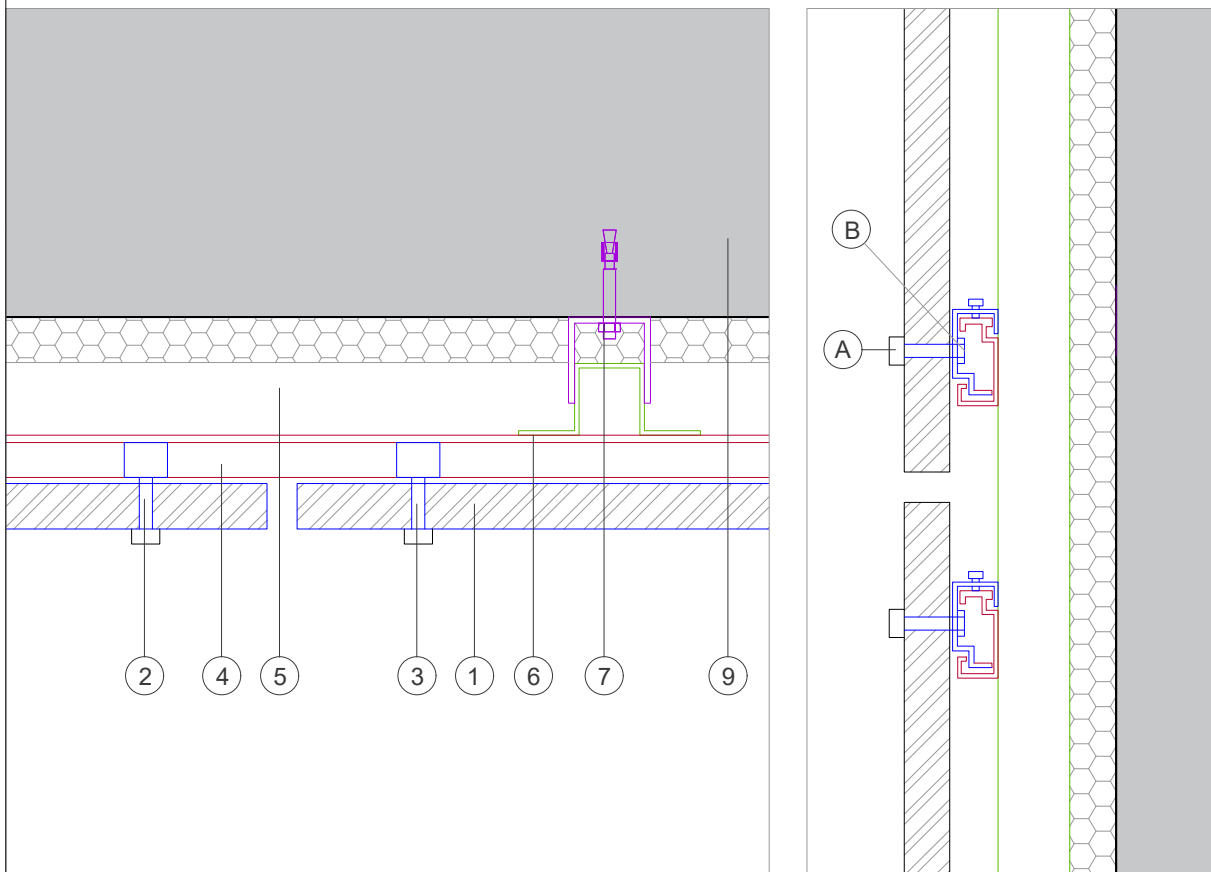
Fijación de las placas de piedra

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante varios anclajes ubicados en el reverso de la placa (2). Por las características de la piedra el taladro practicado en la misma se hace pasante. La pieza cilíndrica que queda a la vista no es la cabeza del tornillo sino un embellecedor que pretendía que la posición de los anclajes fuera más evidente (A).

Cada placa lleva varios anclajes perimetrales de tal manera que se reparte el peso de las grandes placas. El número de anclajes depende de las dimensiones. Todos los anclajes asumen funciones de carga y retención. Las placas traen incorporado de taller los tornillos y anclajes para asegurar la posición adecuada y una unión que asegure el reparto adecuado de cargas.

Las placas presentan un acabado natural y por tanto un espesor variable, por lo que los anclajes incorporan un sistema de regulación (B) que permite asegurar la planeidad de la fachada.

Las placas se fijan a travesaños horizontales (4). El número de travesaños depende del número y posición de los anclajes. Los travesaños se unen a montantes equidistantes (6), colocados cada 80 centímetros, que transmiten las cargas al soporte de hormigón armado (9) mediante escuadras (7).



Planta

Sección anclajes

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Placa de piedra | 6. Montante de aluminio en forma de U |
| 2. Anclaje pasante | 7. Escuadra |
| 3. Perforación cilíndrica en la placa | 8. Aislamiento térmico de poliuretano proyectado |
| 4. Travesaño horizontal de aluminio | 9. Muro soporte de hormigón armado |
| 5. Cámara de aire | |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.30

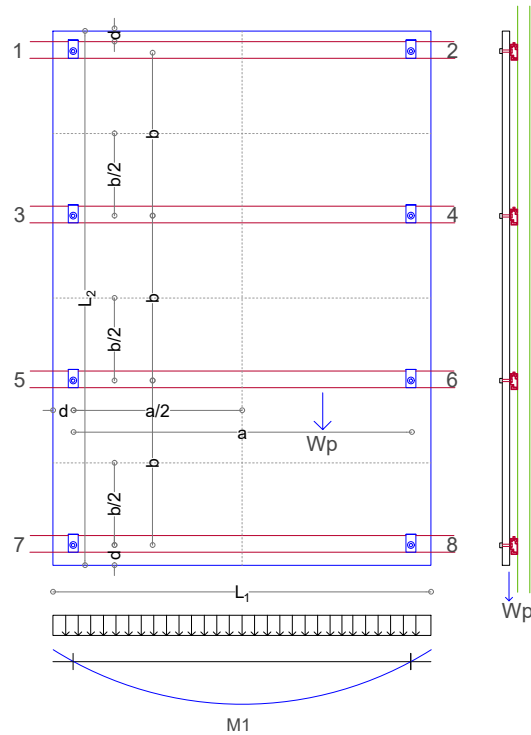
Los cálculos dependen de la placa y del número de anclajes que lleve la placa. Todos los anclajes ubicados en las esquinas soportan la misma parte proporcional de esfuerzos.

Todos los anclajes interiores soportan la misma parte proporcional de esfuerzos.

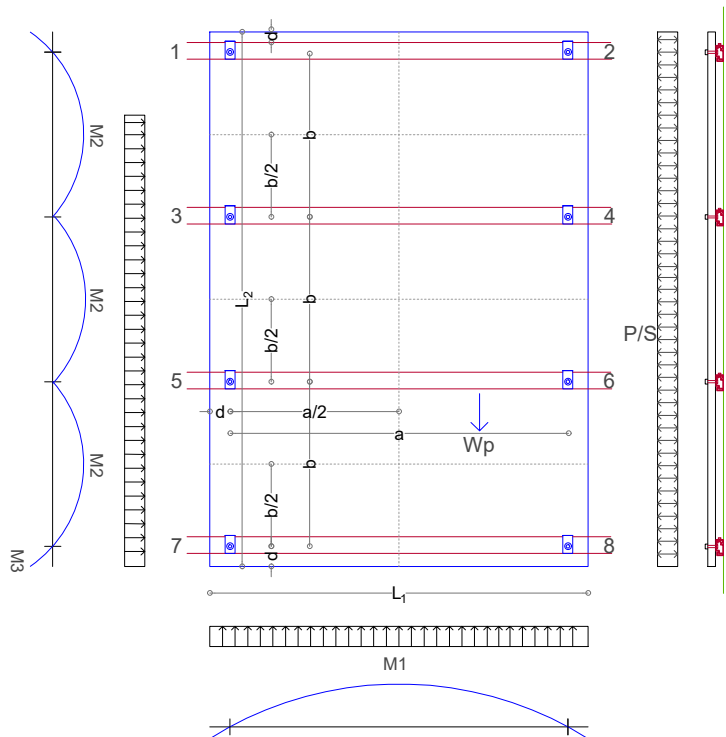
En el ejemplo mostado:

Los anclajes 1,2,7 y 8 soportan $\frac{1}{10}$ parte de las sollicitaciones.

Los anclajes 3,4,5 y 6 soportan $\frac{1}{15}$ parte de las sollicitaciones.



Peso propio



Viento

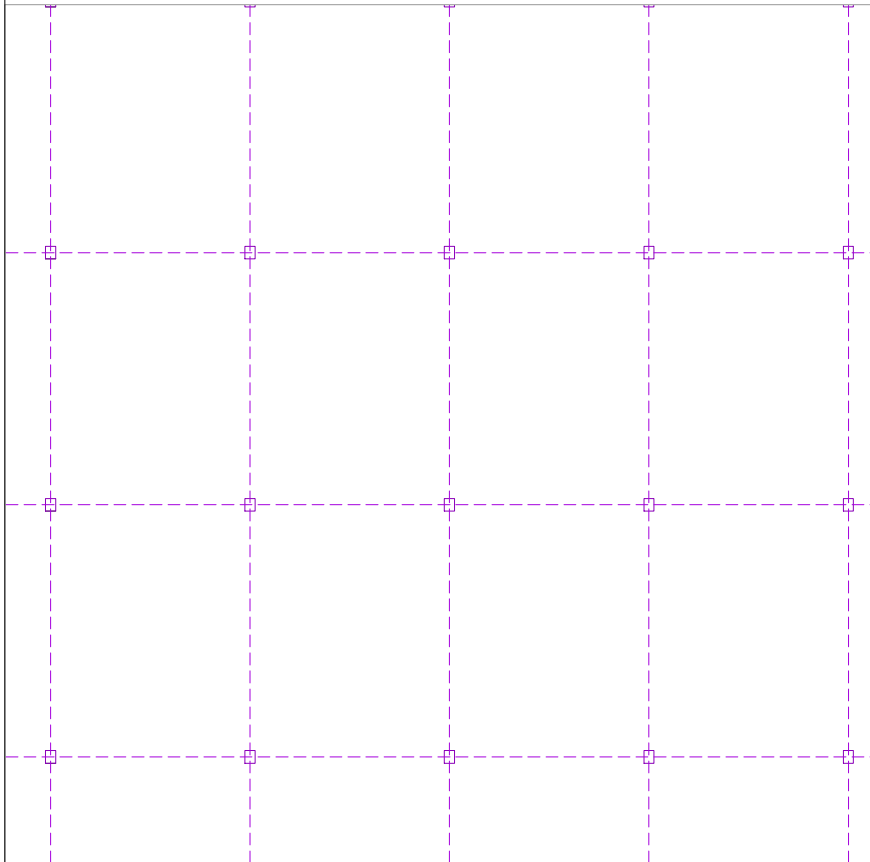
Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento
 Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA

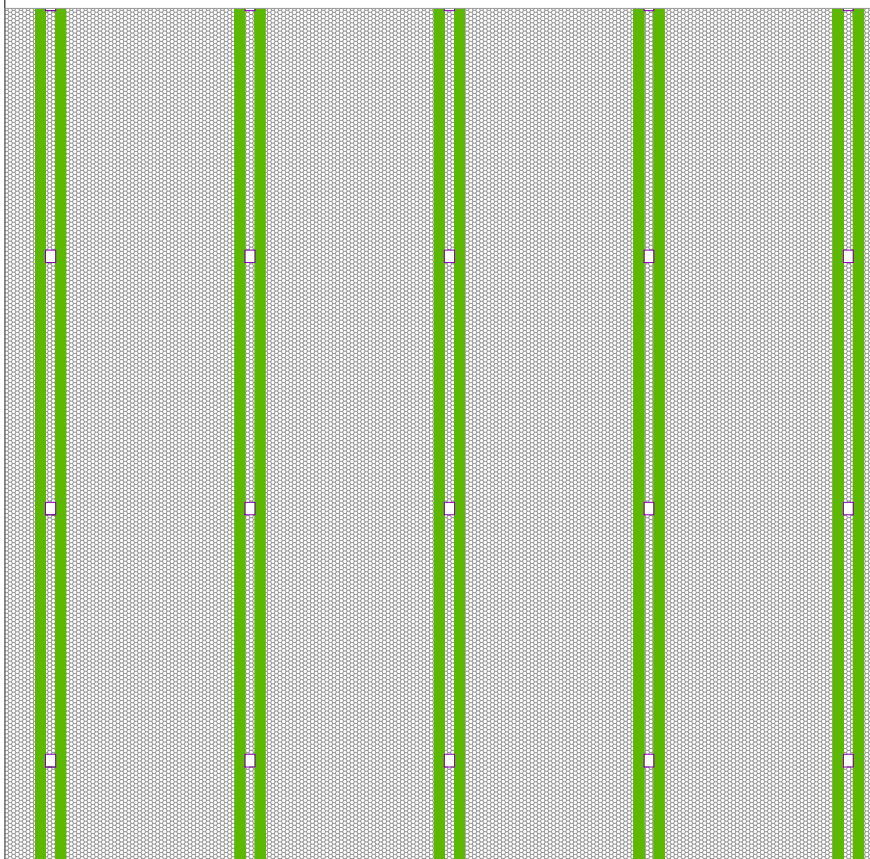
FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.30



Paso 1: escuadras
Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.
Replanteo de acuerdo a planos.
Colocación de escuadras de carga. Cada perfil vertical llevará dos escuadras. Las escuadras tienen ranuras para regular la posición de los perfiles verticales. La superior permite el ajuste vertical y la inferior permite el ajuste horizontal.

Paso 1



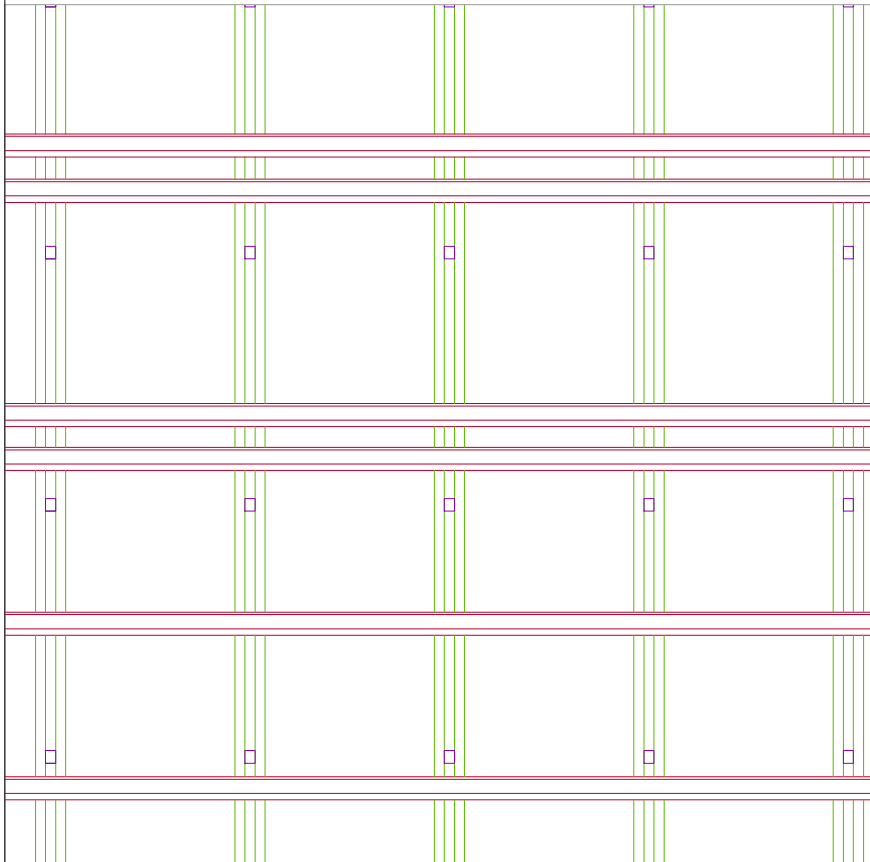
Paso 2: montantes
Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras de carga. El apoyo superior es fijo y el apoyo inferior permite la dilatación. Comprobación de longitud máxima de los montantes.
Paso 3: aislamiento
Proyectado del aislamiento.

Pasos 2 y 3

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.30

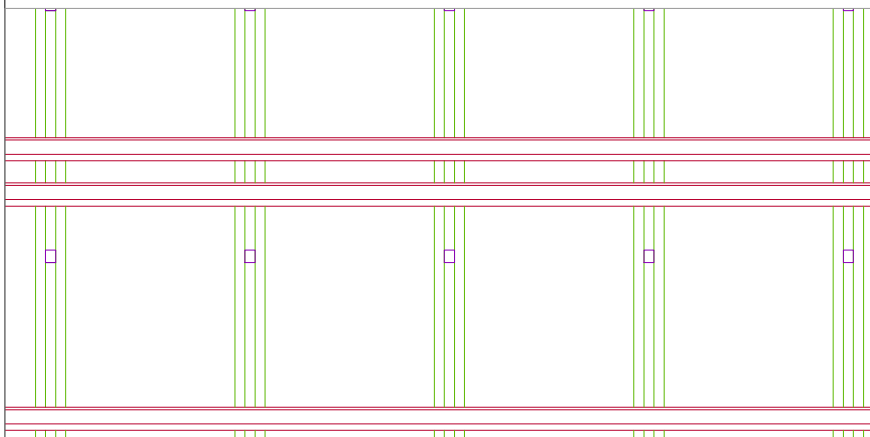


Paso 4: perfiles horizontales

Anclaje de los perfiles horizontales a las montantes respetando:

- Longitudes máximas de los perfiles
- Juntas de dilatación de perfiles, generalmente un mínimo de 15 milímetros.
- Tener en cuenta el vuelo máximo del perfil con respecto a un apoyo, 20 cm. aprox.

Paso 4



Paso 5: placas de piedra

Las placas vienen premontadas con los tornillos y anclajes incorporados. Se montan de abajo a arriba colgándolas de los

perfiles horizontales.

Una vez presentadas en su posición se regula la excentricidad y se asegura la posición para evitar el movimiento lateral.

Paso 5

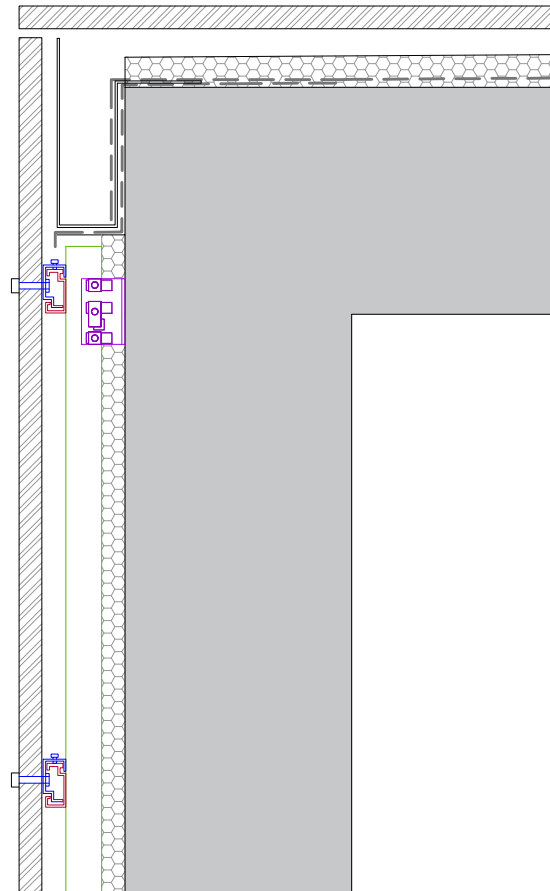
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

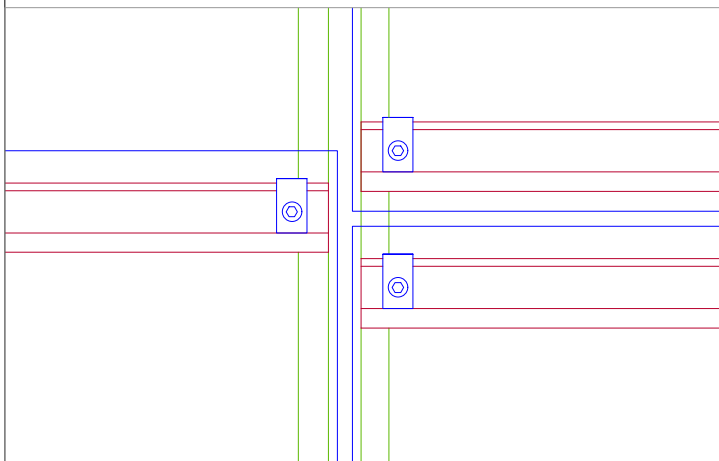
E.1.10

Se busca una imagen de continuidad entre la fachada y la cubierta. La cubierta plana se reviste con placas del mismo material elevadas y con junta abierta. Para no romper la imagen de bloque paralelepípedo, se utiliza un canalón oculto.

El subsistema de anclaje utilizado permite que la línea de anclajes superiores y el último travesaño se coloquen debajo del canalón, por lo que es compatible con el diseño planteado.



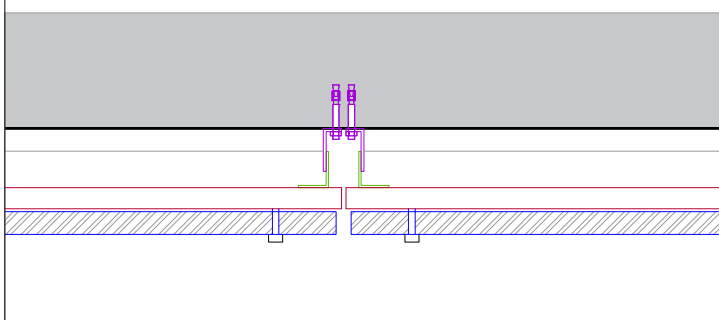
Remate superior



En los puntos del despiece en los que la posición de los anclajes tiene pequeñas desviaciones, de tal manera que no hay distancia suficiente para utilizar dos travesaños, se puede incorporar una junta de dilatación.

Para posicionar la junta se requieren dos montantes, de tal manera que los travesaños se cortan al encontrarse con el montante.

Esta solución permite el libre movimiento de los travesaños de forma independiente.



Juntas de dilatación

IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO



Cedida por el arquitecto autor



Cedida por el arquitecto autor



Cedida por el arquitecto autor



Cedida por el arquitecto autor

CASO DE ESTUDIO 6

PROYECTO	TORRES EN MEMORIA DE JOHN HEJDUK
UBICACIÓN	CIUDAD DE LA CULTURA DE GALICIA. SANTIAGO DE COMPOSTELA. ESPAÑA
DIRECCIÓN	MONTE GAIÁS, S/N, 15707
AUTOR	1ª FASE: JOHN HEJDUK. 2ª FASE: ANTONIO SANMARTÍN Y ELENA CÁNOVAS. ASZ ARQUITECTES
FECHA	VERSIÓN 1: 1995-1997. VERSIÓN 2 Y EJECUCIÓN: 2002-2003



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
http://www.aszarquitectes.com/es/projects/selection/torres_jh_asz_a_la_memoria_de_hejduk/ (consultado el 25 de noviembre de 2016)	Planimetría básica: plantas, secciones
	Detalles constructivos de la fachada
https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=xswY_zcgyZg&feature=emb_logo (Video con comentarios de Antonio Sanmartín sobre el proyecto. Consultado el 25 de noviembre de 2016)	Planteamiento del proyecto
	Descripción del sistema constructivo
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Cluster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. págs. 148-177.	Información general
	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
	Detalles constructivos
	Imágenes de seguimiento de obra
On Diseño nº 252 (2004). ON DISEÑO, S.L. ISSN: 1695-2308. págs. 178-187.	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Planimetría básica: plantas

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	OCTUBRE 2016
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

Las torres se proyectaron inicialmente por John Hejduk durante la década de los 90 como torres botánicas para el parque compostelano de Belvís pero no se llegaron a realizar. Tras su muerte, Peter Eisenman recuperó el proyecto y lo incorporó como un elemento singular en la Ciudad de la Cultura, cuyas obras ya estaban iniciadas, como un homenaje a su amigo y compañero. Esta fase del proyecto de las torres corrió a cargo de los arquitectos Antonio Sanmartín y Elena Cánovas.

La Ciudad de la Cultura se ubica en la cúspide del monte Gaiás y se compone de varias construcciones articuladas mediante calles, soportales y una gran plaza central. Las torres se disponen en el área de acceso sobre el sistema de galerías técnicas, en el área oeste del Monte Gaiás, respetando el complejo sistema de implantación en el paisaje y posicionándose sobre la ladera de la montaña, de tal manera que son visibles desde gran parte de la ciudad.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

Las torres cumplen funciones de uso público (acceso, recepción, información y exposición) y de uso técnico (renovación de aire de la galería técnica y salida de gases de la central de calderas).

Tal y como explica el autor, las torres son dos cuerpos hechos a base de una docena de objetos distintos, dos pares de cilindros, las dos torres y seis elementos de unión entre ellas. Son dos cuerpos idénticos, pero uno de ellos se materializa en vidrio y el otro en granito, lo opaco frente a lo traslúcido, el invernadero frente al campanario. Esta antítesis se reproduce igualmente con el espacio generado entre ellas, que una tercera torre idéntica pero invertida.

Simbólicamente, las torres se convierten en un guiño y una réplica moderna del Obradoiro de Santiago de Compostela.



Fotografía de la autora

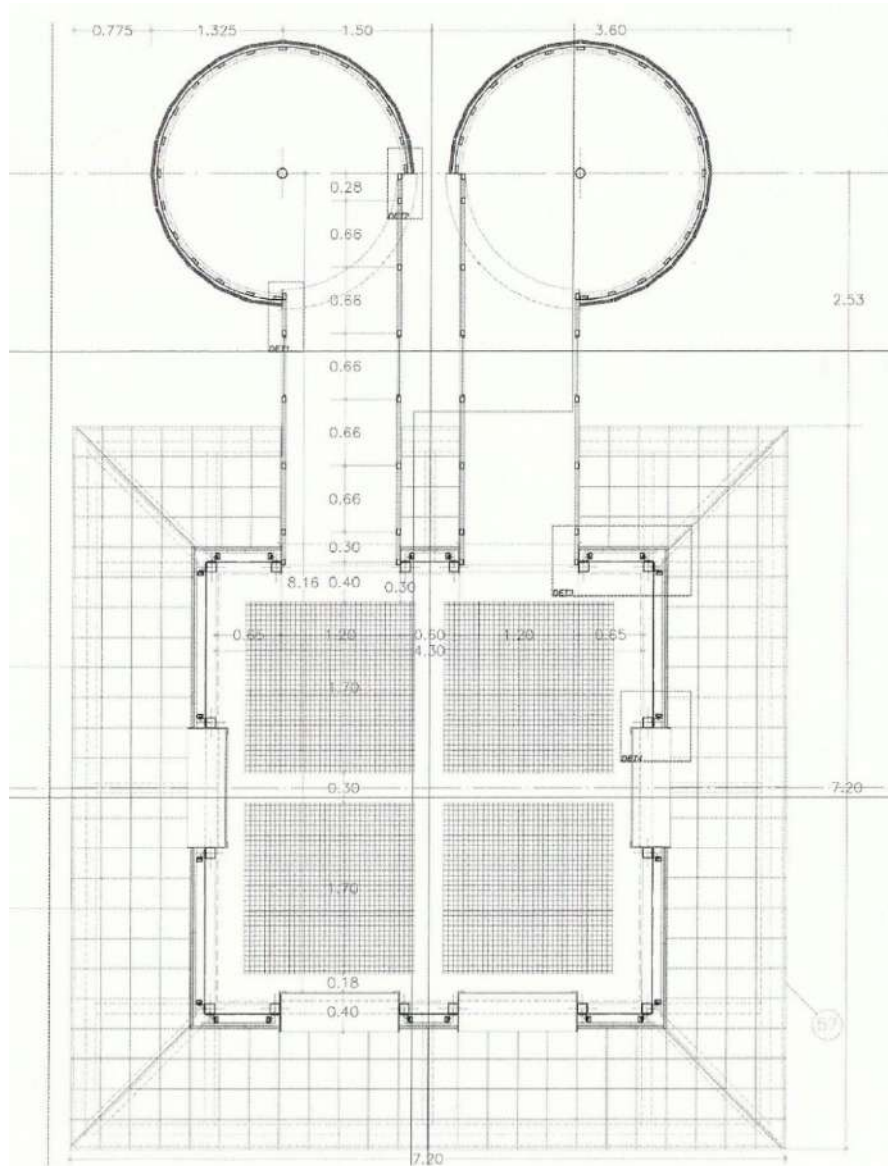


Fotografía de la autora



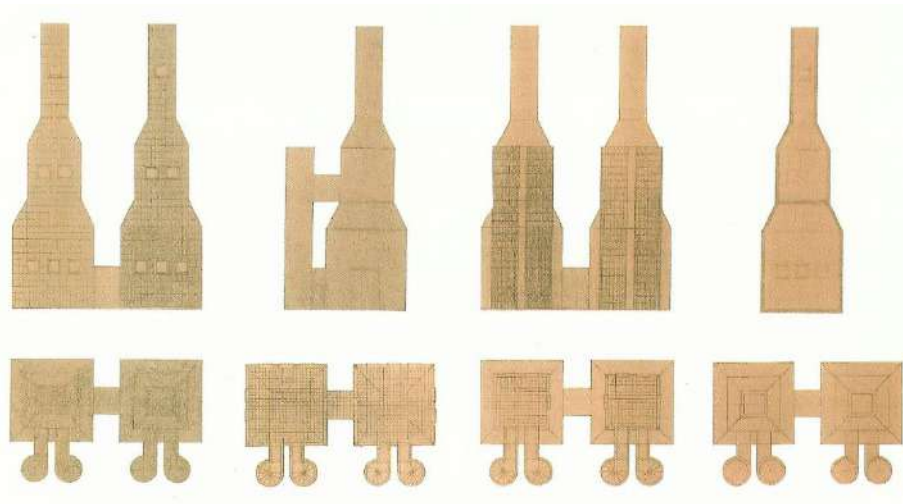
Fotografía de la autora

PLANIMETRÍA BÁSICA



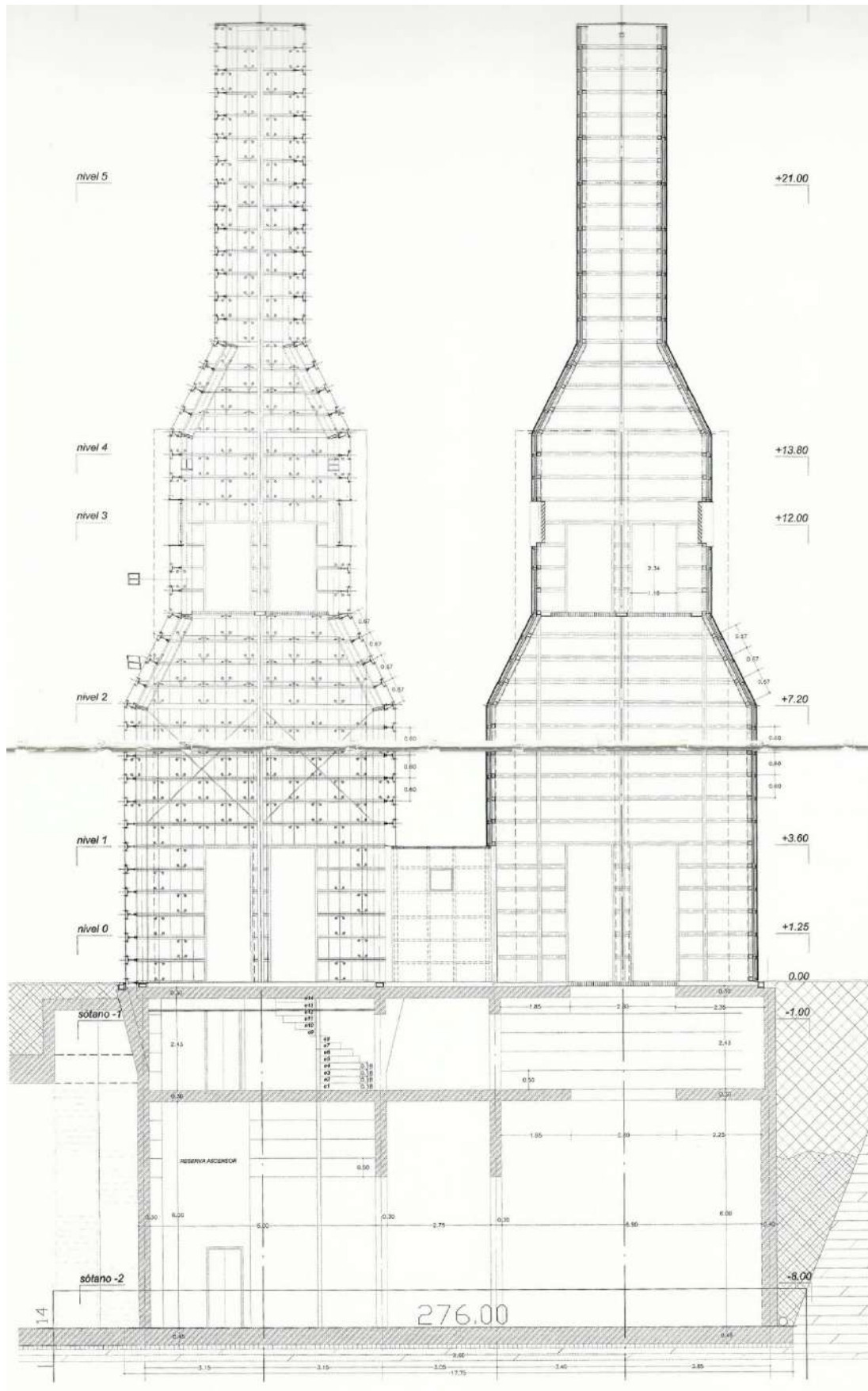
Planta Torre de granito

Clúster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. p. 167.



Alzados Torres

Clúster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. p. 175.



Sección Torres

Cluster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. pág. 175.

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

La torre de granito tiene una estructura difusa, es decir no cuenta con pilares principales, sino con un entramado a base de perfiles metálicos sobre el que se coloca una chapa metálica con el objeto de contribuir a corregir los esfuerzos axiales. Esta estructura se transportó prefabricada en 3 módulos para su montaje en obra. Simbólicamente representa al campanario, al elemento opaco y pesado que simula haber sido construido con pesados bloques de granito.



Imágenes tomadas durante el montaje de las torres. Imágenes de archivo Ciudad de la Cultura.



Fotografía de la autora

TIPO DE PIEDRA

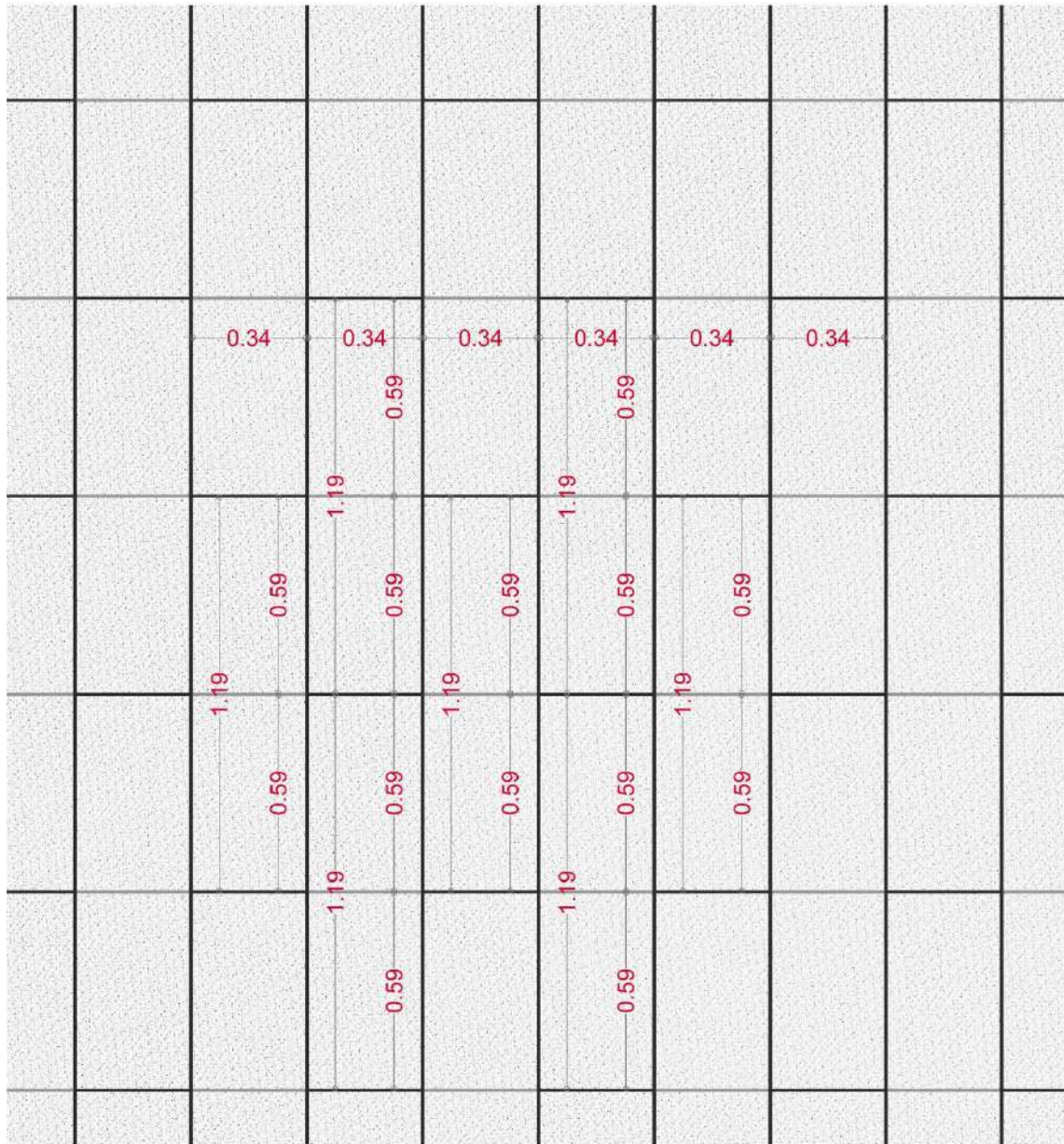
Se empleó granito azul extremadura de la zona de Galicia.



Fotografía de la autora

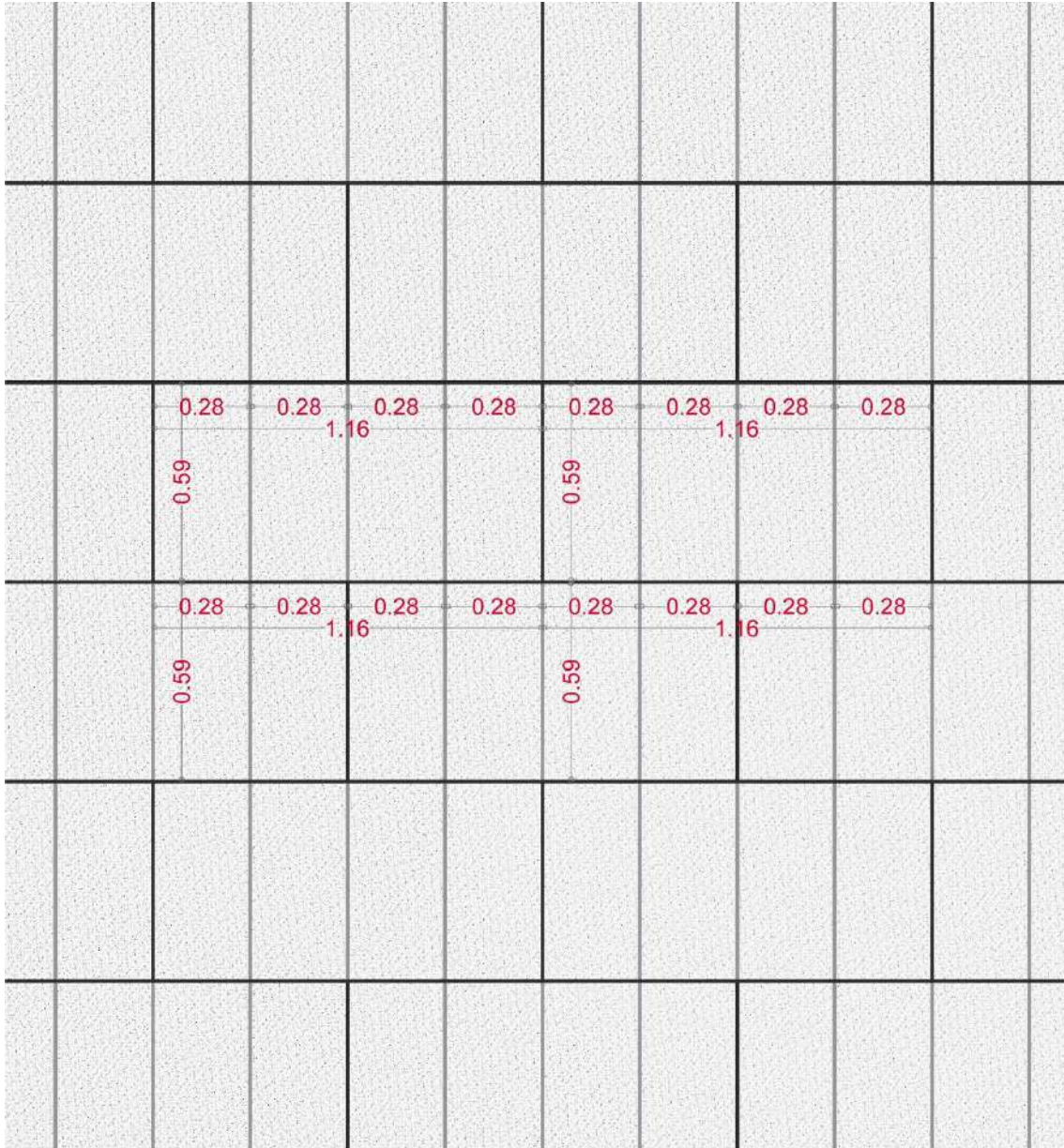
DESPIECE

El cuerpo cilíndrico se resuelve con un despiece a base de filas verticales de la misma anchura. Las placas tienen unas dimensiones de 34 centímetros de base y 119 de altura. Se colocan de tal manera que las juntas horizontales quedan discontinuas, sin embargo, la junta falsa horizontal ubicada en el punto medio de cada placa crea el efecto de despiece a base de placas de 34 centímetros de base y 59 de altura, formando una cuadrícula con juntas continuas.



(Despiece en verdadera dimensión)

El cuerpo de base cuadrada se resuelve con un despiece a base de bandas horizontales de la misma altura. Las placas tienen unas dimensiones de 116 centímetros de base y 59 de altura. Se colocan de tal manera que las juntas verticales quedan discontinuas, sin embargo, las 3 juntas falsas verticales equidistantes que posee cada placa crean el efecto de despiece a base de placas de 28 centímetros de base y 59 de altura, formando una cuadrícula con juntas continuas.



4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Granito				
Acabado	Apomazado				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	34 x 119 centímetros con una junta falsa horizontal 116 x 59 centímetros con tres juntas falsas verticales				
Espesor	3 centímetros				
Despiece	Cuerpo cilíndrico: filas verticales y juntas horizontales discontinuas Cuerpo de base cuadrada: bandas horizontales y juntas verticales discontinuas Las juntas falsas crean el efecto de despiece de cuadrícula con juntas continuas.				
Juntas	Vertical	1 centímetros	Corte	Recto, biselado	
	Horizontal	0,8 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input checked="" type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura continua <input checked="" type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
Aislamiento	No lleva				
Cámara de aire	7,5 / 11,5 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Estructura	Horizontal	Forjados Vigas	Entramado de perfiles de acero tubulares forrados por el exterior con una chapa de acero		
	Vertical				
Fijación a la estructura	Empotrada <input type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input checked="" type="checkbox"/>
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Muro soporte <input type="checkbox"/>					
Muro soporte	Hormigón armado <input type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
	Resistente	Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Espesor	Sí <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
Fijación al muro soporte	Empotrada <input type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.20

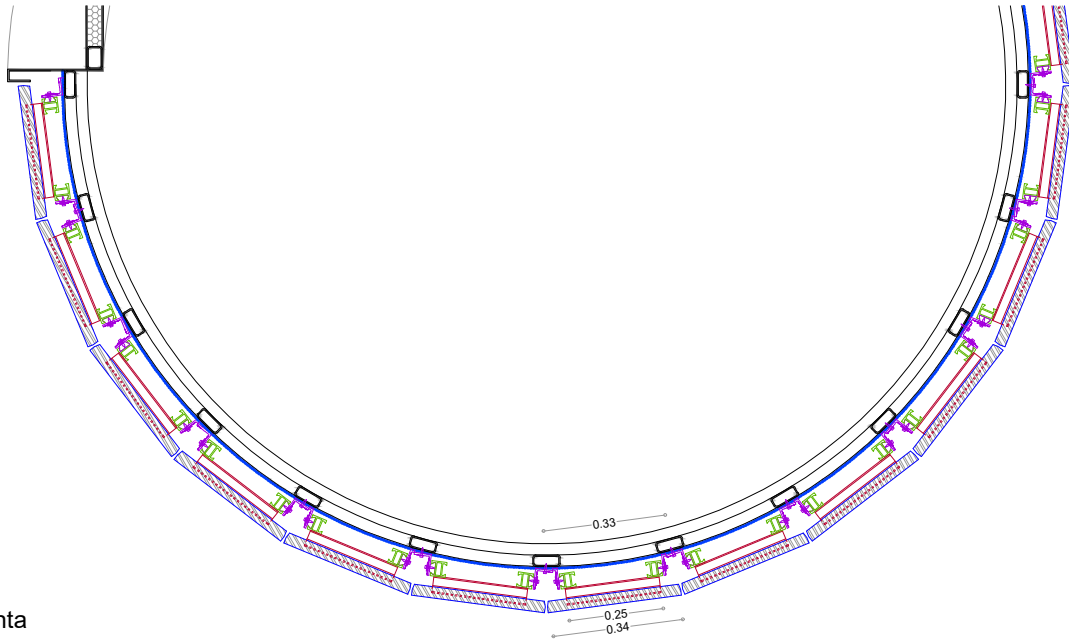
CUERPO CILÍNDRICO

Fijación de las placas de piedra

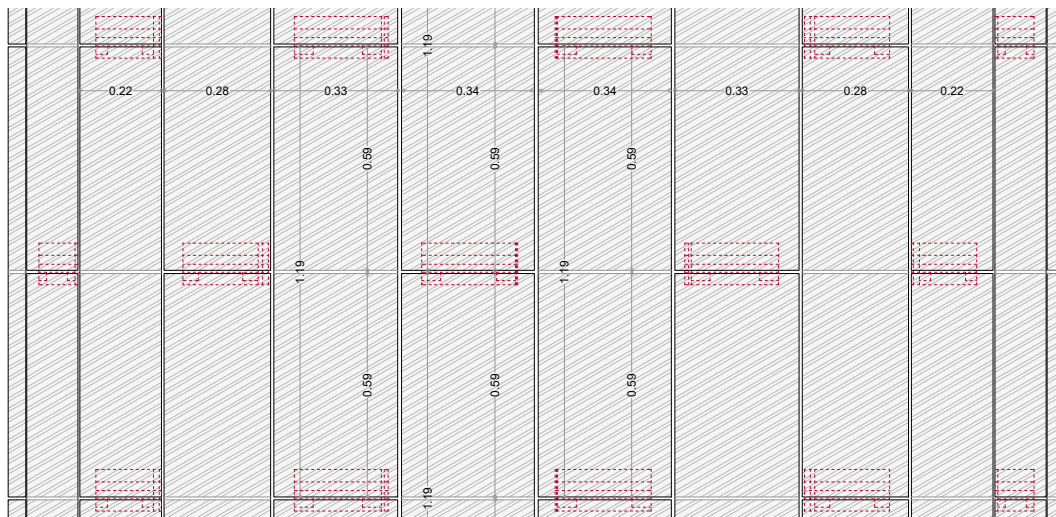
Cada placa de piedra (1) se sujeta mediante un perfil de aluminio oculto (2) ubicado en una ranura continua en la junta horizontal inferior. Cada placa lleva 2 puntos de retención a base de patillas ocultas de aluminio (3) ubicadas en ranuras puntuales en la junta superior, que se unen al perfil de aluminio (2).

Fijación al soporte

La fijación al soporte se realiza mediante una subestructura de montantes de aluminio (5) que se atornillan por medio de escuadras de aluminio (6) a una chapa de acero (8) y a los perfiles verticales de acero tubulares que conforman la estructura (9). En la cara exterior de la chapa se ha incorporado una impermeabilización asfáltica (7).



Planta



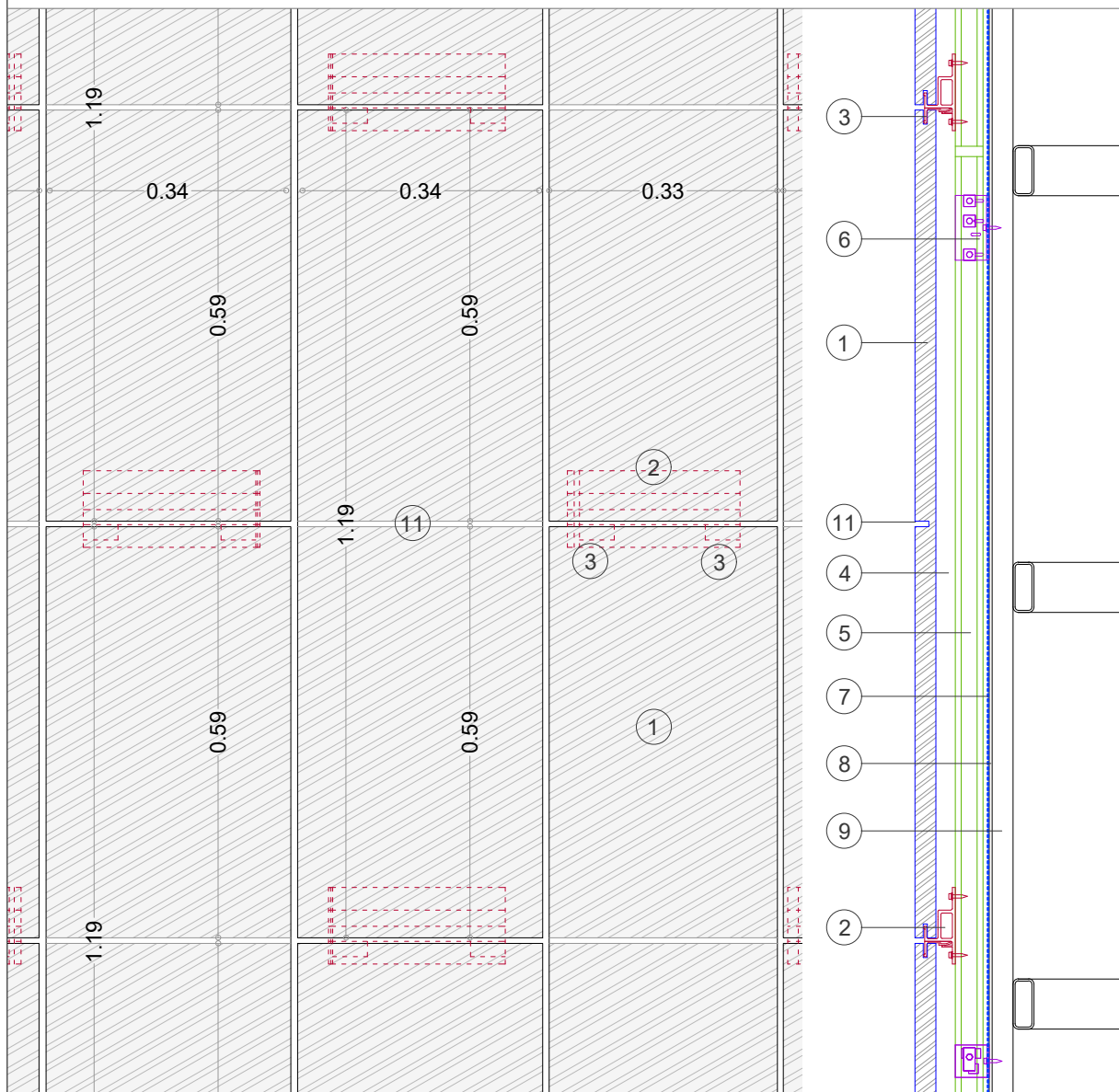
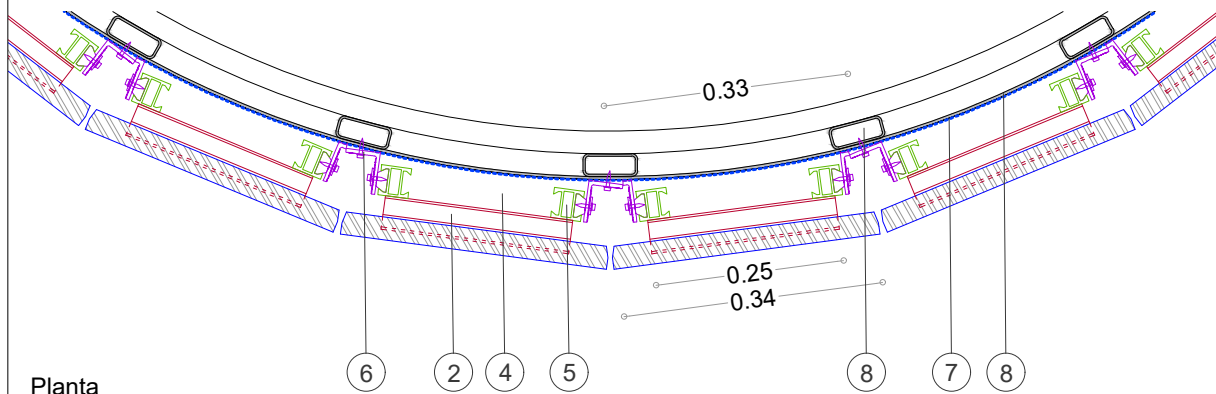
Alzado

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Placa de piedra e=3 cm | 7. Impermeabilización asfáltica |
| 2. Anclaje de carga de aluminio | 8. Chapa de acero e= 4mm |
| 3. Patilla de retención de aluminio | 9. Tubo de acero 80x30x3 mm |
| 4. Cámara de aire ventilada de e= 7,5 cm | 10. Tubo de acero 100x100x6 mm |
| 5. Subestructura de montantes de aluminio | 11. Junta falsa |
| 6. Escuadra de aluminio | |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10

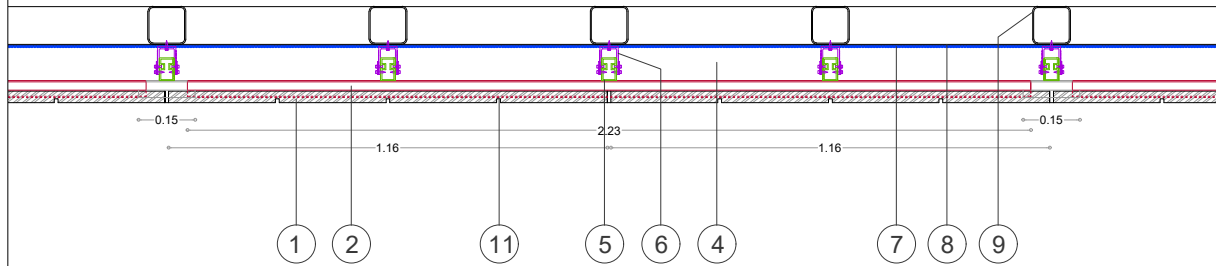


- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Placa de piedra e=3 cm | 7. Impermeabilización asfáltica |
| 2. Anclaje de carga de aluminio | 8. Chapa de acero e= 4mm |
| 3. Patilla de retención de aluminio | 9. Tubo de acero 80x30x3 mm |
| 4. Cámara de aire ventilada de e= 7,5 cm | 10. Tubo de acero 100x100x6 mm |
| 5. Subestructura de montantes de aluminio | 11. Junta falsa |
| 6. Escudra de aluminio | |

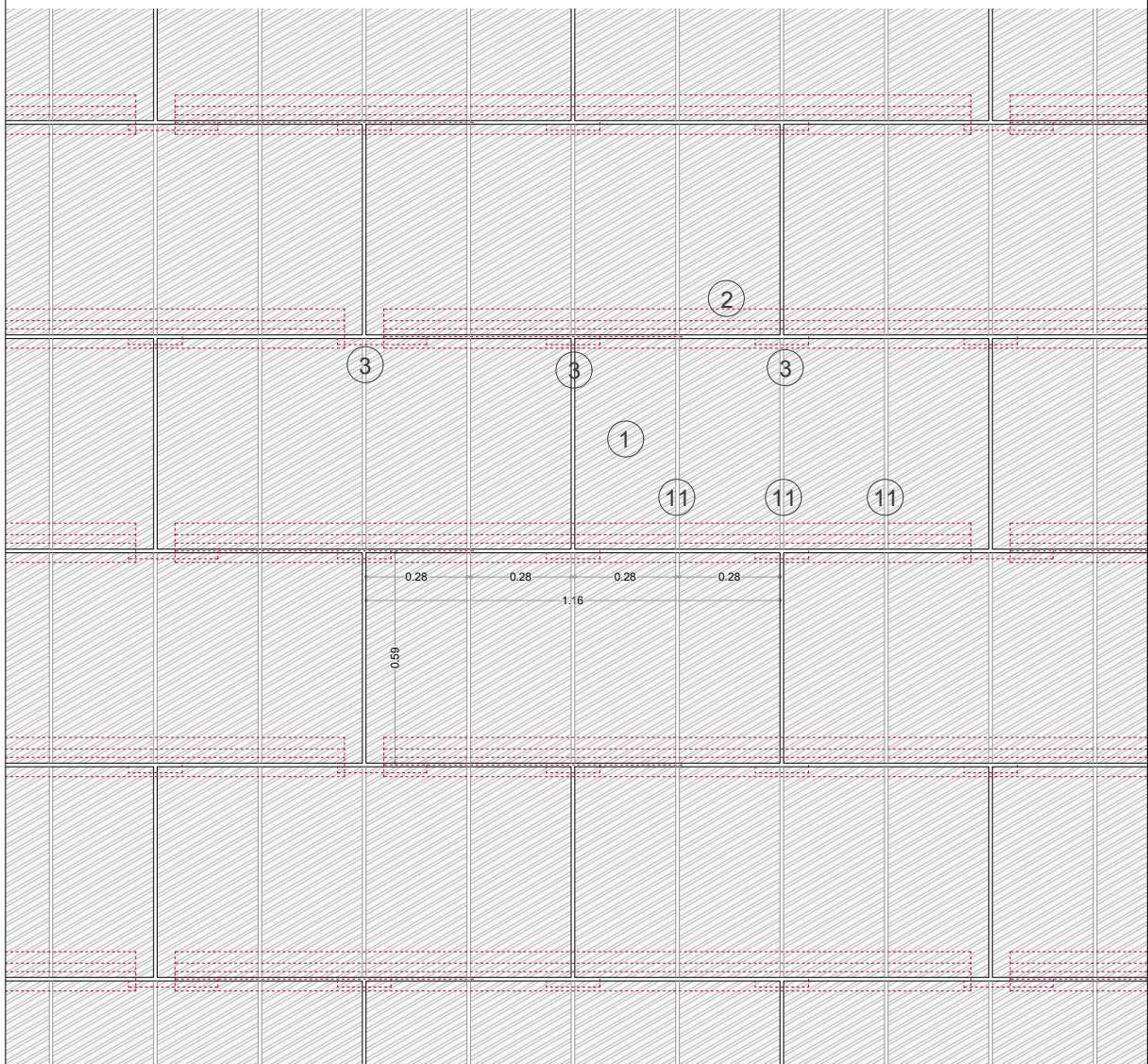
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.20



Planta



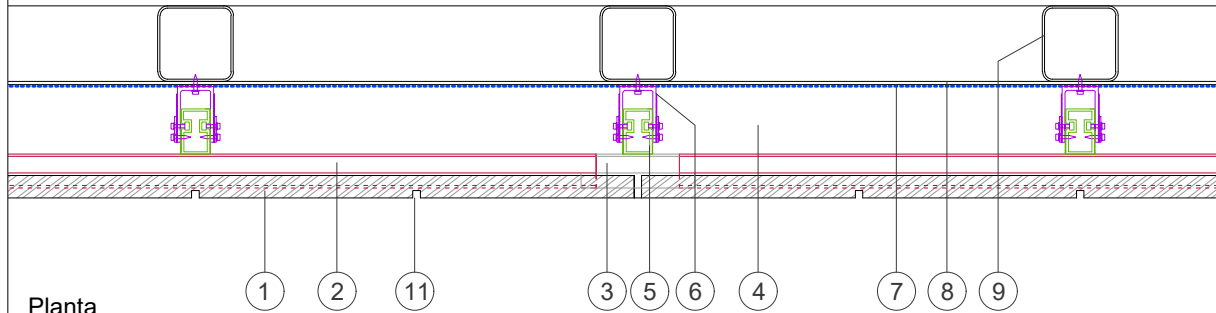
Alzado

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Placa de piedra e=3 cm | 7. Impermeabilización asfáltica |
| 2. Anclaje de carga de aluminio | 8. Chapa de acero e= 4mm |
| 3. Patilla de retención de aluminio | 9. Tubo de acero 80x30x3 mm |
| 4. Cámara de aire ventilada de e= 11,5 cm | 10. Tubo de acero 100x100x6 mm |
| 5. Subestructura de montantes de aluminio | 11. Junta falsa |
| 6. Ménsula en U de aluminio | |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10



Planta

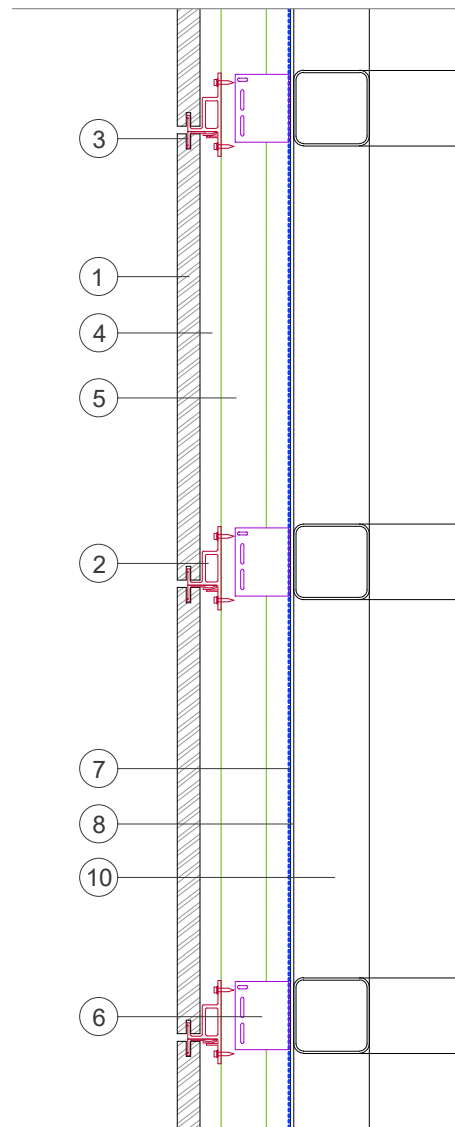
CUERPO DE BASE CUADRADA

Fijación de las placas de piedra

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante un perfil de aluminio oculto (2) ubicado en una ranura continua en la junta horizontal inferior. Cada placa lleva 3 puntos de retención a base de patillas ocultas de aluminio (3) ubicadas en ranuras puntuales en la junta superior, que se unen al perfil de aluminio (3). Cada perfil continuo de carga sostiene dos placas contiguas.

Fijación al soporte

La fijación al soporte se realiza mediante una subestructura de montantes de aluminio (5) que se atornillan por medio ménsulas en forma de U de aluminio (6) a una chapa de acero (8) y a los perfiles de acero tubulares que conforman la estructura (10). En la cara exterior de la chapa se ha incorporado una impermeabilización asfáltica (7).



Alzado

Sección

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Placa de piedra e=3 cm | 7. Impermeabilización asfáltica |
| 2. Anclaje de carga de aluminio | 8. Chapa de acero e= 4mm |
| 3. Patilla de retención de aluminio | 9. Tubo de acero 80x30x3 mm |
| 4. Cámara de aire ventilada de e= 11,5 cm | 10. Tubo de acero 100x100x6 mm |
| 5. Subestructura de montantes de aluminio | 11. Junta falsa |
| 6. Ménsula en U de aluminio | |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.15

CUERPO CILÍNDRICO

$$L_2 / L_1 = 3,5$$

SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 1 perfil continuo ubicado en el inferior de la placa.

$$Wp_3 = Wp$$

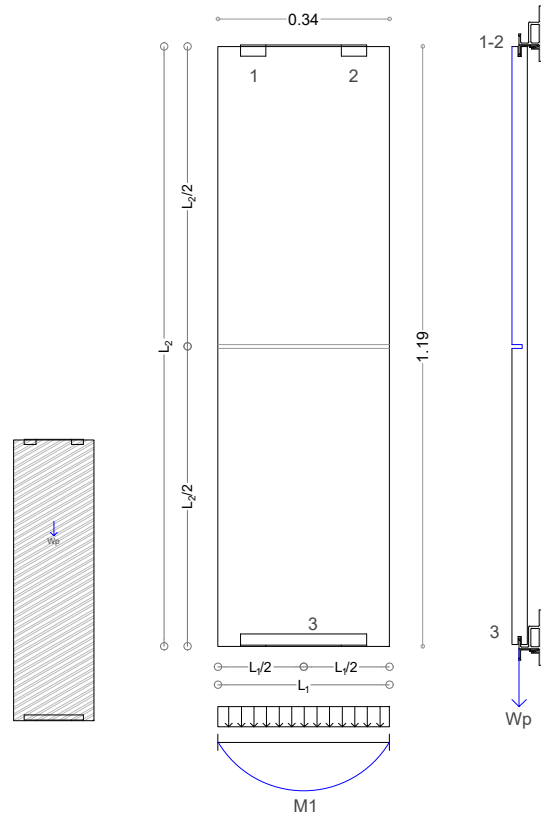
SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de tres anclajes, dos superiores de retención ubicados en ranuras puntuales (1,2) y el anclaje inferior continuo de carga (3).

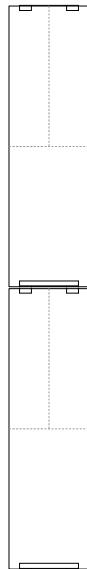
$$P/S_1 = P/S_2 = \frac{1}{4} P/S$$

$$P/S_3 = \frac{1}{2} P/S$$

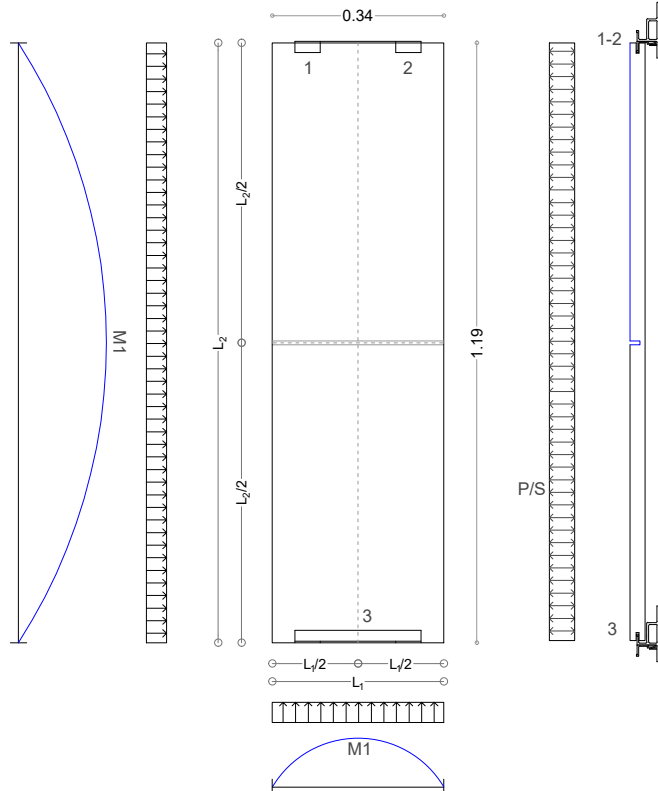
La ranura falsa, especialmente acentuada en este caso, unido a la proporción entre los lados de la placa, requiere de los análisis y ensayos específicos necesario para asegurar la resistencia de la placa.



Peso propio



Viento



Solicitaciones

- P/S Presión/succión del viento
- Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.20

CUERPO DE BASE CUADRADA

$$L_1 / L_2 = 1,97$$

SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 1 perfil continuo ubicado en el inferior de la placa.

$$Wp_3 = Wp$$

SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

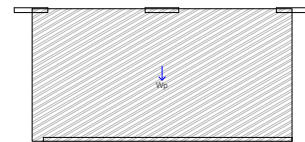
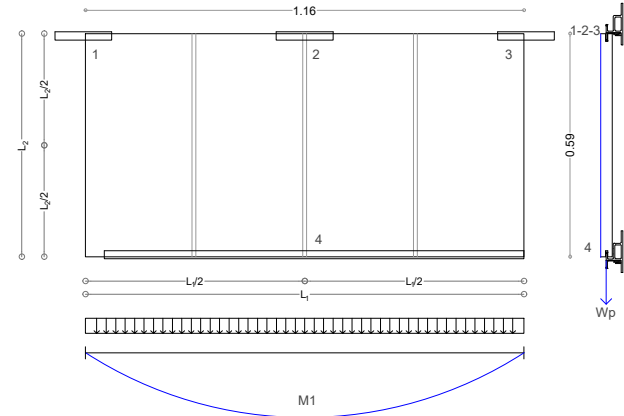
Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de cuatro anclajes, tres superiores de retención ubicados en ranuras puntuales (1,2,3) y el anclaje inferior continuo de carga (4).

$$P/S_1 = P/S_2 = P/S_3 = \frac{1}{4} P/S$$

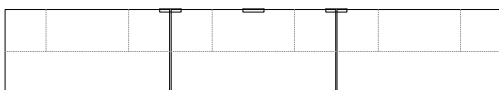
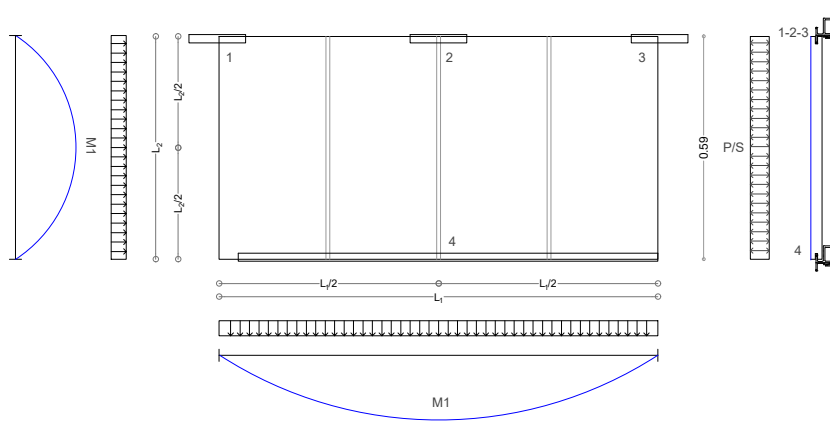
$$P/S_4 = \frac{1}{2} P/S$$

Las ranuras falsas requieren de los análisis y ensayos específicos necesario para asegurar

la resistencia de la placa.



Peso propio



Viento

Solicitaciones

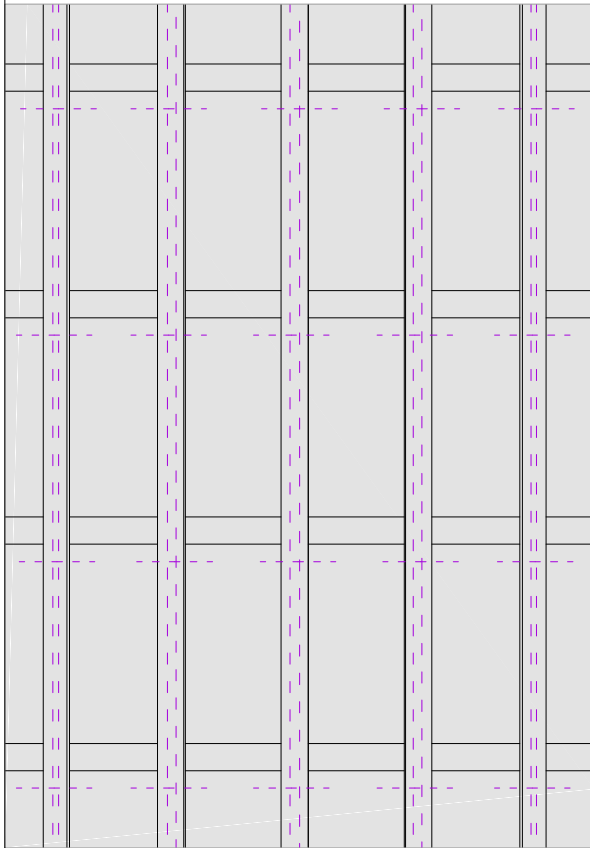
P/S Presión/succión del viento

Wp Peso propio de la placa de piedra

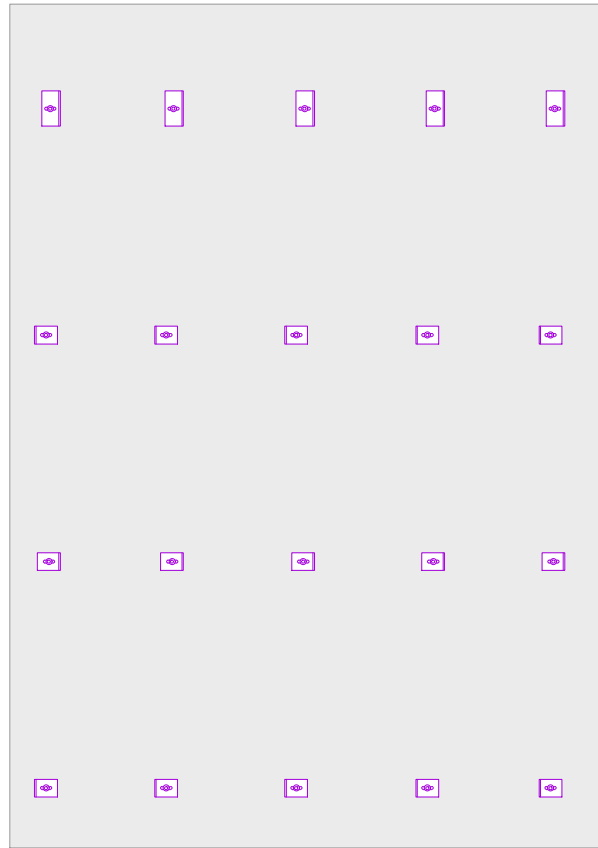
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

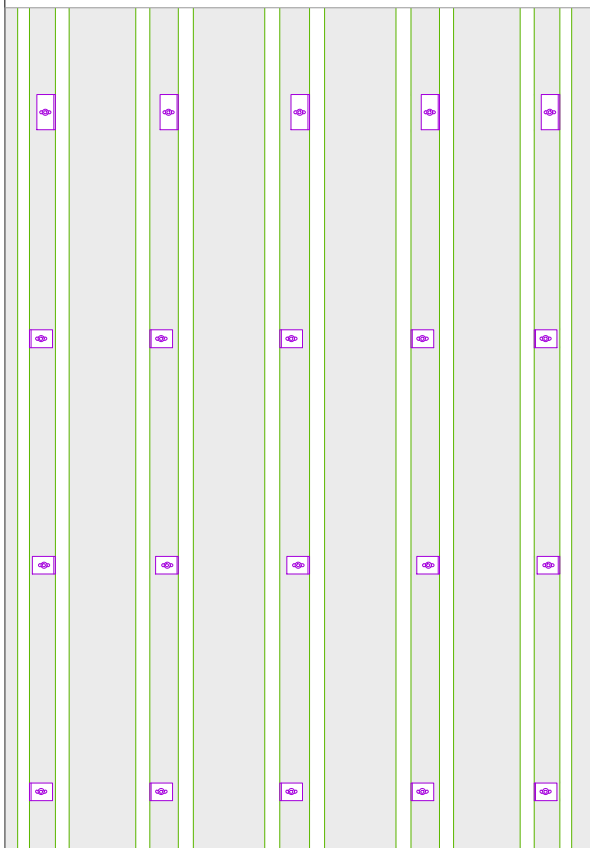
E.1.20



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Paso 1: replanteo

Verificación de dimensiones, estructura soporte y colocación de la lámina impermeabilizante.

Replanteo de acuerdo a planos.

Paso 2: escuadras

Colocación de escuadras de carga y de apoyo coincidiendo con los perfiles estructurales, y en posiciones alternas.

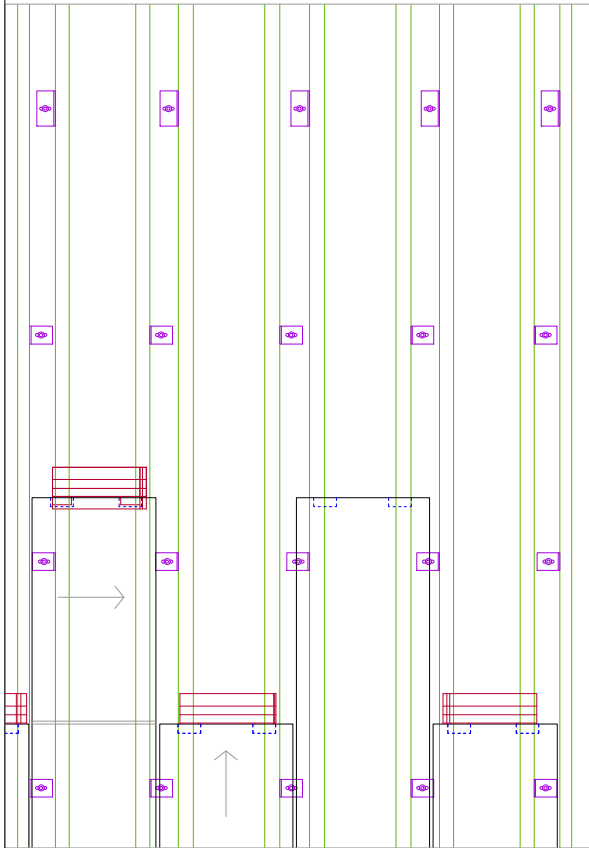
Paso 3: montantes

Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras. El apoyo de escuadra de carga es fijo y los apoyos de escuadra de apoyo permiten la dilatación.

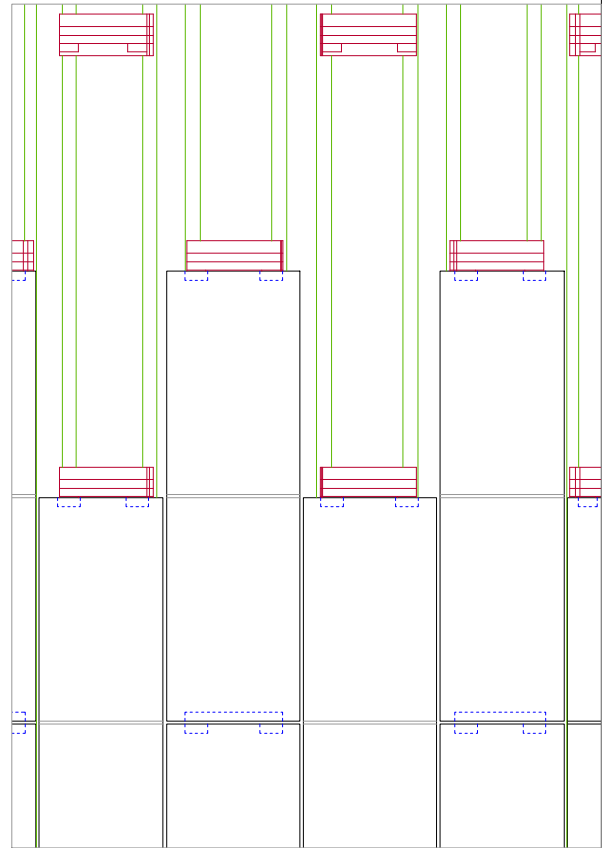
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

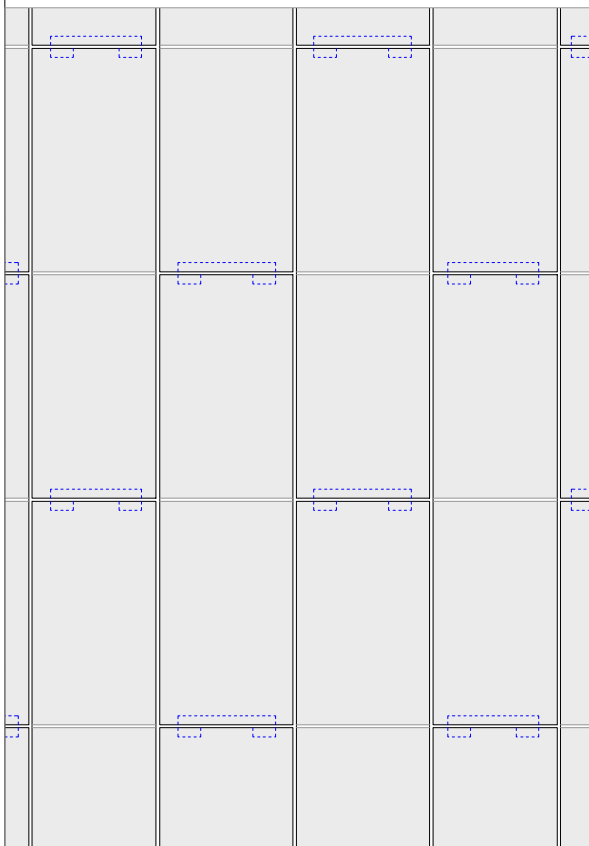
E.1.20



Paso 4



Paso 5



Paso 4: perfiles horizontales

Anclaje de los perfiles horizontales de carga a los montantes respetando:

- Longitudes máximas de los perfiles
- Juntas de dilatación de perfiles.
- Vuelos máximos.

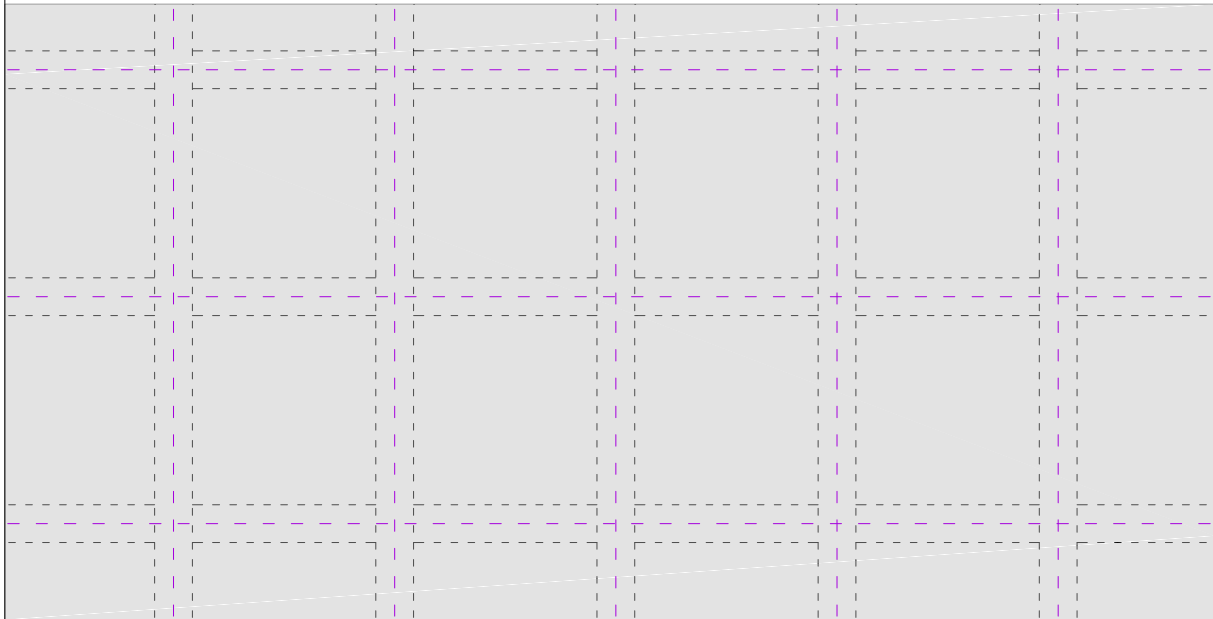
Paso 5: placas de piedra y patillas

Las placas de piedra se colocan en hileras, desde la esquina, de abajo a arriba y de izquierda a derecha. Una vez colocado el perfil de carga horizontal se presenta la placa de piedra en su posición y posteriormente se colocan las patillas de retención en la cara superior de la placa.

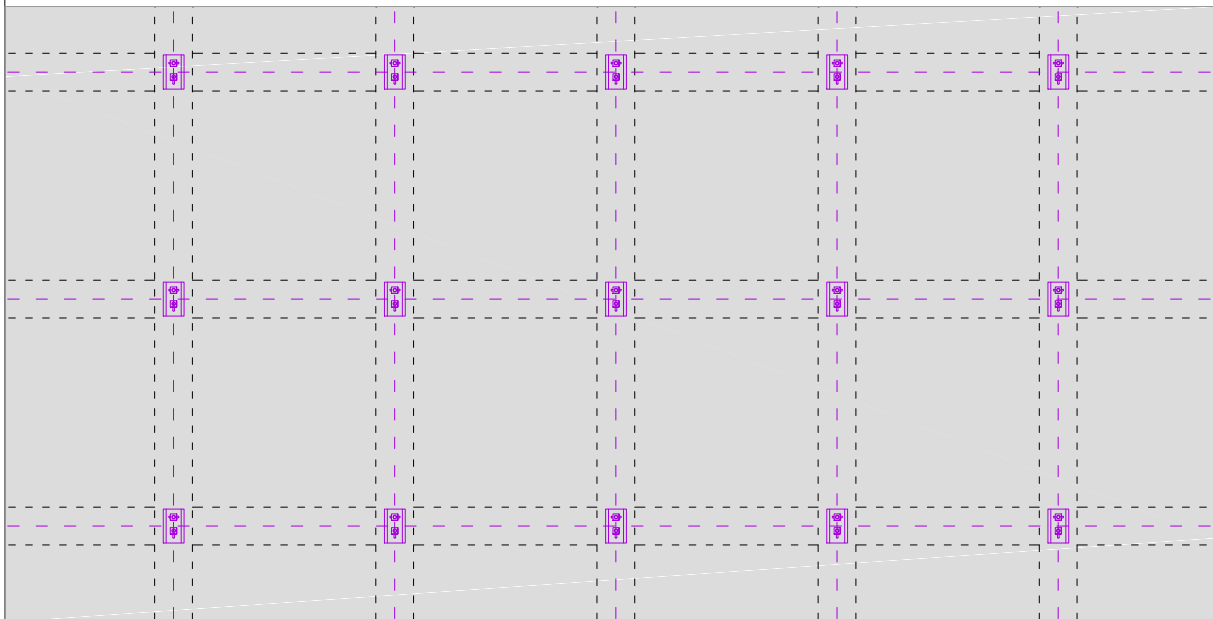
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 1



Paso 2

Paso 1: replanteo

Verificación de dimensiones, estructura soporte y colocación de la lámina impermeabilizante.

Replanteo de acuerdo a planos.

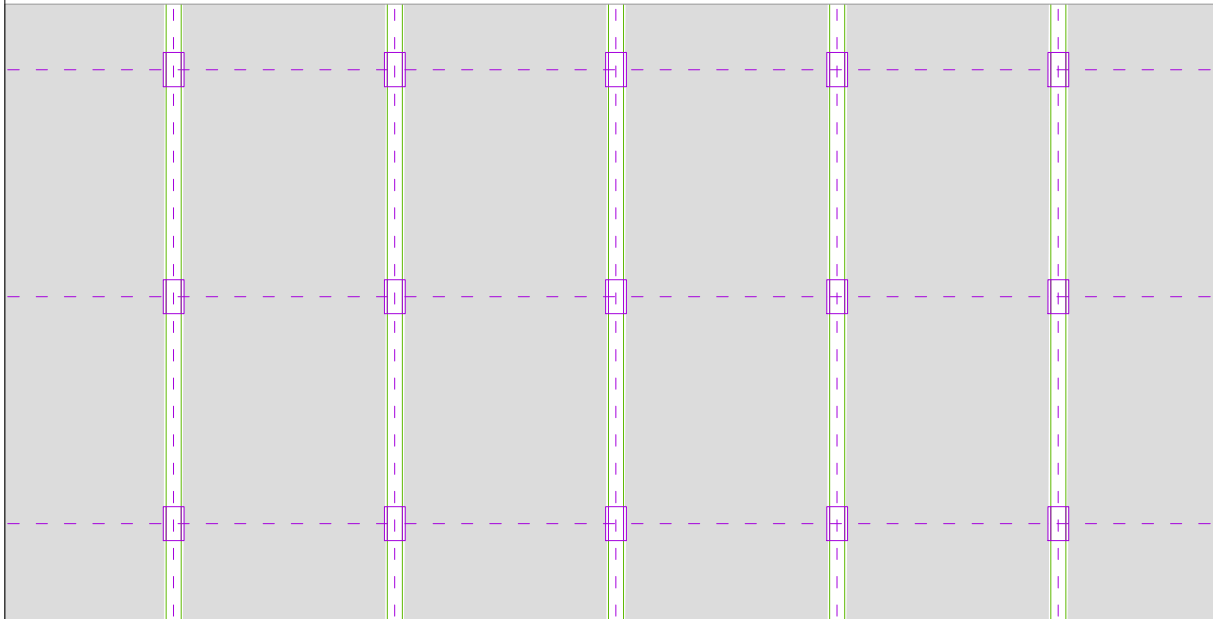
Paso 2: escuadras

Colocación de escuadras de carga y de apoyo coincidiendo con los perfiles estructurales, y en posiciones alternas.

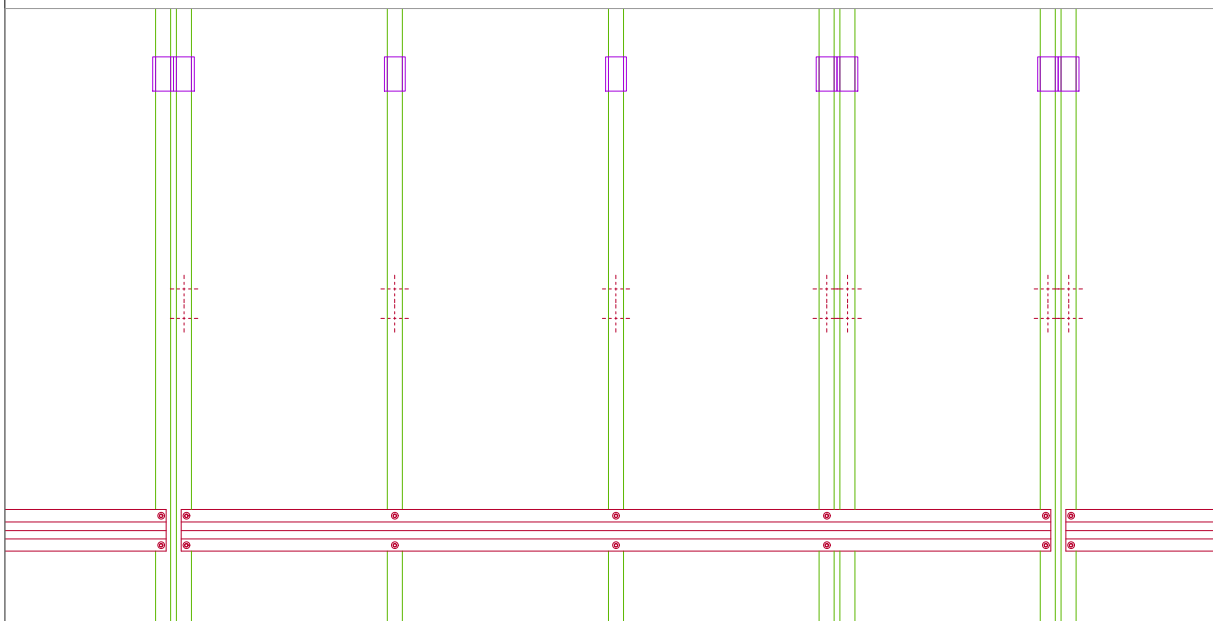
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 3



Paso 4

Paso 3: montantes

Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras. El apoyo de escuadra de carga es fijo y los apoyos de escuadra de apoyo permiten la dilatación.

Paso 4: perfiles horizontales

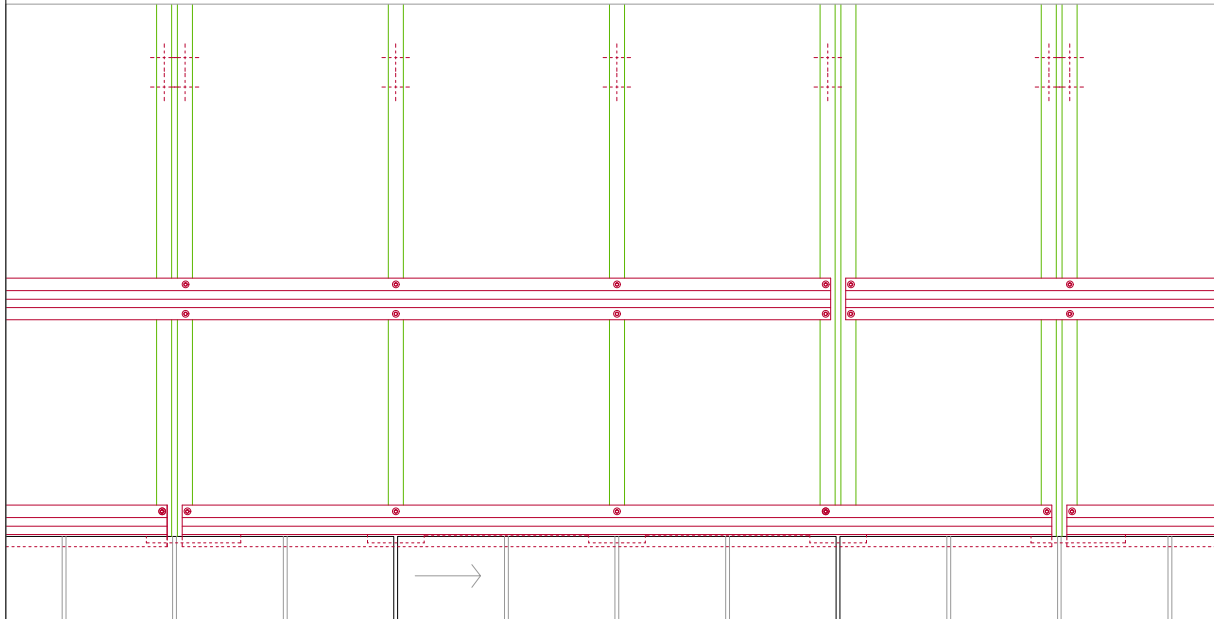
Anclaje de los perfiles horizontales de carga a las montantes respetando:

- Longitudes máximas de los perfiles
- Juntas de dilatación de perfiles.
- Vuelos máximos.

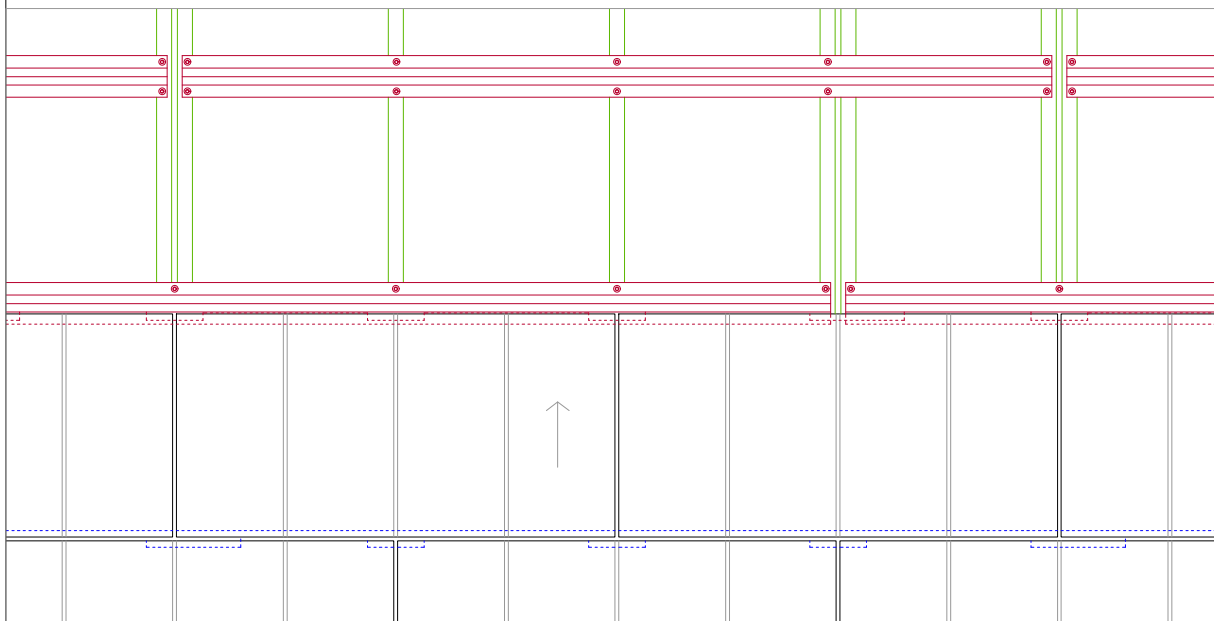
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 5



Paso 5

Paso 5: placas de piedra y patillas

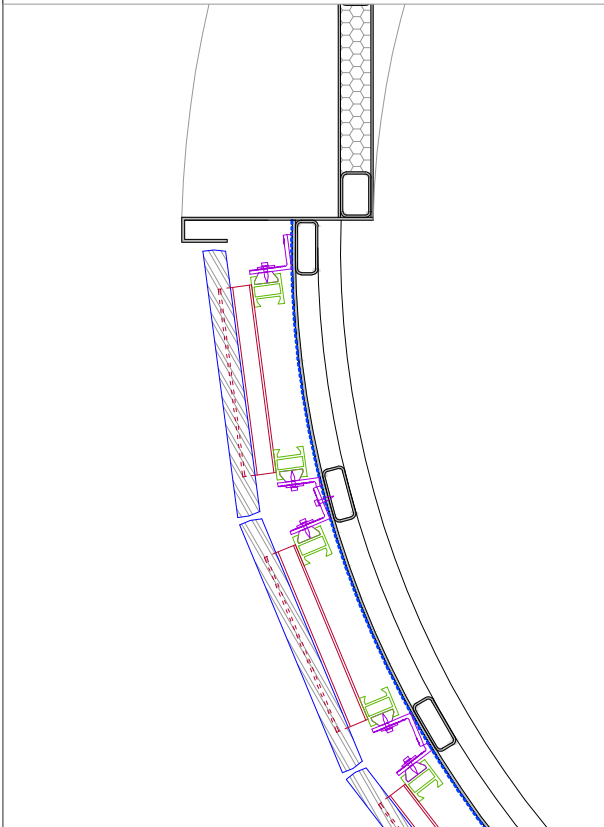
Las placas de piedra se colocan en hileras, desde la esquina, de abajo a arriba y de izquierda a derecha.

Una vez colocado el perfil de carga horizontal se presenta la placa de piedra en su posición y posteriormente se colocan las patillas de retención en la cara superior de la placa.

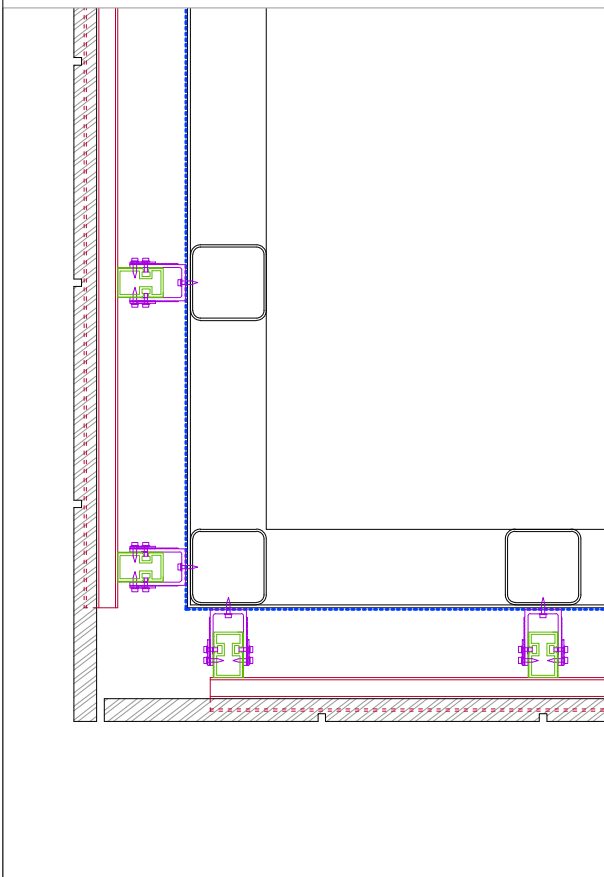
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

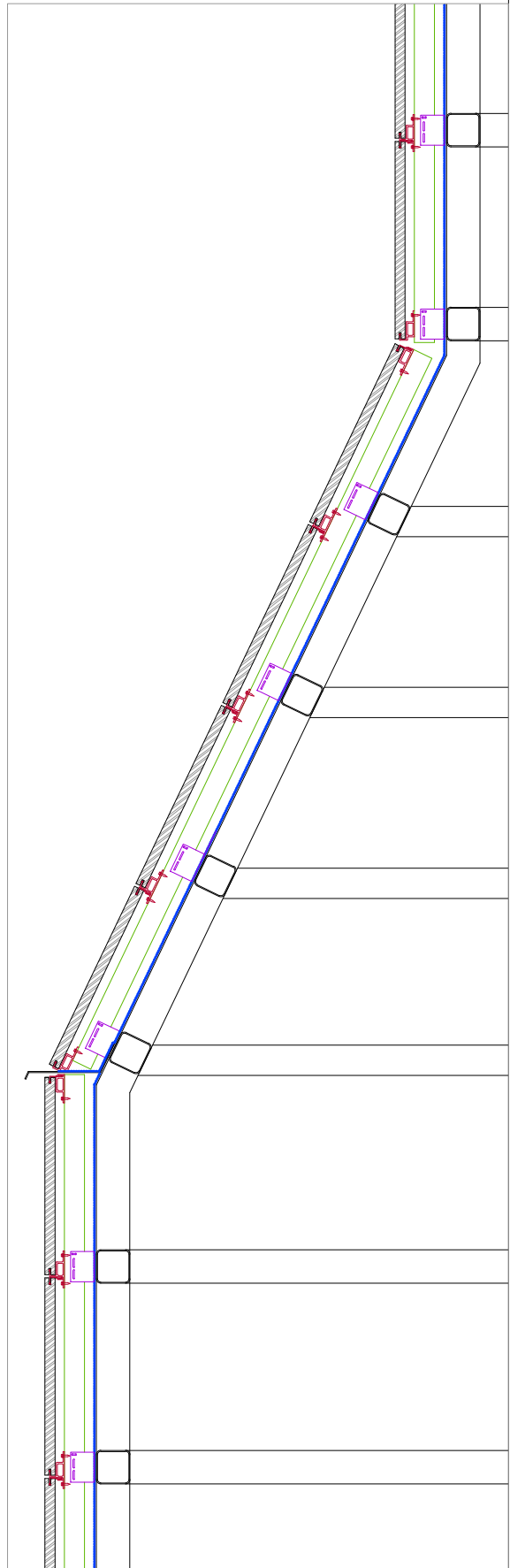
E.1.10 / 1.20



Encuentro con otros materiales

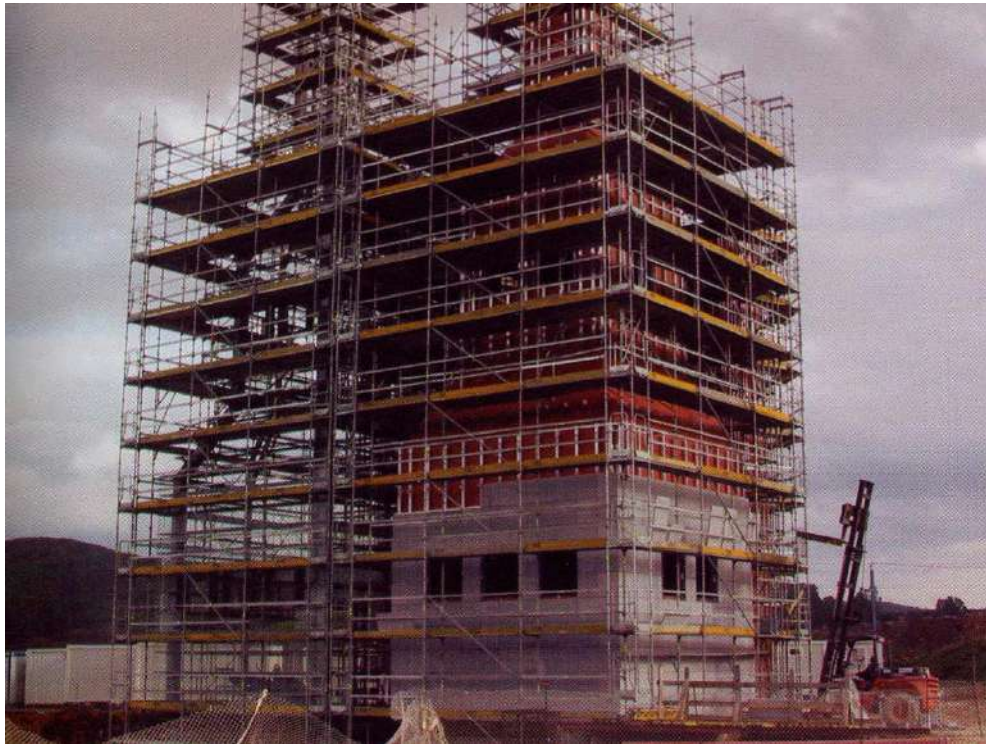


Esquina



Cambio de plano

IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO



Ciúster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. p. 165.



Ciúster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. p. 165.



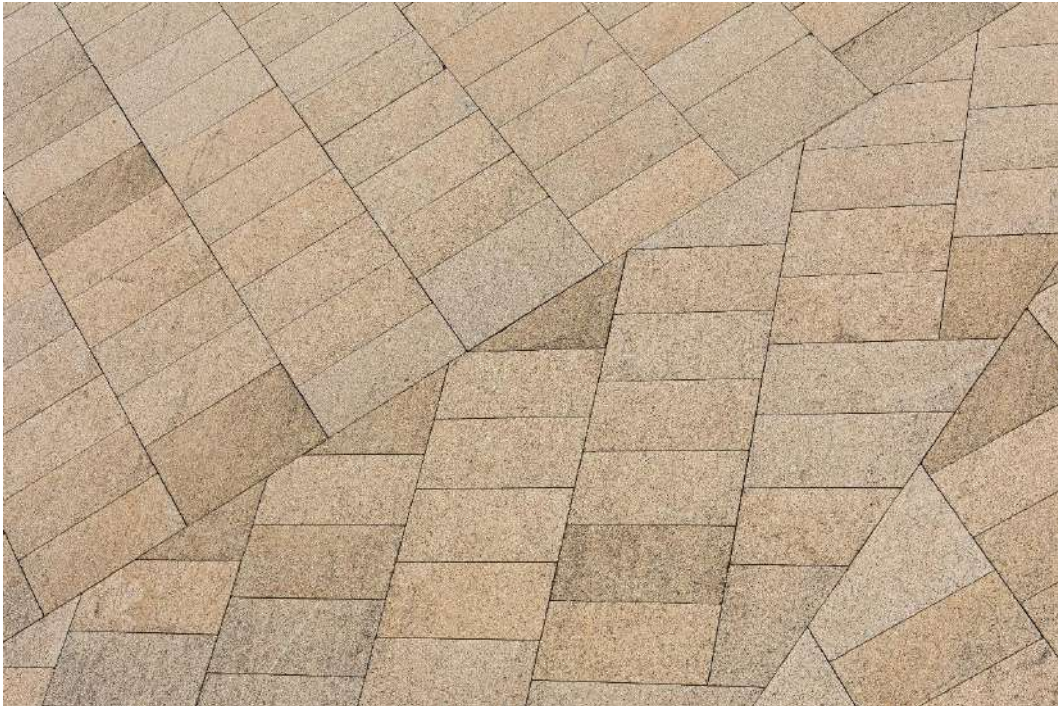
Cluster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. p. 165.



Cluster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. p. 165.

CASO DE ESTUDIO 7

PROYECTO	CENTRO MUNICIPAL DE EXPOSICIONES Y CONGRESOS DE ÁVILA
UBICACIÓN	ÁVILA. ESPAÑA
DIRECCIÓN	AV. DE MADRID, 102, 05001
AUTOR	FRANCISCO MANGADO
FECHA	PROYECTO: 2003:2004. CONSTRUCCIÓN: 2005-2009



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
Documentación del proyecto, cedida por el estudio de arquitectura Francisco Mangado.	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
	Detalles constructivos
	Imágenes de seguimiento de obra
	Imágenes de obra terminada
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Clúster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico del Granito de Galicia. págs. 10-35.	Información general
	Planteamiento
	Planimetría básica: plantas, secciones
	Detalles constructivos
	Imágenes de obra terminada
AV Monografías nº133 (2008). Arquitectura Viva S.L. Madrid. págs. 56-71	Planteamiento
	Planimetría básica: plantas, secciones
	Detalles constructivos
	Imágenes de obra terminada
AV Monografías nº141-142 (2010). Arquitectura Viva S.L. Madrid. págs. 24-33	Planteamiento
	Planimetría básica: plantas, secciones
	Detalles constructivos
	Imágenes de obra terminada

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	SEPTIEMBRE 2019
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

Ávila se ubica en una zona con una topografía mineral densa y ondulada, acotada por su muralla con una acusada pendiente, y con un interior de calles de trazado sinuoso. El proyecto se ubica a extramuros, al pie de la muralla, y pretende dialogar con esta densidad, crenado una vacío, la plaza, como mecanismo de articulación exterior con la ciudad amurallada y de espacio liberador. Esta adquiere un valor que tiene que ver con el concepto de contraste y con el concepto de límite. Desde lo alto de la muralla, el edificio se percibe como una yuxtaposición de volúmenes pétreos esculpidos en la masa granítica que forma la topografía.



PLANTEAMIENTO

El condicionante topográfico del suelo y el diálogo con las murallas son los principales condicionantes del proyecto. Se propone una gran explanada o plaza como lugar de reunión y encuentro al pie exterior de las murallas. El nivel de esta explanada coincide con uno de los más altos de la parcela, de manera que su prolongación genera un vacío interior para alojar los usos requeridos, sin que estos sobresalgan en exceso. Según se va aproximando al río, la plaza se adapta a la topografía mediante grandes pliegues poliédricos. La explanada se adapta a la topografía más baja con grandes pliegues poliédricos, conservando el carácter de mirador en el lateral, estableciendo una relación visual con el río.

La edificación ocupa el lateral norte de la explanada, ocupando dos geometrías. Una más ortogonal y alargada, que contiene los auditorios y salas principales y a la que se accede desde la plaza; y otra irregular, adaptada a la topografía, que alberga el área de exposiciones y cuenta con un acceso independiente. Los usos se conectan por la planta sótano.



Fotografía de la autora



Fotografía de la autora



Fotografía de la autora

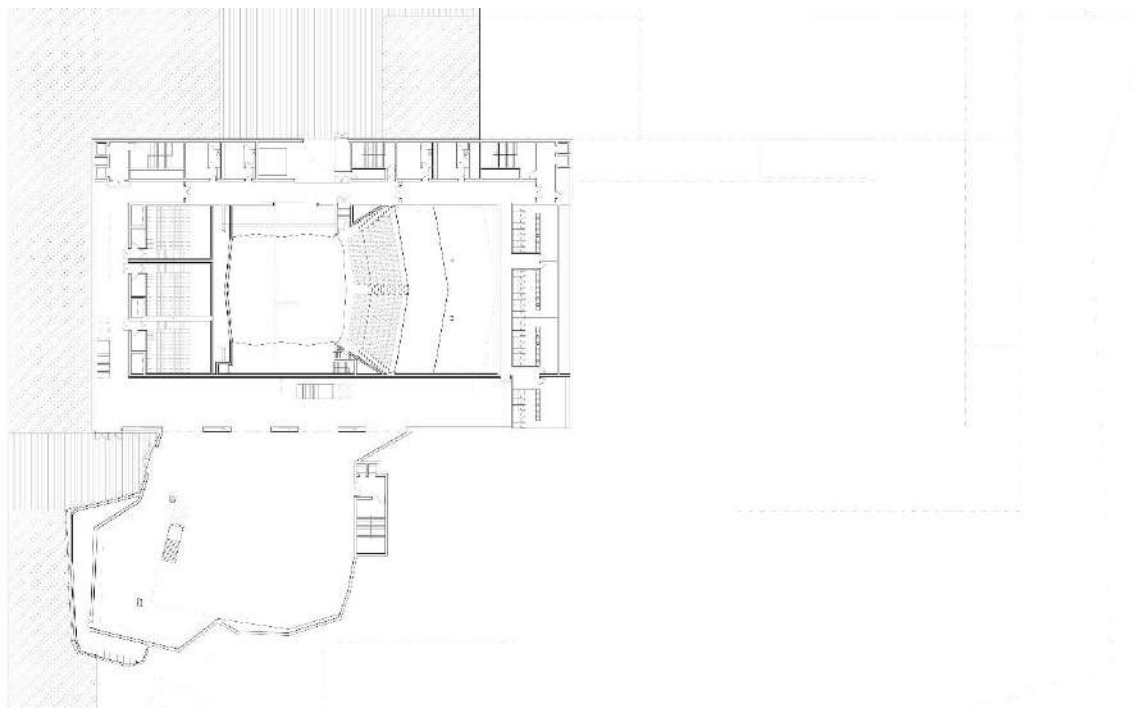


Fotografía de la autora

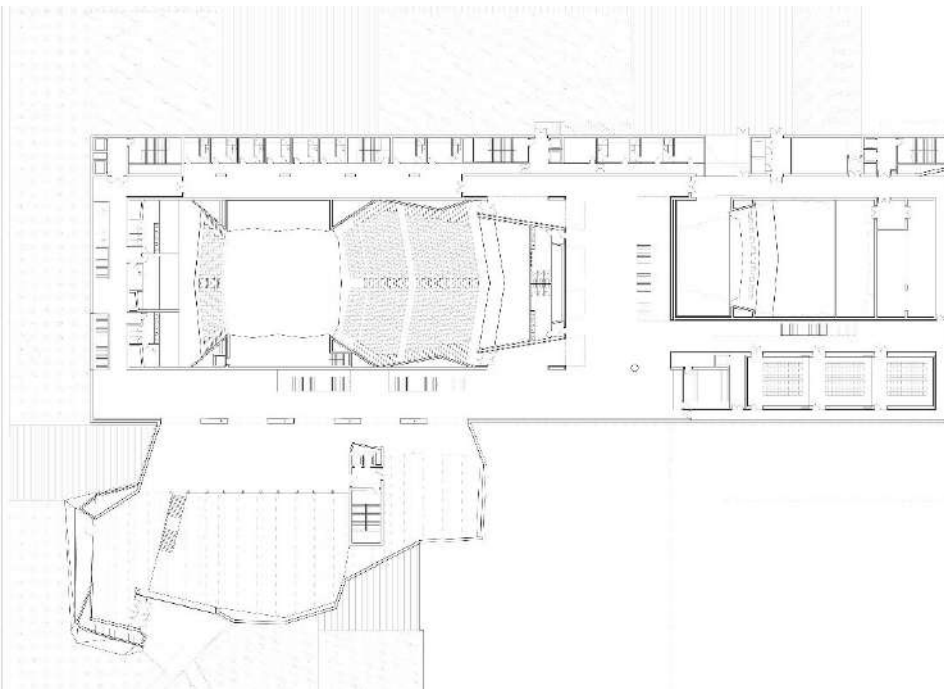


Fotografía de la autora

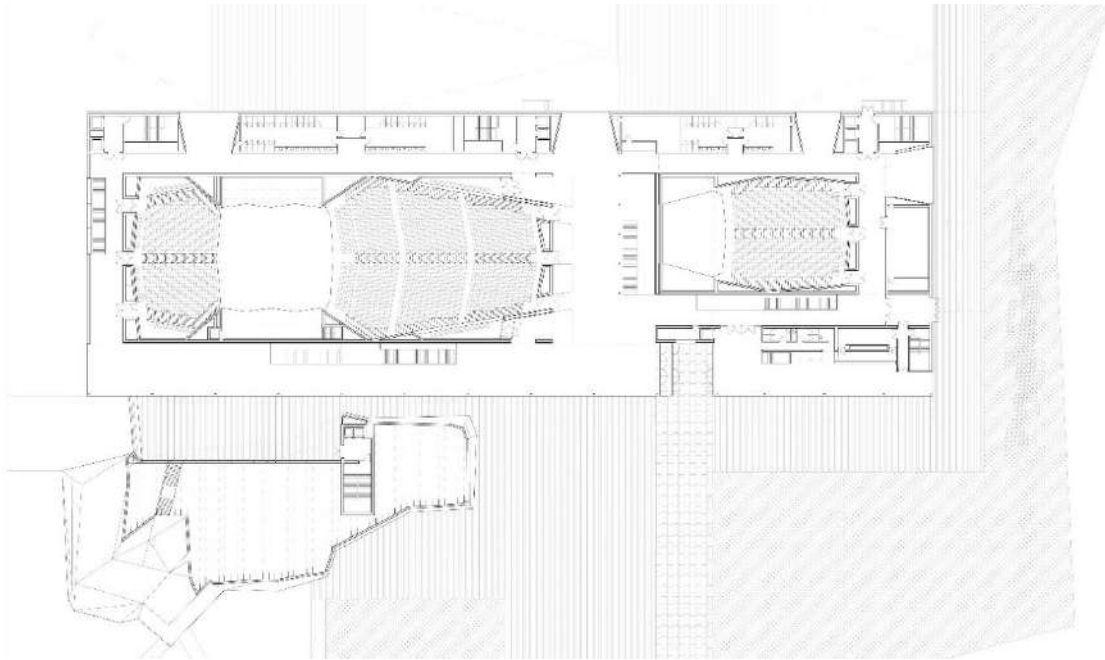
PLANIMETRÍA BÁSICA



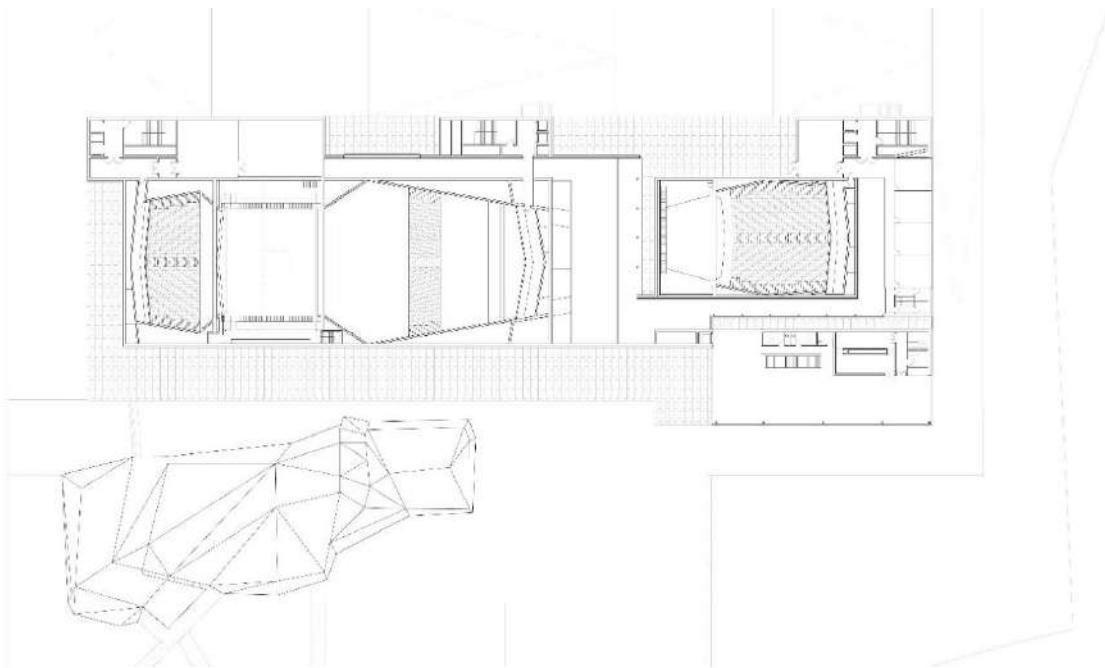
Planta Sótano 2
Cedida por el arquitecto autor



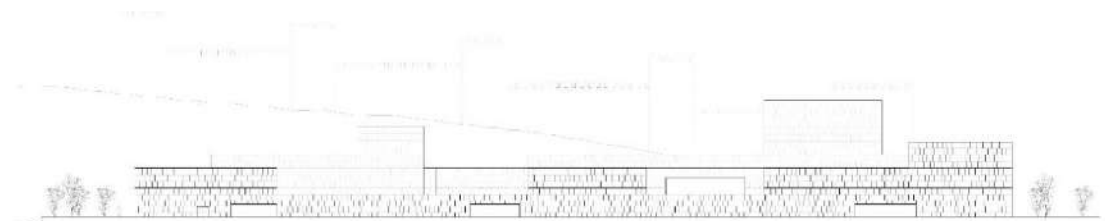
Planta Sótano 1
Cedida por el arquitecto autor



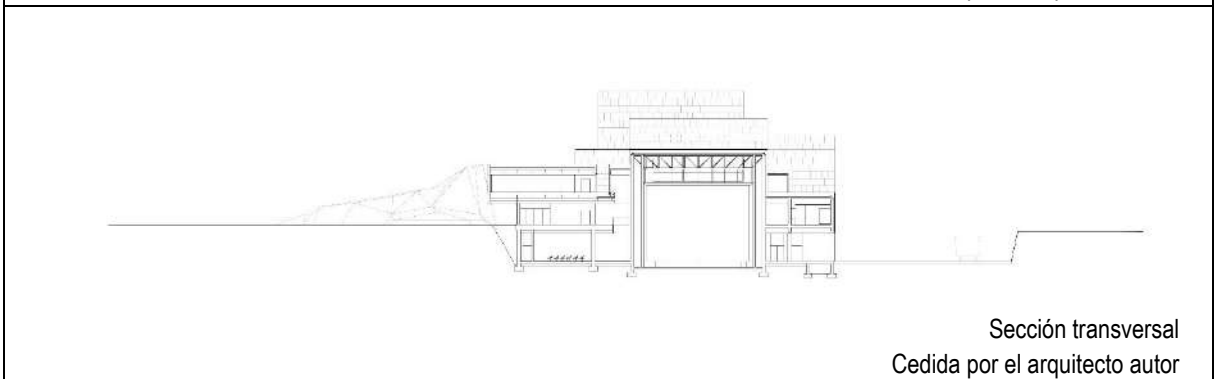
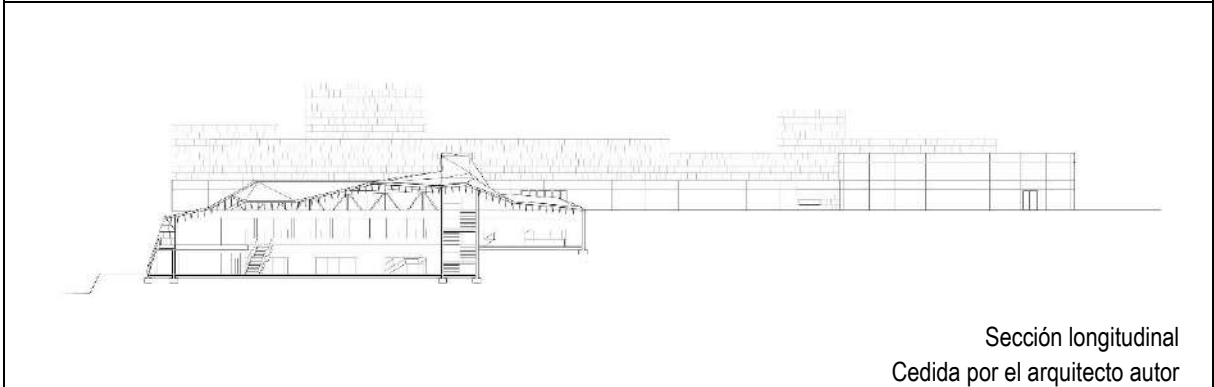
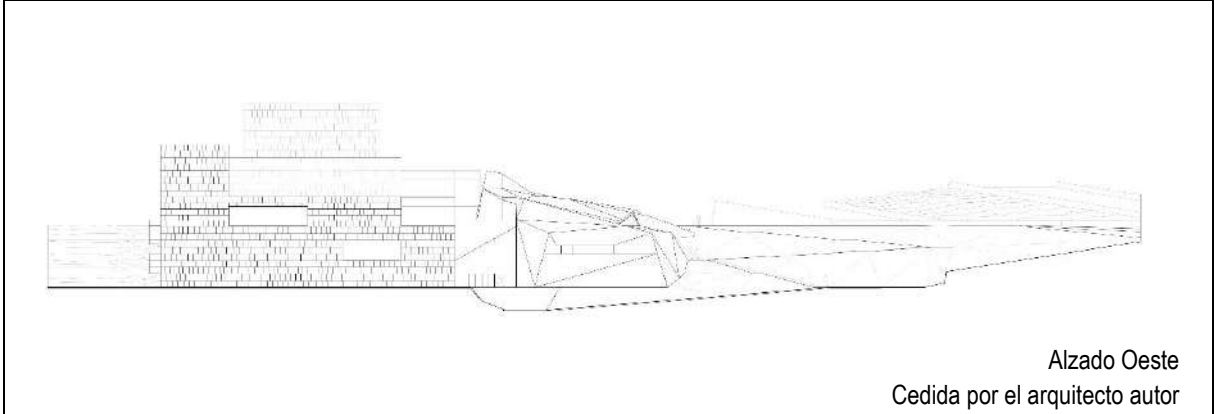
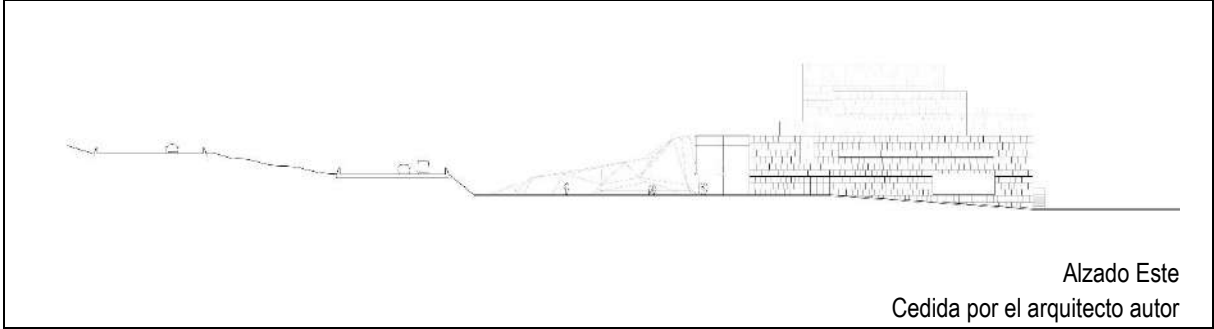
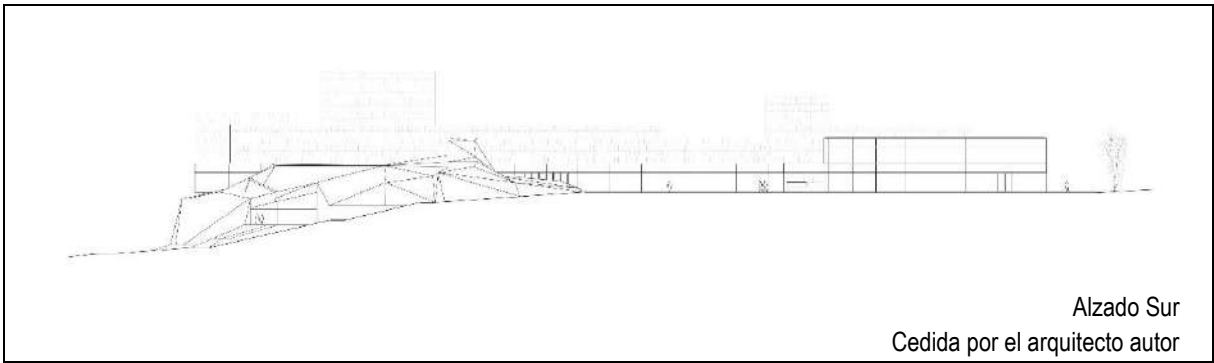
Planta Baja
Cedida por el arquitecto autor



Planta Primera
Cedida por el arquitecto autor



Alzado Norte
Cedida por el arquitecto autor

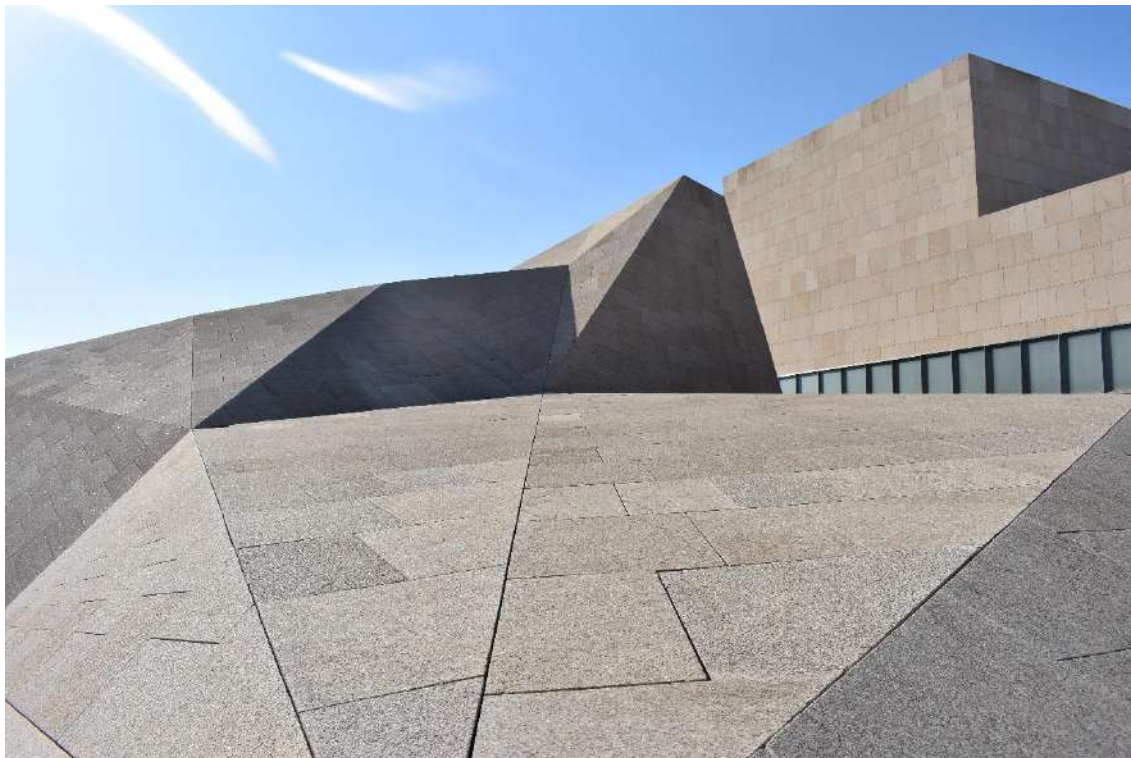


4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

Las fachadas y los volúmenes se inspiran desde un punto de vista formal y constructivo en la fuerza del paisaje y la masa granítica en la que se asienta, pensados para ser vistos desde la distancia y desde el alto de las murallas como una “manipulación cincelada de la gran roca del terreno”, percibiéndose como una yuxtaposición de volúmenes y no como planos independientes. Por ello las cubiertas se entienden como una prolongación de las fachadas.

El edificio ortogonal y alargado se percibe como un volumen más preciso, mientras que el volumen de la sala de exposiciones se percibe como una pieza topográfica que se adapta al terreno natural generando una serie de pliegues, que permiten entrada de luz natural.

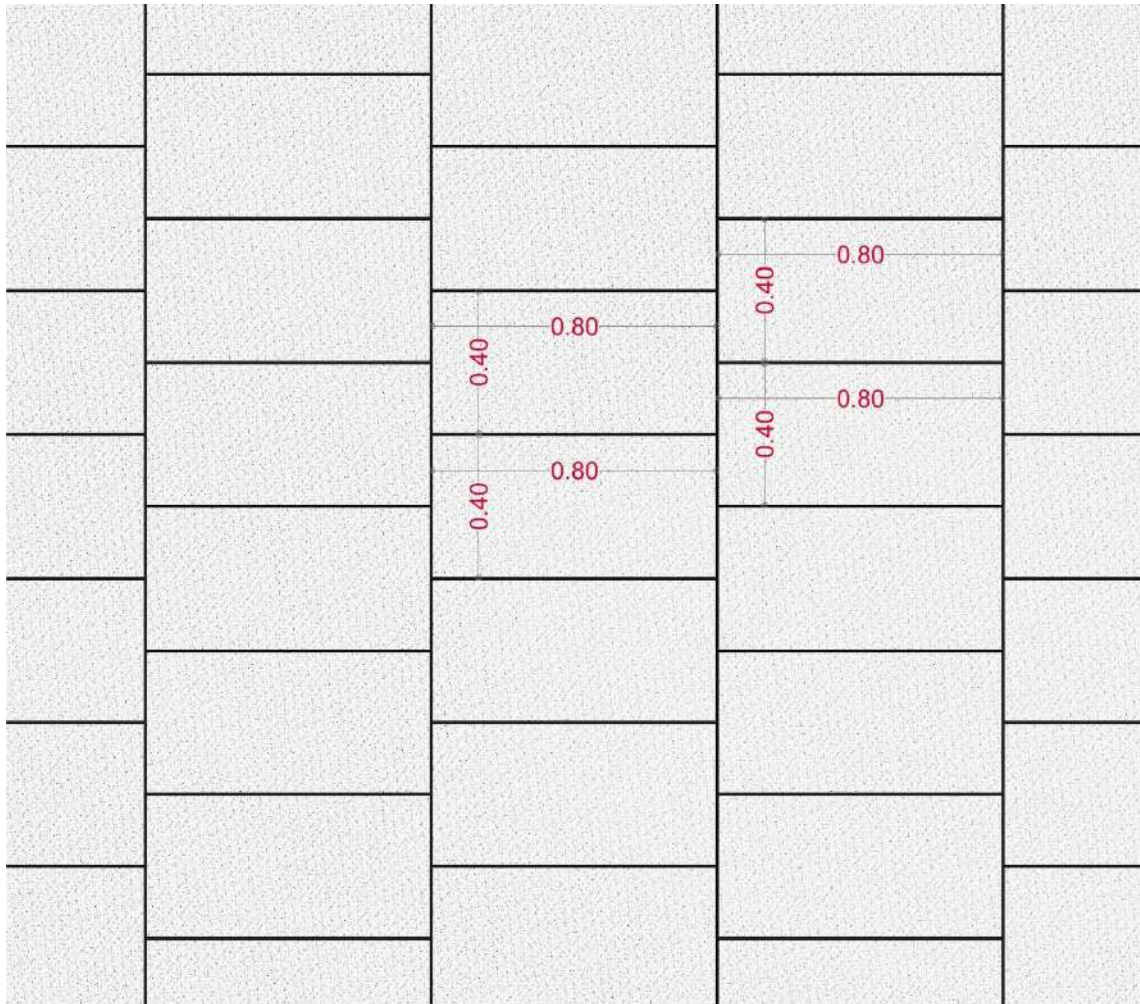


TIPO DE PIEDRA

Se empleó granito amarillo Villareal de 4 centímetros de espesor, con acabado abujardado y arenado según zonas.

DESPIECE

Despiece a base de bandas de placas de 80 centímetros de base y 40 centímetros de altura que se posicionan intercaladas de tal manera que las juntas horizontales entre placas quedan discontinuas y equidistantes. La envolvente se adapta a los volúmenes definidos por el soporte, por lo que la dirección de colocación de las bandas de piedra no es siempre vertical, pudiendo girarse o inclinarse hasta otras posiciones.

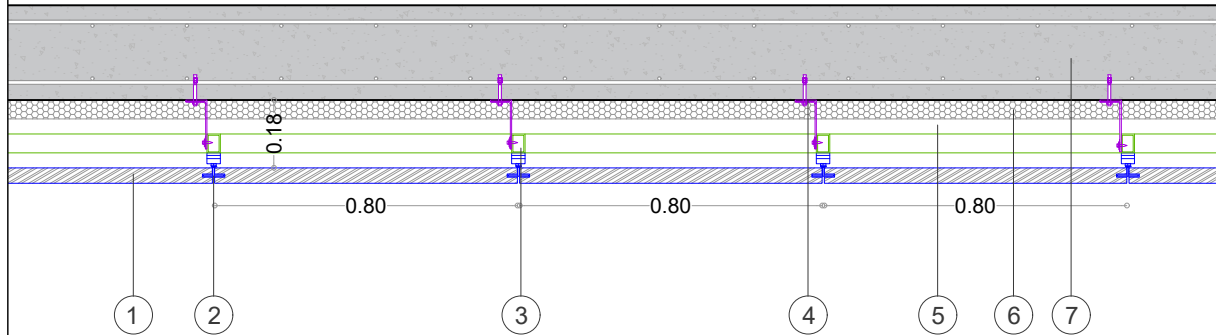


4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Granito				
Acabado	Abujardado, arenado				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	Pieza tipo de 80 x 40 centímetros. En las intersecciones piezas a medida				
Espesor	4 centímetros				
Despiece	Bandas continuas con juntas transversales discontinuas, adaptándose a distintas inclinaciones definidas por el volumen del soporte.				
Juntas	Vertical	0,6 centímetros	Corte	Recto, biselado	
	Horizontal	0,6 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input checked="" type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
Aislamiento	5 centímetros				
Cámara de aire	13 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Estructura	Horizontal	Forjados Vigas	Chapa colaborante		
			Acero laminado		
	Vertical	Muro de hormigón armado			
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Muro soporte	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
	Espesor	25 centímetros			
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

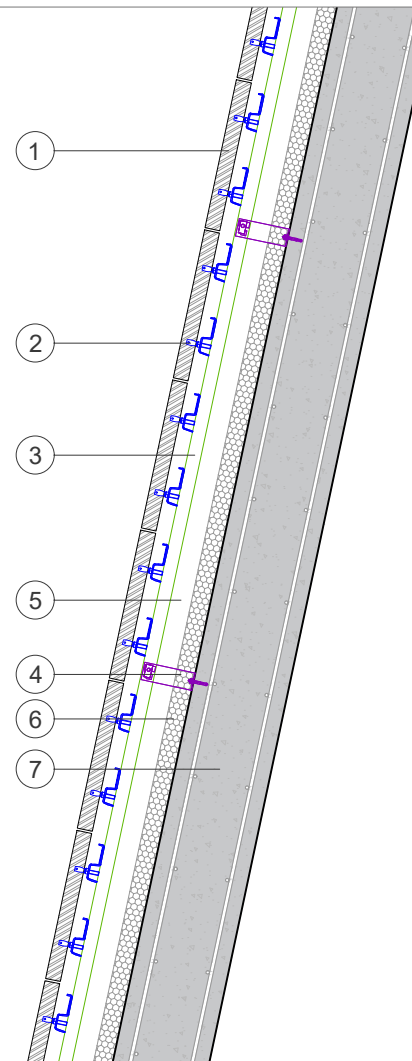
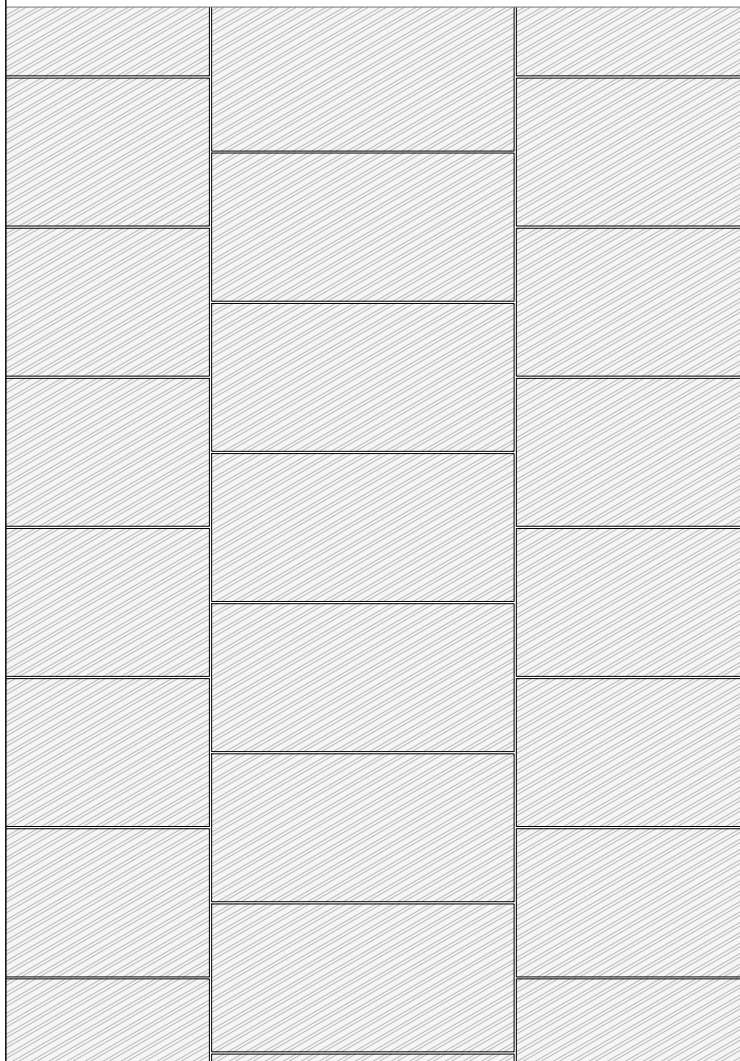
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.20



Planta



Alzado

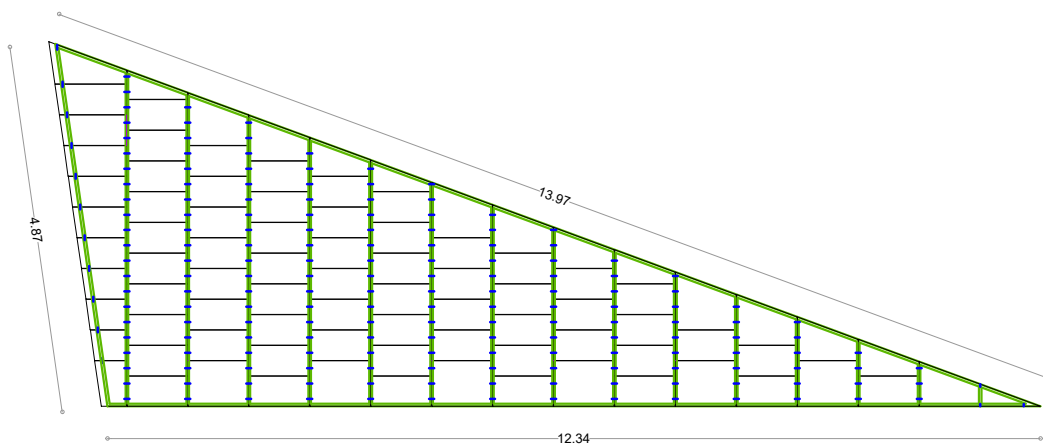
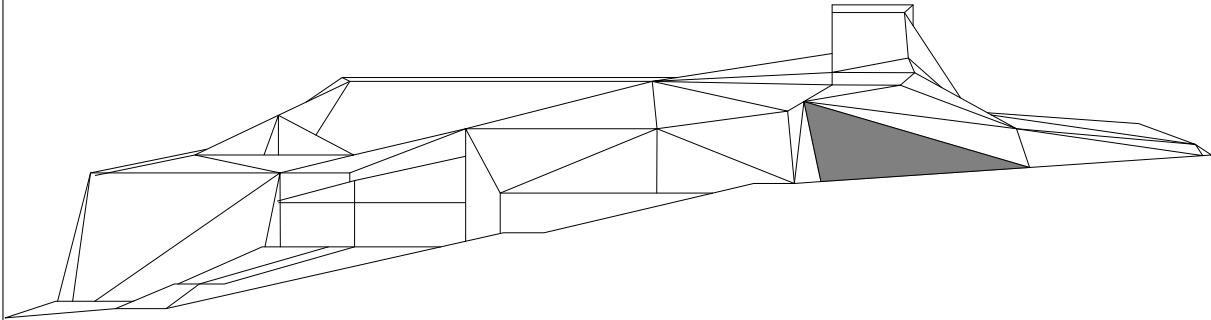
Sección

- | | |
|--|---|
| 1. Placa de piedra e= 4 cm | 5. Cámara de aire ventilada e= 13 cm |
| 2. Anclaje puntual de carga/retención | 6. Aislamiento térmico e = 5 cm |
| 3. Subestructura de perfiles de aluminio de 3,5 x 5 cm | 7. Muro soporte de hormigón armado e= 25 cm |
| 4. Escuadra de aluminio | |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10



El volumen del espacio de exposiciones se sintetiza en una serie de planos geométricos, con distinta posición e inclinación. La colocación de las placas de piedra requiere el estudio pormenorizado del despiece en cada uno de los planos generados así como de los encuentros entre ellos.

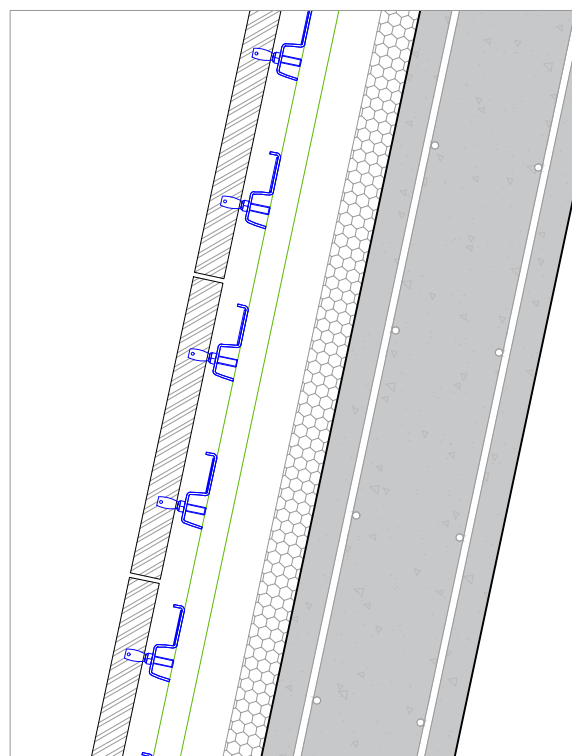
Fijación de las placas de piedra

Las placas de piedra se sujetan mediante anclajes puntuales fijados a una subestructura de montantes, ubicados en las juntas verticales.

Cada placa lleva 4 puntos de anclaje (posición simétrica con respecto a los ejes vertical y horizontal), 2 de carga en la junta inferior y 2 de retención en la junta superior.

Al estar posicionadas las placas dejando las juntas horizontales discontinuas, se han posicionado los anclajes de tal manera que queden a la misma distancia del borde en todas las placas.

Cada anclaje se une a dos placas de piedra adyacentes, funcionando como anclaje de carga para una de las placas y de retención para la otra.



Sección

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.10

$L_1 / L_2 = 2$

SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

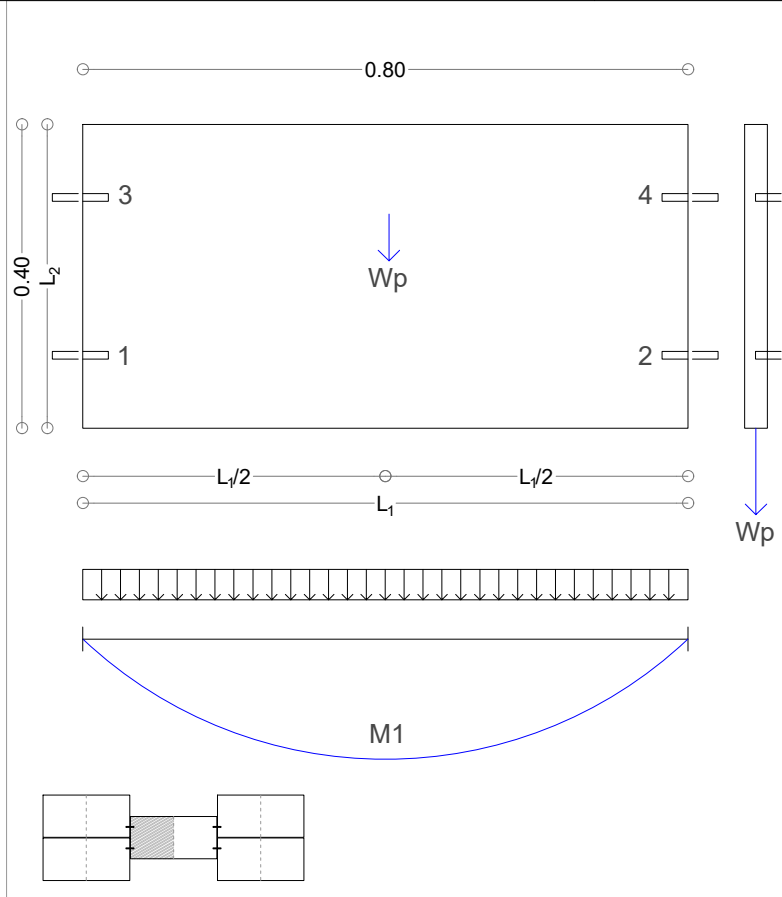
Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 2 anclajes de carga ubicados en las juntas verticales.

$W_{p1} = W_{p2} = \frac{1}{2} W_p$

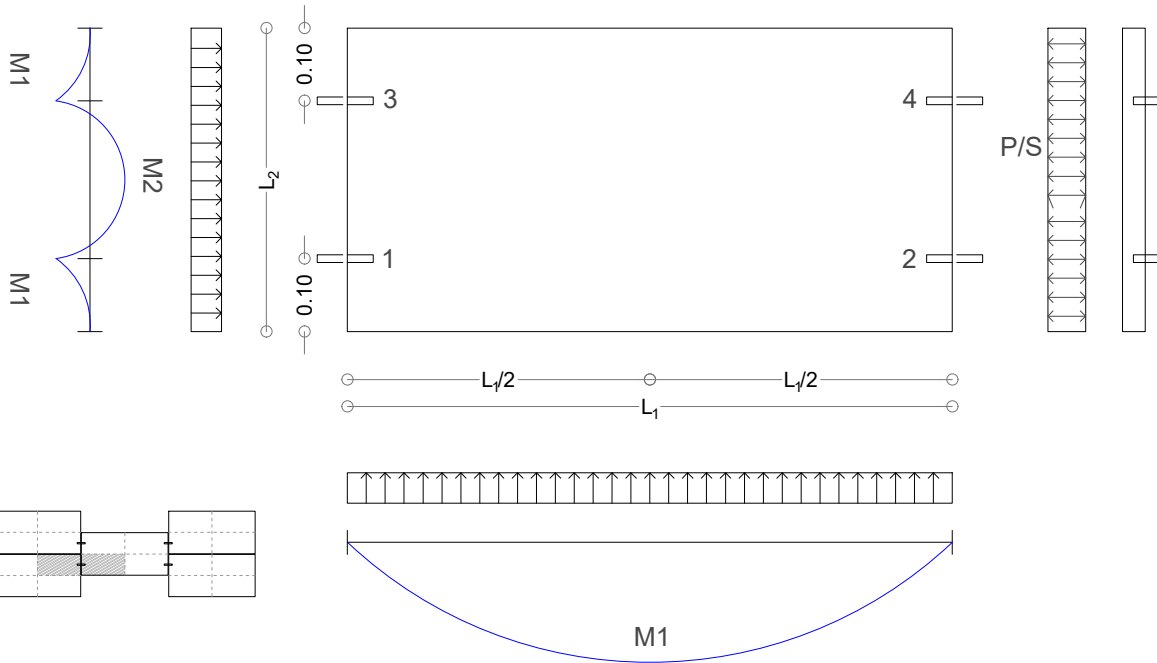
SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de 4 anclajes. Cada anclaje soporta $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de P/S de la placa + $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de P/S de la placa adyacente.

$P/S_1 = P/S_2 = P/S_3 = P/S_4 = \frac{1}{2} P/S$



Peso propio



Viento

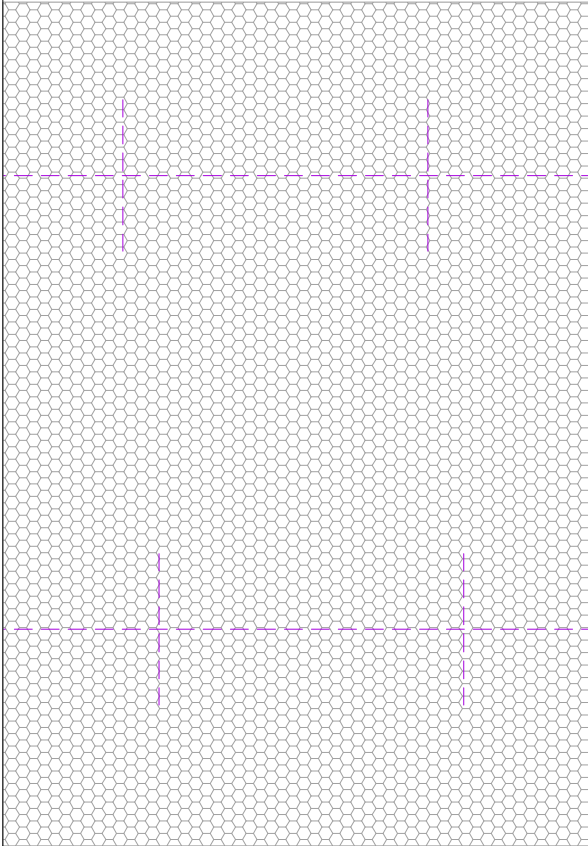
Solicitaciones

- P/S Presión/succión del viento
- Wp Peso propio de la placa de piedra

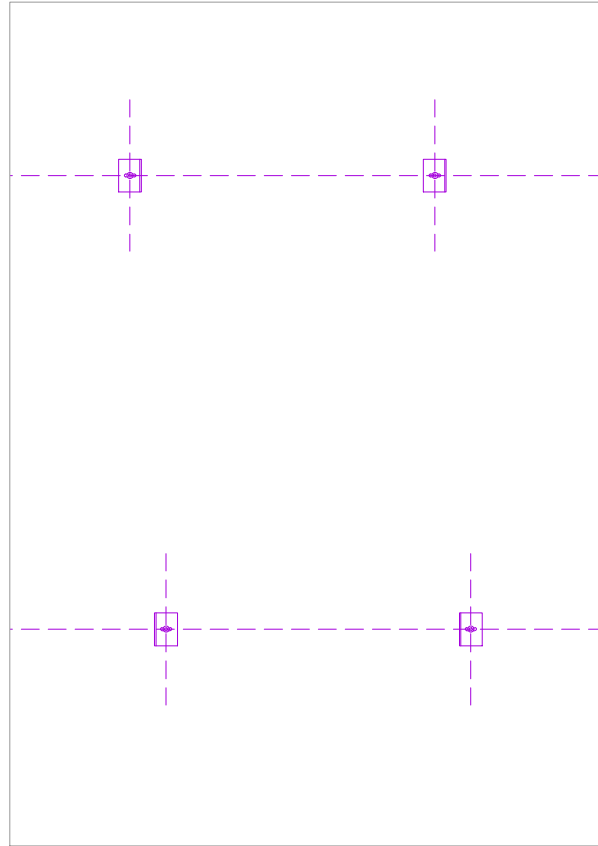
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

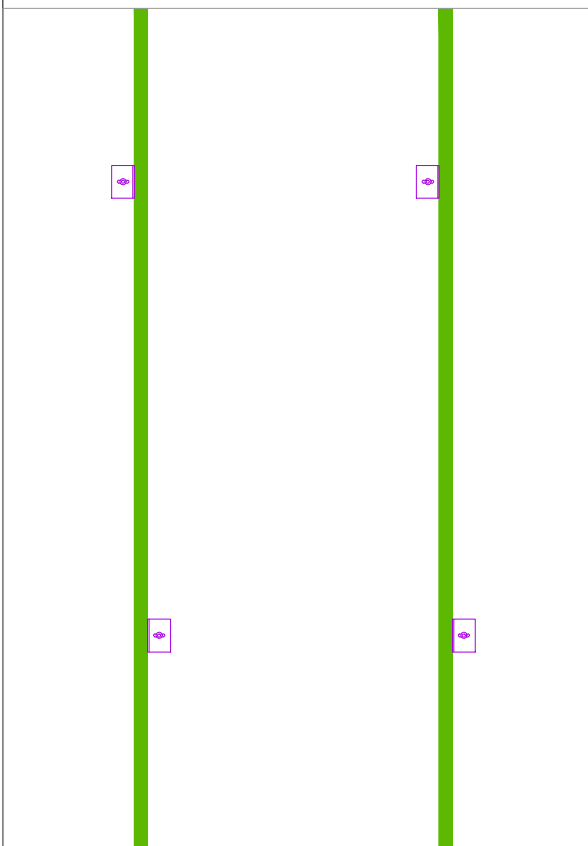
E.1.20



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Paso 1:

Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de la posición de escuadras de acuerdo a planos.

Paso 2:

Colocación de escuadras.

Paso 3:

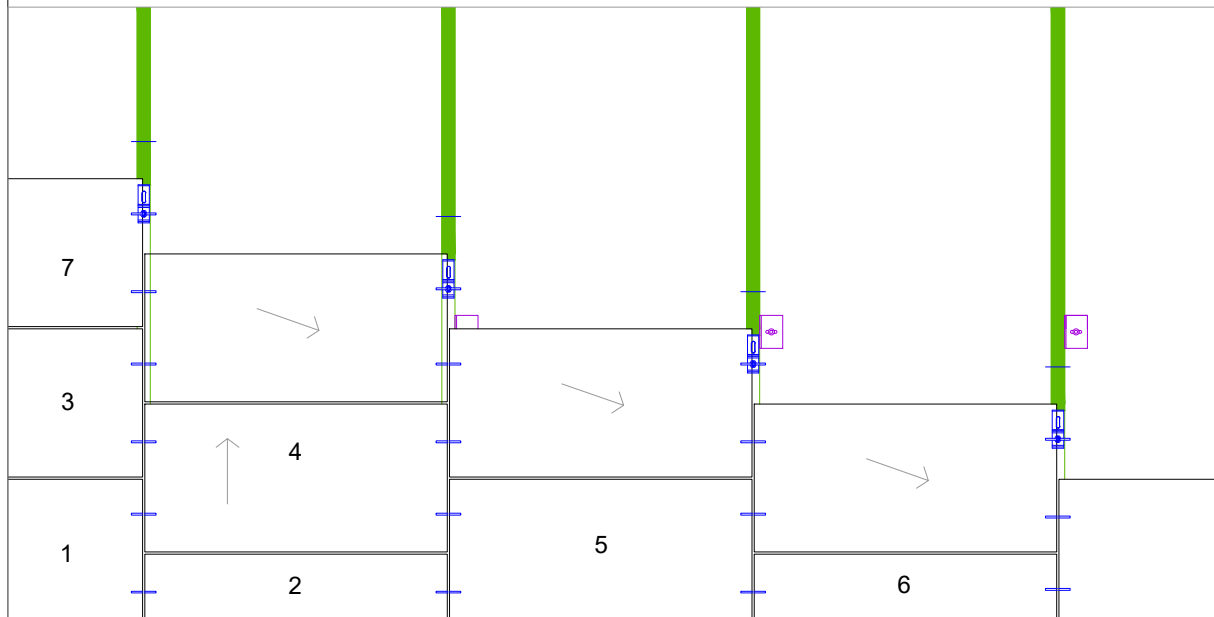
Colocación de montantes y travesaños o diagonales en los casos necesarios.

Verificación de la posición de los perfiles y distancia respecto al soporte

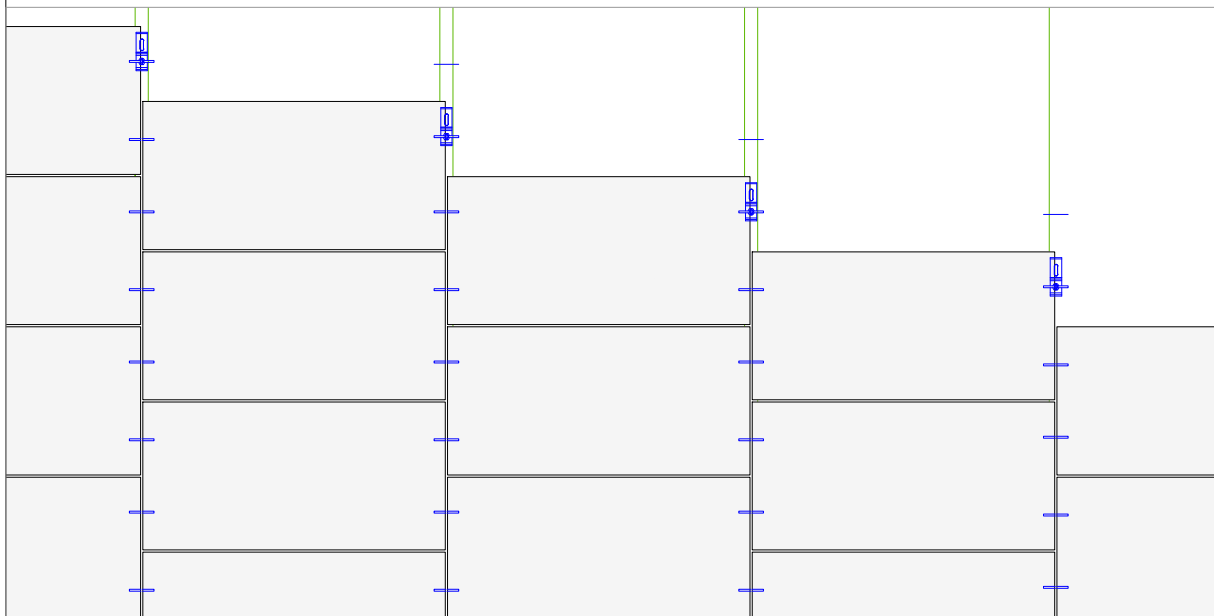
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 4



Paso 5

Paso 4:

Colocación de la primera placa de piedra inferior izquierda (1), y el primer anclaje de carga. Se apuntala el lado derecho para sustentar la placa y colocar el anclaje de carga derecho. Fijar y alinear los anclajes. Fijación y alinear los anclajes de retención de la placa dejando los ajustes necesarios.

Paso 5:

Colocación en su posición la placa a la derecha (2) y el anclaje de carga. Fijar y alinear.
Colocación en su posición la placa superior izquierda (3) y los anclajes de carga. Fijar y alinear.

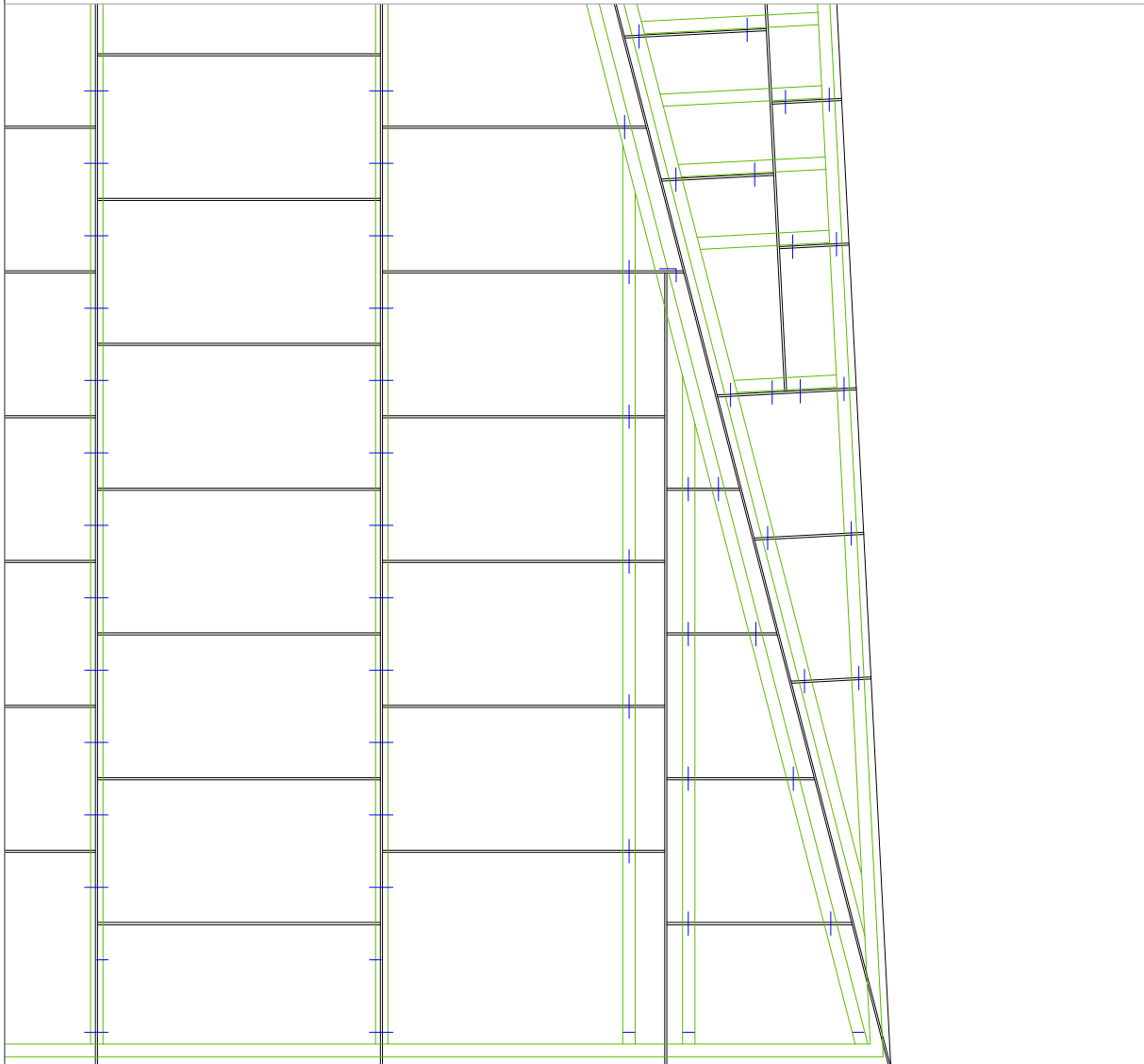
Paso 6:

Repetir el proceso. Al estar las placas de piedra escalonadas, el proceso de colocación debe hacerse diagonalmente.

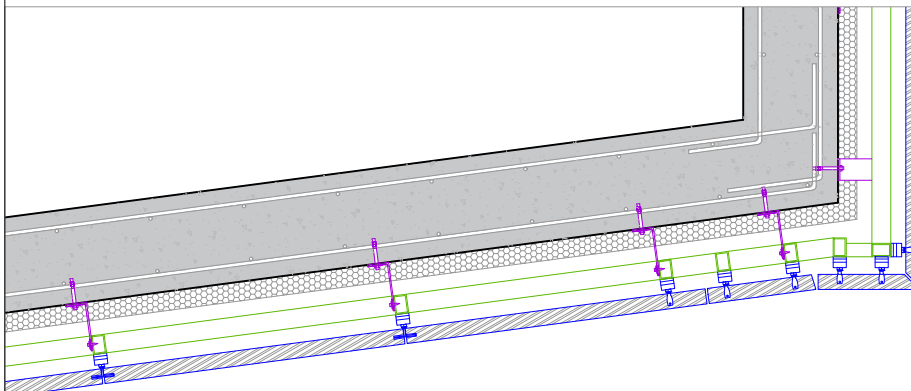
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.20



Resolución de esquina



1. Placa de piedra e=5 cm
2. Patilla de retención de aluminio tipo A
3. Anclaje en L de aluminio tipo B
4. Cámara de aire ventilada de e= 5 cm
5. Subestructura de montantes de aluminio
6. Escuadra de apoyo de aluminio
7. Aislamiento de espuma de poliestireno extruido e = 5 cm
8. Muro soporte de bloques de termoarcillade 14 cm de espesor + enfoscado exterior de mortero hidrófugo 1 cm

4.4. SISTEMA DE FACHADA

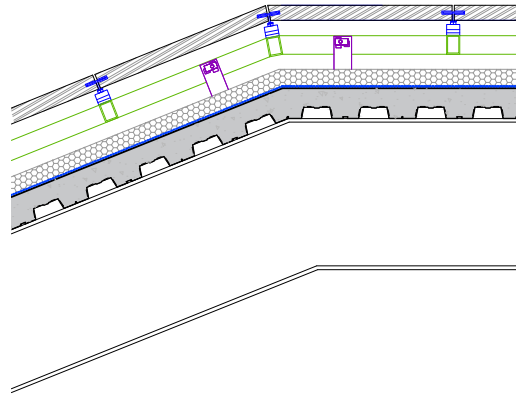
FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.20

En el caso de las fachadas muy inclinadas se deben plantear prácticamente como cubiertas, teniendo especial cuidado en asegurar la estanqueidad a la entrada de agua.

En este caso se ha introducido una lámina de pvc sobre el forjado de chapa colaborante. Se debe prestar atención a las perforaciones realizadas en esta al fijar las escuadras, que deben ser las mínimas necesarias.

También se han previsto juntas entre placas de 6 milímetros y un espesor de cámara de aire holgado para que la entrada de agua a la cámara sea mínima y la posibilidad de que la supuesta gota que entre llegue a la superficie del soporte.



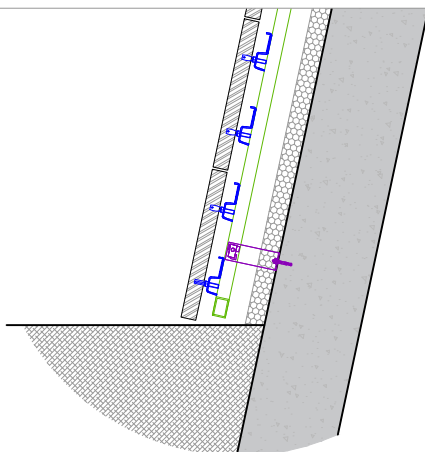
La volumetría generada por la envolvente refleja numerosos puntos singulares que no pueden resolverse mediante el mismo sistema constructivo y que requieren un estudio detallado. Es difícil que todos estos encuentros singulares se prevean durante la etapa de proyecto, por lo que requerirán estudios detallados en obra y elaboración de planos específicos detallando la tecnología empleada.

Aquellos casos en los que se modifique la forma de trabajo de la placa de piedra, la posición del anclaje o el tipo de fijación requerirán ensayos en obra que aseguren que las placas trabajan correctamente.

Asimismo estas situaciones pueden generar deficiencias con el paso del tiempo y requerirán un mantenimiento más periódico, por lo que es importante prever un método para la sustitución y/o reparación de placas.

Los puntos conflictivos más habituales son:

- Numerosas placas con formas irregulares. En algunos casos se han sujetado placas con 3 anclajes, dos inferiores de carga y uno de retención.
- Placas con esquinas muy pronunciadas, que generan dificultades para ubicar los anclajes.
- Esquinas en las que se unen numerosas placas, que generan dificultades para ubicar los anclajes y favorecen la rotura.
- Placas en zonas expuestas a impacto o mala utilización por parte del usuario. Al no estar esas zonas macizadas o con placas de mayor espesor están más expuestas a la rotura.



Remate inferior

El tipo de anclajes utilizados, ubicados en las juntas verticales, permite que, en general, se pueda utilizar en la pieza de remate inferior sin variar su posición.

No obstante en algunas posiciones como esquinas o encuentro con placas con despiece en otra dirección se ha colocado el anclaje ubicado en una ranura puntual en el reverso de la placa, tal como se muestra en el detalle.

En algunos encuentros se ha modificado la ubicación del anclaje y la dirección del pasador, colocándolo en las juntas horizontales.

1. Placa de piedra e=5 cm
2. Patilla de retención de aluminio tipo A
3. Anclaje en L de aluminio tipo B
4. Cámara de aire ventilada de e= 5 cm
5. Subestructura de montantes de aluminio

6. Escuadra de apoyo de aluminio
7. Aislamiento de espuma de poliestireno extruido e = 5 cm
8. Muro soporte de bloques de termoarcillado 14 cm de espesor + enfoscado exterior de mortero hidrófugo 1 cm

PUNTOS SINGULARES



Tipos de juntas. Fotografía de la autora



Esquinas. Fotografías de la autora



Cambios de plano. Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Fotógrafo Roland Halbe. Cedida



Remate inferior. Fotografías de la autora



Resolución del hueco de acceso. Fotografías de la autora

IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO



Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Cedida



Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Cedida



Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Cedita



Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Cedita



Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Cedida



Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Cedida



Archivo fotográfico Mangado Arquitecto. Cedita



Archivo El Norte de Castilla. <https://www.elnortedecastilla.es/20080504/avila/palacio-construccion-20080504.html>
(consulta 12.05.2020)

CASO DE ESTUDIO 8

PROYECTO	CENTRO DE INTERPRETACIÓN DE ARTE RUPESTRE
UBICACIÓN	CAMPO LAMEIRO, PONTEVEDRA. ESPAÑA
DIRECCIÓN	C/ RÚA ÁNGEL REBOLLO, 91, 15002
ARQUITECTO	R V R - ARQUITECTOS
FECHA	PROYECTO 2002-2004, CONSTRUCCIÓN 2005-2009



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
Documentación del proyecto de ejecución, cedida por el estudio de arquitectura r v r-arquitectos	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
	Detalles constructivos generales
	Detalles constructivos de puntos singulares
	Propuesta de despiece de la fachada
	Imágenes del seguimiento de obra
	Imágenes de ensayos de anclajes en obra
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Cluster del Granito (2012). Arquitectura en granito. Fundación Centro Tecnológico de Granito de Galicia. pp. 84-103	Información general
	Memoria descriptiva
	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
	Detalle constructivo
	Imágenes de seguimiento de obra
AAVV (1996). Tectónica nº 35. ATC Ediciones, Madrid. pp. 54-71	Imágenes de obra terminada
	Propuesta de despiece de la fachada
	Axonometría constructiva de punto singular
http://www.rvr-arquitectos.es/rvr/ (consultado el 11.03.2018)	Imágenes de obra terminada
	Memoria descriptiva
	Imágenes de obra terminada

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	OCTUBRE 2016
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

Este edificio se ubica dentro del parque arqueológico del arte rupestre de Campo Lameiro, entre la carretera y el parque, una de las concentraciones de arte rupestre al aire libre más importantes de Europa. El Parque arqueológico está situado en una zona elevada orientada en dirección norte sur, rodeada por valles profundos al norte y al oeste y por un valle más ancho, ocupado por tierras de cultivo al este y al sur.

El edificio forma con el parque un proyecto unitario de intervención en el paisaje, encaminado a la recuperación de toda el área y a la comprensión de la relación simbólica y topológica de los grupos de grabados con el territorio en que se ubican. Está situado al sur del área arqueológica.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

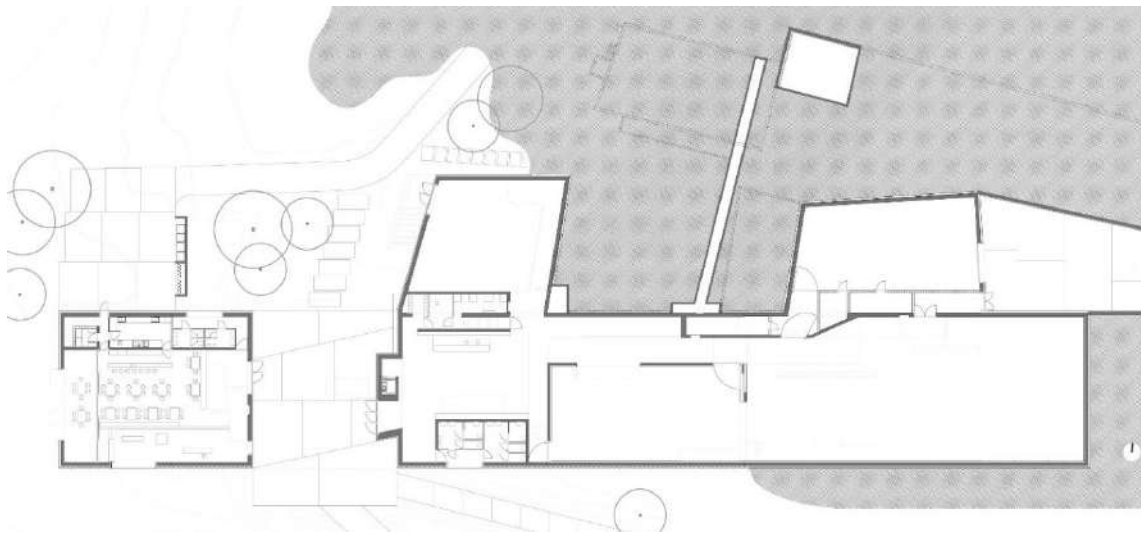
Se plantea como una antesala del parque arqueológico, que prepara al visitante para el recorrido por éste, no sólo mediante los contenidos del programa museístico sino también con la creación de un espacio que contribuya a que la visita sea un acontecimiento en el que los aspectos culturales y lúdicos se fundan con los vivenciales, intensificando la percepción.

Se accede al edificio a través de un gran pórtico cubierto configurado como un espacio de recepción y espera que lo articula funcionalmente: hacia el lado oeste los espacios de cafetería y tienda, hacia el lado este los espacios de exposiciones, semienterrados respecto al nivel exterior del suelo. Sobre ellos se sitúan las áreas de administración y documentación, que tendrán un uso más restringido y especializado. Del gran pórtico abierto parte la red de senderos que lleva a los diferentes grupos de grabados rupestres.

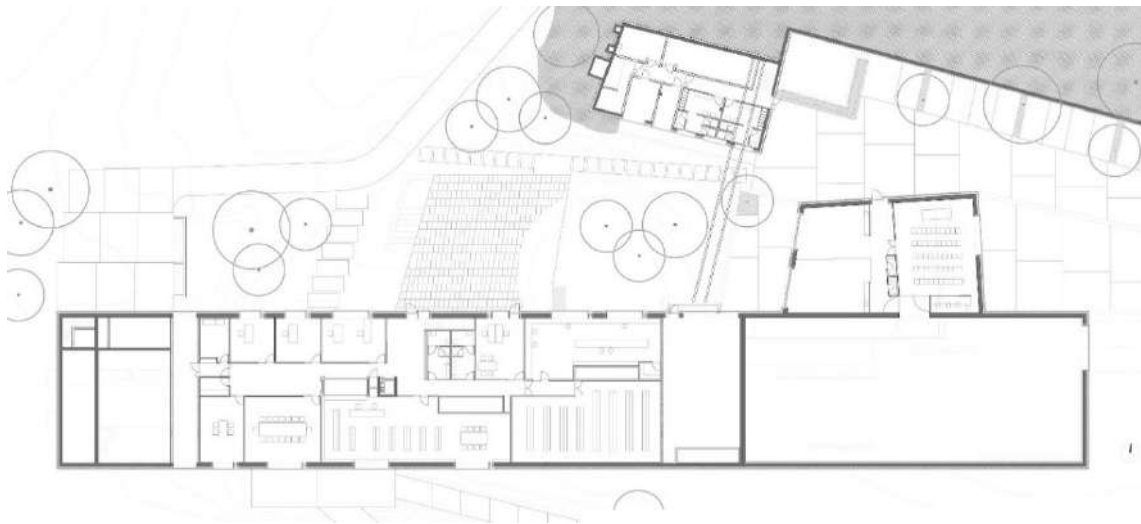


Fotografía de la autora

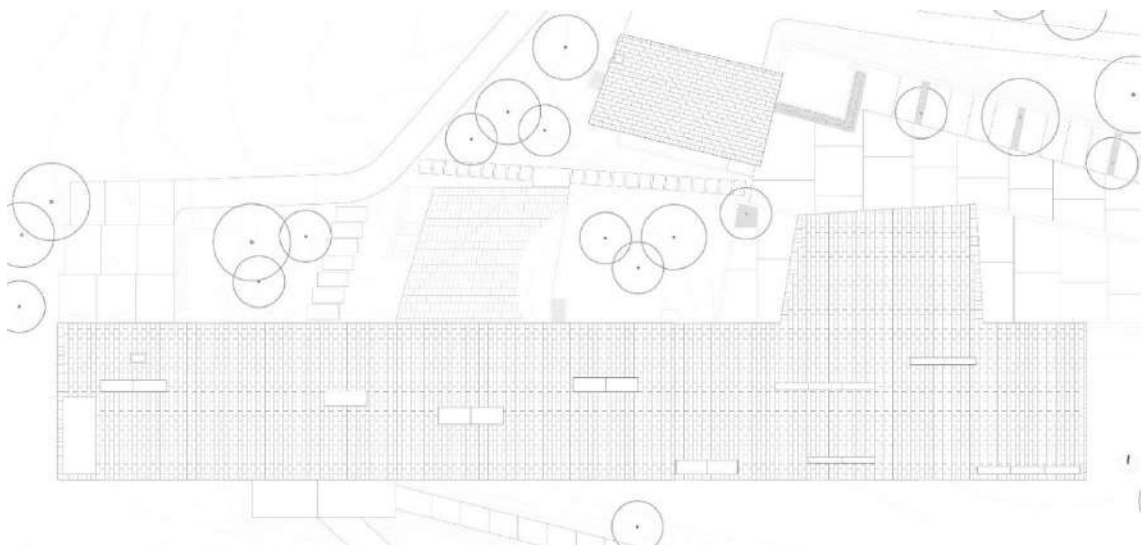
PLANIMETRÍA BÁSICA



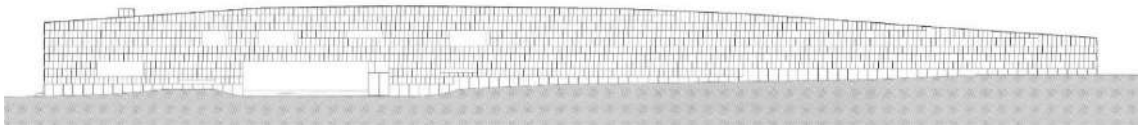
Planta Baja/Semisótano. Cedida por el estudio de arquitectura



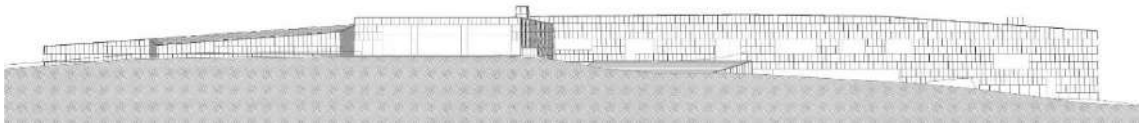
Planta primera. Cedida por el estudio de arquitectura



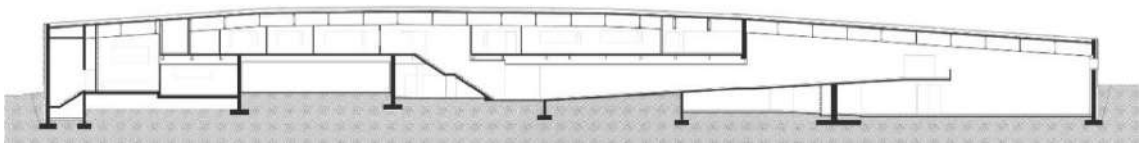
Planta de cubiertas. Cedida por el estudio de arquitectura



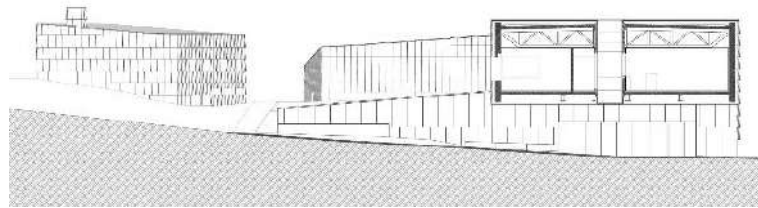
Alzado sur. Cedida por el estudio de arquitectura



Alzado norte. Cedida por el estudio de arquitectura



Sección longitudinal. Cedida por el estudio de arquitectura



Sección transversal. Cedida por el estudio de arquitectura

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA TRASVENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

El aspecto exterior del edificio, recubierto de losas de granito que se solapan para que el agua de la lluvia discorra sobre ellas, es el de una gran roca que emerge del terreno, su silueta se pierde entre los árboles, aunque se atisba levemente desde el otro lado del valle. Su geometría no crea espacios exteriores, más allá de los espacios de aparcamiento, alejados y deprimidos respecto a la cota del suelo para ocultar los coches, el exterior es el espacio natural con su microcosmos de vegetación y vida animal.

Todas las superficies exteriores del edificio están revestidas con placas de granito, formando una envolvente que contribuye a acentuar la continuidad entre fachadas y cubierta, apoyando la idea del bloque emergente. Las fachadas responden a la búsqueda de una superficie texturizada creando un juego de sombras que varían a lo largo del día.



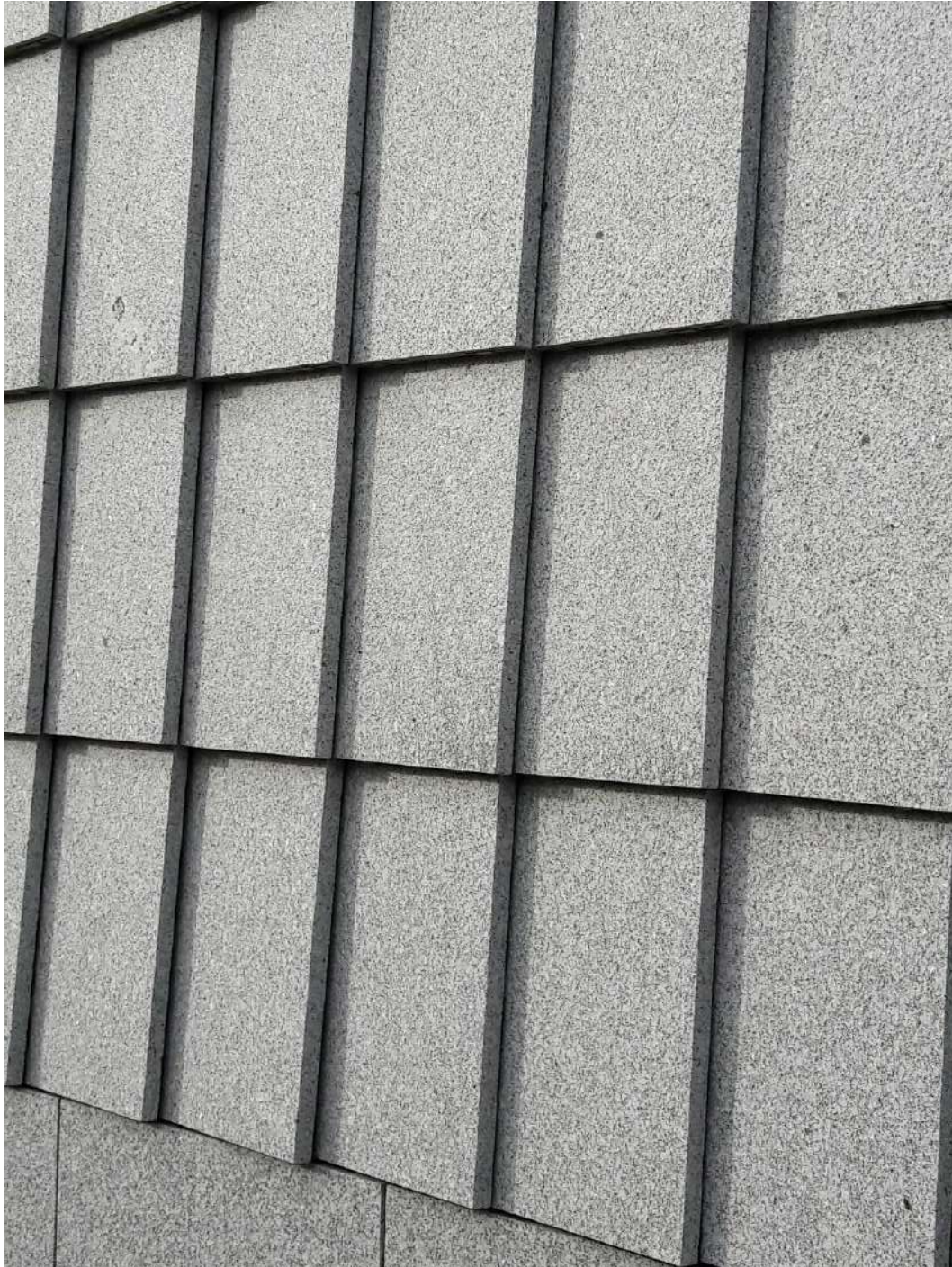
Fotografía de la autora

REVESTIMIENTO ANALIZADO

Revestimiento de las fachadas norte, sur, este y oeste. Se ha utilizado el mismo tipo en toda la envolvente del edificio.

TIPO DE PIEDRA

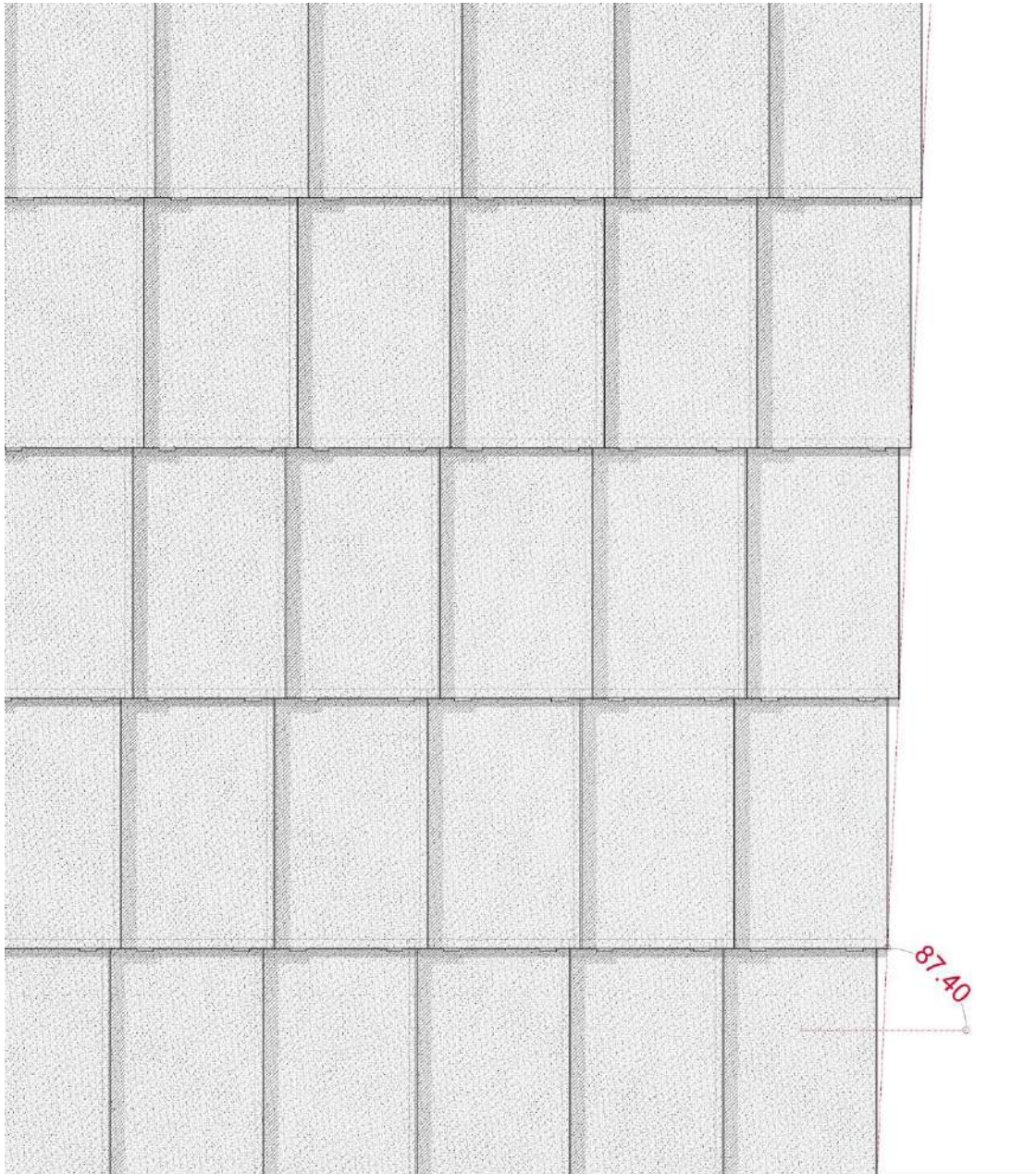
El tipo de piedra seleccionado es el granito, variedad gris grissal. Es un tipo de roca con baja absorción de agua, buen comportamiento frente al hielo y una resistencia elevada a compresión, flexión e impacto.



Fotografía de la autora

DESPIECE

El despiece consiste en placas rectangulares que se solapan en el plano horizontal y en el plano vertical. Esto implica que no se ubiquen paralelamente al plano de fachada ni perpendicularmente al plano horizontal. Cada placa mide 50 x 80 centímetros en verdadera magnitud, colocadas en posición vertical. Para la disposición de los solapes verticales se ha tenido en cuenta la dirección predominante del viento en los días de lluvia: suroeste, lo que provoca encuentros distintos en cada una de las esquinas del edificio. Cada placa se desplaza 3,5 centímetros con respecto a la inmediatamente inferior.



0 1

4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Granito Gris Grissal				
Acabado	Abujardado				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	Piezas estándar: 50 x 80 centímetros Piezas del zócalo (centímetros): 100 x altura variable en función del terreno				
Espesor	4 centímetros				
Despiece	Piezas solapadas en dos direcciones				
Juntas	Vertical	Solape de 3 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	Solape de 3 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input checked="" type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input checked="" type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
Aislamiento	4 centímetros				
Cámara de aire	Mínimo 10 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Horizontal	Forjados Vigas	Forjado mixto de acero + losa de hormigón		
		Estructura metálica: vigas IPE, cerchas, según zonas			
Fijación a la estructura	Vertical		Muro de hormigón armado		
	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>		Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>	
Material	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>		Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>		Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
	Resistente	Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Espesor	SÍ <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
	40 centímetros				
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>		Otros <input type="checkbox"/>		
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

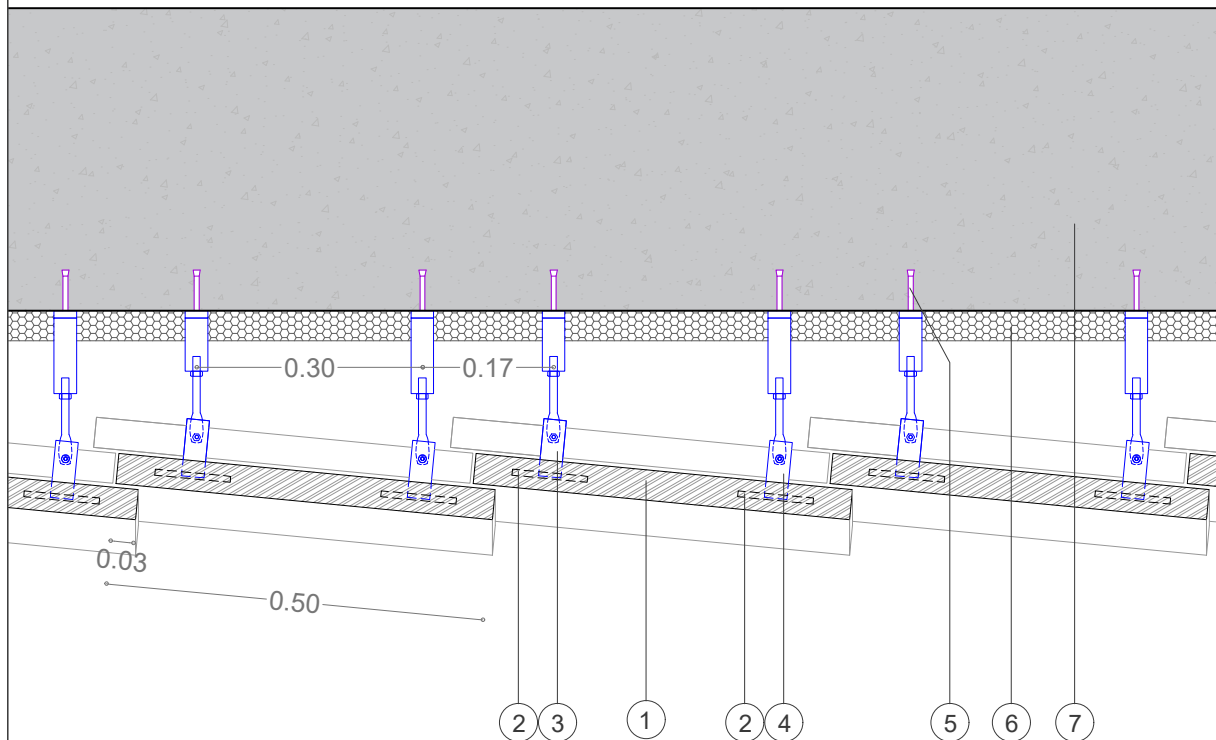
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10

El sistema consiste en la fijación de las placas de piedra mediante anclajes puntuales regulables de acero inoxidable.

Fijación de las placas de piedra

Cada placa de piedra (1) se sujeta mediante dos anclajes regulables puntuales, ubicados en la junta horizontal. Estos anclajes tienen una doble función: sostienen la placa de piedra superior y retienen la inferior. Son ocultos y la unión a la placa superior se produce mediante grapas introducidas en ranuras puntuales practicadas en el borde inferior de la placa (2). Para permitir el solape de las placas de piedra, estos anclajes no son idénticos, sino similares, por lo que existirá un anclaje tipo A (3) y un anclaje tipo B (4).



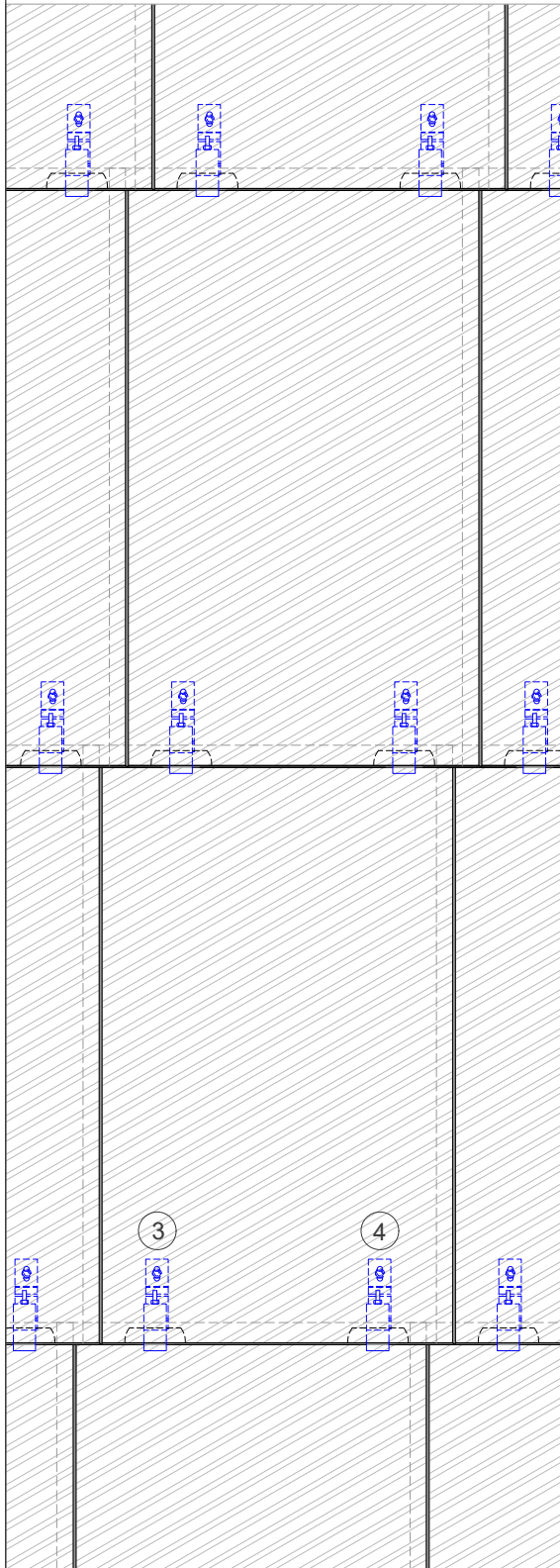
Planta

- | | |
|--------------------|---|
| 1. Placa de piedra | 5. Fijación mecánica |
| 2. Ranura puntual | 6. Aislamiento de espuma de poliuretano proyectado de 4 cm de espesor |
| 3. Anclaje tipo A | 7. Muro soporte de hormigón armado de 35 a 40 cm de espesor |
| 4. Anclaje tipo B | |

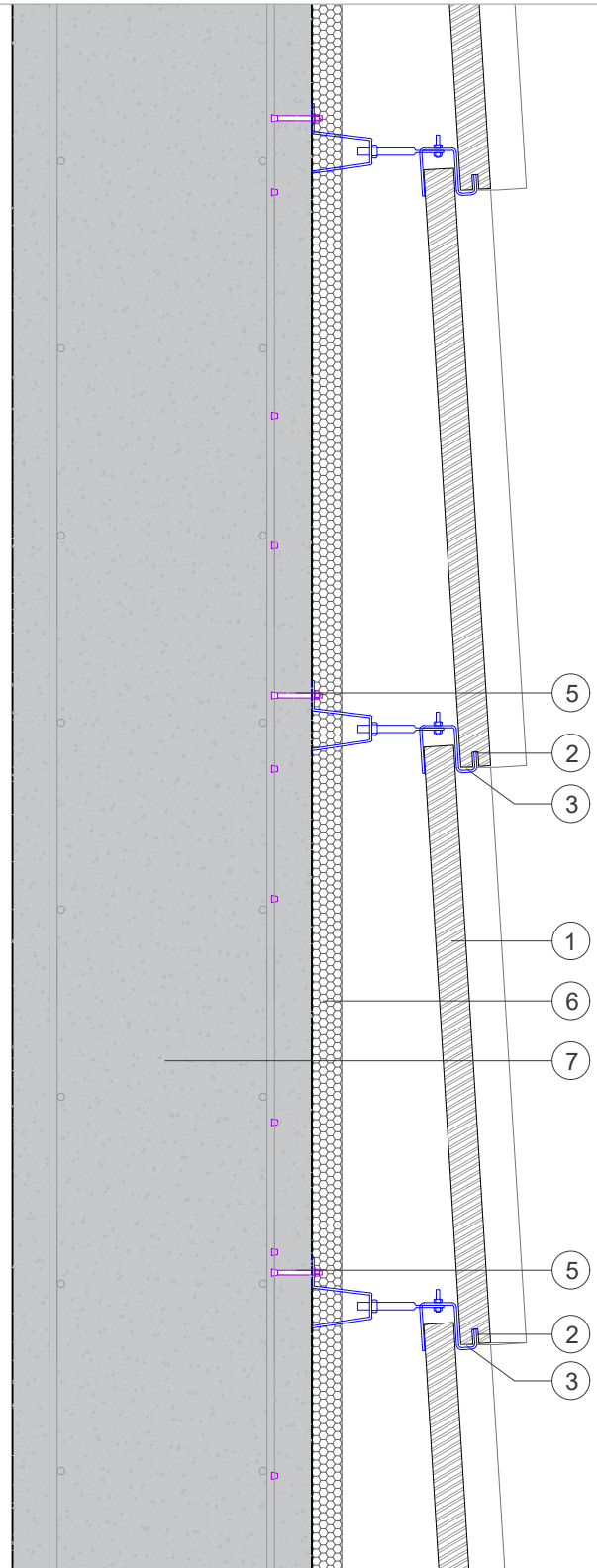
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10



Alzado



Sección

1. Placa de piedra
2. Ranura puntual
3. Anclaje tipo A
4. Anclaje tipo B

5. Fijación mecánica
6. Aislamiento de espuma de poliuretano proyectado de 4 cm de espesor
7. Muro soporte de hormigón armado de 35 a 40 cm de espesor

4.4. SISTEMA DE FACHADA

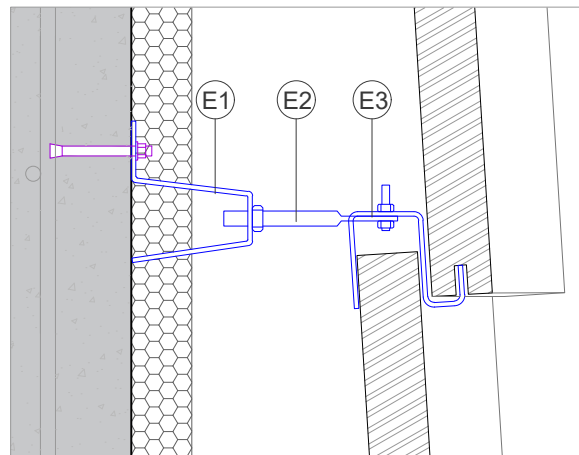
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.5

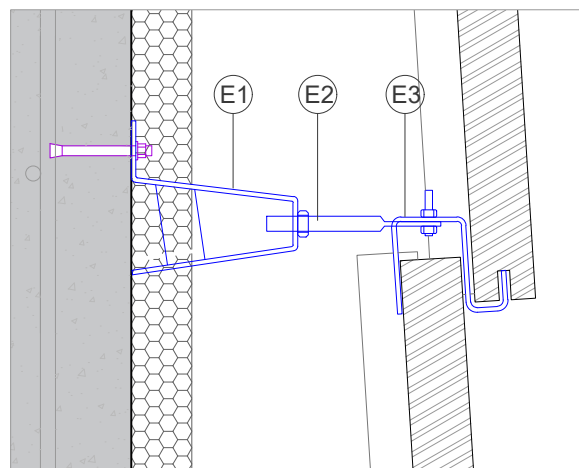
Definición de anclajes:

Cada anclaje consta de 3 elementos:

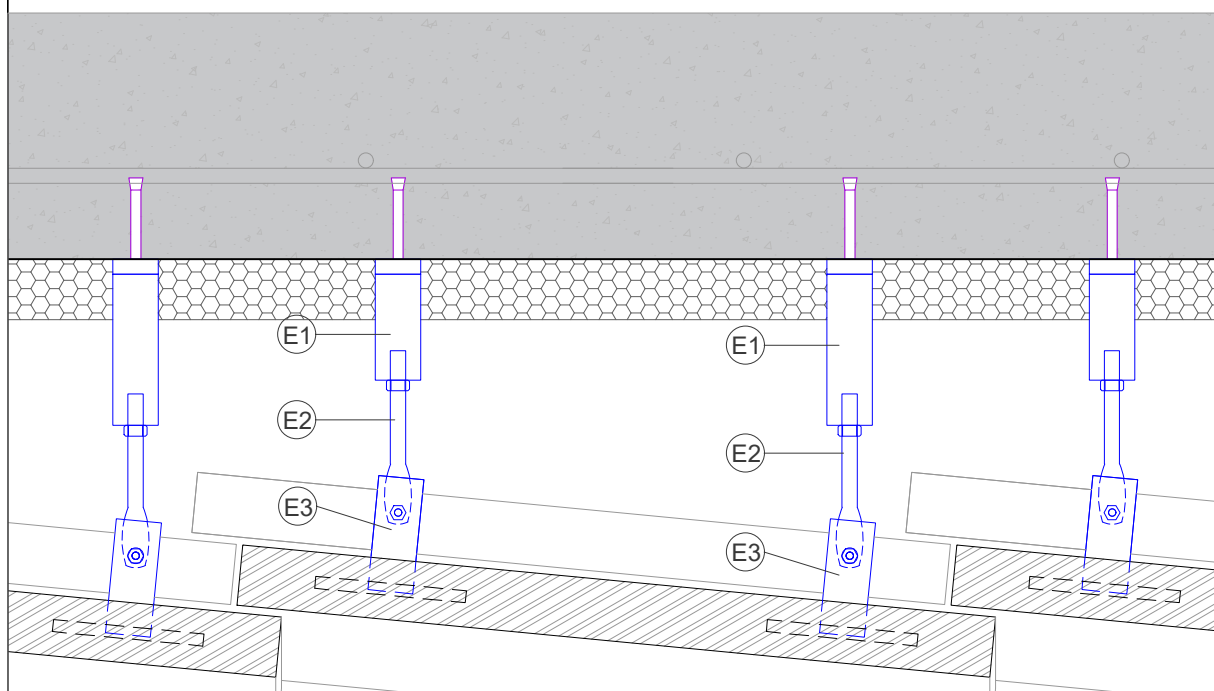
- Elemento 1 (E1): soporte. Consiste en una pletina doblada de acero inoxidable. Presenta una ranura vertical para regular la posición vertical del anclaje. Este soporte es distinto en los dos tipos de anclajes. En el tipo B, al tener una longitud mayor, se ha incorporado un refuerzo soldado, aumentando su resistencia.
- Elemento 2 (E2): tornillo de regulación. Consiste en un tornillo de acero inoxidable que se une al soporte mediante una tuerca, la cual permite regular de la profundidad. Es igual para los dos tipos de anclajes.
- Elemento 3 (E3): grapa. Consiste en una grapa de acero inoxidable, configurada en forma de S. Presenta una ranura horizontal en la que se introduce el tornillo de regulación, y que permite ajustar el ángulo de giro del elemento. Se une con el tornillo de regulación mediante un tornillo de paso sin cabeza, tuerca y contratuerca. Es igual para los dos tipos de anclajes.



Anclaje tipo A



Anclaje tipo B



Anclajes tipo A y B

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.10

Relación entre los lados

$$L_2 / L_1 = 1,6$$

Distancia del punto de apoyo al borde

$$a = 0,2 \times L_1$$

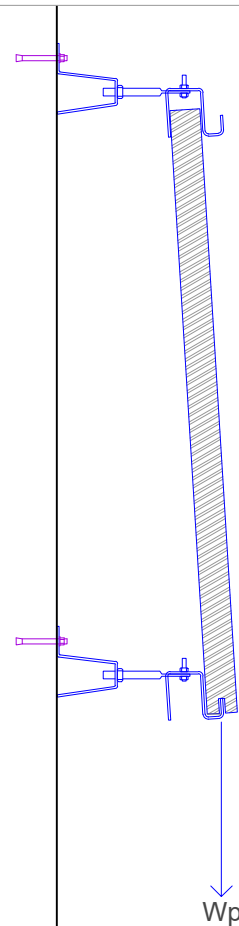
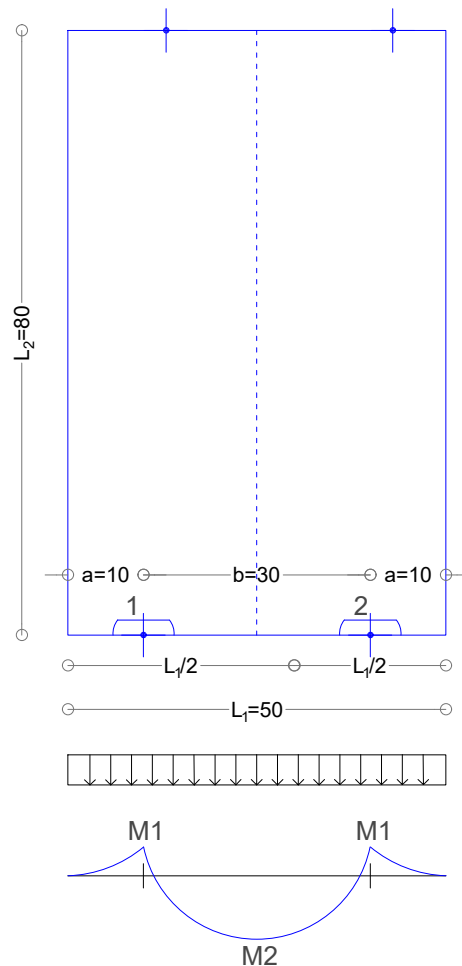
SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 2 anclajes, que actúan de sustentación de la placa superior y de retención de la placa inferior.

El anclaje 1 soporta $\frac{1}{2}$ de la solicitación total de peso propio.

El anclaje 2 soporta $\frac{1}{2}$ de la solicitación total de peso propio.

$$Wp_1 = Wp_2 = \frac{1}{2} Wp$$



Peso propio (alzado en verdadera magnitud)

Solicitaciones

- P/S Presión/succión del viento
- Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.10

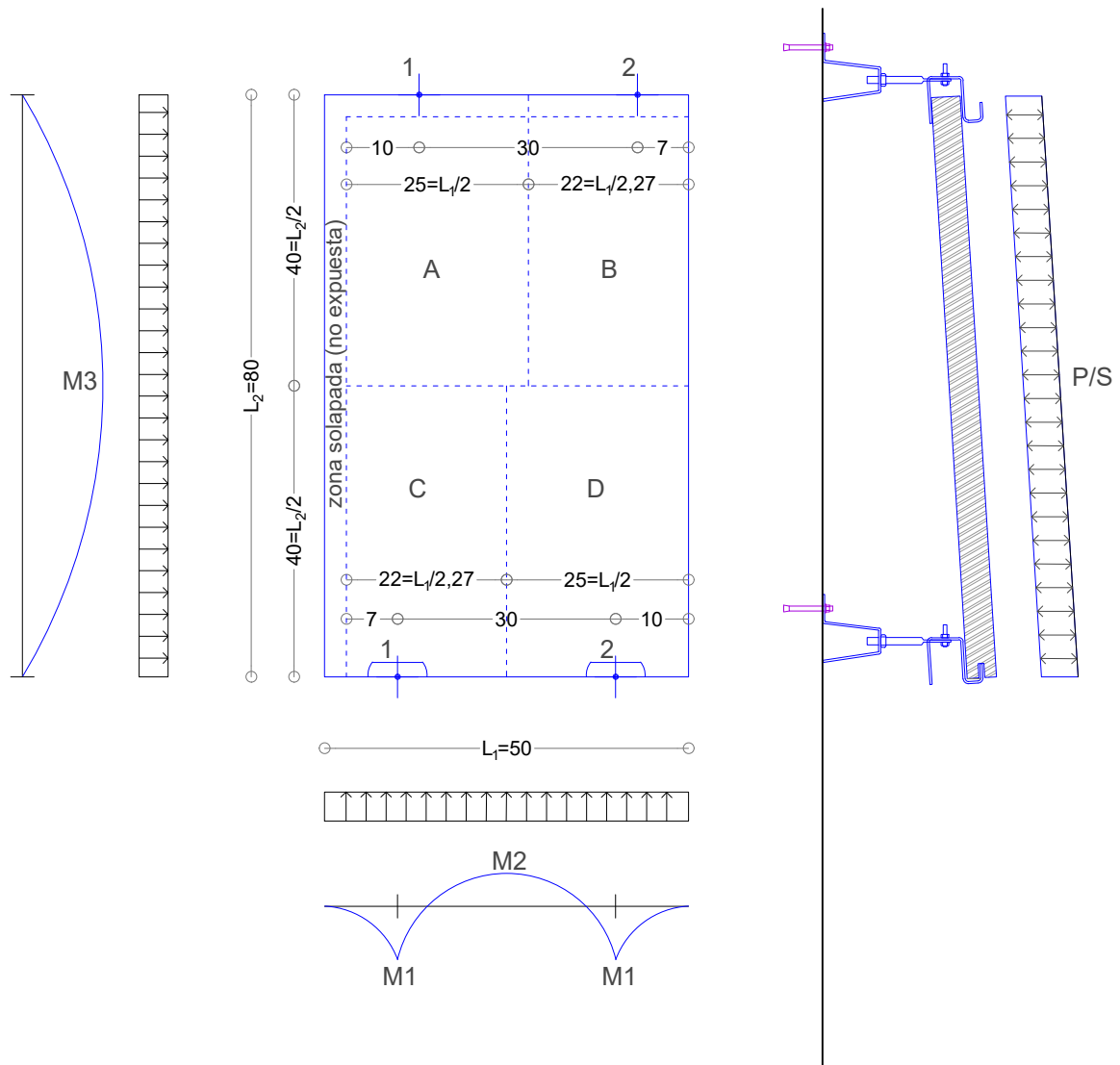
SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de 2 anclajes. El anclaje 1 recibe la solicitación de presión/succión de las zonas A y C. El anclaje 2 recibe la solicitación de presión/succión de las zonas B y D.

El anclaje 1 soporta $\frac{1}{2}$ de la solicitación total de presión/succión.

El anclaje 2 soporta $\frac{1}{2}$ de la solicitación total de presión/succión.

$$P/S_1 = P/S_2 = \frac{1}{2} P/S$$



Viento (alzado en verdadera magnitud)

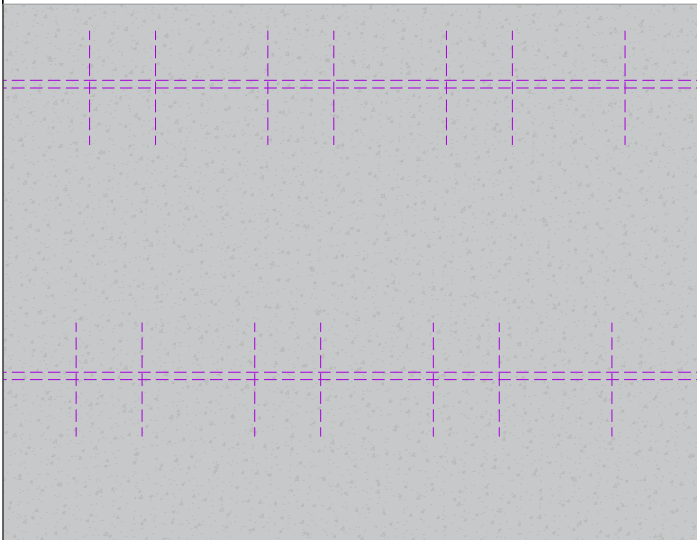
Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento
 Wp Peso propio de la placa de piedra

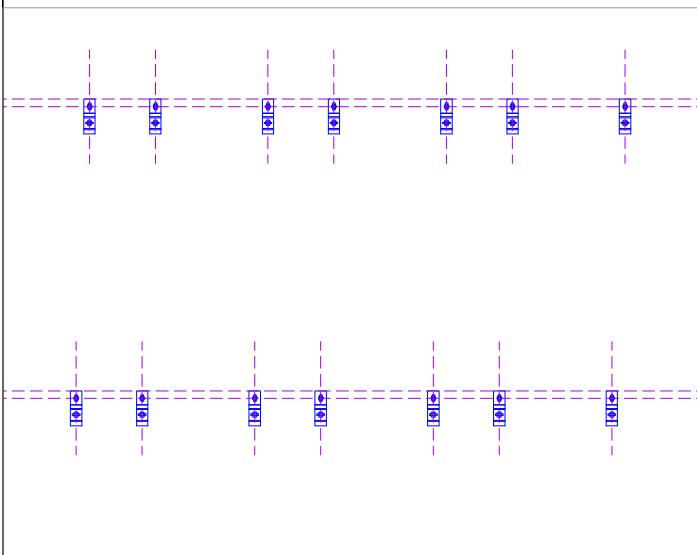
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

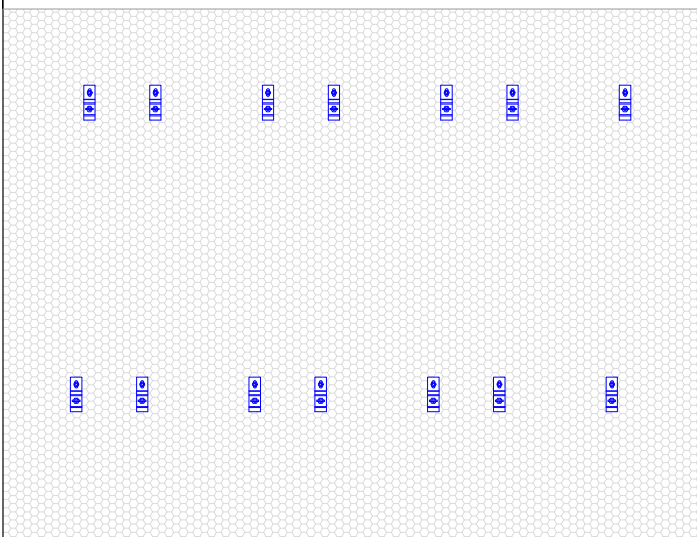
E.1.20



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Paso 1: replanteo

Verificadas las dimensiones, estructura y muros soporte. Replanteo de la posición de los anclajes de acuerdo a planos.

Paso 2: anclajes

Atornillado de los anclajes al muro soporte. Este tipo de anclajes permiten la entrada en carga inmediata. Durante esta etapa los anclajes incluirán los elementos 1 y 2.

Paso 3: aislamiento

Proyección del aislamiento. El elemento 2 de los anclajes se mantiene tapado con cinta durante esta etapa para protegerlo.

Paso 4: apoyo inferior

Colocación de las placas por filas, de abajo a arriba, por lo que la primera será la inferior. Para ello, se retira la protección del elemento 2 de los anclajes y se atornilla el elemento 3 en las dos primeras filas. Posteriormente, se van apoyando las placas de izquierda a derecha o de derecha a izquierda, en función de la dirección del solape.

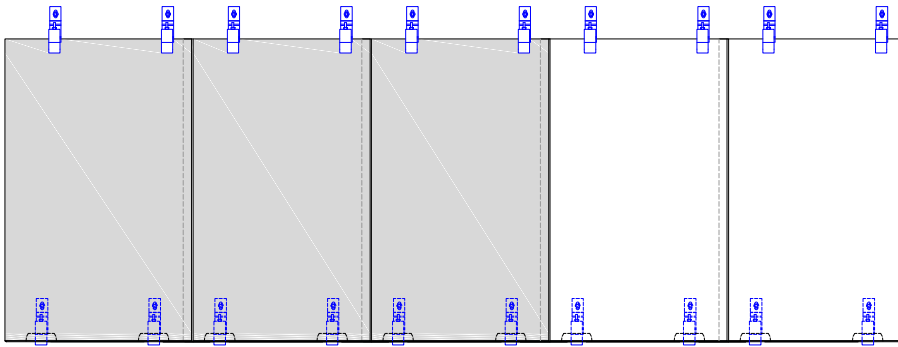
Paso 5: retención superior

Comprobación del ajuste de las placas de la primera fila y colocación de la siguiente fila repitiendo el mismo proceso.

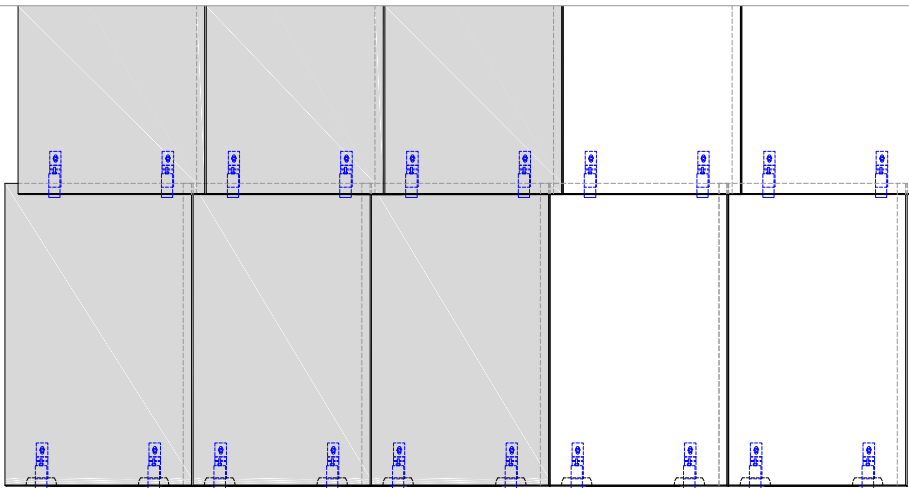
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 4



Paso 5

Paso 1: replanteo

Verificadas las dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de la posición de los anclajes de acuerdo a planos.

Paso 2: anclajes

Atornillado de los anclajes al muro soporte. Este tipo de anclajes permiten la entrada en carga inmediata. Durante esta etapa los anclajes incluirán los elementos 1 y 2.

Paso 3: aislamiento

Proyección del aislamiento. El elemento 2 de los anclajes se mantiene tapado con cinta durante esta etapa para protegerlo.

Paso 4: apoyo inferior

Colocación de las placas por filas, de abajo a arriba, por lo que la primera será la inferior. Para ello, se retira la protección del elemento 2 de los anclajes y se atornilla el elemento 3 en las dos primeras filas. Posteriormente, se van apoyando las placas de izquierda a derecha o de derecha a izquierda, en función de la dirección del solape.

Paso 5: retención superior

Comprobación del ajuste de las placas de la primera fila y colocación de la siguiente fila repitiendo el mismo proceso.

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.20

Descripción general de la carpintería

Las carpinterías están formadas por un marco perimetral de acero galvanizado, con rigidizadores, que se sujeta mediante tornillería de acero inoxidable. Los vidrios se fijan a perfiles en L de acero inoxidable mediante silicona.

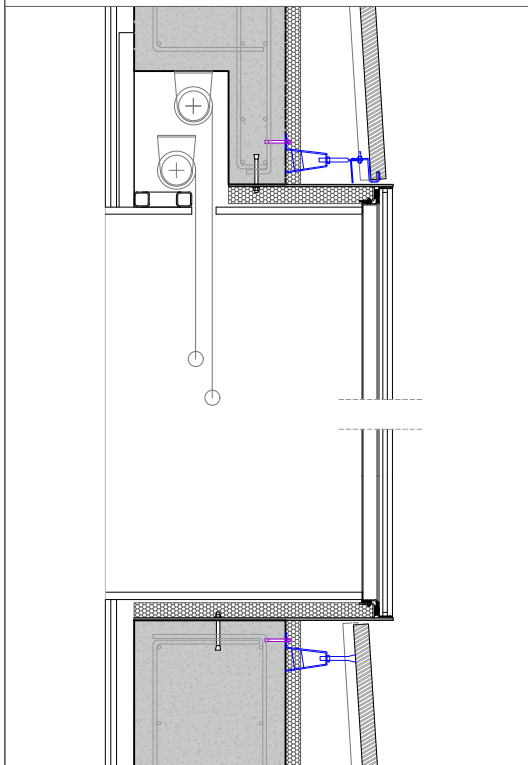
Modificaciones con respecto al sistema

Los anclajes de retención de las placas ubicadas bajo la carpintería sólo disponen de los elementos E1 y E2. El elemento E2 se introduce en una ranura practicada en el trasdós de la placa de piedra, y se fija mediante adhesivo adecuado.

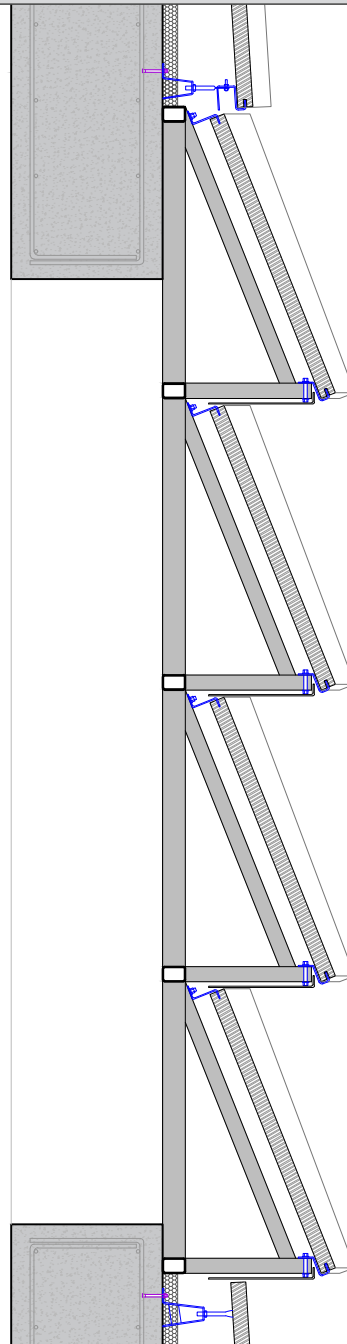
Aberturas de ventilación de las salas de climatización

El soporte, en este caso, consiste en una subestructura tubular de acero galvanizado fabricada en taller, fijada al muro de hormigón armado mediante patillas laterales. La configuración de esta subestructura permite el solape de las placas de piedra.

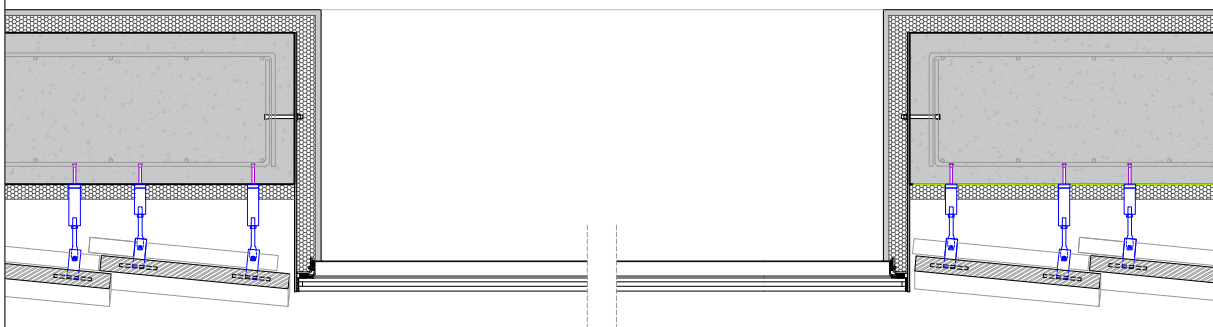
Para evitar la entrada de animales, se instala una rejilla de ventilación en forma de L bajo cada placa de piedra (4).



Sección



Sección



Planta

4.4. SISTEMA DE FACHADA

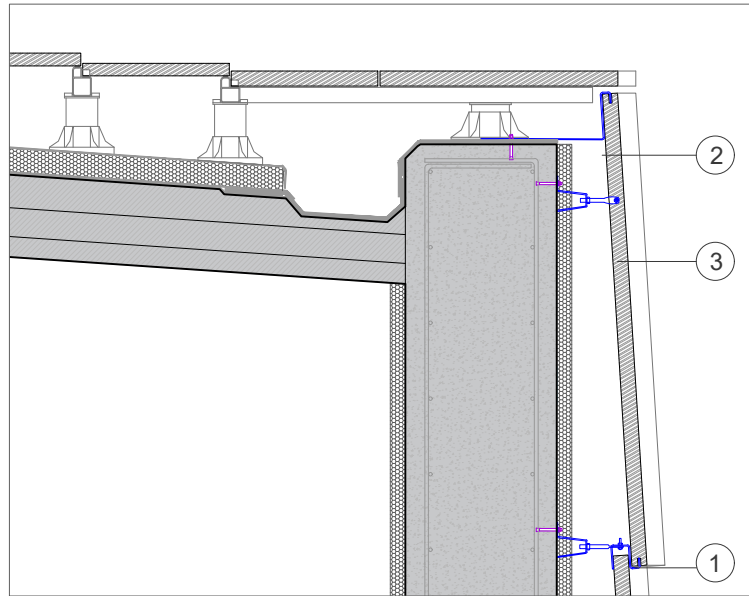
FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.20

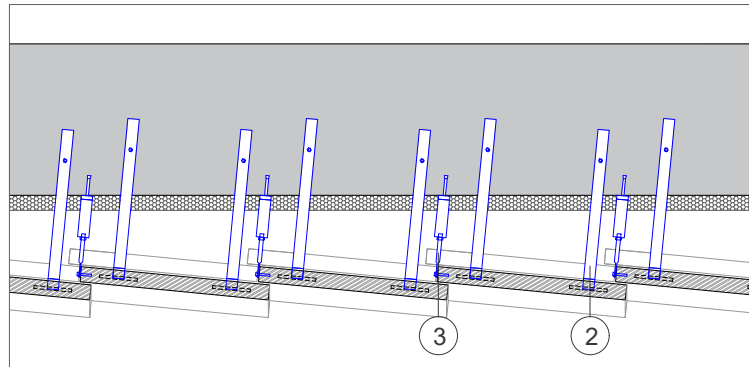
Encuentro entre fachada y cubierta

Las placas de fachada en el remate superior presentan singularidades con respecto al sistema. Por un lado, tienen alturas diferentes, al ir adaptándose a la línea de cubierta. Por otro lado, las placas de piedra se fijan mediante cinco anclajes puntuales de acero inoxidable:

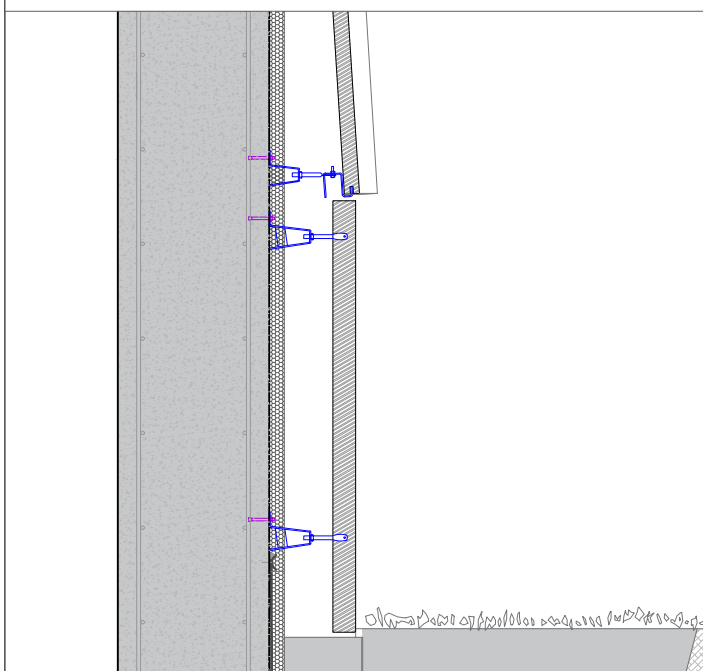
- Dos anclajes inferiores de carga (1), idénticos a las empleadas en el resto del sistema.
- Dos grapas superiores de retención (2), a base de una pletina doblada que se fija mecánicamente a la cara superior del muro soporte.
- Un anclaje de bulón lateral (3), de apoyo, compuesto por el elemento E1 y el E2 en posición vertical. Se ubica en la cara lateral de la placa que está tapada por el solape.



Sección transversal



Planta



Sección

Encuentro con el terreno

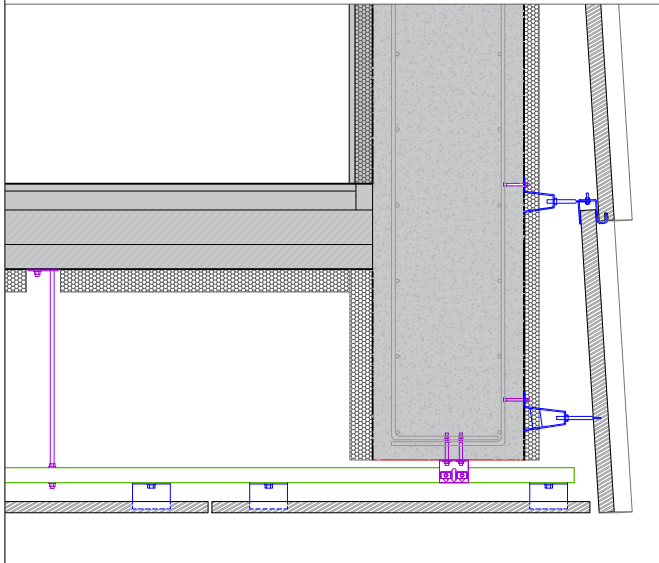
La fila inferior se resuelve con placas del mismo tipo de granito, de 6 cm de espesor. Sus medidas son 1 m de base y altura variable en función del terreno.

Estas placas se fijan mediante 4 anclajes directos regulables de bulón, ubicados en la junta vertical: dos inferiores de carga y dos superiores de retención. Los anclajes se componen de los elementos E1 y del E2 en posición vertical.

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.20

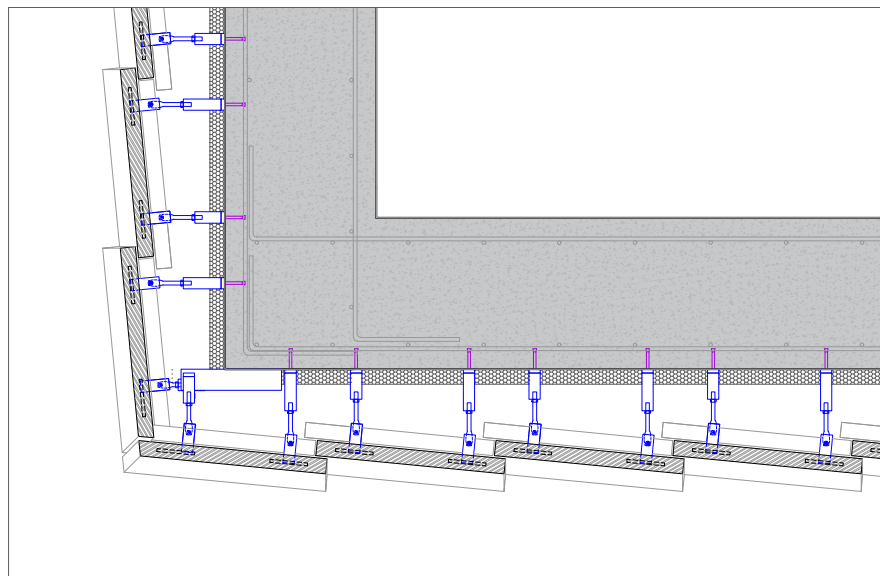


Sección

Encuentro entre fachada y falso techo

En el pórtico de entrada al edificio hay un falso techo de placas de 1000x460x30 mm. Éstas se sujetan mediante 4 pletinas de acero inoxidable. Las pletinas se atornillan a perfiles tubulares de acero galvanizado, colgados del forjado mediante varillas de acero inoxidable, y del muro de hormigón armado mediante escuadras de carga.

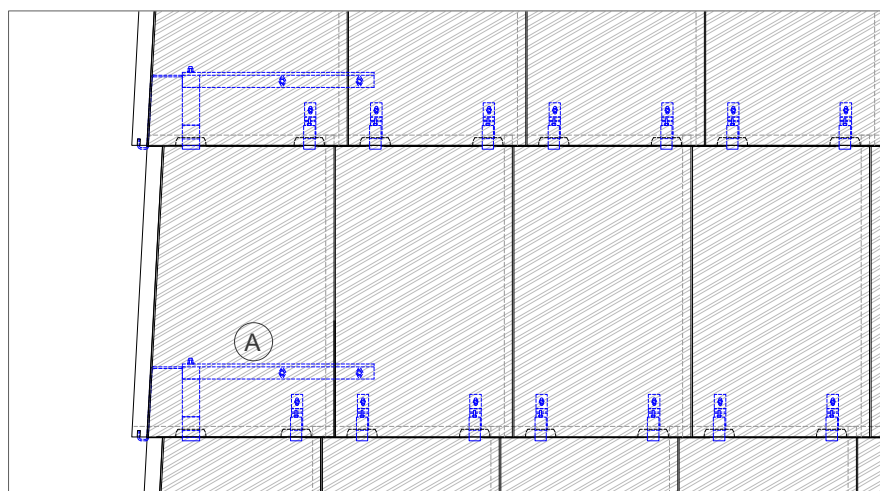
En el encuentro entre las placas de fachada y del falso techo, se sustituyen los anclajes de carga en las placas de fachada por anclajes compuestos por el elemento E1 y el elemento E2, que se inserta en una ranura puntual practicada en el trasdós de la placa.



Planta

Solución en esquina

Para sujetar las placas en esquina se ancla una pletina en forma de L (A) al muro soporte de hormigón, a la que se pueden fijar los anclajes de las placas.



Alzado

PUNTOS SINGULARES



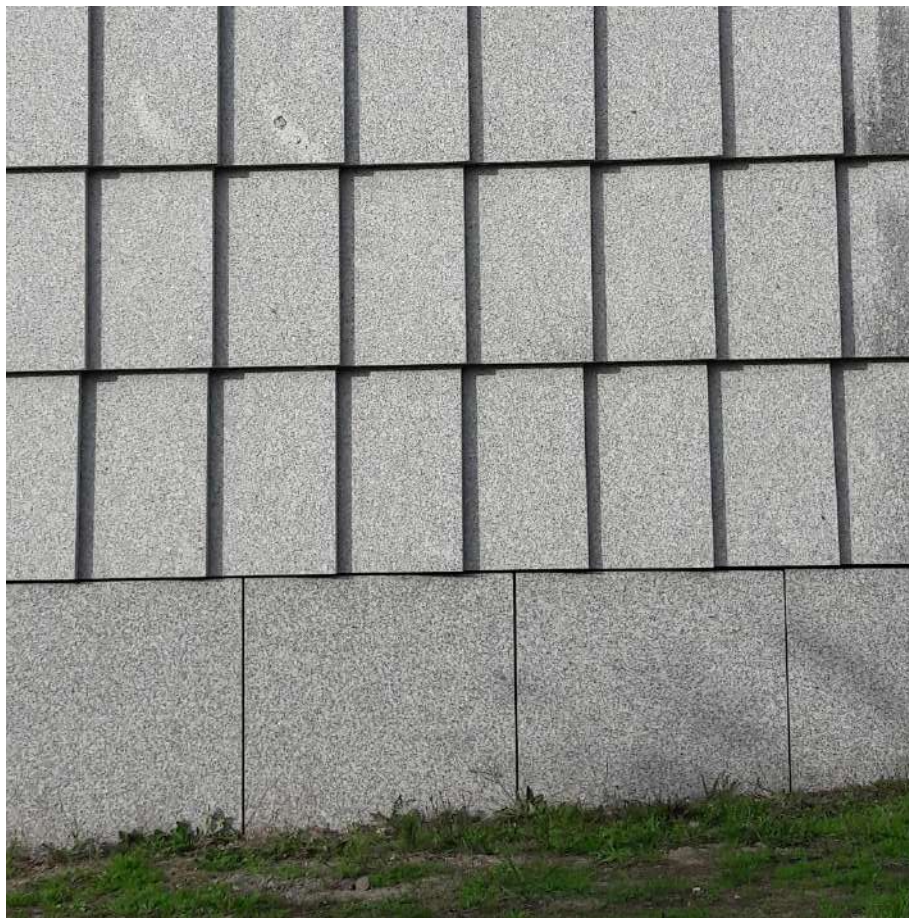
Remate superior. Cedida por el estudio de arquitectura



Remate superior. Cedida por el estudio de arquitectura



Remate inferior. Encuentro con falso techo. Cedido por el estudio de arquitectura



Remate inferior. Fotografía de la autora



Esquina. Cedida por el estudio de arquitectura



Encuentro con carpintería. Cedida por el estudio de arquitectura



Encuentro con aberturas de ventilación. Cedida por el estudio de arquitectura

IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO



Muro de hormigón armado. Cedida por el estudio de arquitectura



Colocación de anclajes y proyectado de aislamiento. Cedidas por el estudio de arquitectura



Colocación de placas. Cedidas por el estudio de arquitectura



Colocación de placas. Cedida por el estudio de arquitectura



Esquina. Cedida por el estudio de arquitectura



Instalación de carpintería. Cedidas por el estudio de arquitectura



Instalación de falso techo. Cedida por el estudio de arquitectura



Remate superior. Cedida por el estudio de arquitectura

CASO DE ESTUDIO 9

PROYECTO	DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ZAMORA. NUEVO EDIFICIO DE LAS ARCADAS
UBICACIÓN	ZAMORA. ESPAÑA
DIRECCIÓN	PLAZA DE VIRIATO, S/N 49071
AUTOR	MARÍA ANTONIA FERNÁNDEZ NIETO Y PILAR PEÑA TARANCÓN ARQUITECTO COLABORADOR: JESÚS GARCÍA HERRERO
FECHA	2012



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
Documentación del proyecto, cedida por las arquitectas autoras	Detalle constructivo de la fachada
	Memoria de estudio del sistema constructivo
	Imágenes del seguimiento de obra
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Promateriales nº 55. 2012. Protiendas, S.L. Madrid. pp.42-52	Información general
	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Planimetría básica: plantas, alzados
	Entrevista a las arquitectas
	Imágenes de obra terminada
AV Monografías nº 153-154. 2012. Arquitectura Viva S.L. Madrid. pp. 136-141	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Planimetría básica: plantas, alzado
	Detalle constructivo

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	FEBRERO DE 2017
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

Se planteó la construcción de un edificio público que resuelva un determinado programa de usos de oficina para la Diputación de Zamora en uno de los más entornos históricos más representativos de la ciudad, la Plaza de Viriato.

La propuesta ofrece la cuarta fachada de la plaza, rematando así al conjunto arquitectónico que forman el Hospital de la Encarnación por el lado norte y el Teatro Ramos Carrión y el Palacio de los Condes de Alba y Aliste



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps



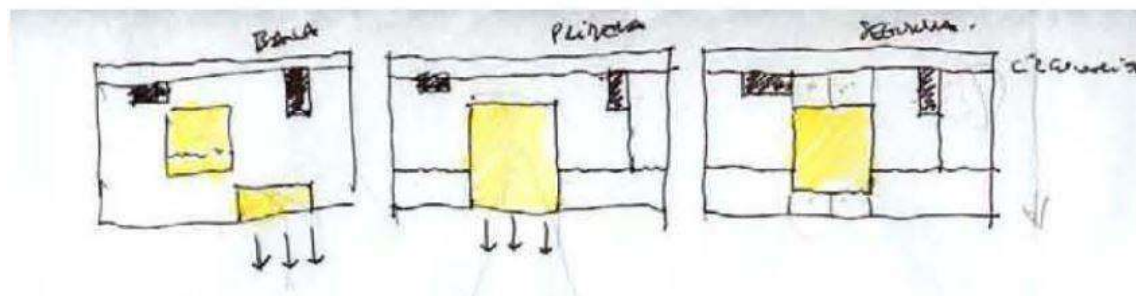
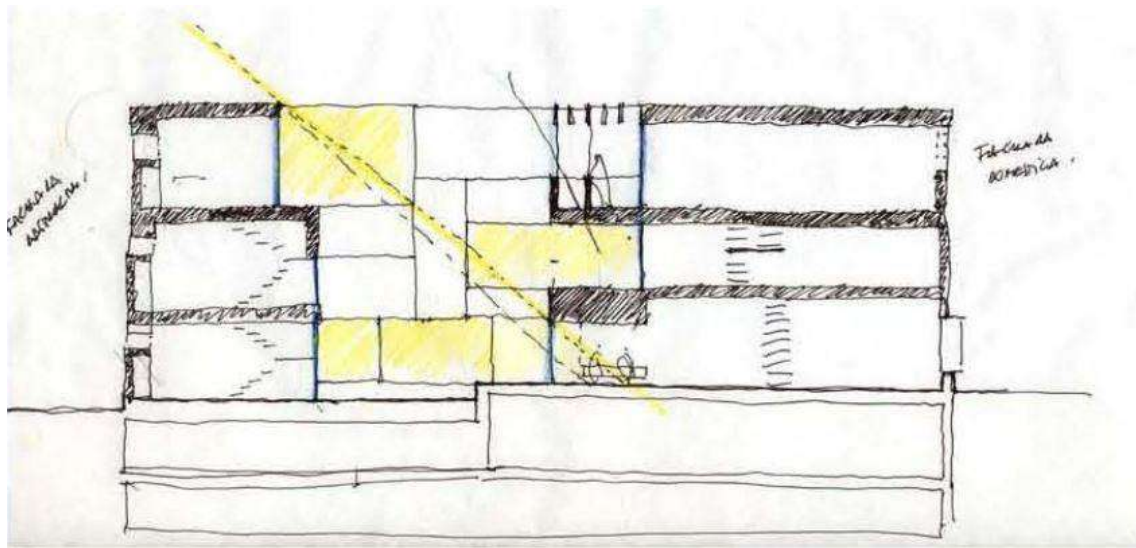
Emplazamiento. Fotografía de la autora

PLANTEAMIENTO

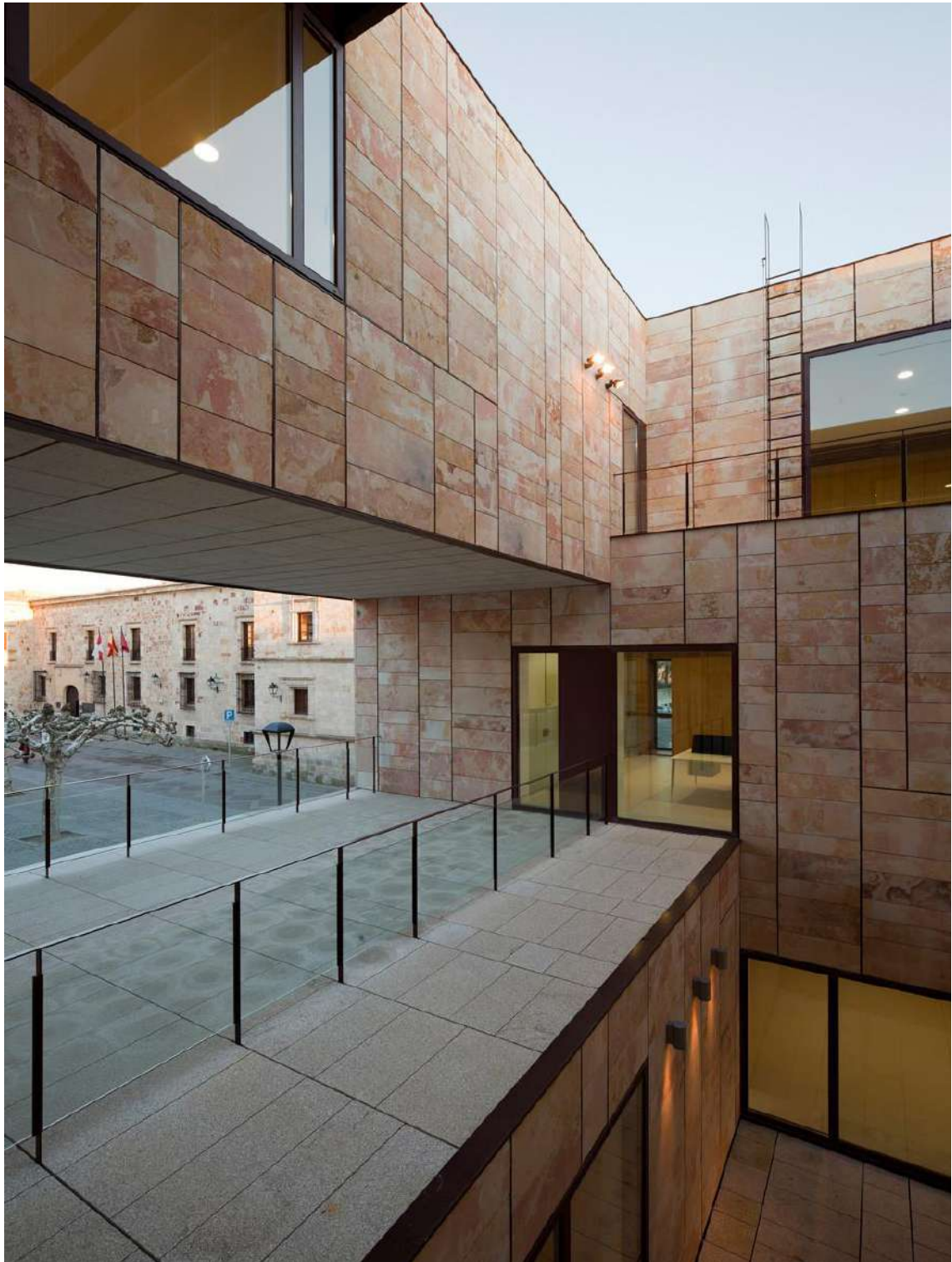
El edificio se organiza en torno a un patio que le permite lograr varios objetivos:

- Aumentar el número de espacios con luz.
- Obtener vistas de la plaza de Viriato y su entorno.
- Generar una imagen de fachada adecuada al resto de edificios históricos
- Incorporar la vegetación dentro del edificio.

El patio se convierte en el elemento organizador del espacio y de proporcionar la mayor parte de la iluminación natural. El tamaño del patio aumenta con la altura para facilitar el soleamiento de los espacios. Existen dos niveles diferentes en planta baja y primera, de tal manera que las ventanas no se enfrentan en paralelo. El álamo ubicado en el patio se convierte en el elemento protagonista, que se ve desde todas las plantas y que modifica su aspectos según la estación. El edificio no se encierra en el patio interior sino que permite la visión y el contacto con la plaza de Viriato a través de un amplio hueco en la fachada.

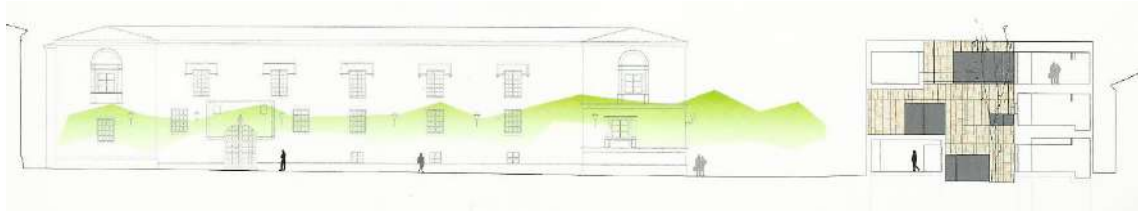


Esquema planteamiento. Cedido por las arquitectas autoras del proyecto



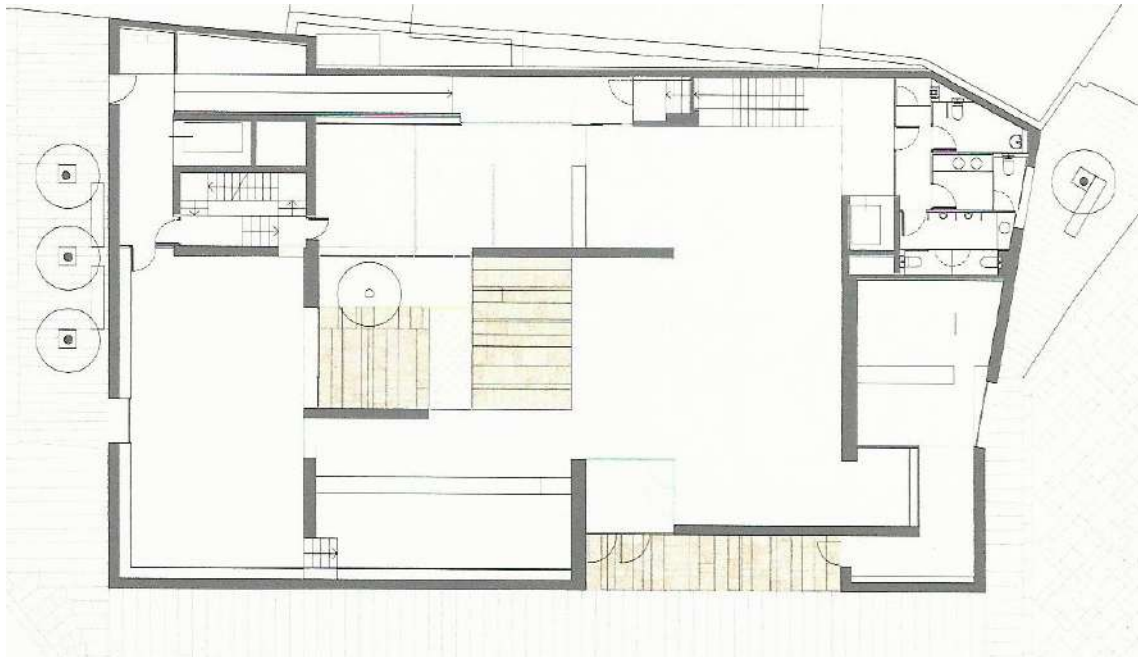
Planteamiento. Fotografía cedida por las arquitectas autoras del proyecto

PLANIMETRÍA BÁSICA



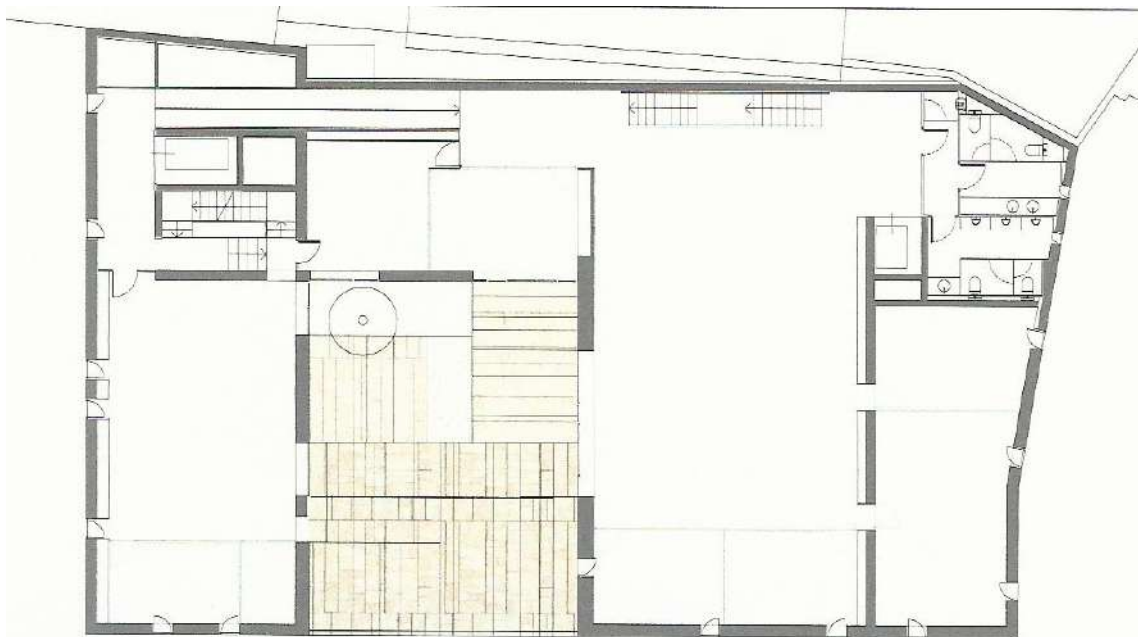
Sección

AV Monografías nº 153-154. 2012. Arquitectura Viva S.L. Madrid. p. 137



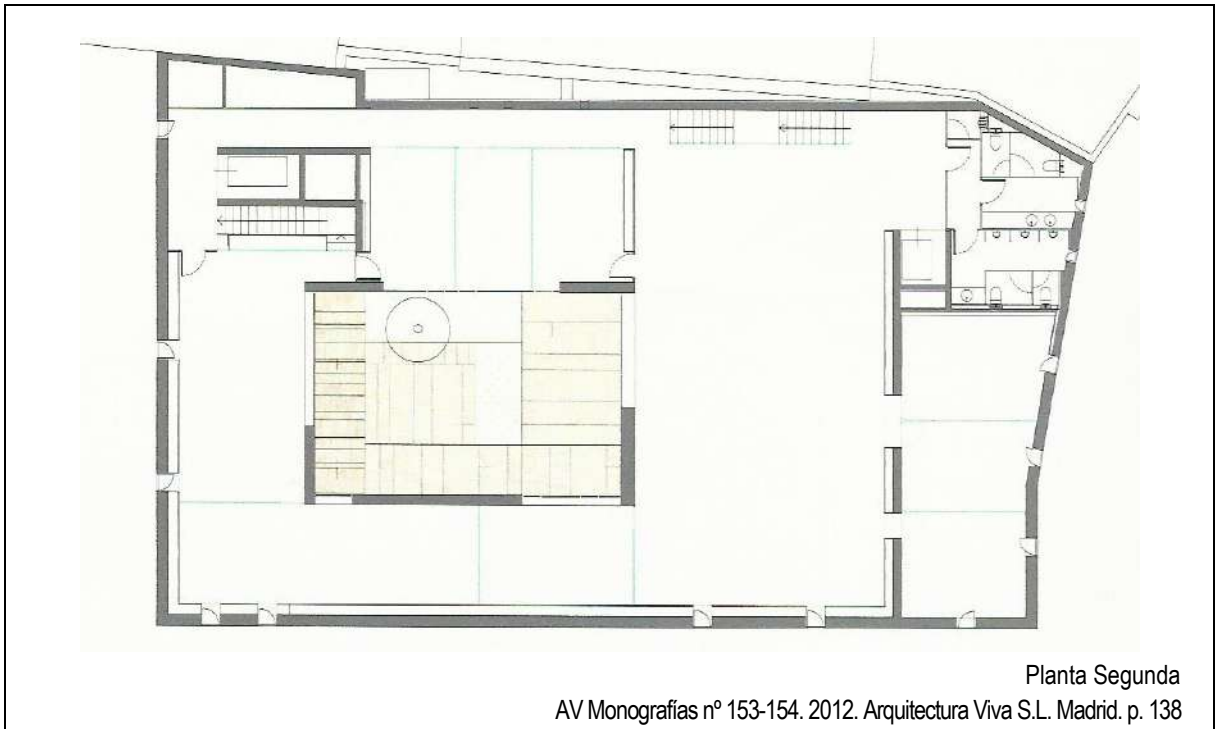
Planta Baja

AV Monografías nº 153-154. 2012. Arquitectura Viva S.L. Madrid. p. 138



Planta Primera

AV Monografías nº 153-154. 2012. Arquitectura Viva S.L. Madrid. p. 138



Planta Segunda

AV Monografías nº 153-154. 2012. Arquitectura Viva S.L. Madrid. p. 138

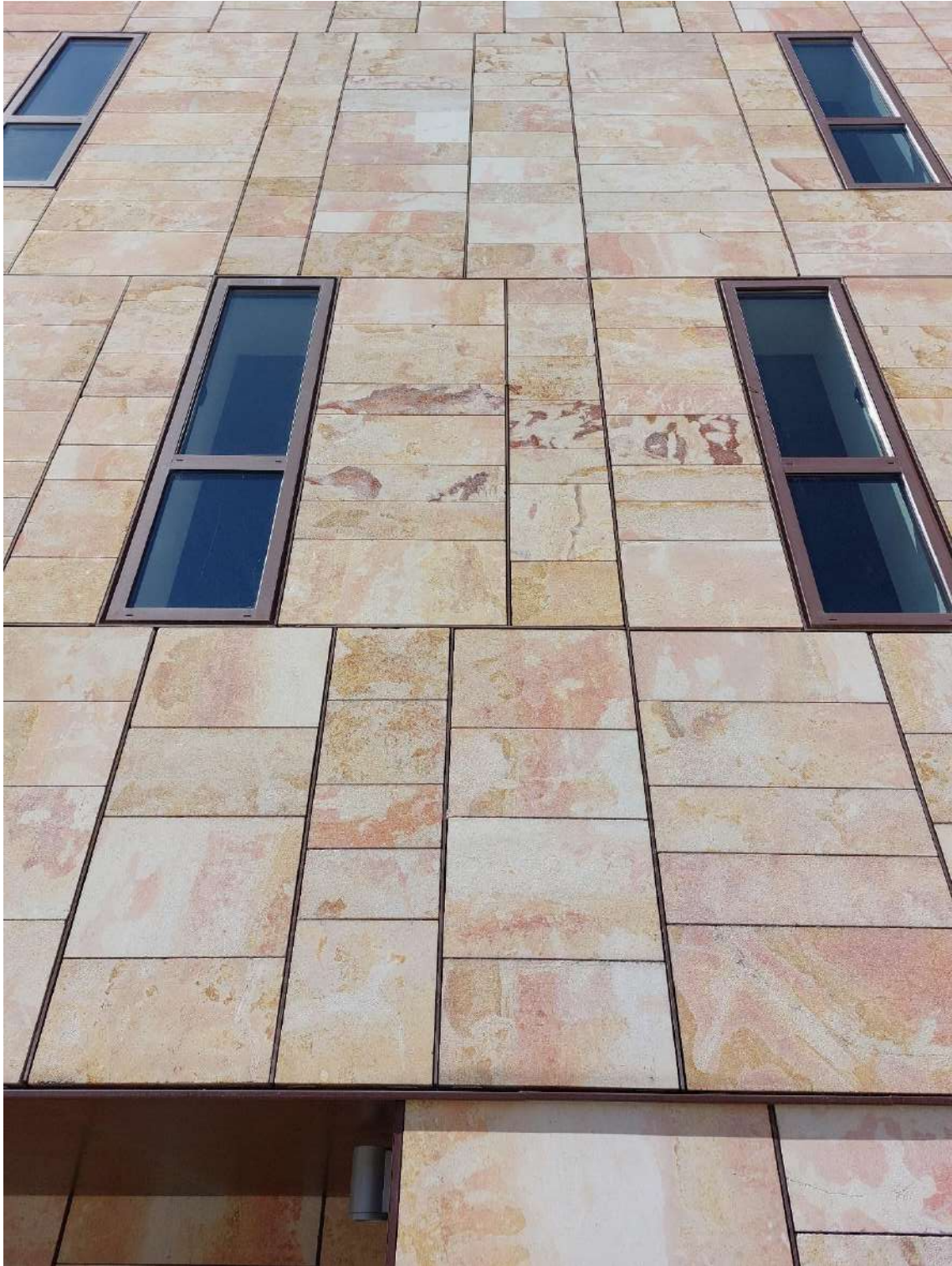
4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

Las fachadas exteriores y de los patios se resuelven con piedra arenisca de Zamora, de la misma variedad que la utilizada en los dos edificios históricos que le rodean. En la parte baja se crea un zócalo con piezas de costeros de 10 centímetros de espesor, que continúa con el lenguaje murario del entorno. En palabras de las arquitectas autoras, la elección de la piedra es resultado de la apuesta por el respeto y la discreción, ya que el mejor material en este caso es el que recubre los edificios circundantes.



Fotografía de Ángel Luis Gallego. Cedida



Fotografía de la autora

TIPO DE PIEDRA

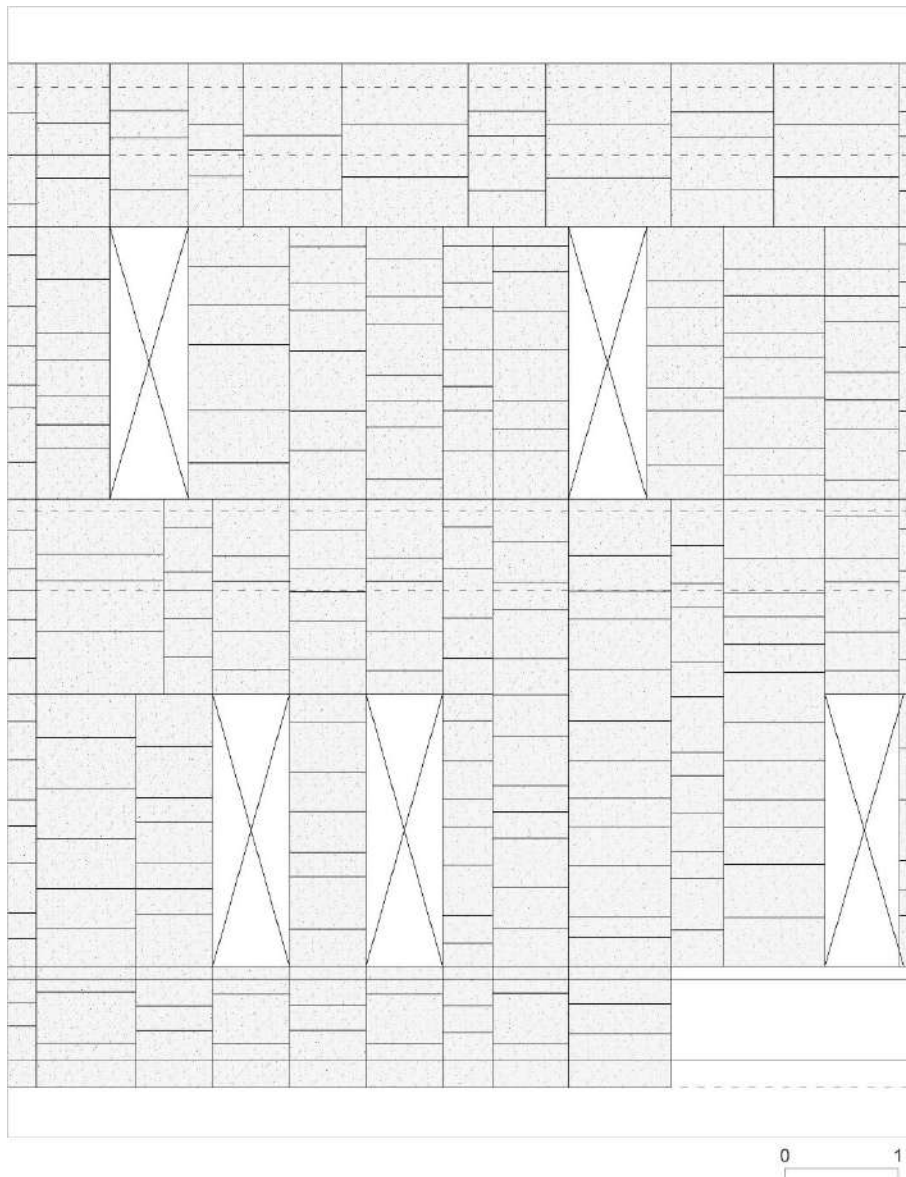
Se ha utilizado Arenisca de Zamora, de Quintanar. En el zócalo de costeros la piedra es de granito rubio.

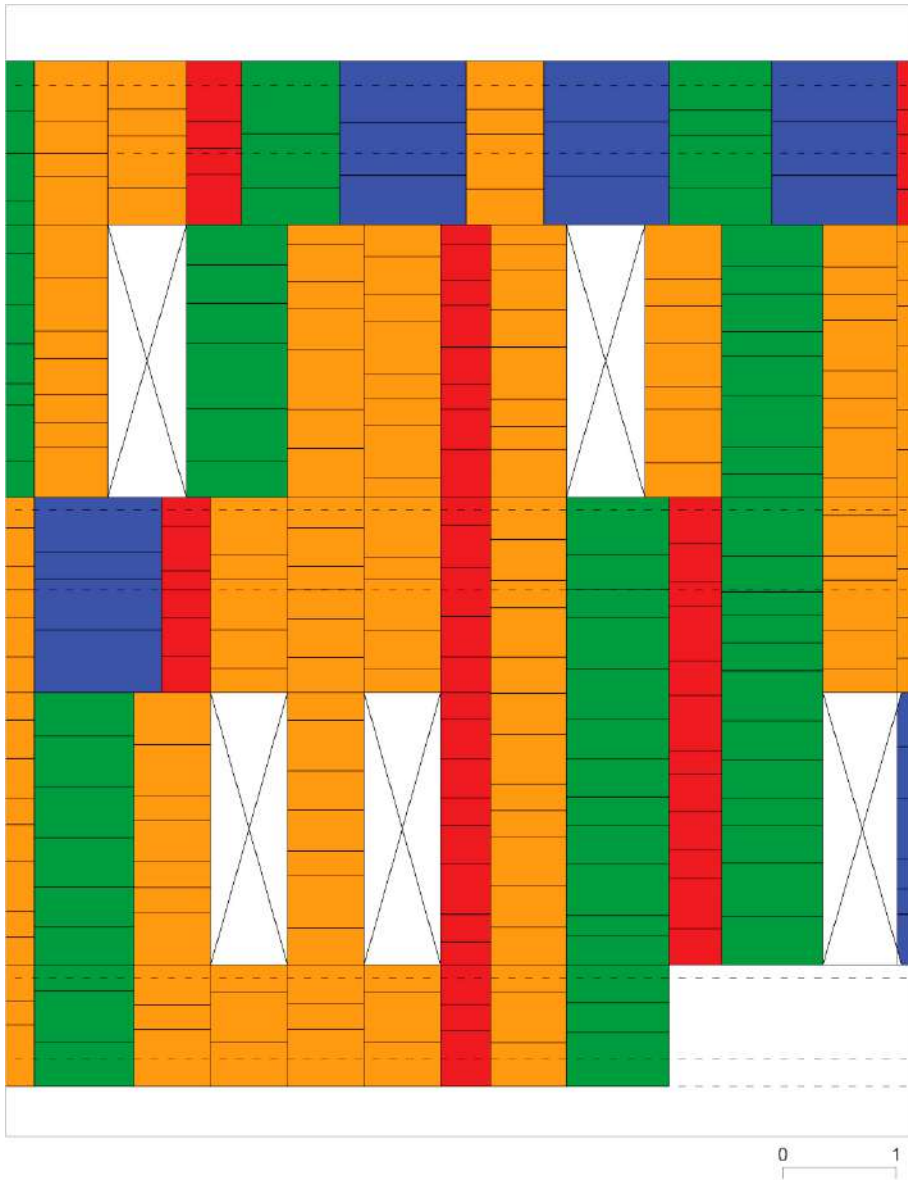


Fotografía de la autora

DESPIECE

Despiece en bandas verticales de anchuras variables.





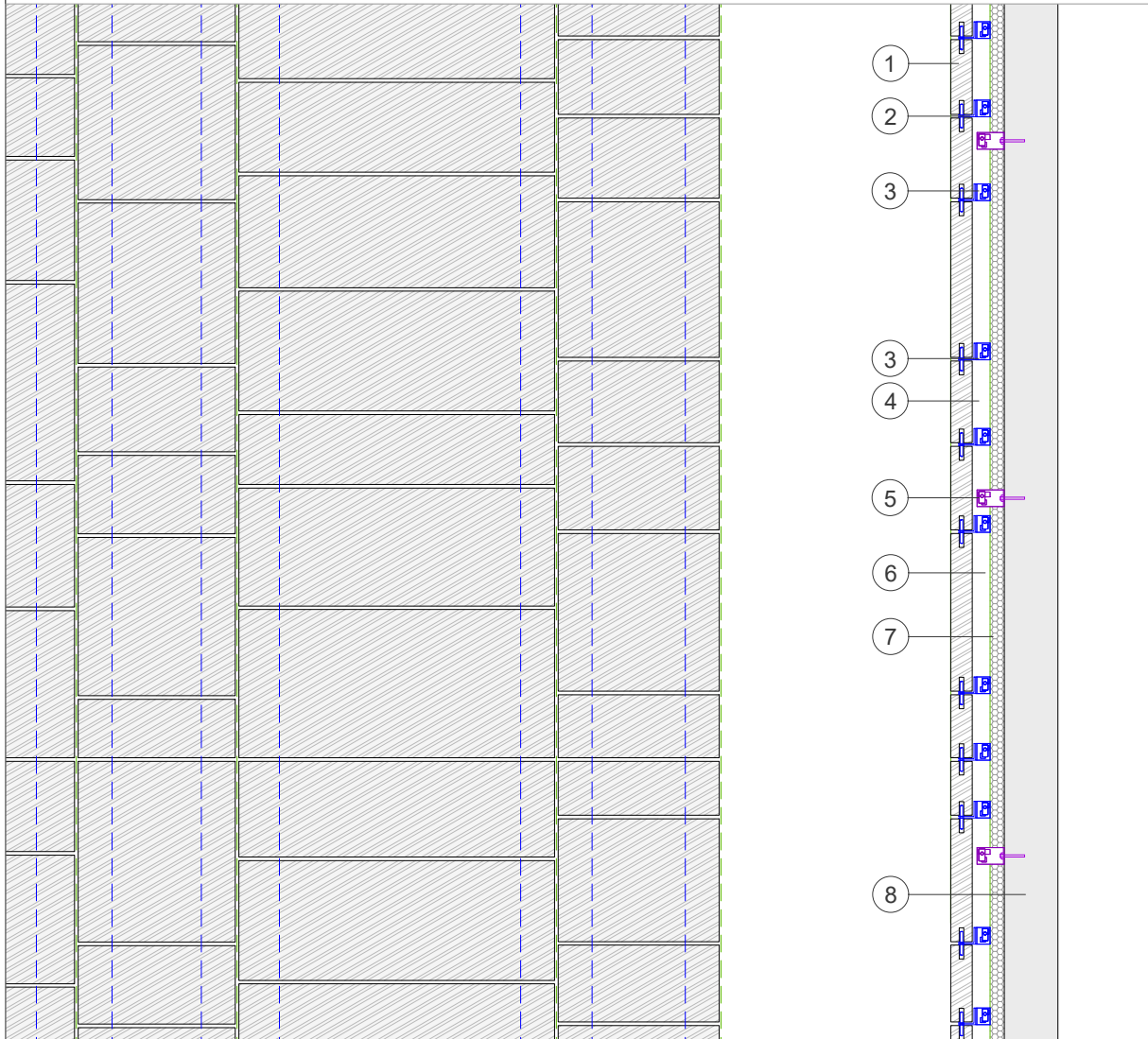
Identificación de las bandas por anchuras

4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Arenisca de Quintanar				
Acabado	Sierra				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	Variable. Anchuras de 45 a 110 centímetros / alturas de 22,5 a 45 centímetros				
Espesor	6 centímetros				
Despiece	Bandas verticales de distintas anchuras				
Juntas	Vertical	1,5 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	0,6 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input checked="" type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
Aislamiento	4 centímetros				
Cámara de aire	5 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Estructura	Horizontal	Forjados Vigas	-		
		Vertical	Hormigón armado		
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Muro soporte	Hormigón armado <input type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input checked="" type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input checked="" type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
	Espesor	15 centímetros			
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input checked="" type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

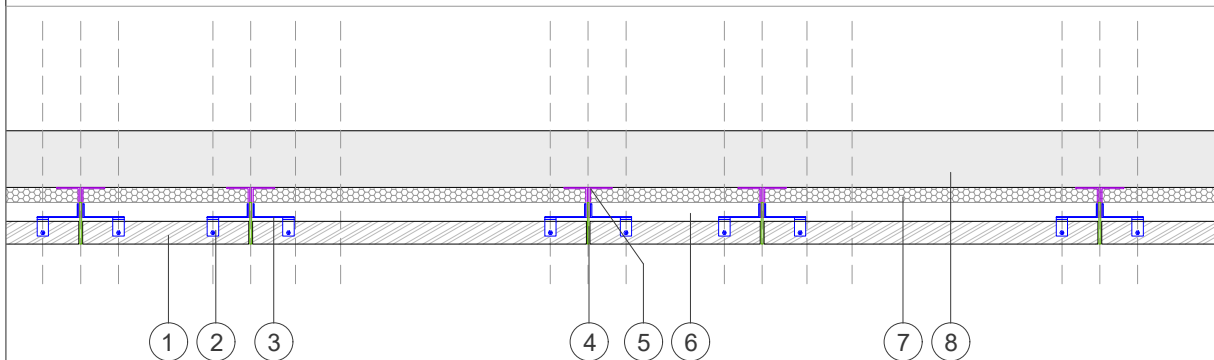
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.20



Alzado

Sección



Planta

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. Placa de piedra e= 6cm | 5. Escuadra |
| 2. Grapa de pivote en junta horizontal de acero inoxidable | 6. Cámara de aire |
| 3. Perfil en L de acero inoxidable | 7. Aislamiento proyectado e= 4 cm |
| 4. Montante multitaladro de acero inoxidable 120 x 8 mm | 8. Soporte |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

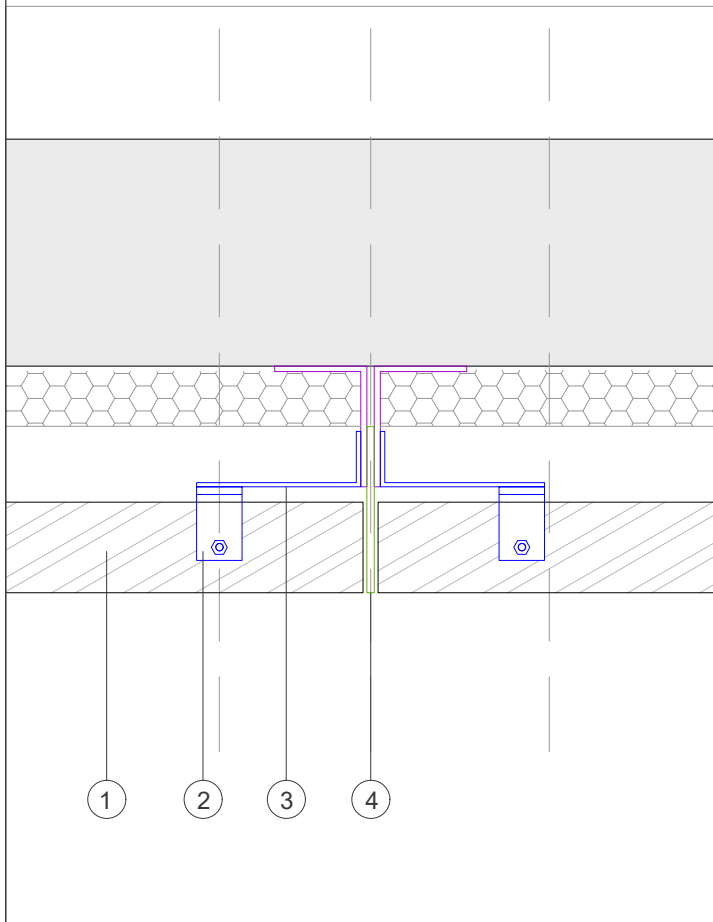
E.1.10

Fijación de las placas de piedra

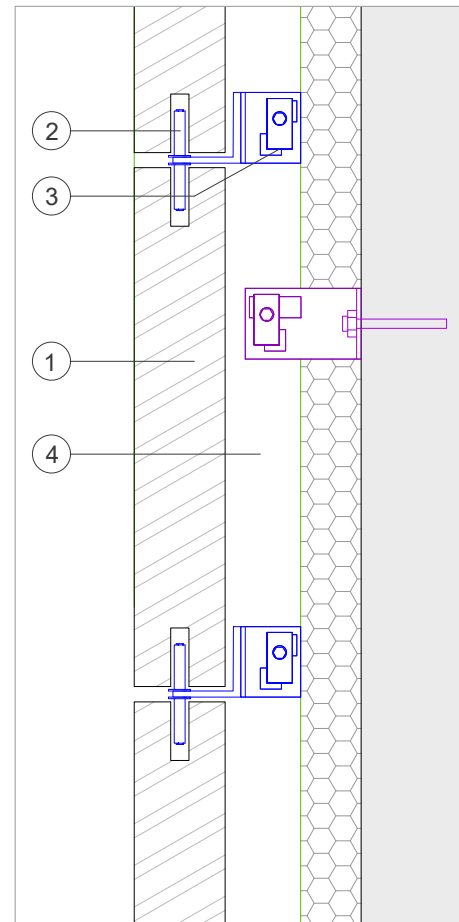
Las placas de piedra (1) se sujetan mediante grapas de pivote fabricadas en acero inoxidable (2), ubicadas en las juntas horizontales de las placas. Cada placa se sujeta con 4 grapas, dos en el canto inferior con funciones de carga y dos superiores con funciones retenedoras. Las grapas de continuación llevan un pivote de carga para la placa superior y un pivote de retención para la inferior. Las grapas de inicio o fin incorporan un único pivote.

Estas grapas se unen a los montantes mediante perfiles en forma de L (3) que sirven para transmitir las cargas, de tal manera que un único montante alineado con las juntas verticales permiten utilizar dos líneas de anclajes.

Los montantes multitaladro (4) están fabricados en un perfil de acero inoxidable, de 120 x 8 milímetros. Se unen mediante dos escuadras de carga a los forjados. También incorporan escuadras de apoyo al soporte en las posiciones en las que este lo permite.



Planta



Sección anclajes

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. Placa de piedra e= 6cm | 5. Escuadra |
| 2. Grapa de pivote en junta horizontal de acero inoxidable | 6. Cámara de aire |
| 3. Perfil en L de acero inoxidable | 7. Aislamiento proyectado e= 4 cm |
| 4. Montante multitaladro de acero inoxidable 120 x 8 mm | 8. Soporte |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.15

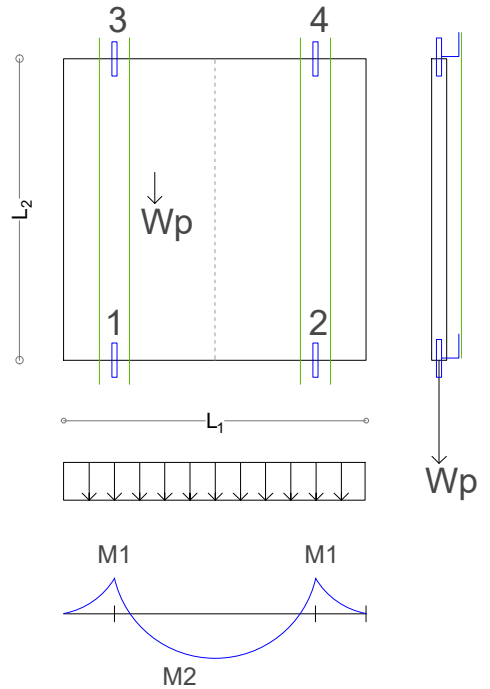
Aunque el reparto de cargas funciona del mismo modo en todas las placas, las diferencias de formato influyen en los cálculos. Para ello se determinarán las zonas críticas de carga para comprobar que los elementos de anclaje son estables.

Peso propio

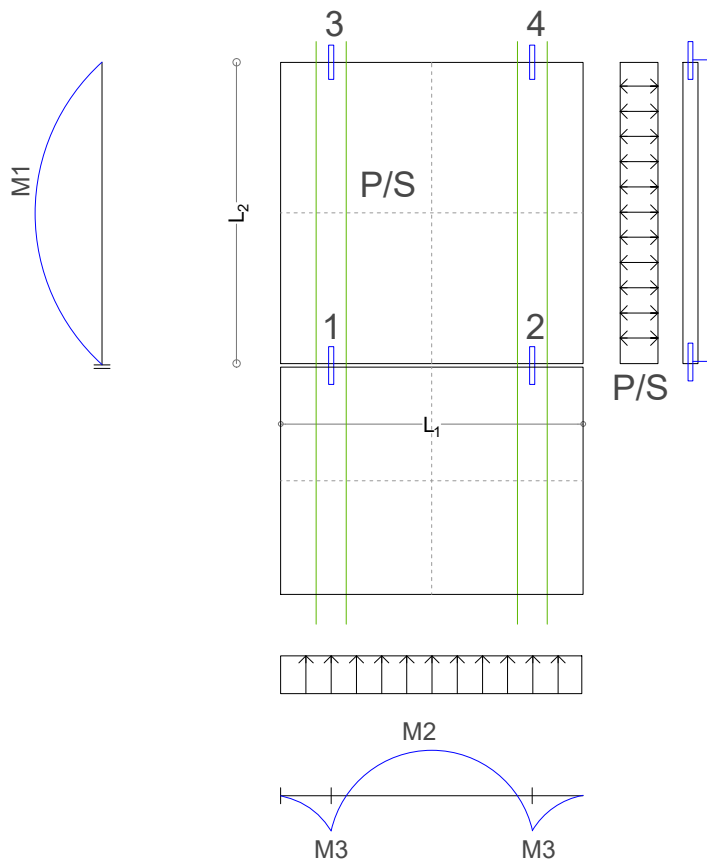
Los anclajes 1 y 2 soportan $\frac{1}{2}$ del peso propio cada uno.

Presión/succión:

Cada anclaje 1 y 2 soportan $\frac{1}{4}$ de los esfuerzos de la placa superior y $\frac{1}{4}$ de la inferior.



Peso propio



Viento

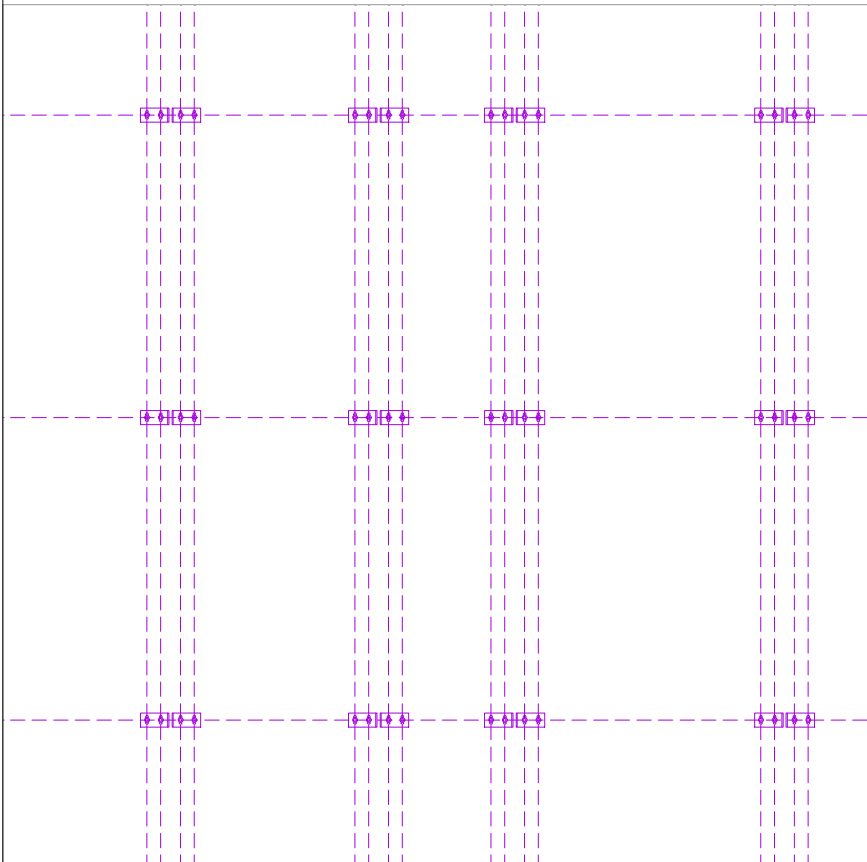
Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento
Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.25



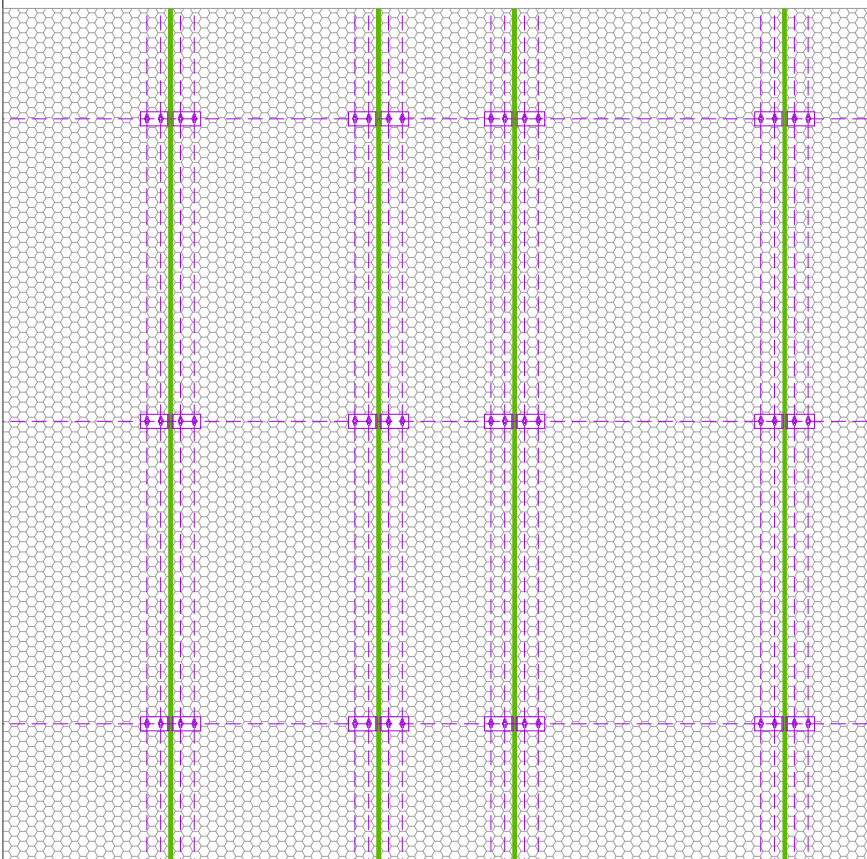
Paso 1

Paso 1: escuadras

Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte. Replanteo de acuerdo a planos.

Colocación de escuadras de carga. Cada perfil vertical llevará dos escuadras. Las escuadras tienen ranuras para regular la posición de los perfiles verticales. La superior permite el ajuste vertical y la inferior permite el ajuste horizontal.

Colocación de las escuadras de apoyo en el soporte.



Pasos 2 y 3

Paso 2: montantes

Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras. La unión a las escuadras de carga es fija y la unión a las escuadras de apoyo es móvil.

Comprobación de longitud máxima de los montantes.

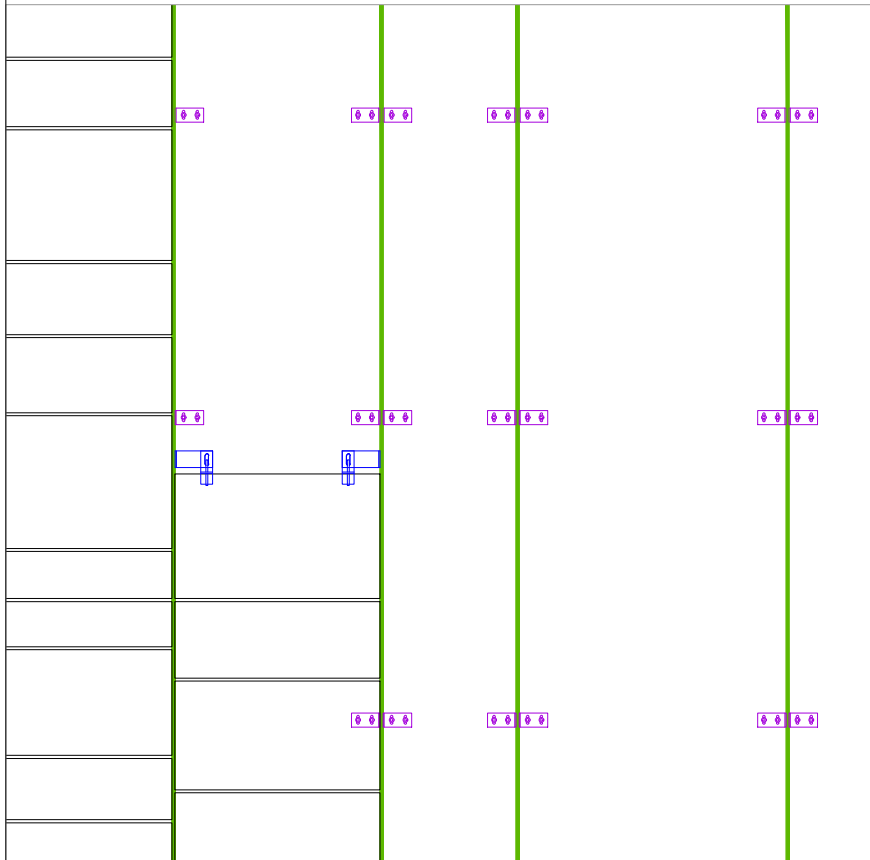
Paso 3: aislamiento

Proyectado del aislamiento.

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

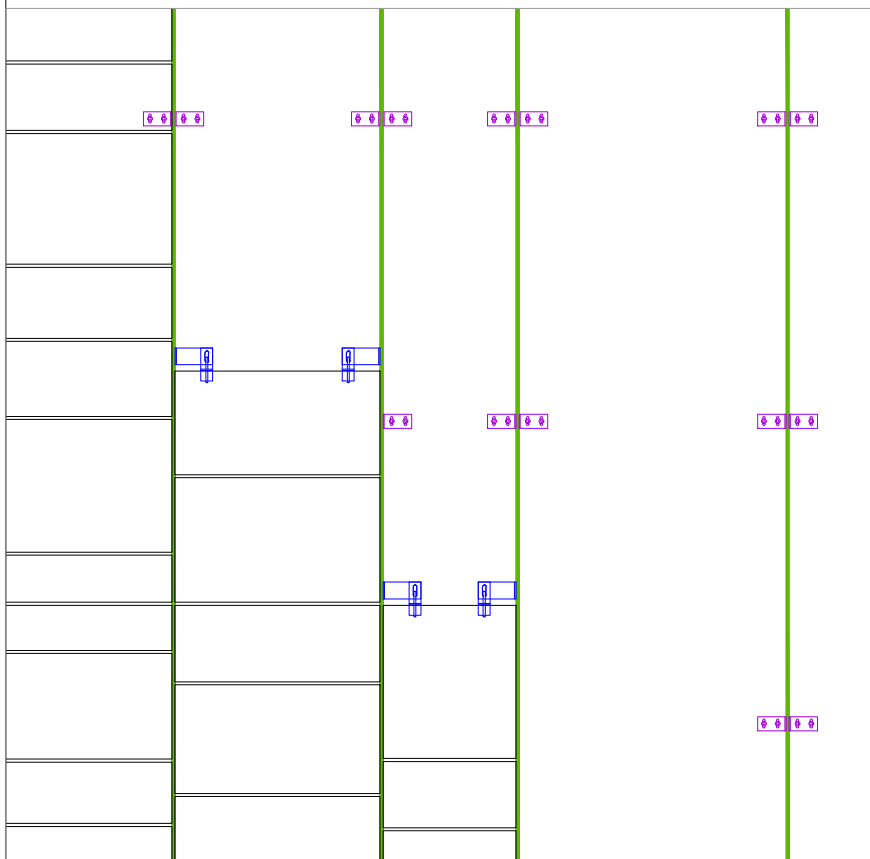
E.1.25



Paso 4: perfiles en L

Colocación de los perfiles en forma de L a ambos lados del montantes según plano y replanteo de juntas.

Paso 4



Paso 5: placas de piedra

Las placas se colocan por bandas de abajo a arriba. Se atornillan las grapas de pivote de carga y se posiciona la placa. Una vez comprobada la correcta alineación se presentan las grapas de retención y, una vez reguladas, se atornillan.

Paso 5

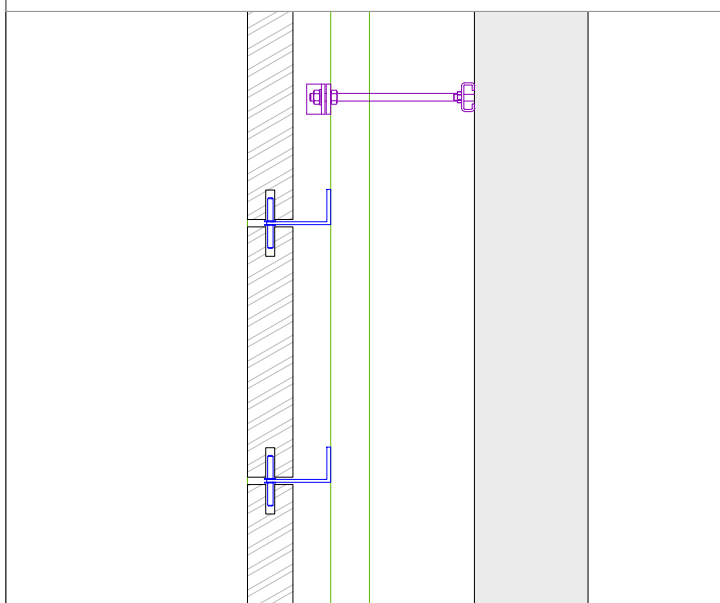
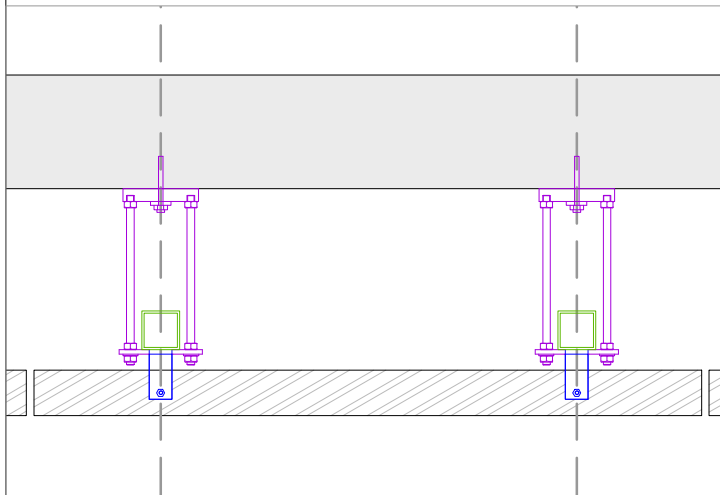
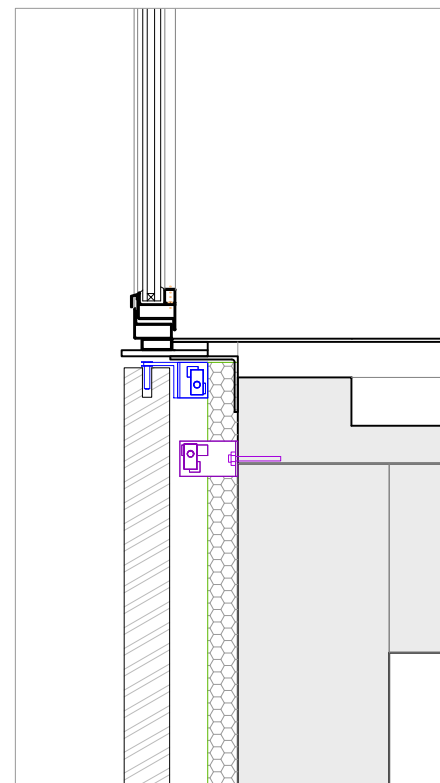
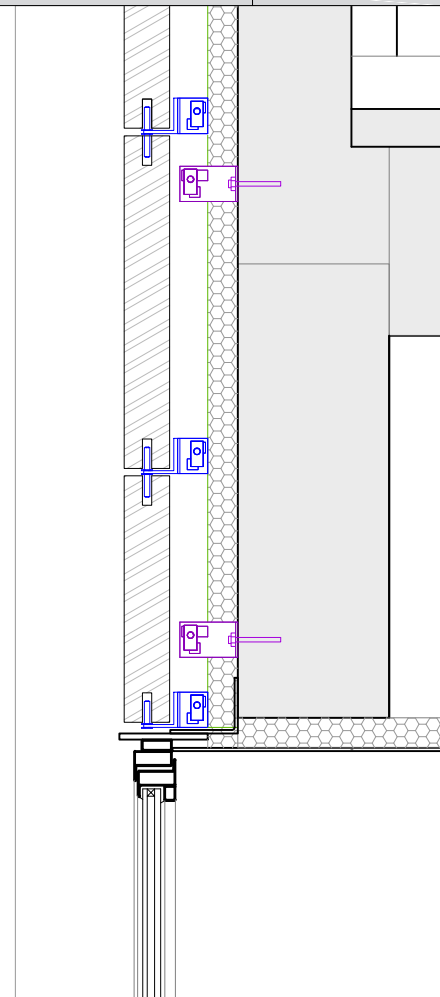
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.10

Las carpinterías se colocan a haces exteriores. Se fijan a las vigas de hormigón armado de canto mediante perfiles perimetrales de acero en forma de L. Las placas de piedra superior e inferior a las carpinterías se sujetan mediante grapas de inicio o fin en lugar de las de continuación.

En algunas zonas del edificio se debe resolver una separación excesiva entre las placas del revestimiento y el soporte. En estas localizaciones se modifica el subsistema de anclaje. En lugar de utilizar un único montante se utilizan dos líneas de montantes para dividir las cargas excéntricas transmitidas y evitar el vuelco. Los montantes de acero inoxidable se anclan al forjado y al soporte mediante escuadras de acero inoxidable específicas para grandes excentricidades.



Zonas con muchas excentricidad respecto al soporte

Carpinterías

IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO



Cedida por las arquitectas autoras



Cedida por las arquitectas autoras



Cedida por arquitecto autor Cedida por las arquitectas autoras



Cedida por las arquitectas autoras

CASO DE ESTUDIO 10

PROYECTO	MUSEO DE LIVERPOOL
UBICACIÓN	LIVERPOOL L3 1DG, REINO UNIDO
DIRECCIÓN	PIER HEAD, LIVERPOOL WATERFRONT, LIVERPOOL L3 1DG, REINO UNIDO
ARQUITECTO	3XN - ARQUITECTOS
FECHA	FINALIZADO 2011



<https://www.architectsjournal.co.uk/news/museum-of-liverpool-by-3xn-and-aew-architects/1994293.article>
(consulta 07.08.2019)

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
https://3xn.com/project/museum-of-liverpool (consulta el 01.12.2018)	Ubicación
	Planteamiento
	Planimetría
	Imágenes de obra terminada
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Revista digital Stone World https://www.stoneworld.com/articles/85756-new-liverpool-landmark-is-defined-by-jura-limestone (consulta el 17.12.2017)	Descripción del sistema
	Descripción de la variedad de piedra
	Imágenes de seguimiento de obra
ArchDaily https://www.archdaily.com/151034/museum-of-liverpool-3xn (consulta el 17.12.2017)	Información general
	Planimetría básica: plantas, secciones alzado.
	Esquemas y planteamiento del despiece
	Imágenes de obra terminada
Suministrador de estructura metálica http://www.caunton.co.uk/project.aspx?id=162 (consulta el 08.07.2019)	Descripción del sistema estructural
Empresa suministradora de piedra https://www.vm-kaldorf.de/portfolio-items/new-museum-of-liverpool/ http://www.jurabeigelimestone.com/blog/projects/jura-beige-reference-project-liverpool-museum-cladding https://www.termeszeteskovekhaza.hu/koburkolat-blog/futurisztikus-jura-meszko-homlokzat/ (consulta el 08.07.2019)	Descripción de la variedad de piedra
Suministrador e instalador de piezas de acero http://sfcmidlands.co.uk/projects-liverpool-museum.html (consulta el 08.07.2019)	Imágenes de seguimiento de obra

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	NO

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El edificio se ubica en el centro de Liverpool, en el paseo marítimo junto al río Mersey. Se emplaza en la zona de Mann Island, entre el muelle Albert Dock al sur y el Pier Head al norte, junto a la hilera de edificios históricos denominados 'Las Tres Gracias'. Es visible tanto desde el río como desde la ciudad, contribuyendo al flujo peatonal a lo largo de los muelles.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

Se plantea una estructura dinámica que dialoga con los edificios históricos del borde del puerto para crear un nexo físico y simbólica. El edificio del museo está concebido como plataformas inclinadas o elevadas, formando un volumen escultórico recuerda a los barcos mercantes que en algún momento dominaron el puerto. Las áreas al aire libre alrededor del Museo ofrecen asientos con vistas al agua que se suman al entorno urbano dinámico y sirven como punto de encuentro, contribuyendo al flujo del paseo público a lo largo de los muelles.

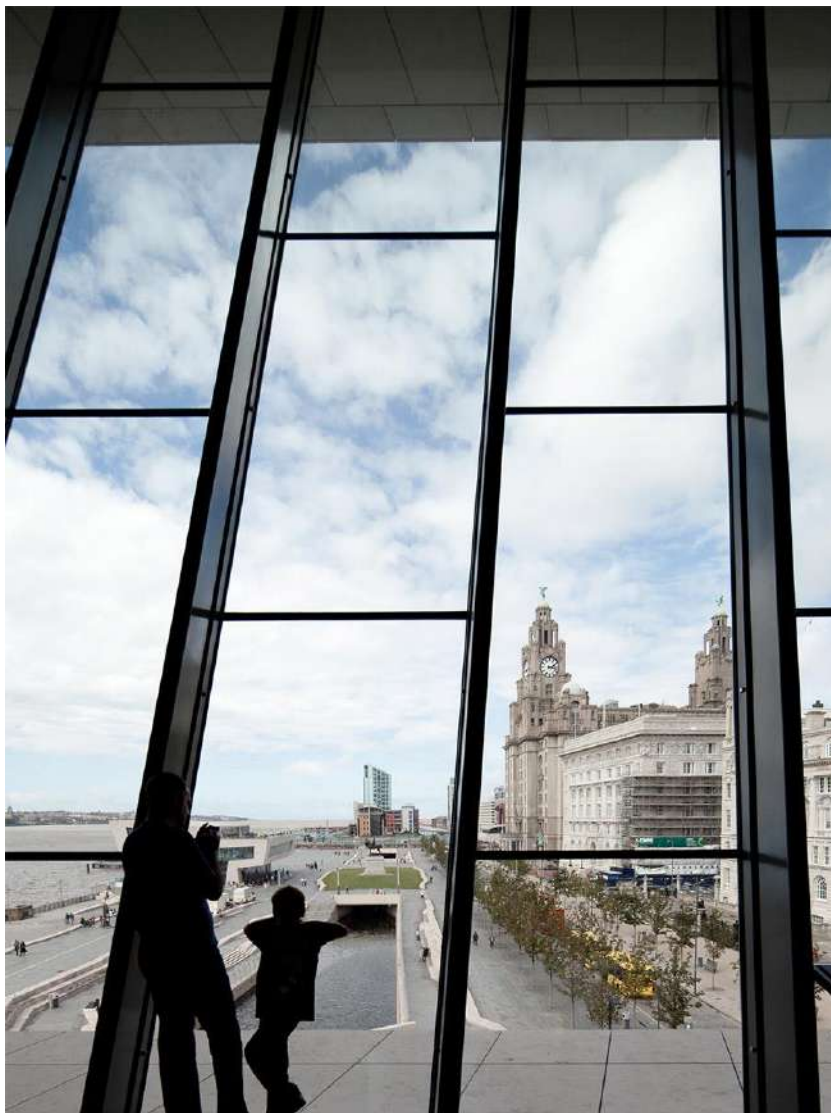
Esta idea de la interacción se repite en el interior del museo, con su escalera escultórica que conduce a las galerías. Las enormes ventanas se abren hacia la ciudad y el puerto, con la intención de ver y ser visto.



<https://www.archdaily.com/151034/museum-of-liverpool-3xn>

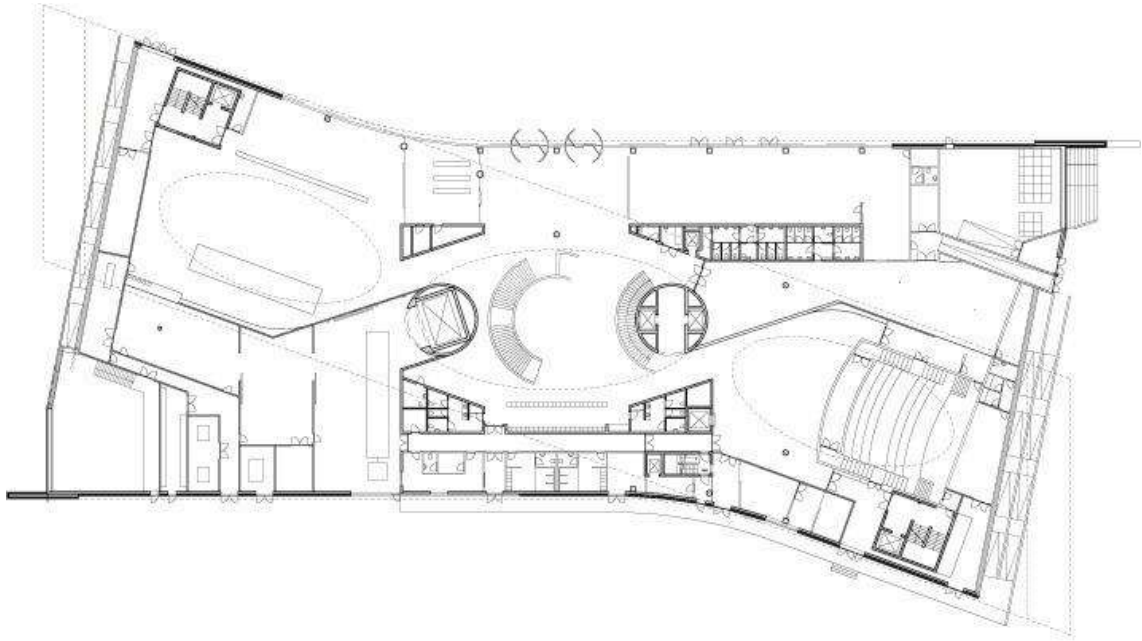


<https://www.archdaily.com/151034/museum-of-liverpool-3xn>

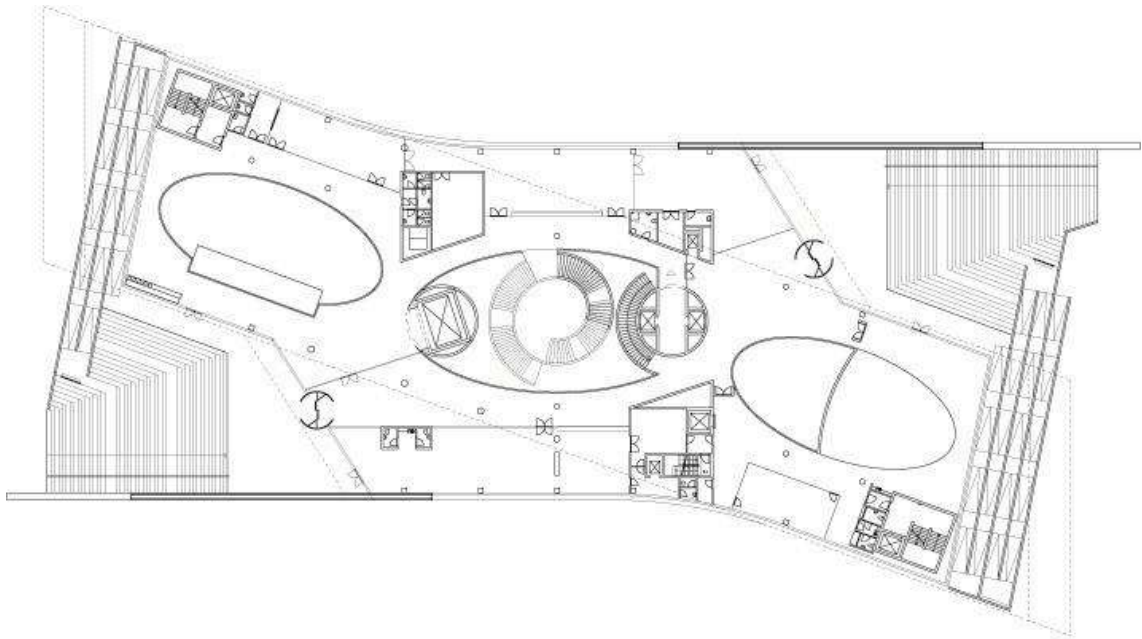


<https://www.archdaily.com/151034/museum-of-liverpool-3xn>

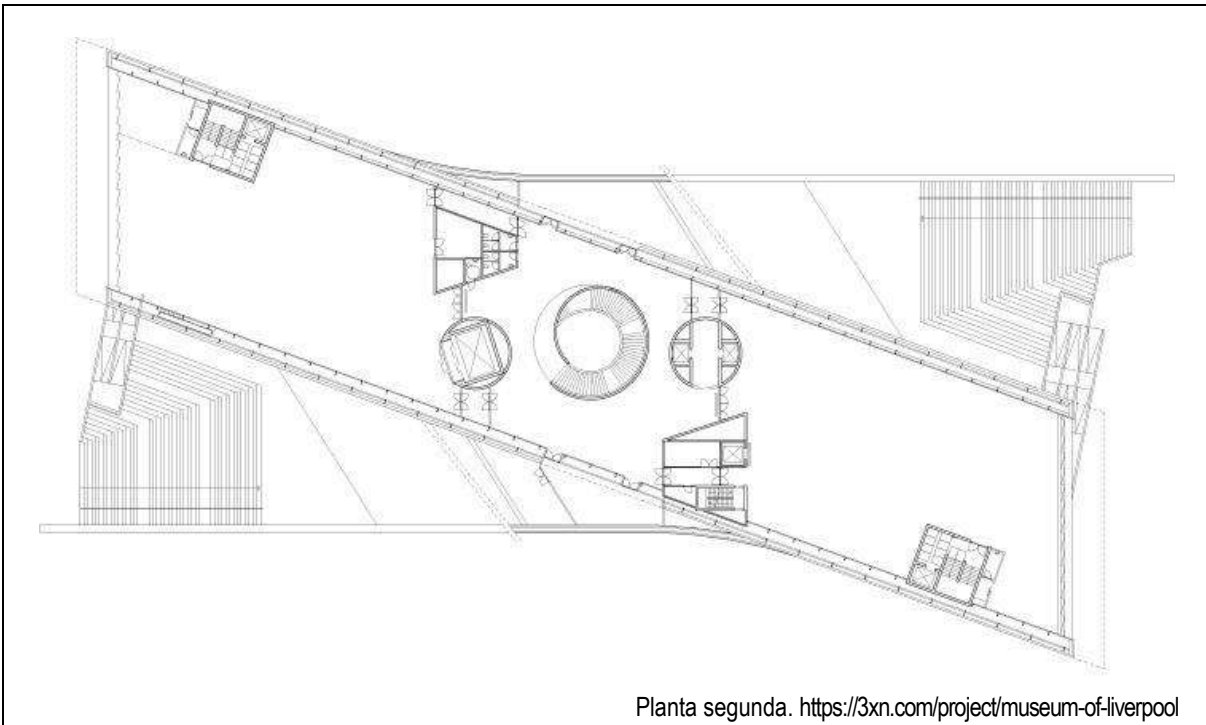
PLANIMETRÍA BÁSICA



Planta Baja. <https://3xn.com/project/museum-of-liverpool>



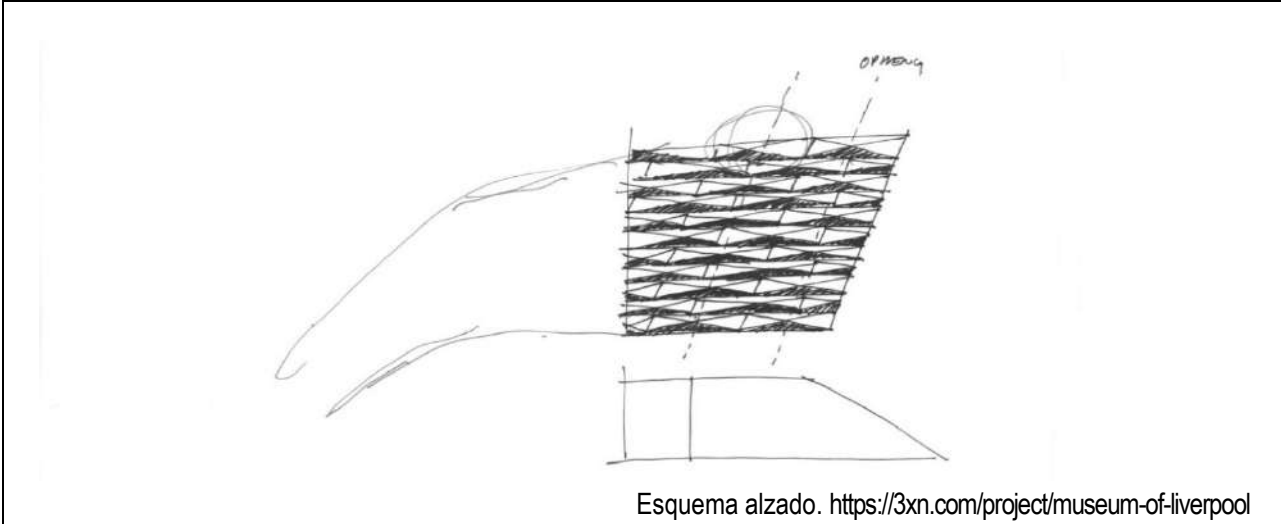
Planta primera. <https://3xn.com/project/museum-of-liverpool>



4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

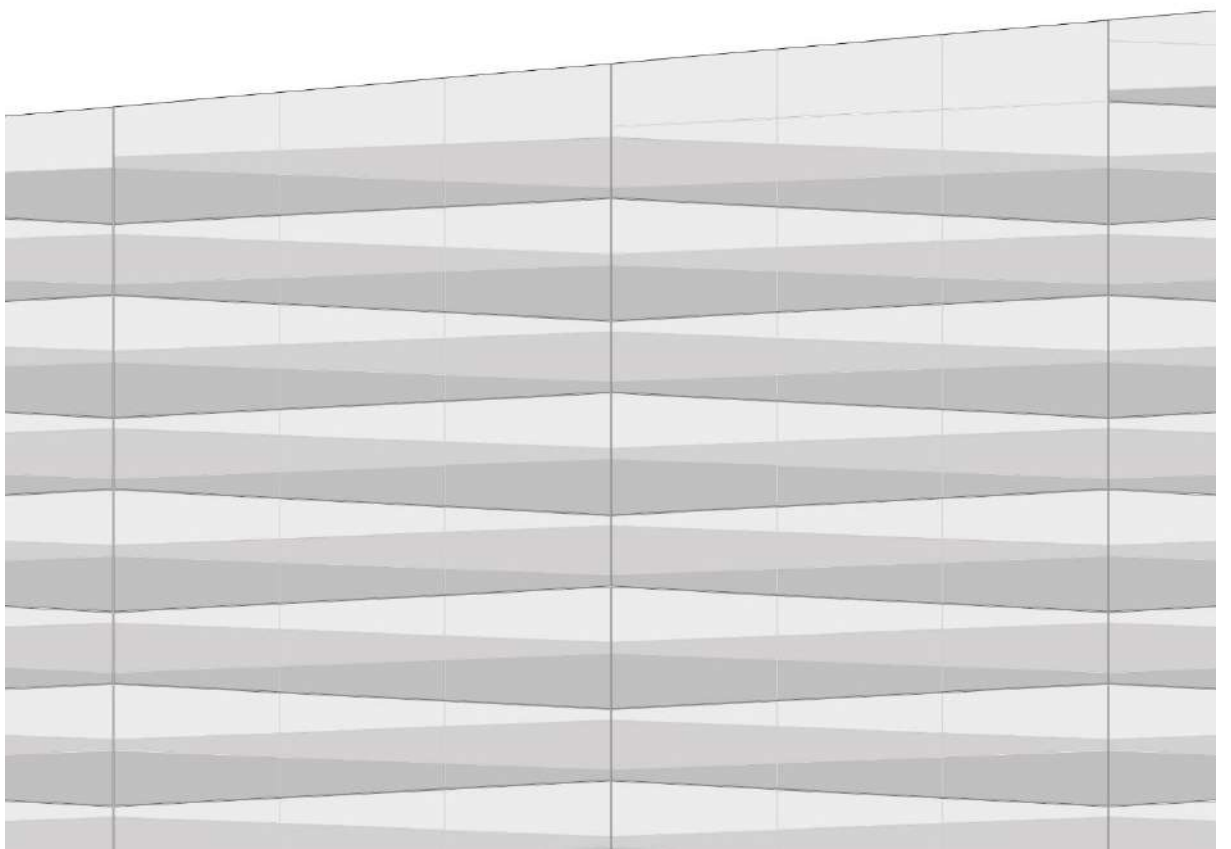
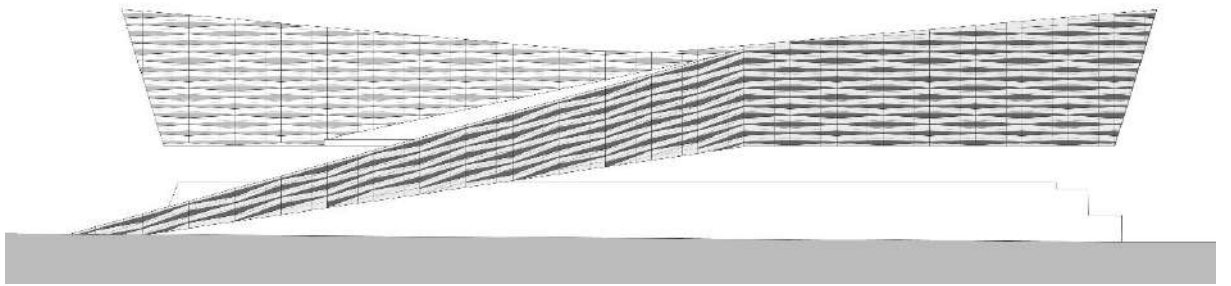
La fachada plantea un patrón que lleva a una nueva interpretación del detalle arquitectónico en las "Tres Gracias". El patrón de relieve de la fachada presenta una nueva interpretación de los detalles arquitectónicos históricos en las 'Tres gracias'. Las enormes ventanas a dos aguas se abren hacia la Ciudad y el Puerto, dibujando simbólicamente la historia en el Museo, al mismo tiempo que permiten que los curiosos miren.



TIPO DE PIEDRA

Caliza Jura beise de Kaldorf

DESPIECE

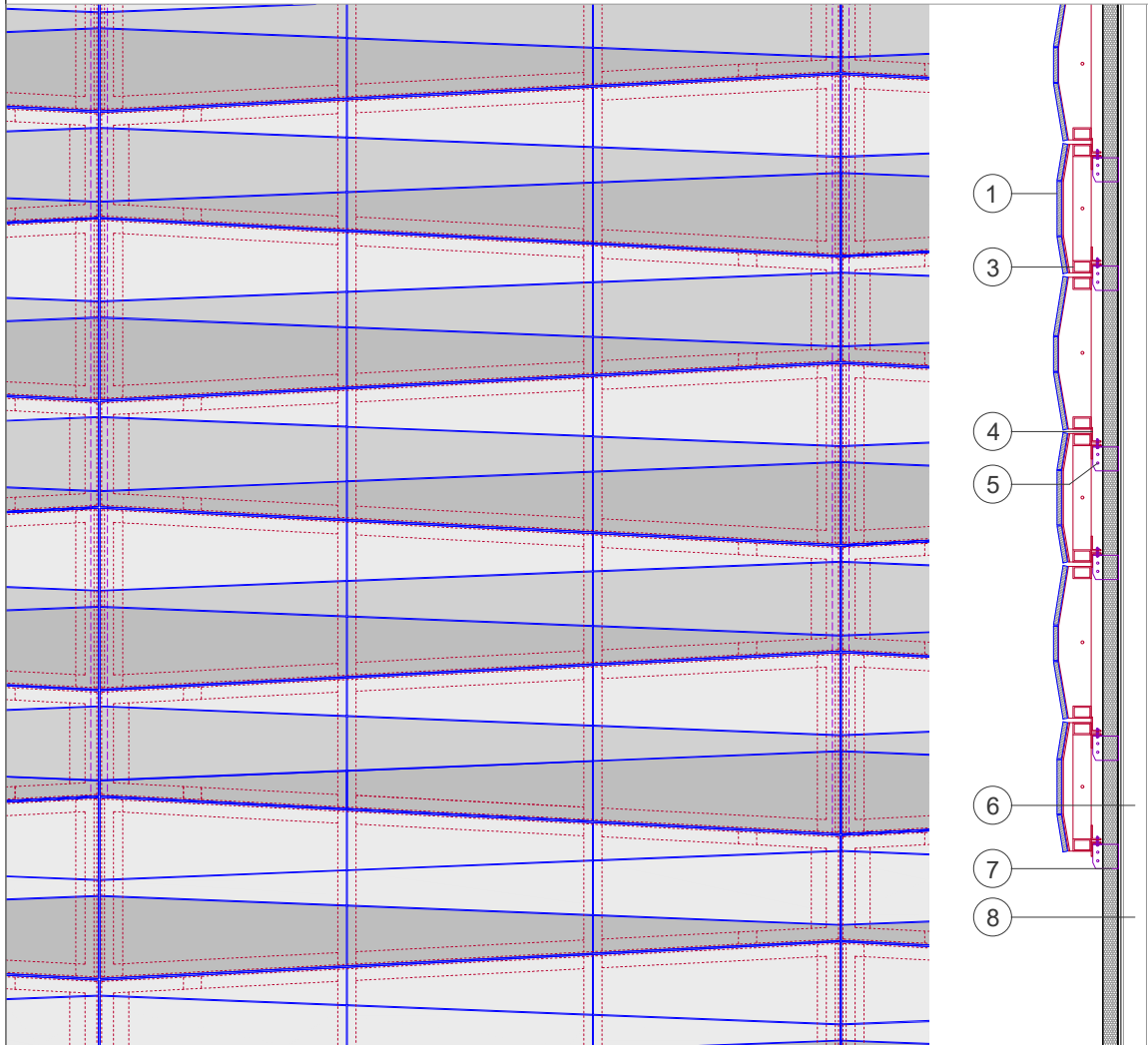


4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Jura Gelb Limestone Piedra caliza natural del Jura				
Acabado	Raspado				
Formato	Trapezoidal				
Dimensiones	Variables, según placa centímetros				
Espesor	3 centímetros				
Despiece	Geométrico, volumétrico				
Juntas	Vertical	1 centímetros	Corte	Biselado	
	Horizontal	1 centímetros	Corte	Biselado	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input checked="" type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
Aislamiento	- centímetros				
Cámara de aire	- centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Estructura	Horizontal	Forjados	Losa de hormigón armado		
		Vigas	Metálicas		
	Vertical	Entramado metálico, Muro de hormigón armado s. zonas			
Fijación a la estructura	Empotrada <input type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input checked="" type="checkbox"/>
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Muro soporte	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>	
	Maciza <input type="checkbox"/>		Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
Espesor	Haga clic o pulse aquí para escribir texto. centímetros				
Fijación al muro soporte	Empotrada <input type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

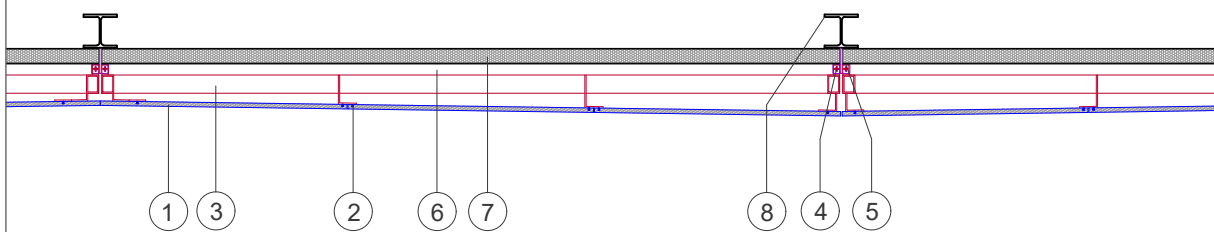
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.50



Alzado

Sección



Planta

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Placa de piedra e= 3cm | 5. Escuadras |
| 2. Anclajes en el reverso de la placa | 6. Cámara de aire |
| 3. Estructura marco de montaje montada en taller | 7. Panel sandwich de aislamiento |
| 4. Pletinas de anclaje incorporadas en la estructura marco | 8. Estructura |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

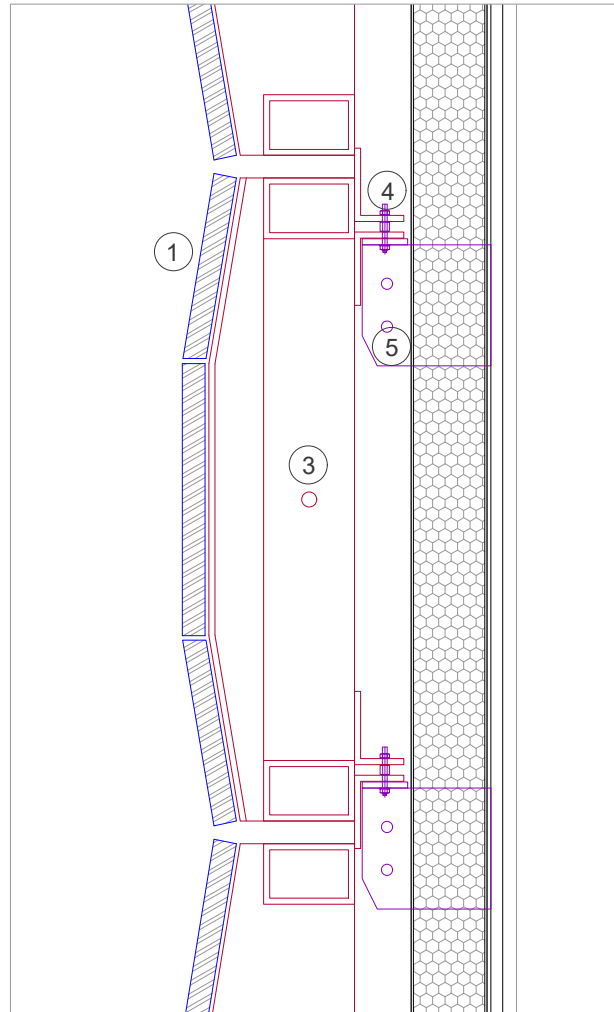
E.1.10

Fijación de las placas de piedra

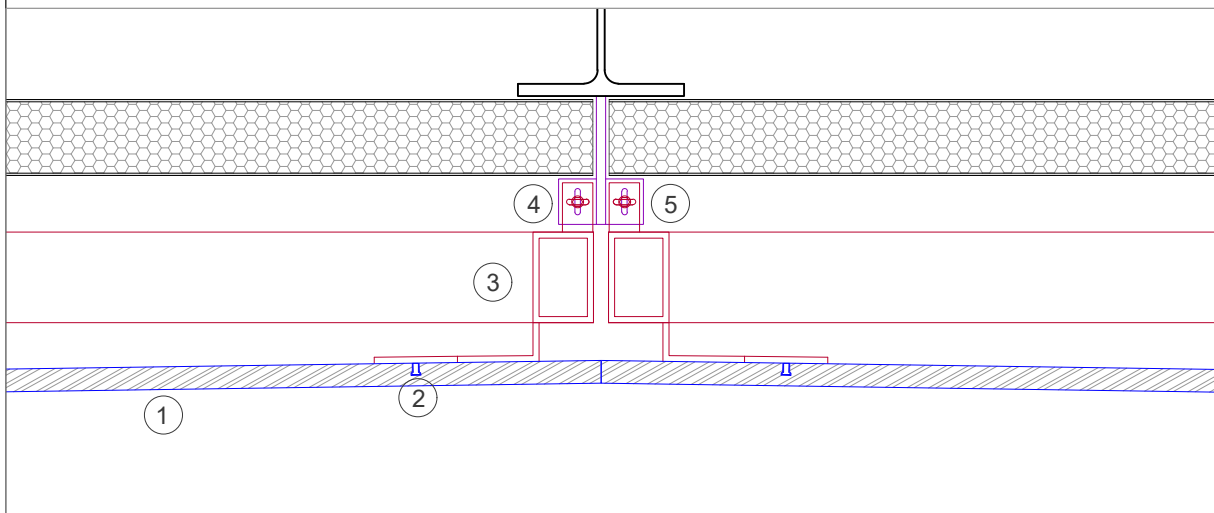
Las placas de piedra (1) se sujetan mediante anclajes por destalonado ubicados en el reverso de la placa (2) a una estructura marco de montaje compuesta por perfiles tubulares. Para conseguir el diseño de despiece tridimensional compuesto por 6 piezas en distintos ángulos, la estructura marco de montaje se diseña y monta en taller con piezas y formatos específicos.

Estos perfiles llevan incorporadas unas pletinas en los bordes que les permiten unirse atornillarse a escuadras en los pilares.

Cada una de las estructuras se considera un patrón que se repite por simetrías y desplazamientos.



Sección

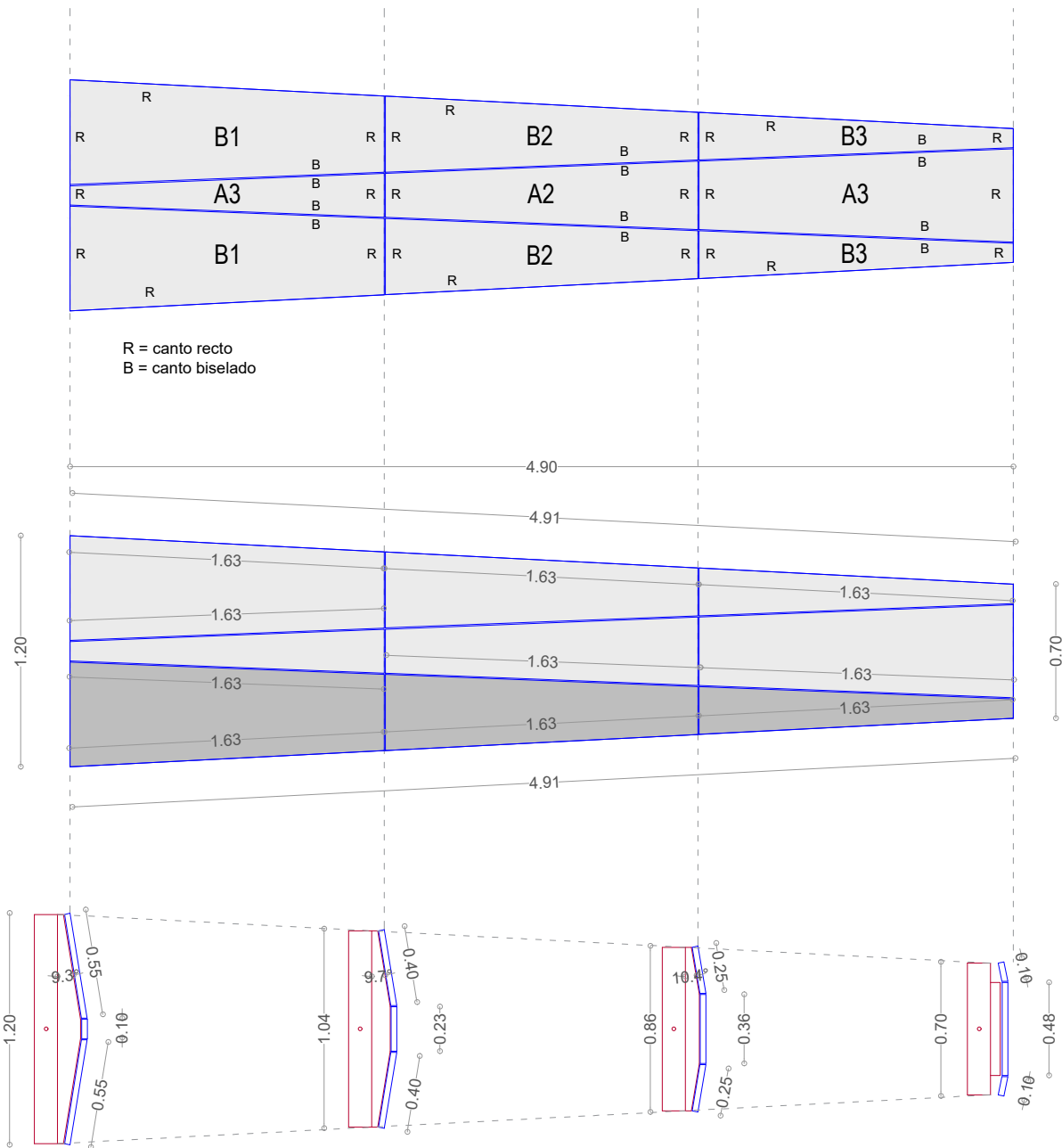


Planta

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Placa de piedra $e=3\text{cm}$ | 5. Escuadras |
| 2. Anclajes en el reverso de la placa | 6. Cámara de aire |
| 3. Estructura marco de montaje montada en taller | 7. Panel sandwich de aislamiento |
| 4. Pletinas de anclaje incorporadas en la estructura marco | 8. Estructura |

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

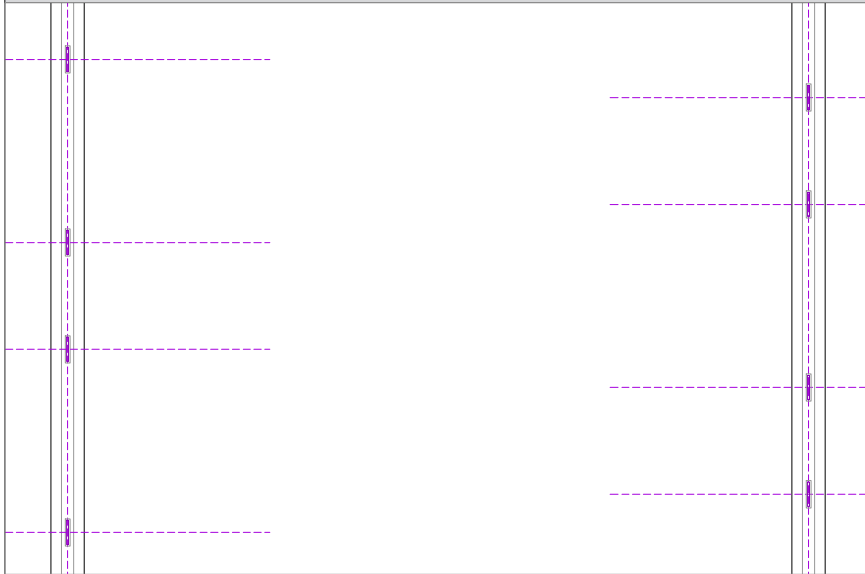


Configuración del elemento patrón

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.50



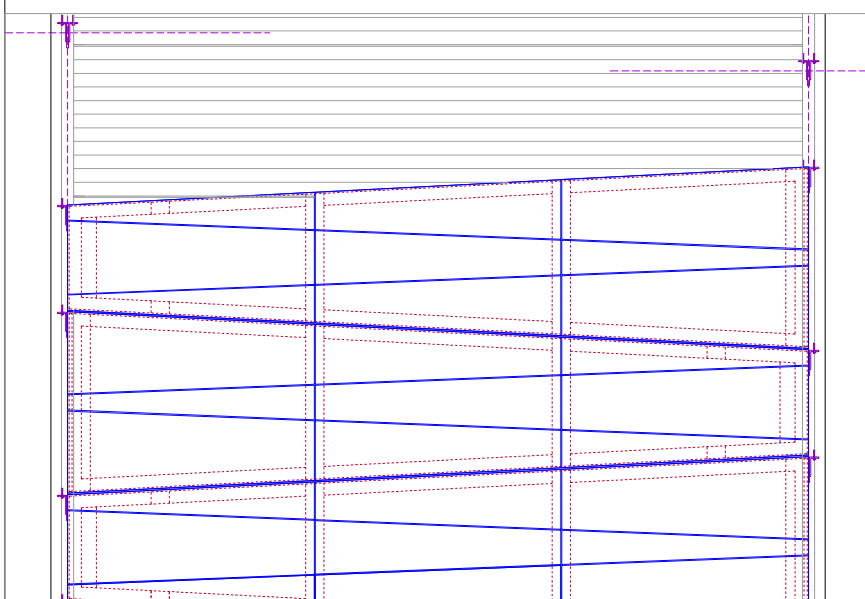
Paso 1

Paso 1: escuadras
Comprobación de dimensiones entre pilares.
Presentación de escuadras, colocación del primer resorte.



Paso 3

Paso 2: aislamiento
Instalación de los paneles sandwich.
Colocación de los resortes laterales de las escuadras.



Paso 3

Paso 3: estructura marco
Montaje de los patrones en línea ascendente.
Cada patrón llega premontada, por lo que basta con presentarlos en su posición mediante las pletinas, comparar alineaciones y atornillar.

IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO





<https://www.stoneworld.com/gdpr-policy?url=https%3A%2F%2Fwww.stoneworld.com%2Farticles%2F85756-new-liverpool-landmark-is-defined-by-jura-limestone#:~:text=The%20new%20Museum%20of%20Liverpool,of%20Kaldorf%2C%20Titting%2C%20Germany.>

CASO DE ESTUDIO 11

PROYECTO	CENTRO DE SALUD
UBICACIÓN	MONTERROSO, LUGO
DIRECCIÓN	RÚA DE JUAN MONTES, 1, 27560
AUTOR	ABALO ALONSO ARQUITECTOS
FECHA	CONCURSO 2006, PROYECTO 2009, FIN DE OBRA 2012



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
http://www.abalalonso.es/trabajo/centro-de-salud-2/ (consulta el 17.12.2017)	Ubicación
	Planteamiento
	Planimetría básica
	Imágenes de obra terminada
	Ficha técnica
FUENTES SECUNDARIAS: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	DOCUMENTACIÓN
Envolvente arquitectónica nº 8 (2013). Publiditec. Zarautz, Gipuzkoa. pp. 54-61	Planteamiento
	Planimetría básica
	Imágenes de obra terminada
AV Monografías nº 173-174 (2015). Arquitectura Viva Sl. Madrid. pp. 100-105	Planteamiento
	Planimetría básica
	Imágenes de obra terminada
	Planteamiento
http://www.ondiseno.com/proyecto.php?id=2153 (consulta el 17.12.2017)	Sección constructiva
	Imágenes de obra terminada

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	OCTUBRE 2016
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El edificio se ubica en la localidad de Monterroso, capital de la comarca de Ulloa, en el oeste de la provincia de Lugo y ocupa la totalidad de la parcela. Linda al este y sur con vías urbanas y al oeste con una pequeña zona verde compartida con un apeadero de autobuses, relevante puesto que el servicio del centro de salud cubre un área mayor que el propio núcleo principal del Ayuntamiento. La pendiente existente junto con la posición del apeadero focaliza el acceso a la parcela a nivel de este, por la esquina suroeste a través de un área pavimentada.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

El edificio se hunde ligeramente favoreciendo el soleamiento de la calle superior, y su lectura como elemento acorde a la escala del entorno rural en que nos encontramos. Se parte de un paralelepípedo compacto, perforado por cuatro patios, que se enfrenta a dos volúmenes. El conjunto dibuja un perfil quebrado.

El revestimiento de pizarra reviste las fachadas y cubiertas y contrasta con el cálido interior forrado de roble. En la planta sótano se sitúan las áreas que requieren mayor intimidad.



Fotografías. Hector Fdez Santos-Díez. A <http://www.ondiseno.com/proyecto.php?id=2153>

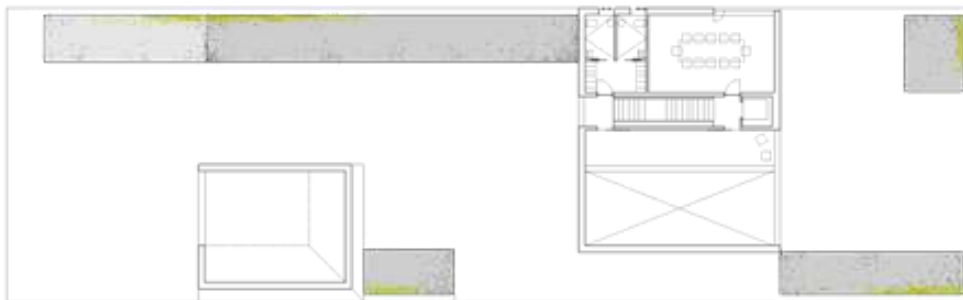
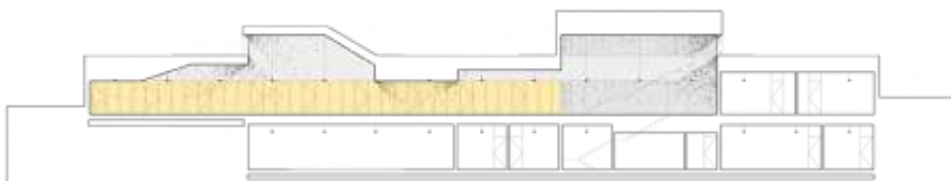
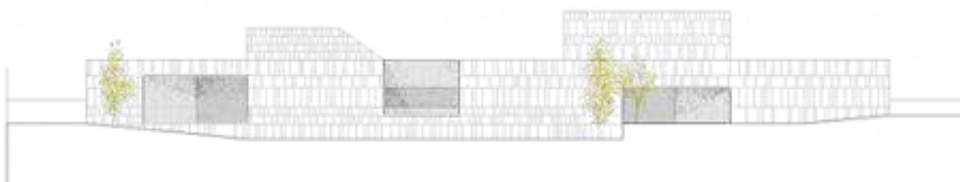


Fotografía de la autora



Fotografía de la autora

PLANIMETRÍA BÁSICA

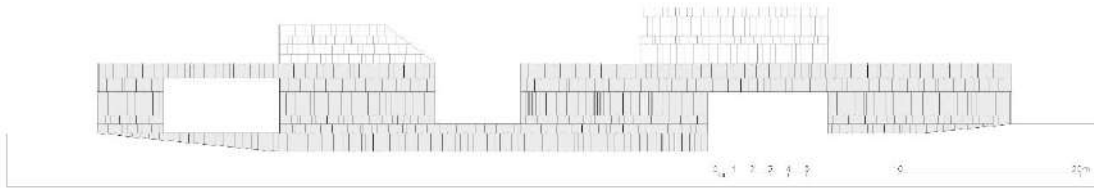
Planta Semisótano. <http://www.abaloalonso.es/trabajo/centro-de-salud-2/>Planta Baja. <http://www.abaloalonso.es/trabajo/centro-de-salud-2/>Planta primera. <http://www.abaloalonso.es/trabajo/centro-de-salud-2/>Sección longitudinal. <http://www.abaloalonso.es/trabajo/centro-de-salud-2/>Alzado oeste-acceso. <http://www.abaloalonso.es/trabajo/centro-de-salud-2/>

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

Las fachadas se plantean como un volumen escultural y compacto que emerge con un perfil quebrado: una roca escultural revestida en todas sus fachadas y en su cubierta con pizarra de la zona. La pizarra que envuelve todo el proyecto también resulta paradójica, dando solidez y contundencia al conjunto a la vez que disimula su presencia camuflándola con los muros del pueblo

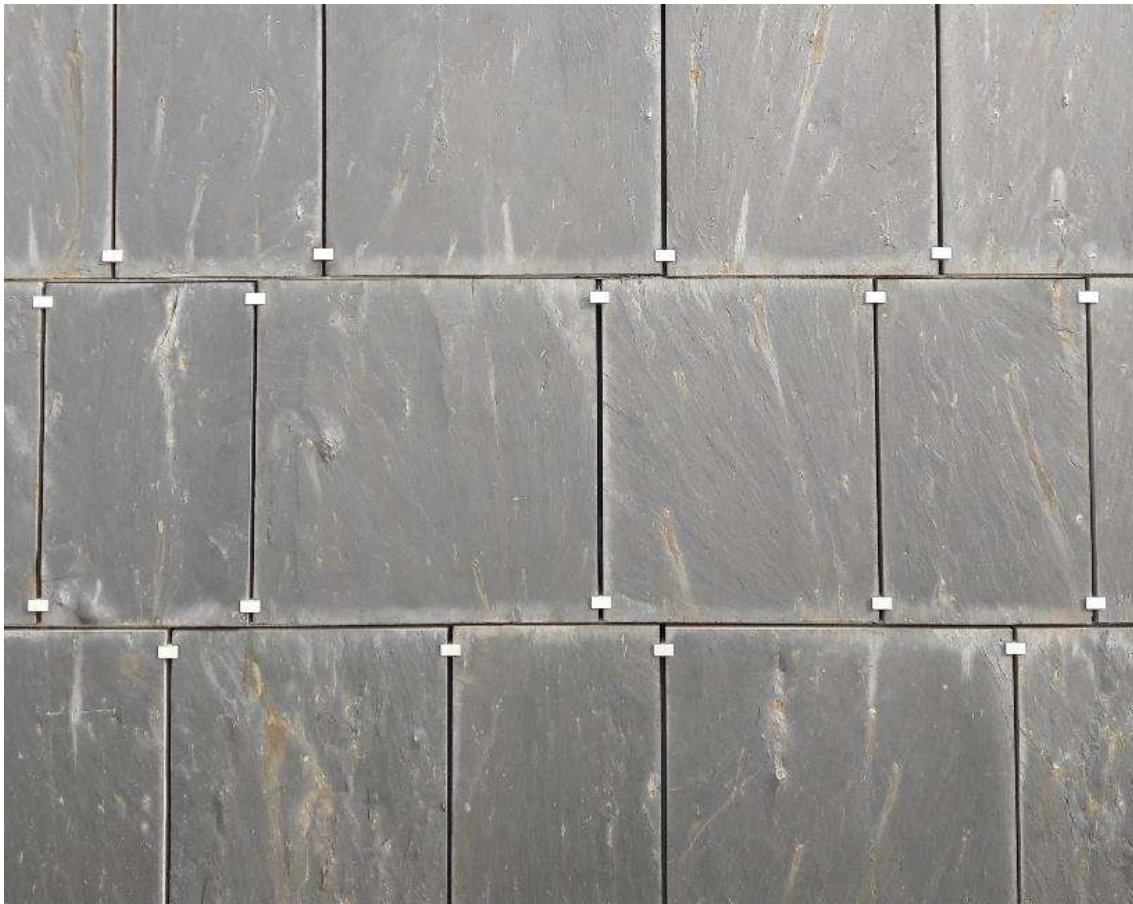
En el acceso y huecos de la fachada se ha sustituido la piedra por paneles de acero galvanizado, que producen unos brillos y matices de color en contraste con los de la piedra, enfatizando la idea del espacio en negativo de los huecos.



Alzado oeste-acceso. Elaboración propia

TIPO DE PIEDRA

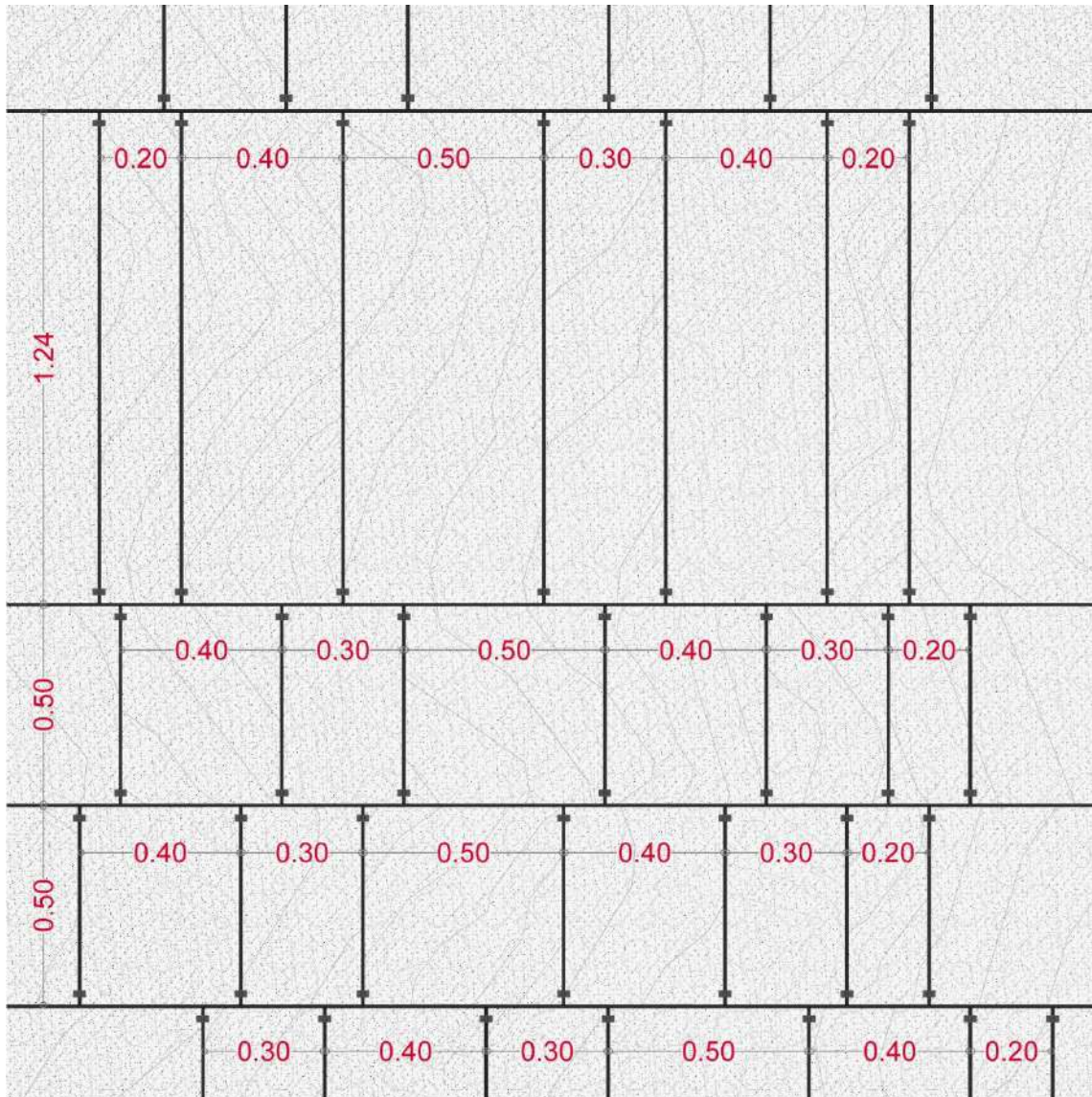
Se ha utilizado pizarra de la zona con acabado natural, en forma de placas de varias dimensiones y de 5 centímetros de espesor.



Fotografía de la autora

DESPIECE

El despiece se forma a base de bandas horizontales de alturas diferentes fragmentadas de forma discontinua en la dirección vertical, con bases de 20, 30, 40, 50 o 60 centímetros.

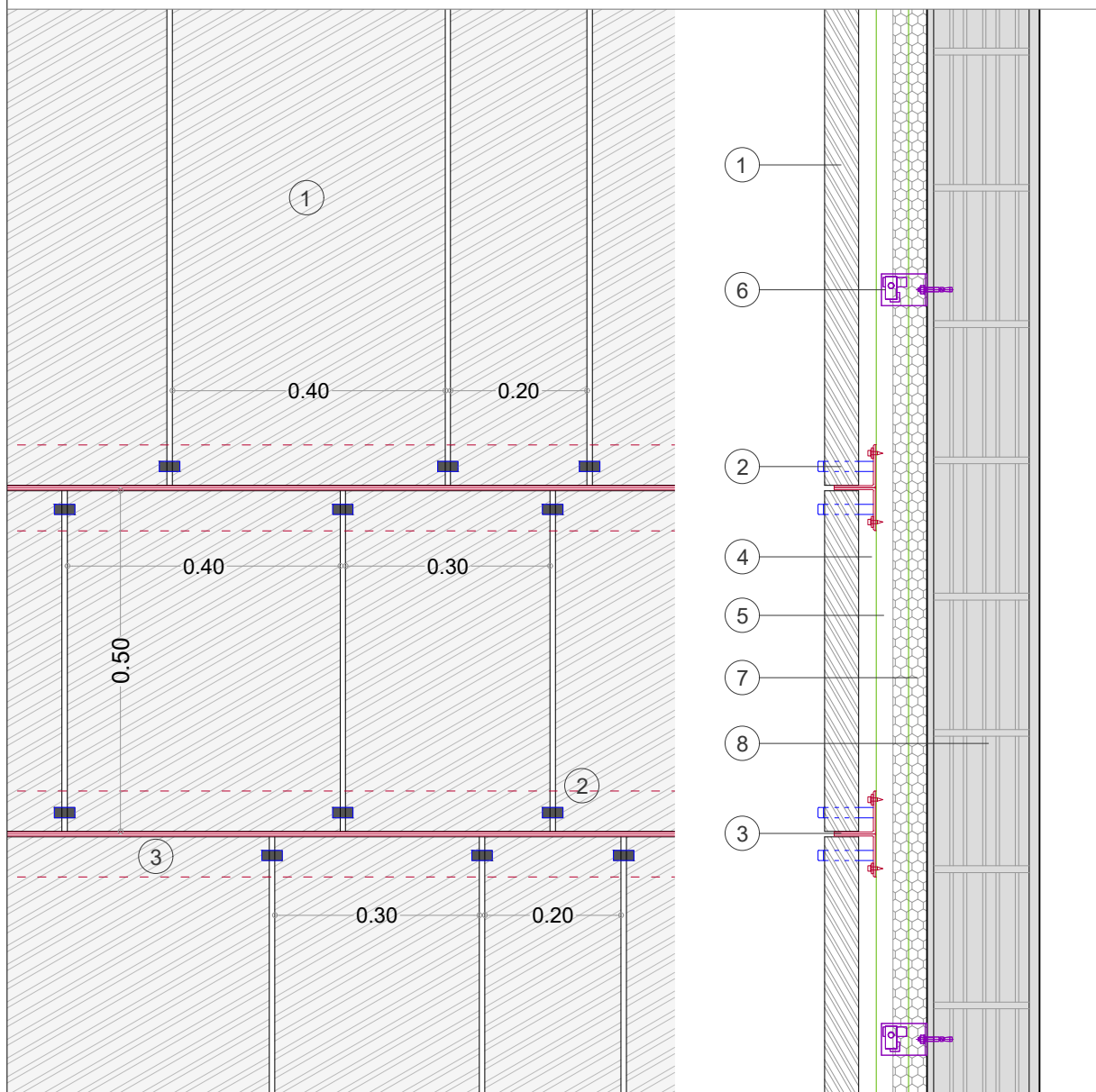
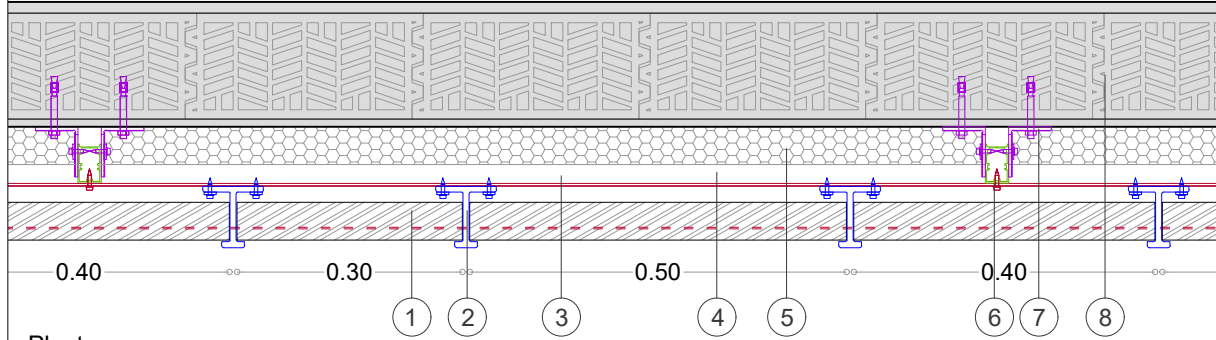


4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Pizarra				
Acabado	Natural				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	20, 30, 40, 50, 60 x 50, 75, 80, 125 centímetros				
Espesor	5 centímetros				
Despiece	Bandas horizontales a distintas alturas y juntas verticales discontinuas.				
Juntas	Vertical	1 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	1 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input checked="" type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input checked="" type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input checked="" type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input checked="" type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
Aislamiento	5 centímetros				
Cámara de aire	5 centímetros				
Observaciones	Los anclajes de carga son ocultos y los de retención vistos.				
SOPORTE					
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Horizontal	Forjados Vigas	Losa de hormigón armado		
	Vertical		Hormigón armado		
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Fijación al muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Hormigón armado <input type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input checked="" type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
	Resistente	Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input checked="" type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Espesor	Sí <input checked="" type="checkbox"/>			No <input type="checkbox"/>
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>	
	Mecánica <input type="checkbox"/>	Química <input checked="" type="checkbox"/>	Mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10



1. Placa de piedra e=5 cm
2. Patilla de retención de aluminio tipo A
3. Anclaje en L de aluminio tipo B
4. Cámara de aire ventilada de e= 5 cm
5. Subestructura de montantes de aluminio

6. Escuadra de apoyo de aluminio
7. Aislamiento de espuma de poliestireno extruido e = 5 cm
8. Muro soporte de bloques de termoarcillado 14 cm de espesor + enfoscado exterior de mortero hidrófugo 1 cm

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

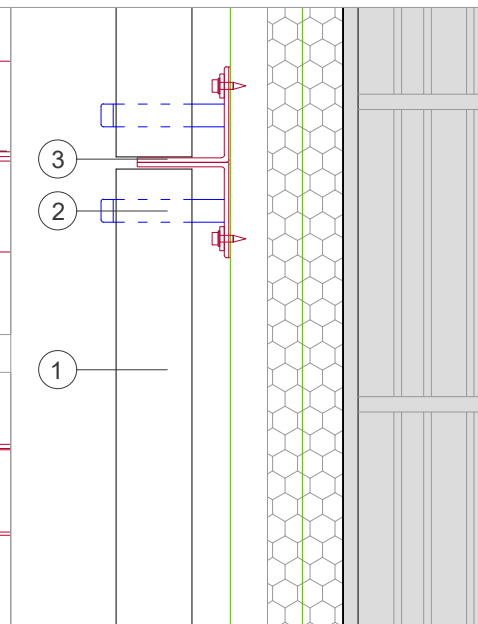
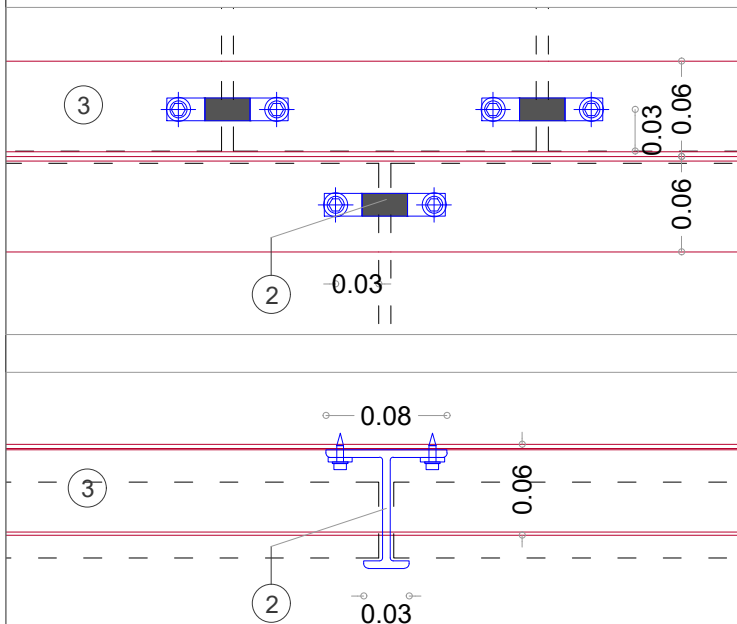
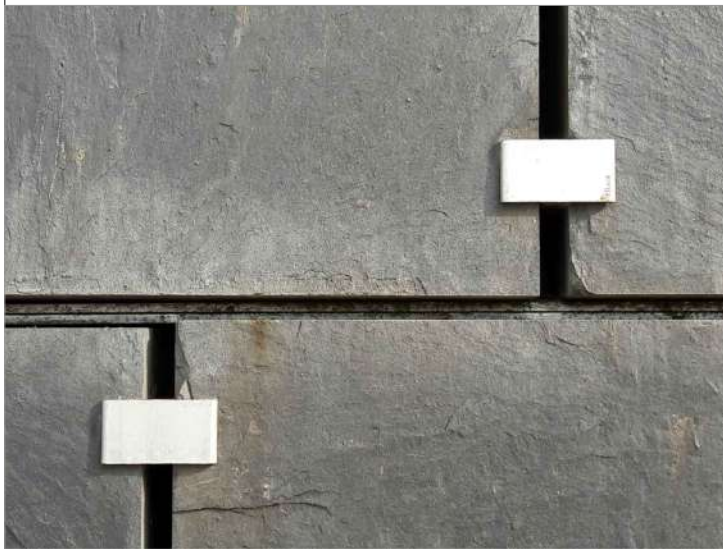
E.1.10

Fijación de las placas de piedra

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante perfiles en L continuos de aluminio (3) ubicados en las juntas horizontales inferiores. Cada placa lleva 4 puntos de retención a base de patillas vistas de aluminio que se atornillan a los perfiles en L (3) (posición simétrica con respecto a los ejes vertical y horizontal).

Fijación al soporte

La fijación al soporte se realiza mediante una subestructura de montantes de aluminio (4) que se atornillan al muro soporte (7) mediante fijación mecánica a base de escuadras de carga a forjados y escuadras de apoyo intermedios.



Alzado

Sección

1. Placa de piedra
2. Patilla de retención tipo A
3. Anclaje tipo B

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

E.1.10

SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

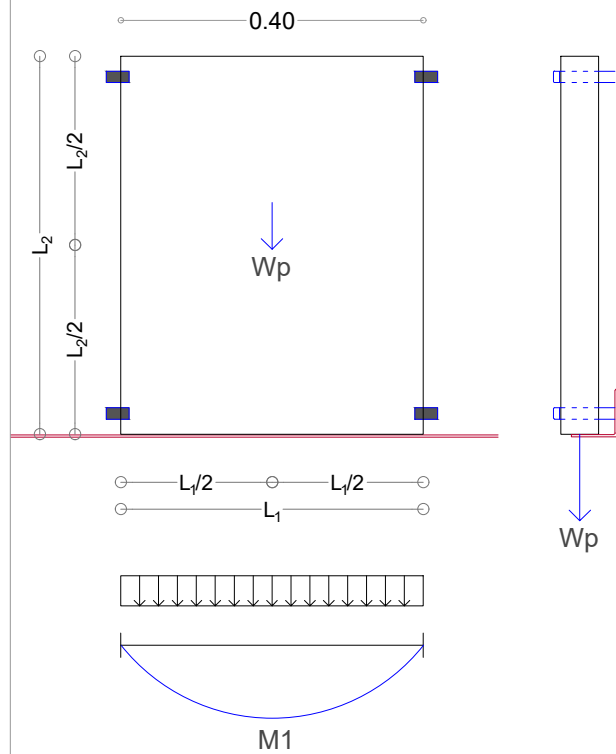
Las solicitaciones debidas al peso propio se transmiten a través de 1 perfil continuo ubicado en el inferior de la placa.

$$W_{p1} = W_p$$

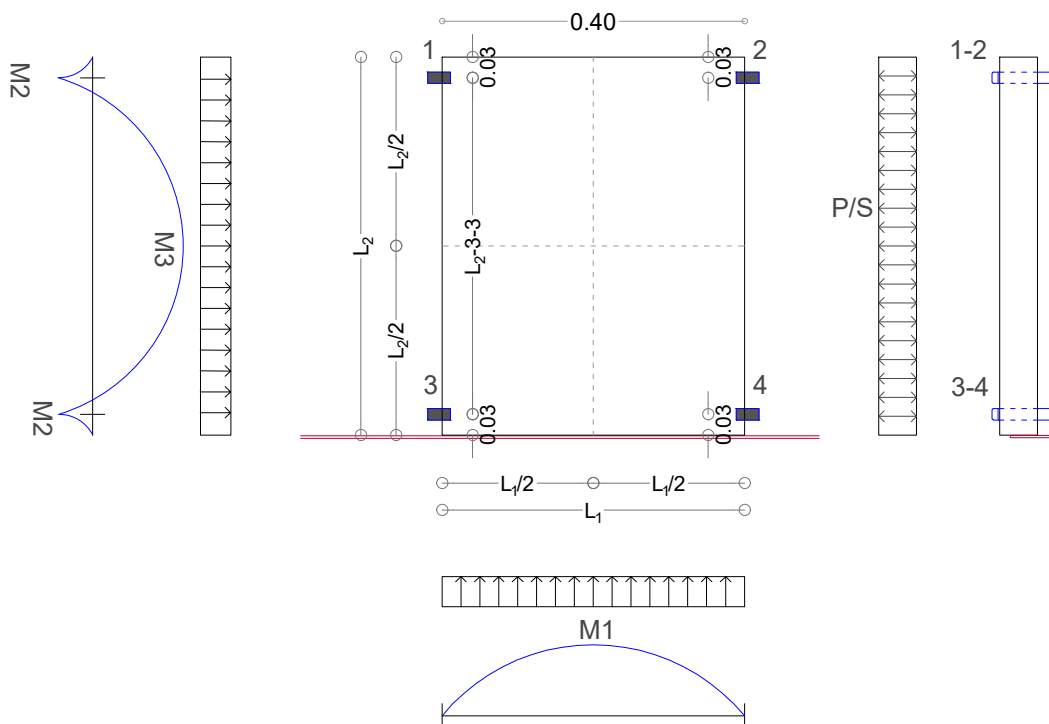
SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

Las solicitaciones debidas al viento se transmiten a través de 4 anclajes. Cada anclaje soporta $\frac{1}{4}$ de la solicitación total de presión / succión.

$$P/S_1 = P/S_2 = P/S_3 = P/S_4 = \frac{1}{4} P/S$$



Peso propio



Viento

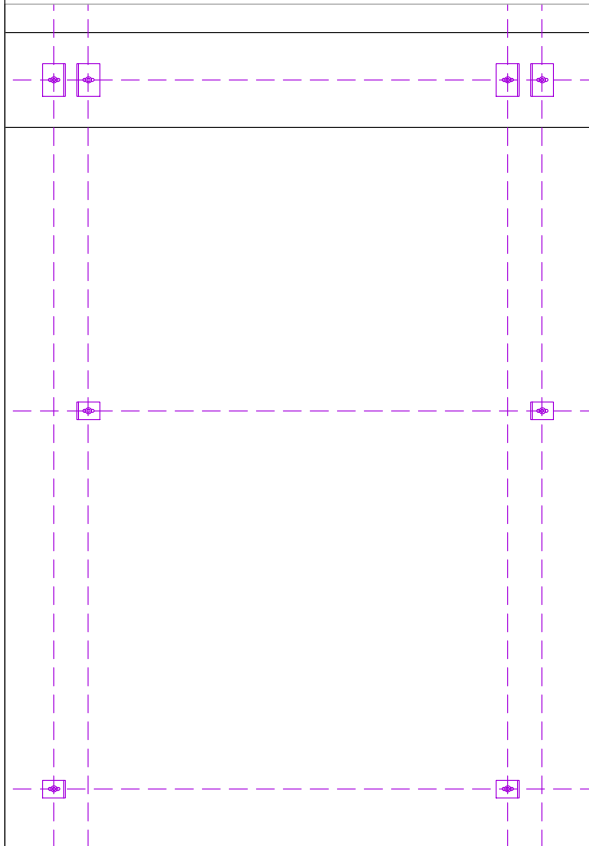
Solicitaciones

- P/S Presión/succión del viento
- Wp Peso propio de la placa de piedra

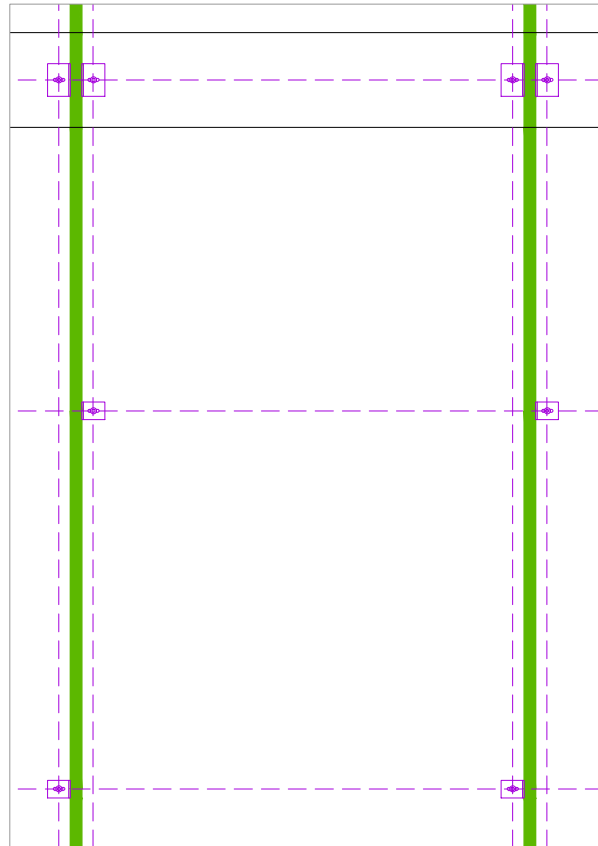
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

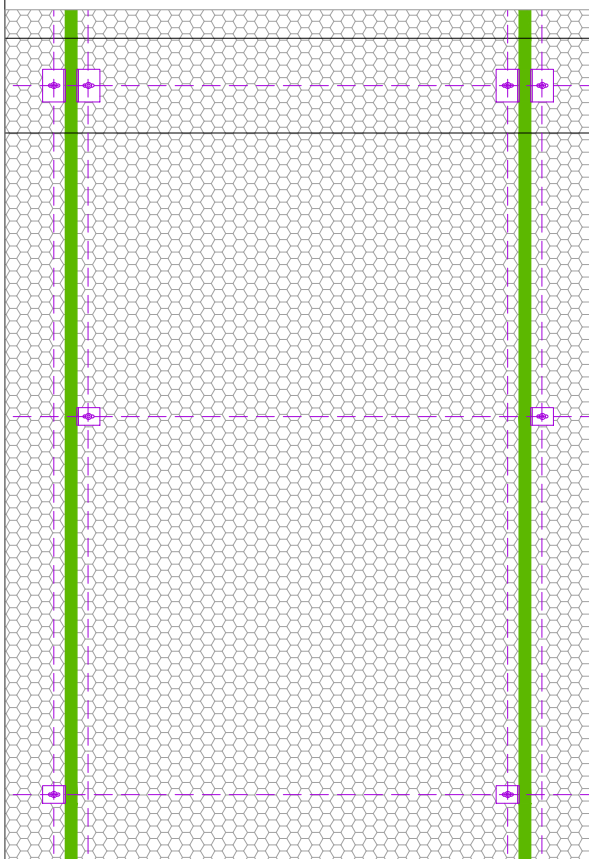
E.1.20



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Paso 1: escuadras

Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.

Replanteo de acuerdo a planos.

Colocación de escuadras de carga a forjados y escuadras de apoyo en posiciones alternas. Las escuadras tienen ranuras para regular la posición de los perfiles verticales.

Paso 2: montantes

Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras. El apoyo de escuadra de carga es fijo y los apoyos de escuadra de apoyo permiten la dilatación.

Tener en cuenta el vuelo máximo del perfil con respecto a un apoyo, generalmente 20 aprox.

Paso 3: aislamiento

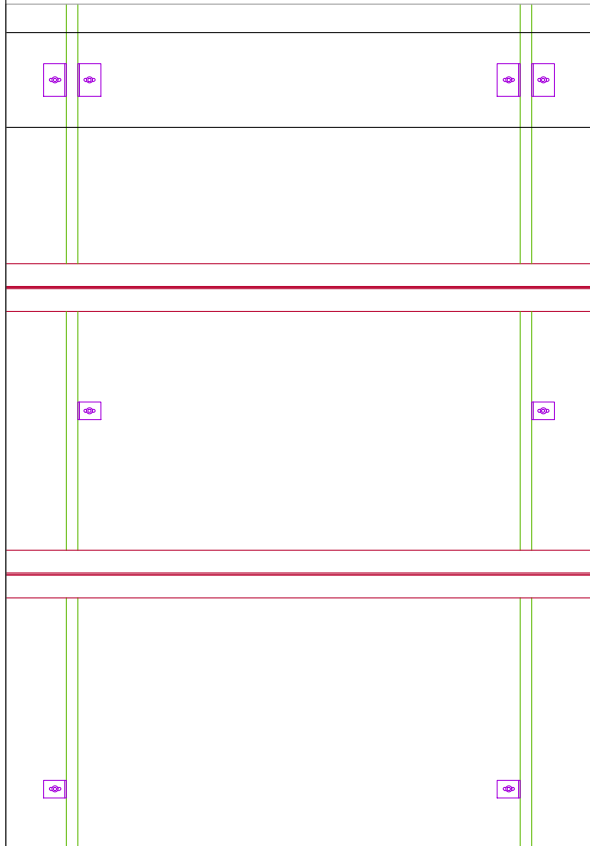
Preparación del soporte, limpio y regular.

Colocación de las planchas aislantes de poliestireno extruido. En general se fijan con adhesivo combinado con entre 4 y 6 fijaciones de espiga por m² con hasta un máximo de 12 fijaciones por m². Las espigas se colocan una vez una vez el mortero está seco. Debe prestarse atención a que no circule aire entre el soporte y el aislante, evitando el efecto del alabeo al fijarlo.

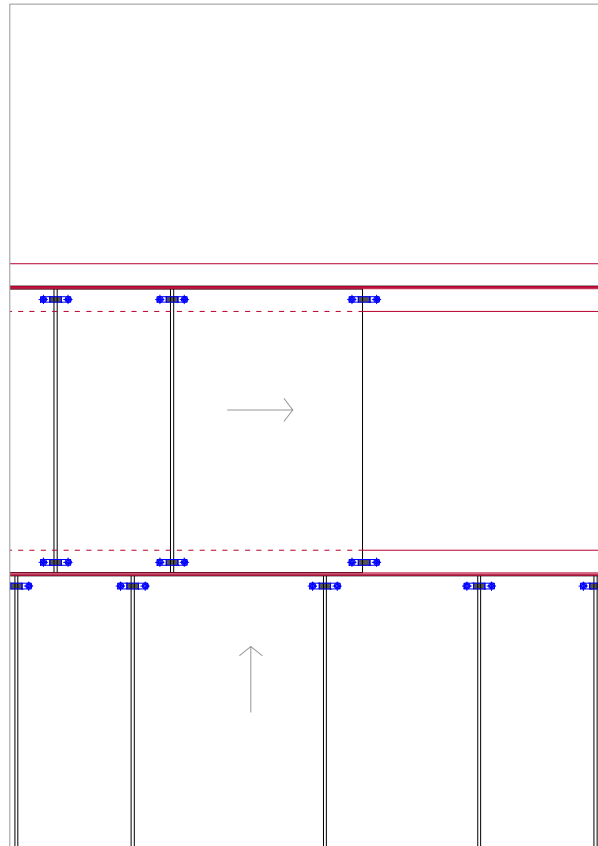
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

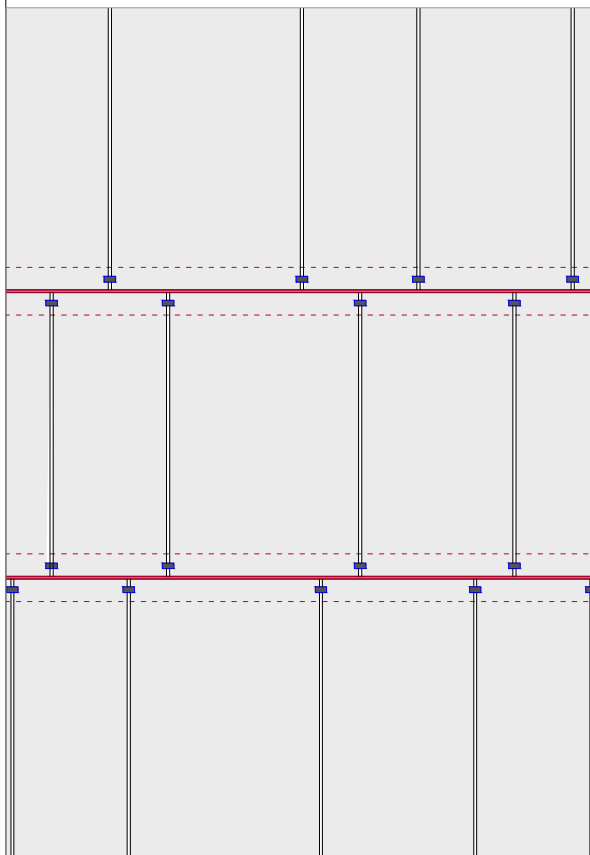
E.1.20



Paso 4



Paso 5



Paso 4: perfiles horizontales

Anclaje de los perfiles horizontales a las montantes respetando:

- Longitudes máximas de los perfiles
- Juntas de dilatación de perfiles, generalmente un mínimo de 15 milímetros.
- Tener en cuenta el vuelo máximo del perfil con respecto a un apoyo, 20 cm. aprox.

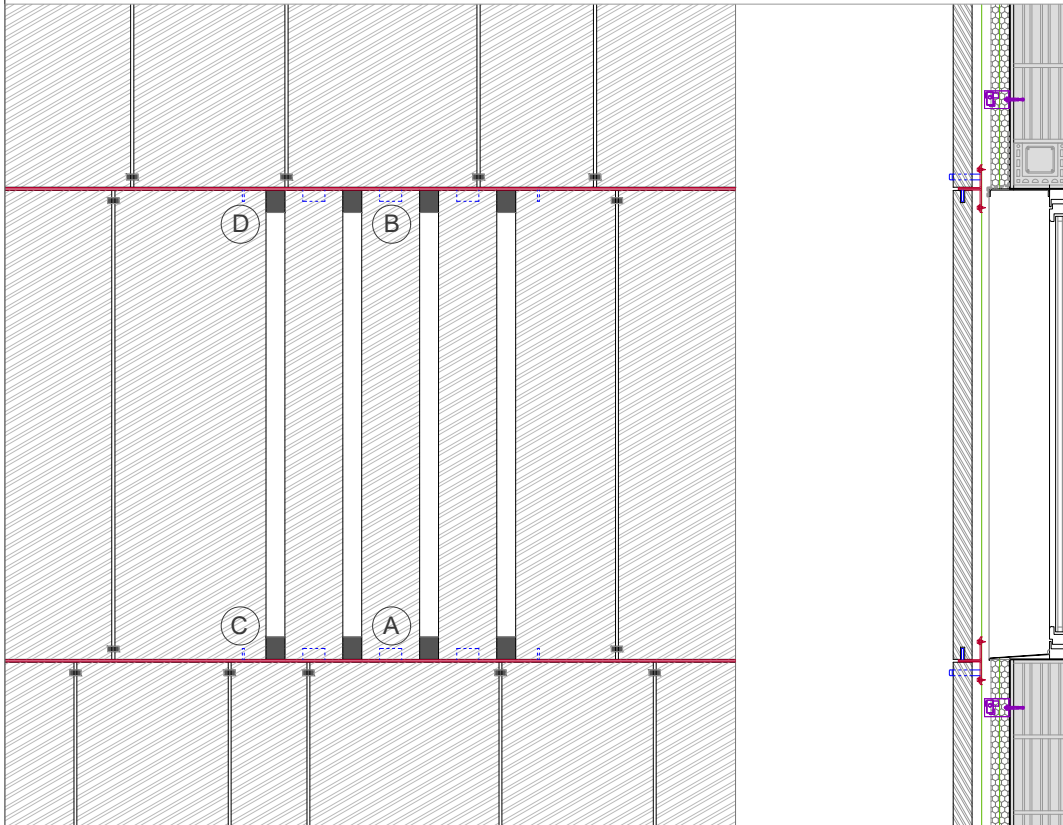
Paso 5: placas de piedra y patillas

Las placas de piedra se colocan en hileras, desde la esquina, de abajo a arriba y de izquierda a derecha. Se atornillan dos patillas de retención ubicadas en la junta vertical, se presenta la placa de piedra en su posición y posteriormente se atornillan las otras dos patillas de retención.

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES

E.1.20



Elementos de sombreado

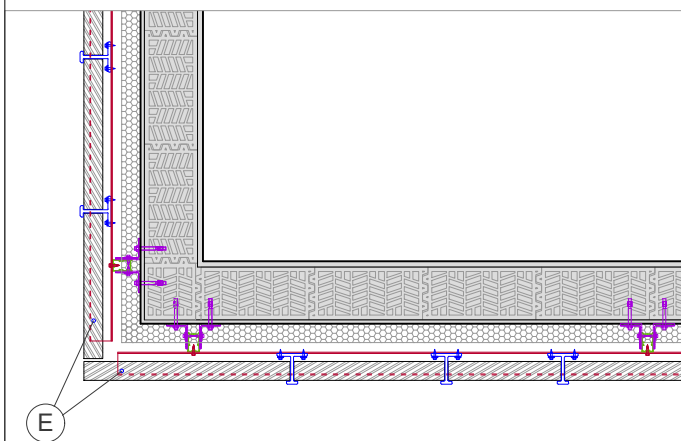
Las placas dispuestas sobre las carpinterías como elementos de sombreado se sujetan mediante dos grapas en las juntas horizontales: una grapa inferior de carga (A) y una superior de retención (B), ambas fijadas a los perfiles continuos en L.

Las placas contiguas se fijan mediante el sistema general en uno de sus lados y dos anclajes puntuales de bulón en el otro extremo, uno inferior de carga (C) y uno superior de retención (D).

Esquina

Para resolver la sujeción de las placas en esquina se fijan anclajes puntuales de bulón a los perfiles contiguos en L (E), uno inferior de carga y uno superior de retención.

Las hiladas en la esquina se contrapean, de tal manera que el canto de las placas es visible cada dos hiladas.



Esquina

CASO DE ESTUDIO 12

PROYECTO	PALACIO DE CONGRESOS Y HOTEL EN PALMA
UBICACIÓN	PALMA DE MALLORCA, ESPAÑA
DIRECCIÓN	C/ CARRER DE FELICIÀ FUSTER, 10. CP 07006
AUTOR	FRANCISCO MANGADO
FECHA	2005 - 2017

Fotografía de Roland Halbe. <https://miesarch.com/work/4131>

1. FUENTES	
FUENTES PRIMARIAS	DOCUMENTACIÓN
Acceso a documentación del proyecto de ejecución (www.pcongresosdepalma.com) (consultado el 31.01.2017)	Planimetría básica: plantas, alzados, secciones
	Detalles constructivos
	Memoria descriptiva
	Imágenes de obra terminada
	Imágenes del seguimiento de obra
FUENTES SECUNDARIAS:	DOCUMENTACIÓN
AAVV (2017). Arquitectura Viva nº197. Arquitectura Viva S.L, Madrid (consultado el 31.01.2017)	Descripción del proyecto
	Detalles constructivos
	Imágenes de obra terminada
http://www.fmangado.es/ (consultado el 31.01.2017)	Planteamiento
	Imágenes de obra terminada
Acceso a datos y fotos de obra a través de noticias en periódicos digitales (consultado el 31.01.2017): www.diariodemallorca.es www.ultimahora.es www.noticiasmallorca.es www.mallorcaconfidencial.com	Información seguimiento de obras
	Imágenes de seguimiento de obra

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	No
TAREA	

OBSERVACIONES
El sistema representado y definido en el proyecto de ejecución no coincide con el que se ejecutó en obra.

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El Palacio de Congresos se ubica frente al mar, en la fachada marítima de Palma y junto al acceso a la ciudad desde el aeropuerto.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

La decisión de construir un Palacio de Congresos en Palma de Mallorca nace ante la creciente demanda de realización de convenciones y congresos. La solución para el edificio puede interpretarse en palabras del arquitecto

“en términos de dos grandes trazos que discurren según los límites norte y sur de la parcela enfrentada al mar. Dos trazos de muralla desposeídos de su densidad física pero dotados de intensidad funcional y significación arquitectónica. Uno, el orientado al norte, contiene todos los servicios de apoyo a los usos principales, también los accesos de suministro y personal. Pero el más importante, el orientado al sur y al mar, será una fachada profunda, fachada-espacio constituida por un denso entramado vertical que rememora la densidad de las murallas, de cuatro metros de profundidad, evita la iluminación directa del interior, pero permite sin embargo ubicar escaleras, algunas mecánicas, que conforme se suben o bajan dejan ver el horizonte marítimo. Estos elementos de comunicación se manifiestan al exterior, como grandes pantallas de vidrio incrustadas en el conjunto de la trama.”

Presenta, por tanto, dos fachadas claramente diferenciadas. La fachada sur, al mar, tiene un carácter más estructural. La fachada norte del Palacio de Congresos y las fachadas del hotel se resuelven con piedra buscando una continuidad entre ellas.

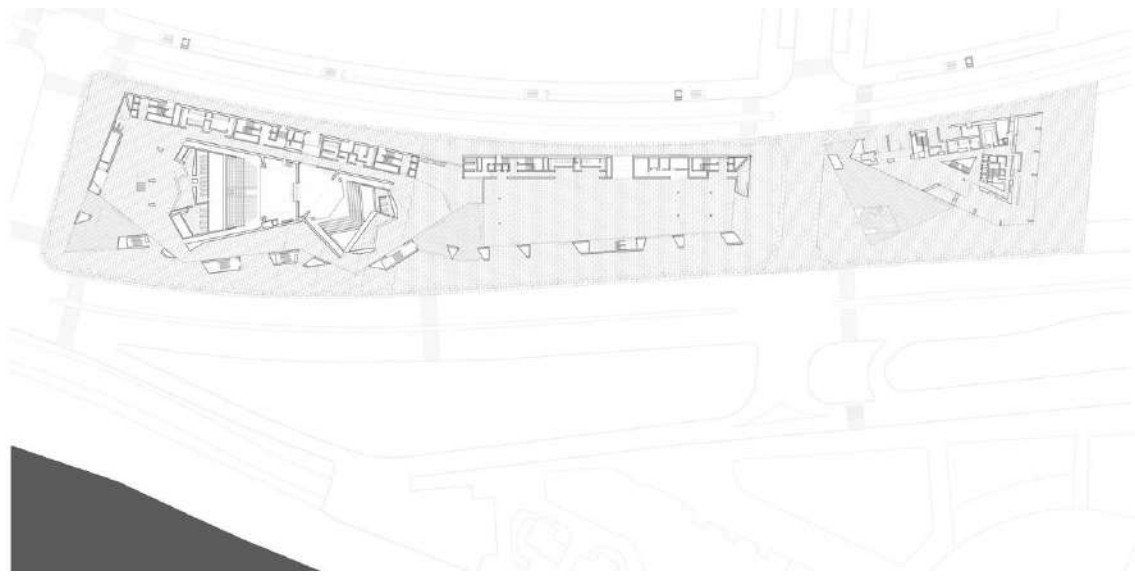


Fotografía: Roland Halbe. <http://www.fmangado.es/>

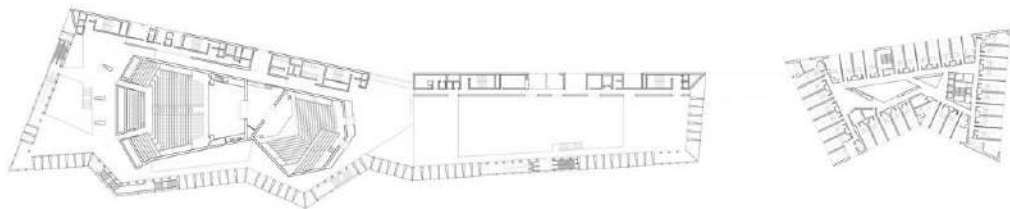


<http://www.fmangado.es/>

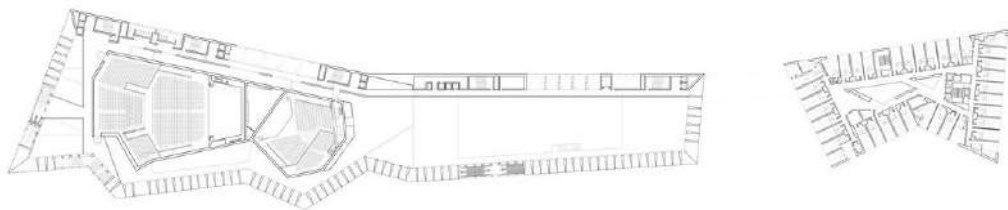
PLANIMETRÍA BÁSICA



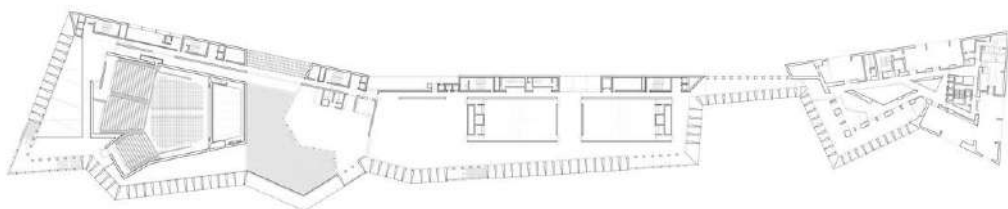
Planta Baja general. Proyecto de ejecución



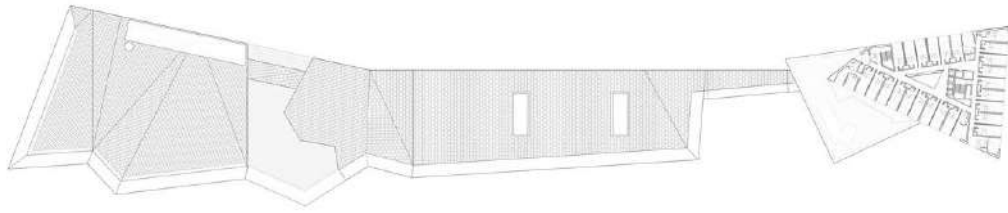
Planta Primera general. Proyecto de ejecución



Planta Segunda general. Proyecto de ejecución



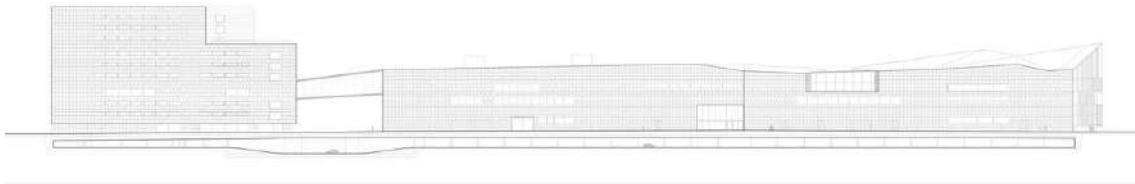
Planta Tercera general. Proyecto de ejecución



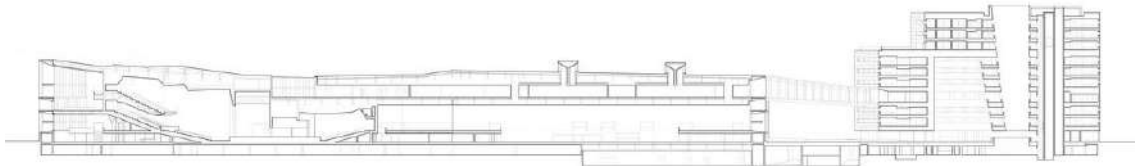
Planta de Cubiertas general. Proyecto de ejecución



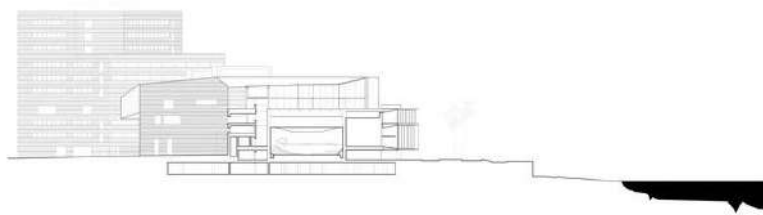
Alzado Sur general. Proyecto de ejecución



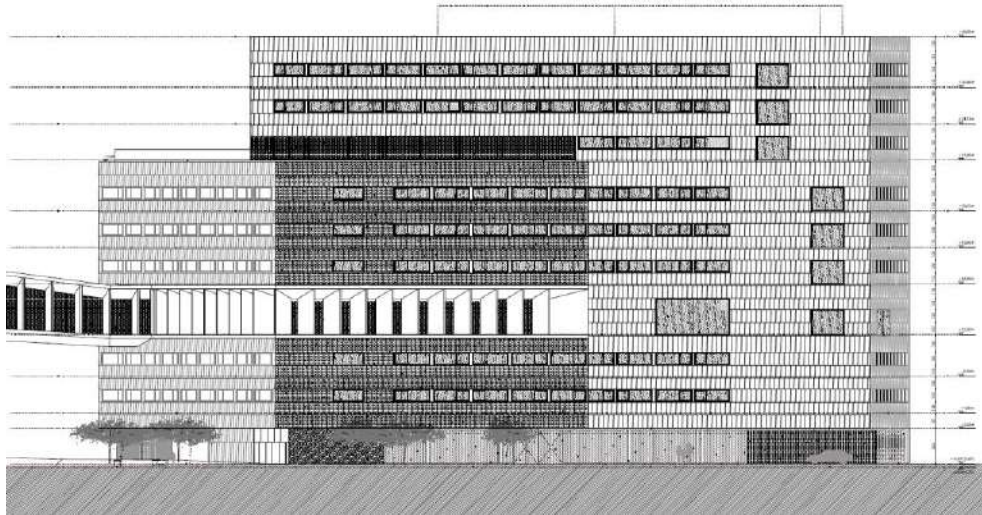
Alzado Norte general. Proyecto de ejecución



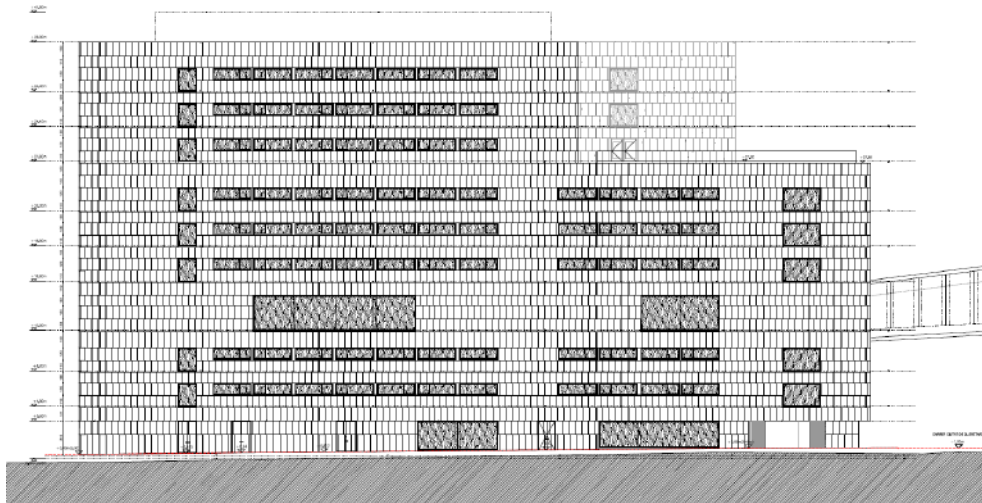
Sección longitudinal general. Proyecto de ejecución



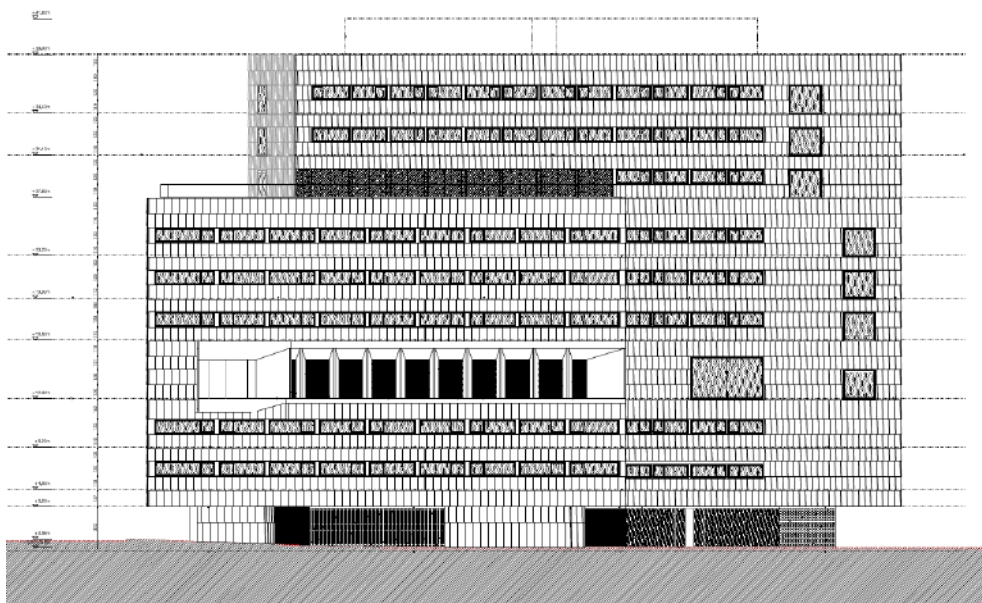
Sección transversal general. Proyecto de ejecución



Alzado Sur hotel. Proyecto de ejecución



Alzado Norte hotel. Proyecto de ejecución



Alzado Oeste hotel. Proyecto de ejecución

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

Las fachadas de piedra hacen referencia a las texturas marinas y a las escamas de los peces. Buscan una continuidad del volumen y una cierta riqueza textural garantizada por las finas líneas de sombra de las piedras superpuestas.

El sistema de fachada ventilada de piedra presentado es el mismo en el hotel y en el Palacio de Congresos. En el Palacio de Congresos sólo se ha utilizado en la fachada norte, mientras que en el hotel podemos verlo en sus cuatro fachadas. Por otro lado, el hotel tiene una variedad mayor en cuanto a soportes y puntos singulares. Por ello, se ha elegido el bloque del hotel como edificio para analizar.



Imagen: Juan Rodríguez. <https://bit.ly/3Ohnvc>



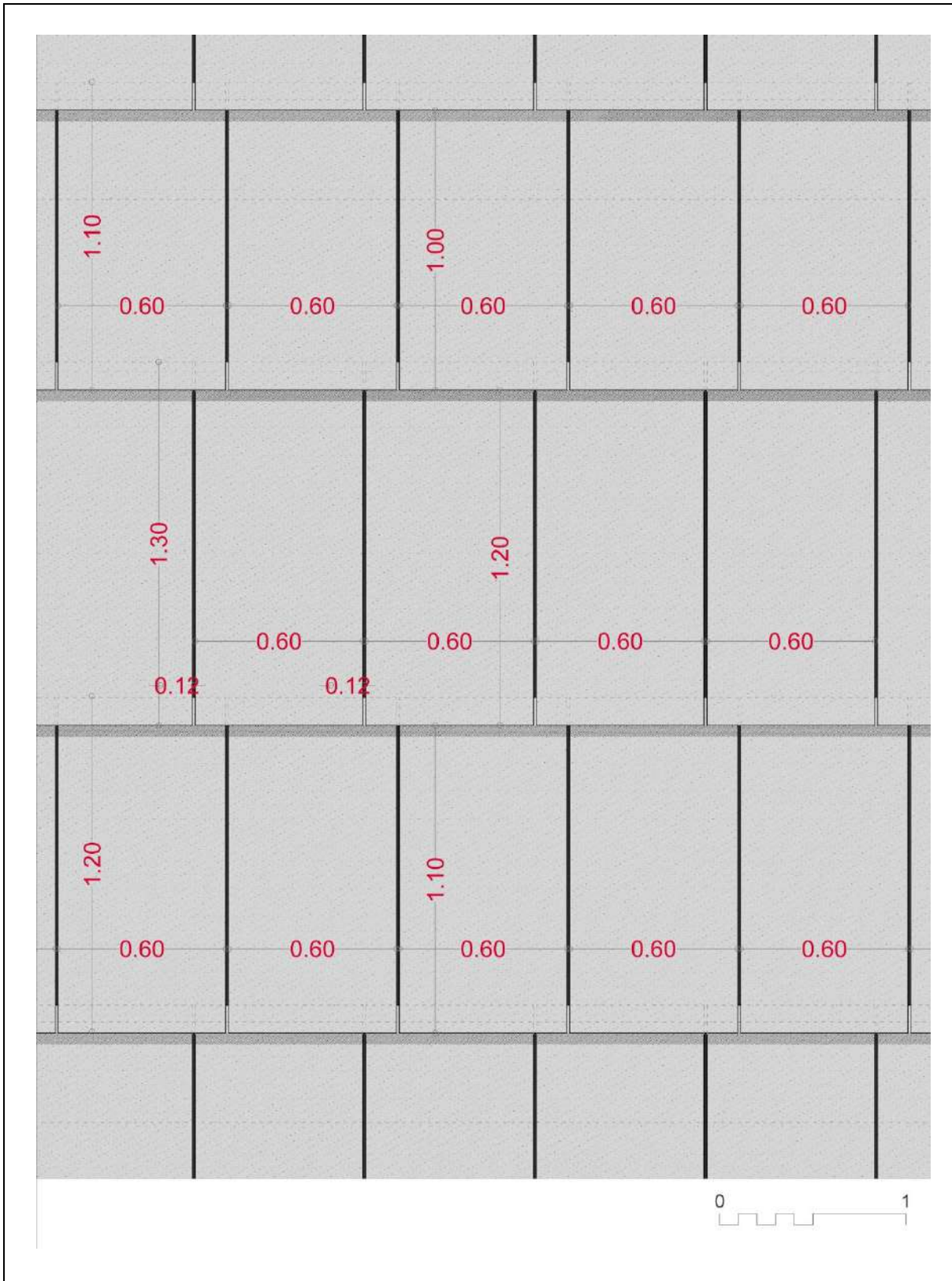
<http://www.ingepiedra.com/proyectos/palacio-de-congresos-palma-de-mallorca/>

TIPO DE PIEDRA

En la fachada norte se ha utilizado piedra de marés y caliza de Vall.

DESPIECE

Despiece a base de placas de piedra rectangulares, ubicadas en posición vertical, de base fija de 60 centímetros y alturas variables según la hilada de 110, 120, 130 y 150 centímetros. Las hiladas se colocan con un solape horizontal de 10 centímetros, generando una sombra horizontal. Cada placa de piedra se desplaza 12 centímetros hacia la derecha con respecto a la placa inferior, de tal manera que las juntas verticales son discontinuas y más desapercibidas.



4.4 SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Piedra de marés, piedra caliza				
Acabado	No especificado				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	Variable, 60x110, 60x120, 60x130, 60x150 centímetros				
Espesor	4 centímetros				
Despiece	Piezas en formato rectangular, dispuestas en vertical, de base fija y alturas variables. Hiladas a rompejuntas. Desplazamiento de 12 centímetros				
Juntas	Vertical	1 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	No hay. Solape de 10 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input checked="" type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
Aislamiento	5 centímetros				
Cámara de aire	5-9 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Horizontal	Forjados	Forjado de chapa colaborante, losa aligerada, según zonas.		
		Vigas	Vigas de acero laminado, vigas de hormigón armado, según zonas		
	Vertical	Pilares de hormigón armado, pilares de acero laminado, según zonas			
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Fijación al muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Material	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input checked="" type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
	Espesor	Estándar. Tipo1: Muro de bloques de hormigón de 29 centímetros de espesor, enfoscado de mortero, con relleno de hormigón según zonas. Tipo 2: Muro de hormigón armado de 29 centímetros de espesor.			
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Otros: atornillado s/z <input checked="" type="checkbox"/>	
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input checked="" type="checkbox"/>	Mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

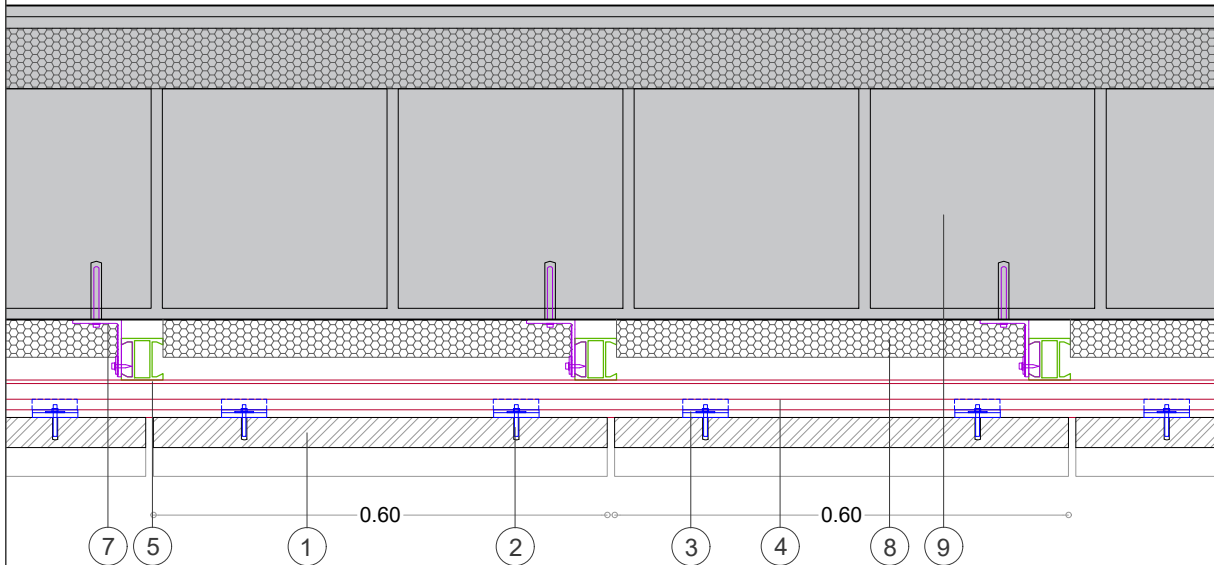
4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

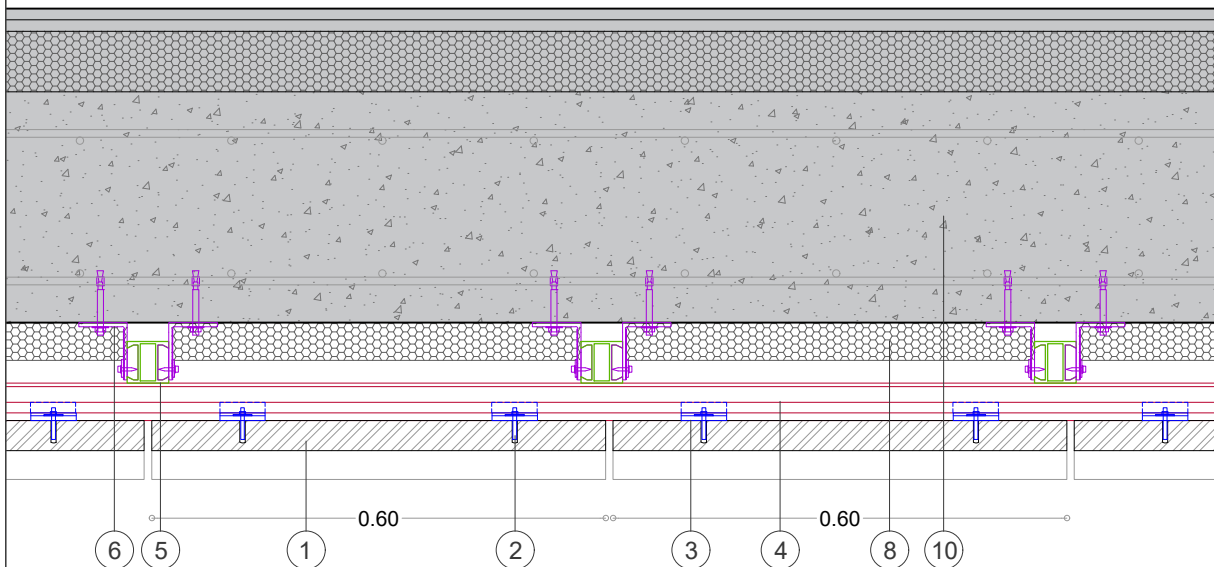
E.1.10

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante tornillos (2) ubicados en taladros en el reverso de la placa fijados con adhesivo. Las placas de tamaño estándar llevan 4 puntos de fijación (posición simétrica con respecto al eje vertical y asimétrica con respecto al horizontal). Estos tornillos se fijan a perfiles horizontales continuos de aluminio (4) mediante cuatro perfiles puntuales en forma de L, uno por cada tornillo (3). La unión se hace mediante sistema tipo "clip". Estos perfiles tienen una forma específica, necesaria para dar forma al diseño en escamas. Por este motivo, los perfiles de los tornillos superiores son diferentes de los de los inferiores.

La fijación al soporte se realiza mediante una subestructura a base de montantes de aluminio (5), colocados a una distancia entre ejes de 60 centímetros. Los montantes se atornillan a escuadras de carga (6) y de apoyo (7) y éstas, a su vez, al muro soporte. En los cantos de los forjados y muro soporte de hormigón la fijación es mecánica. En muro soporte de bloques la fijación es química.



Planta soporte tipo 1



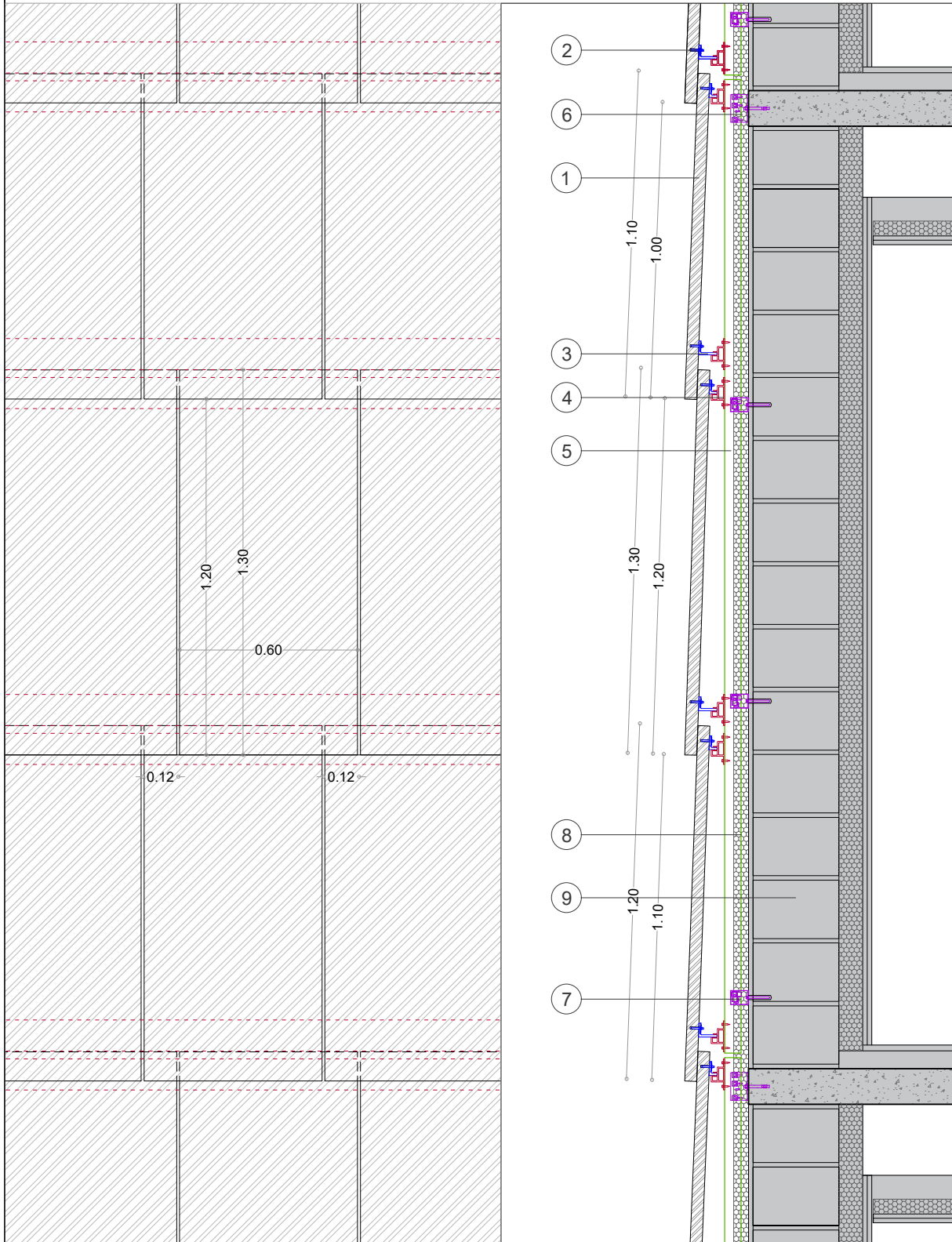
Planta soporte tipo 2

- | | |
|---|---|
| 1. Placa de piedra | 6. Escuadra de carga |
| 2. Tornillos ubicados en taladros en el reverso de la placa | 7. Escuadra de apoyo |
| 3. Perfiles puntuales en forma de L | 8. Aislamiento térmico |
| 4. Travesaño continuo | 9. Muro soporte de bloques prefabricados de hormigón armado relleno s/z |
| 5. Montante | 10. Muro soporte de hormigón armado |

4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.10



Alzado

Sección soporte 1

1. Placa de piedra
2. Tornillos ubicados en taladros en el reverso de la placa
3. Perfiles puntuales en forma de L
4. Travesaño continuo
5. Montante

6. Escuadra de carga
7. Escuadra de apoyo
8. Aislamiento térmico
9. Muro soporte de bloques prefabricados de hormigón armado
10. Muro soporte de hormigón armado

4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS (piezas estándar)

E.1.10

Las solicitaciones se transmiten a través de 4 puntos de apoyo, ubicados simétricamente con respecto al eje vertical de la placa y asimétricamente con respecto al eje horizontal. Esta asimetría implica que el reparto de las cargas entre los 4 puntos no sea equitativo, sino que los apoyos 3 y 4 tendrán que soportar una proporción mayor en cuanto a las acciones exteriores y el peso propio.

A continuación se representa el esquema de cargas para la placa de tamaño 60x110. El esquema de cargas para las placas de 60x120 y 60x130 es análogo a este.

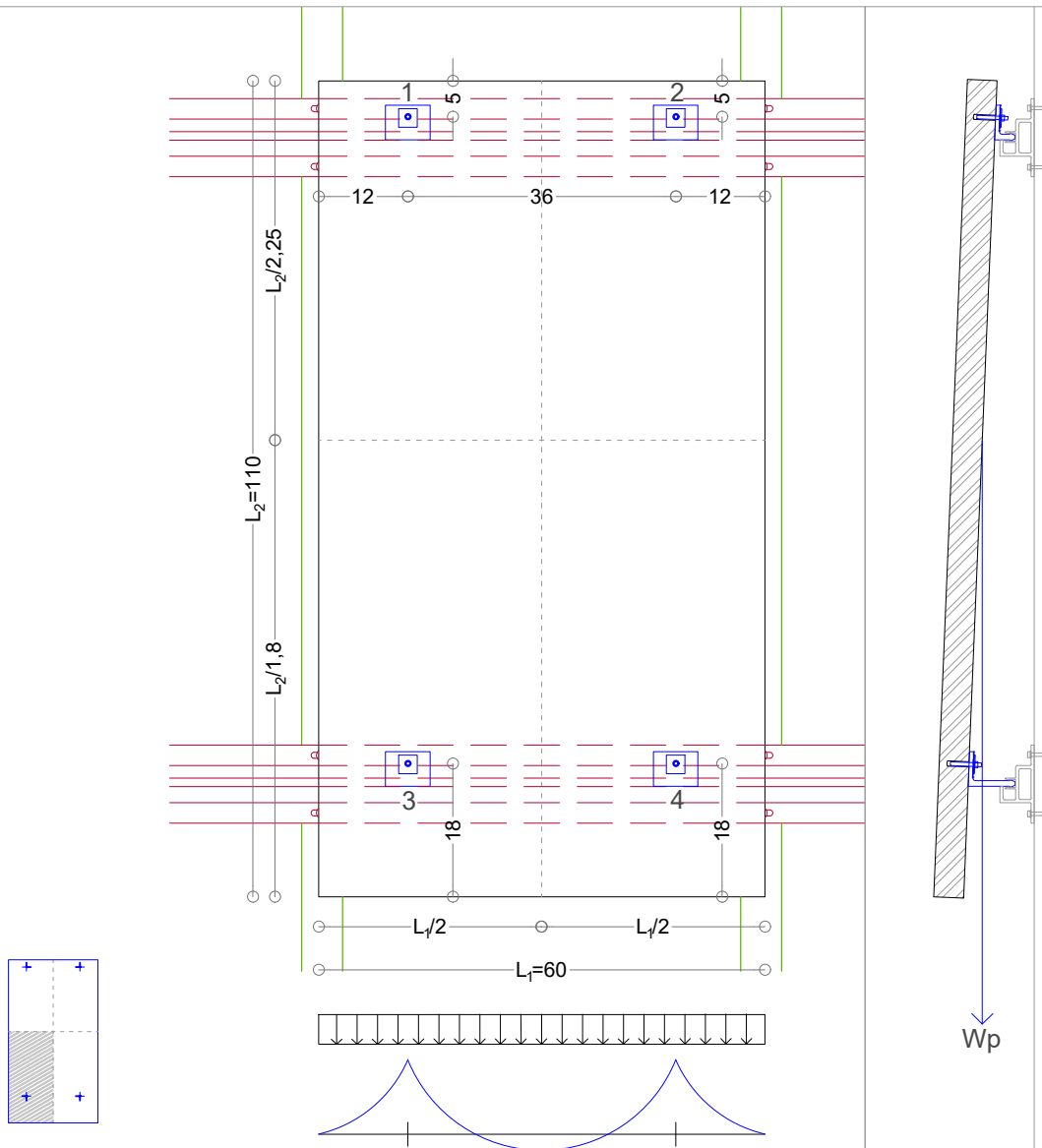
SOLICITACIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO

$$L_1 / L_2 = 0,55$$

Peso propio

Los tornillos 1 y 2 soportan $\frac{1}{4,54}$ de la solicitación total de peso propio. $Wp_1 = Wp_2 = \frac{1}{4,54} Wp$

Los tornillos 3 y 4 soportan $\frac{1}{3,58}$ de la solicitación total de peso propio. $Wp_3 = Wp_4 = \frac{1}{3,58} Wp$



ESQUEMA DE CARGAS (alzado en verdadera magnitud)

Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento

Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS (piezas estándar)

E.1.10

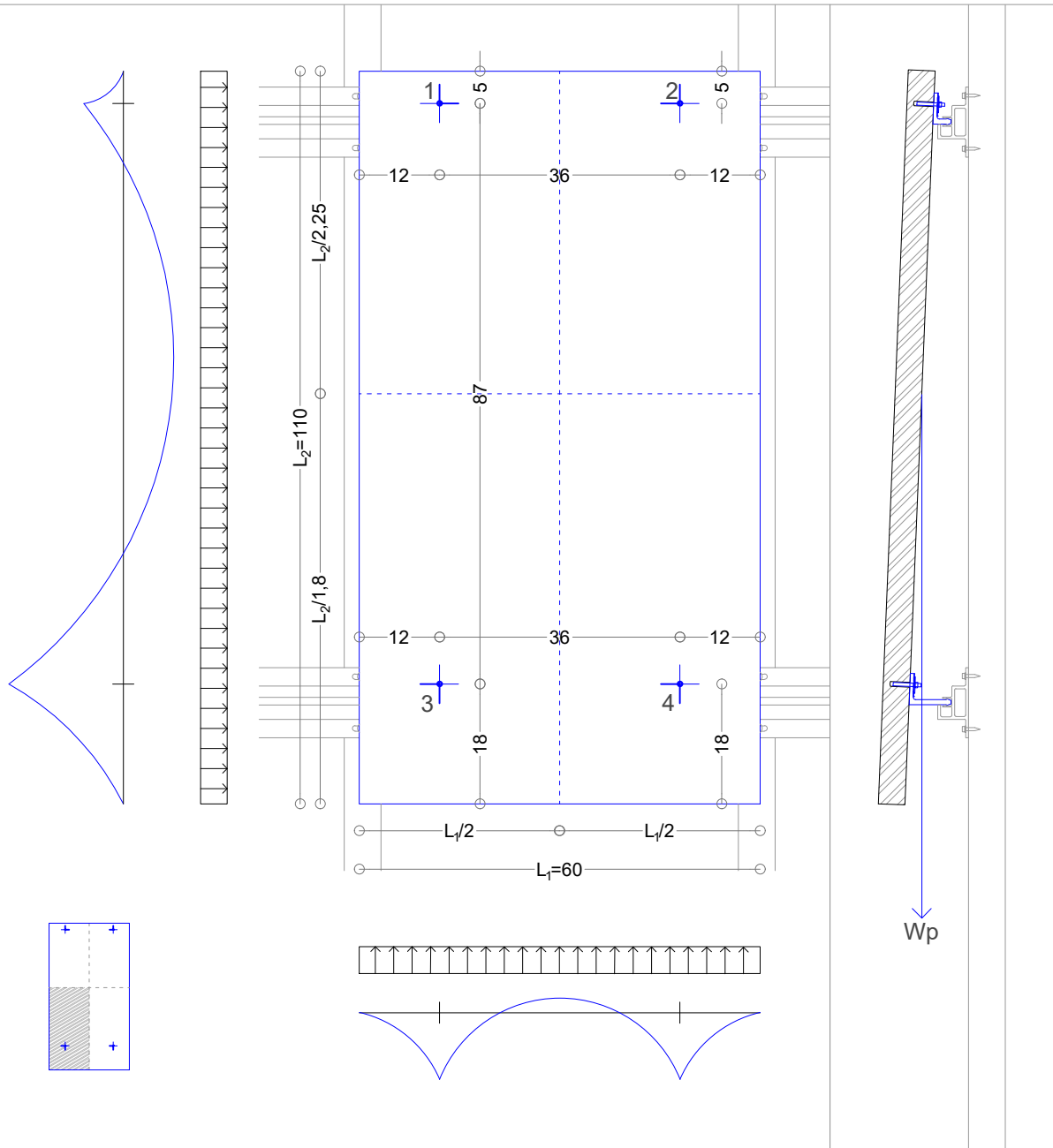
SOLICITACIONES DEBIDAS AL VIENTO

$$L_1 / L_2 = 0,55$$

Presión / succión

Los tornillos 1 y 2 soporta $\frac{1}{4,54}$ de la sollicitación total de presión / succión. $P/S_1 = P/S_2 = \frac{1}{4,54} P/S$

Los tornillos 3 y 4 soporta $\frac{1}{3,58}$ de la sollicitación total de presión / succión. $P/S_1 = P/S_2 = \frac{1}{3,58} P/S$



ESQUEMA DE CARGAS (alzado en verdadera magnitud)

Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento

Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS (piezas formato especial)

E.1.10

Las cargas se transmiten a través de 6 apoyos puntuales.

Peso propio

$$Wp_1 = Wp_2 = \frac{1}{8,16} Wp$$

$$Wp_3 = Wp_4 = \frac{1}{4,66} Wp$$

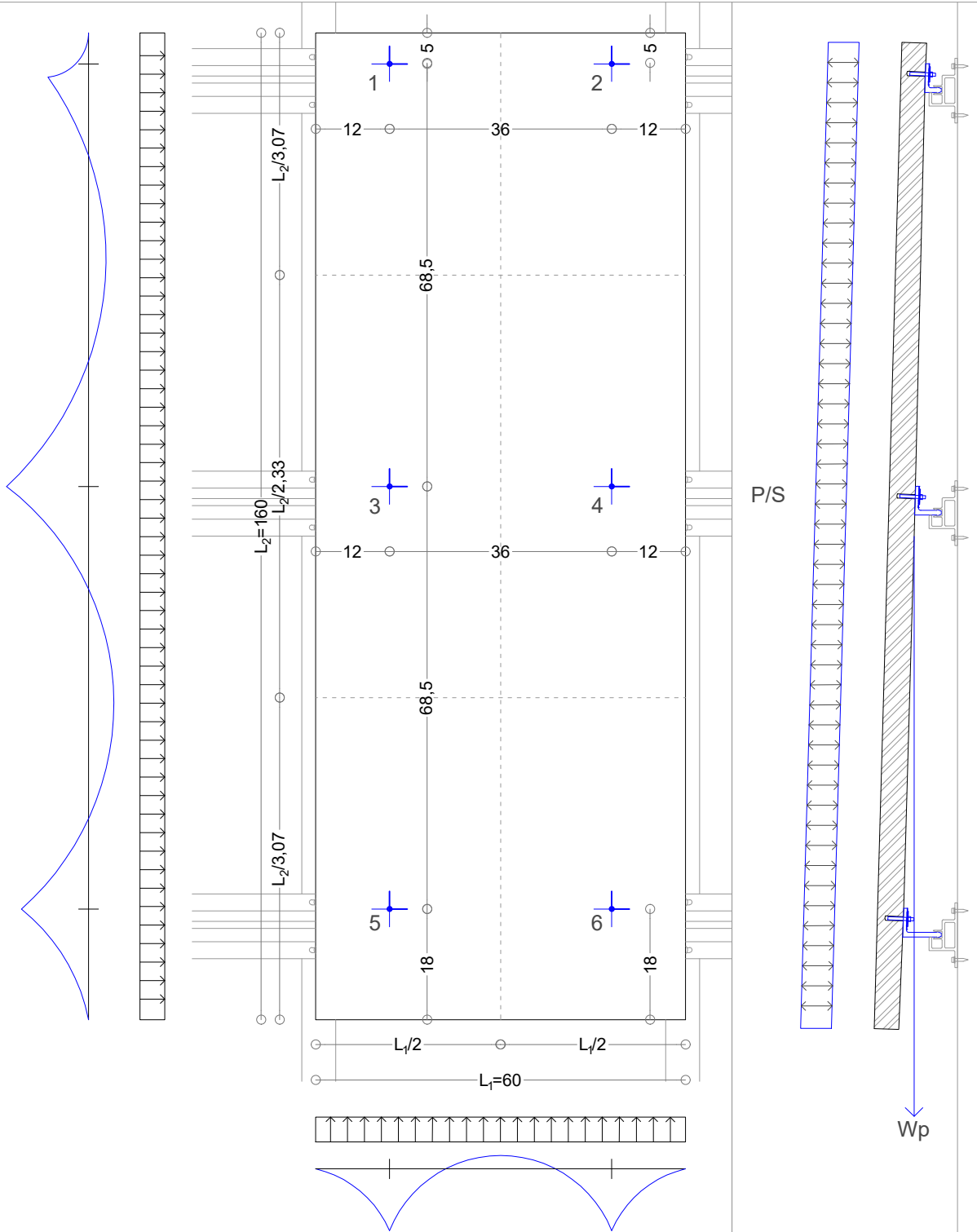
$$Wp_5 = Wp_6 = \frac{1}{6,14} Wp$$

Presión / succión

$$P/S_1 = P/S_2 = \frac{1}{8,16} P/S$$

$$P/S_3 = P/S_4 = \frac{1}{4,66} P/S$$

$$P/S_5 = P/S_6 = \frac{1}{6,14} P/S$$



ESQUEMA DE CARGAS (alzado en verdadera magnitud)

Solicitaciones

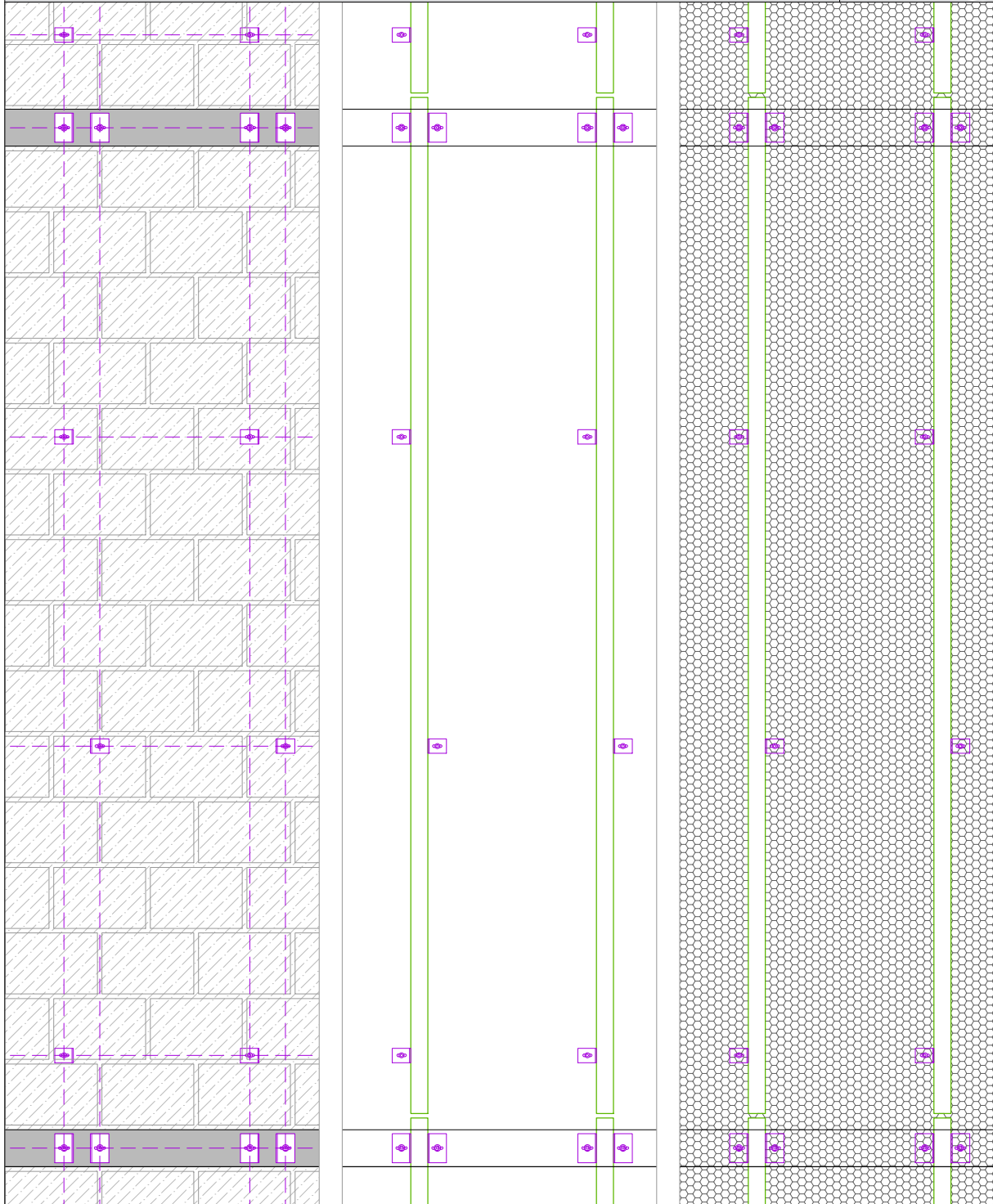
P/S Presión/succión del viento

Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 1

Paso 2

Paso 3

Paso 1: escuadras

- Verificar dimensiones, estructura y muros soporte.
- Replanteo de acuerdo a planos.
- Colocación de escuadras. Cada montante lleva dos escuadra de carga, ubicadas en el canto del forjado a ambos lados de la montante, y tres de apoyo, colocadas a lados alternos de la misma. Las escuadras tienen ranuras para regular la posición horizontal y vertical de los montantes.

Paso 2: montantes

Atornillado de las montantes a las escuadras. El apoyo superior es fijo y el resto permiten la dilatación. Miden una planta de altura y se colocan a una distancia de 60 centímetros entre ejes. Este tipo de perfiles suele presentar muescas de referencia para posicionar los puntos de anclaje. En esta etapa es importante tener en cuenta las juntas de separación de perfiles y el vuelo máximo del perfil con respecto a un apoyo.

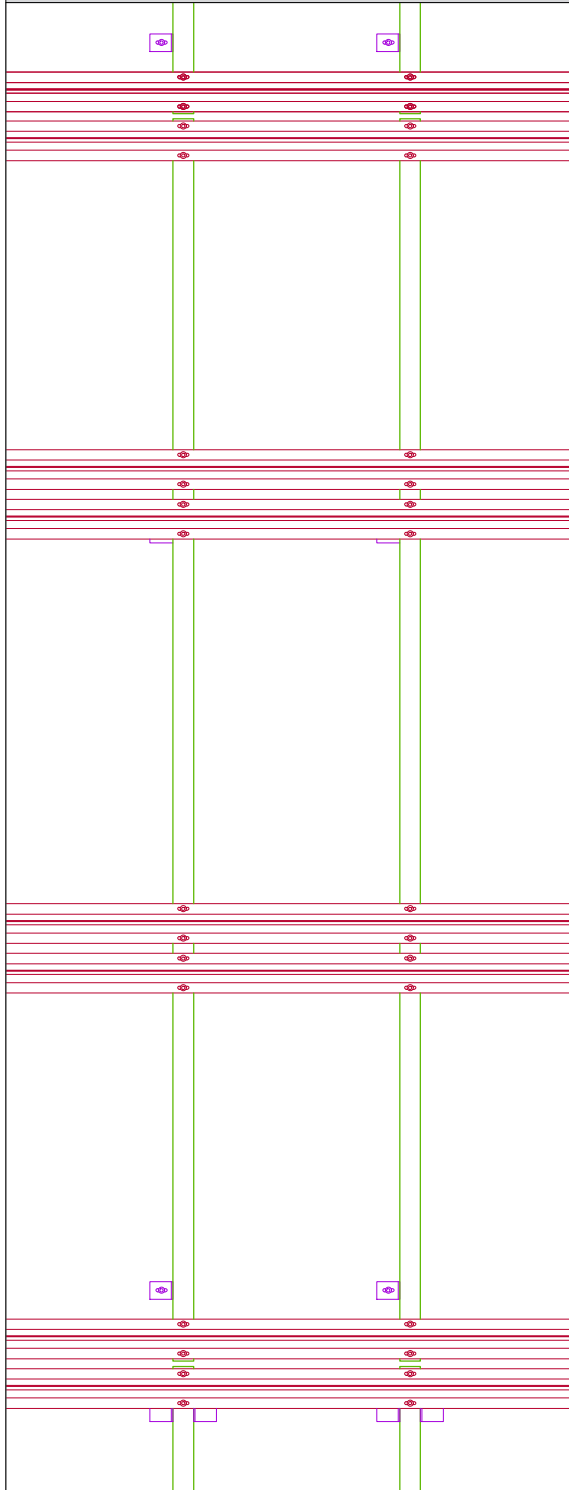
Paso 3: aislamiento

Instalar del aislamiento de lana de roca mineral. Este sistema permite que pueda realizarse con los anclajes verticales ya instalados, lo que reduce las posibilidades de que existan puentes térmicos.

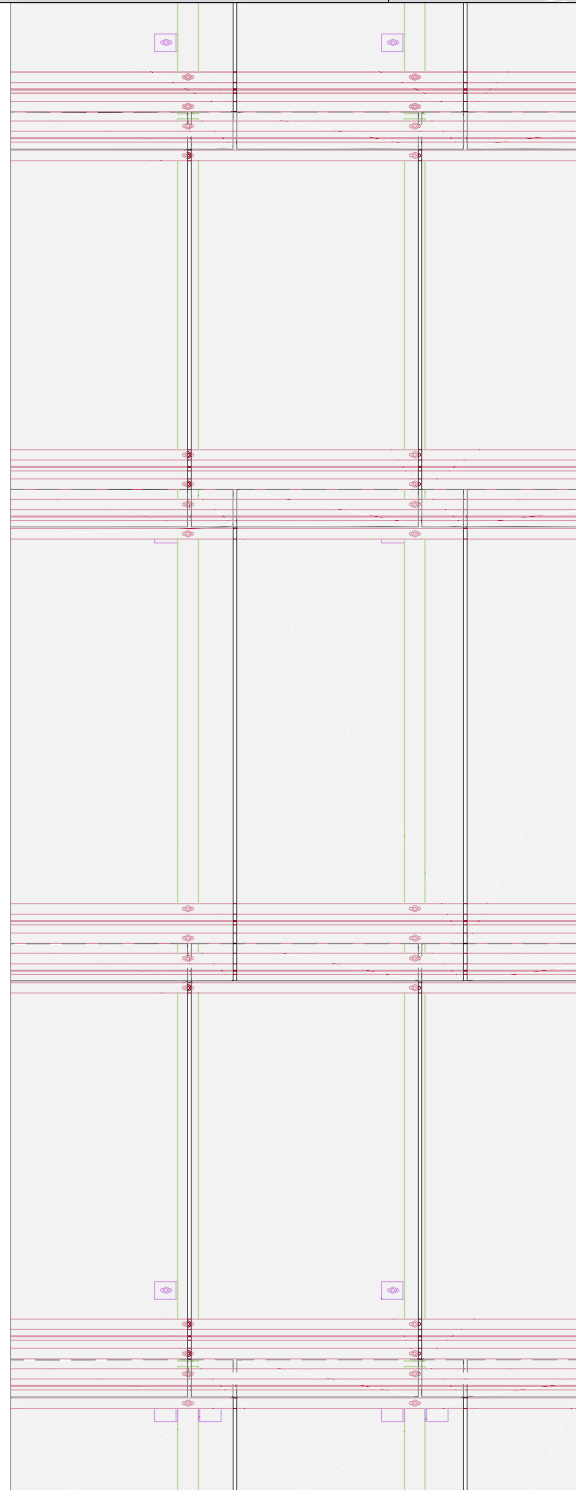
4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.20



Paso 4



Paso 5

Paso 4: perfiles horizontales

Colocar los perfiles horizontales, respetando longitudes máximas de los perfiles, juntas de dilatación de perfiles y vuelos máximos en los extremos.

Paso 5: placas de piedra

- Perforaciones: En este sistema las perforaciones realizadas en las placas de piedra pueden hacerse en obra o en taller, siendo más segura la segunda opción.
- Tornillos + soportes: Se rellenan las perforaciones con un adhesivo adecuado. Se ajustan los tornillos y los perfiles de soporte, y se atornilla. Es importante que las perforaciones estén secas y limpias de polvo y suciedad para asegurar una adherencia adecuada. Una vez que haya pasado el tiempo de fraguado del adhesivo pueden colocarse las placas.
- Alinear y ajustar los paneles. En este sistema sólo es posible ajustar los paneles en profundidad, girando la tuerca en una u otra dirección. No existe ajuste para alinear horizontalmente las placas.

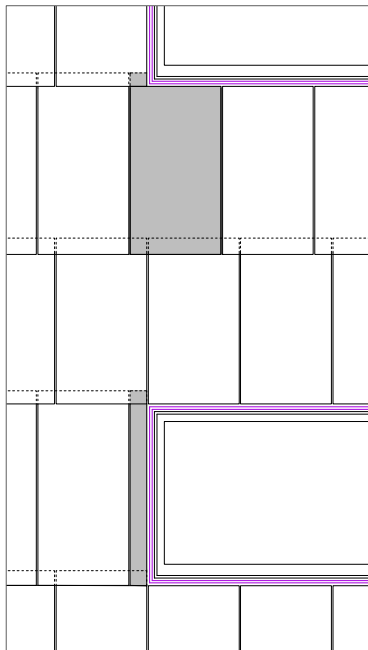
4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES. Encuentro con carpintería

E.1.20

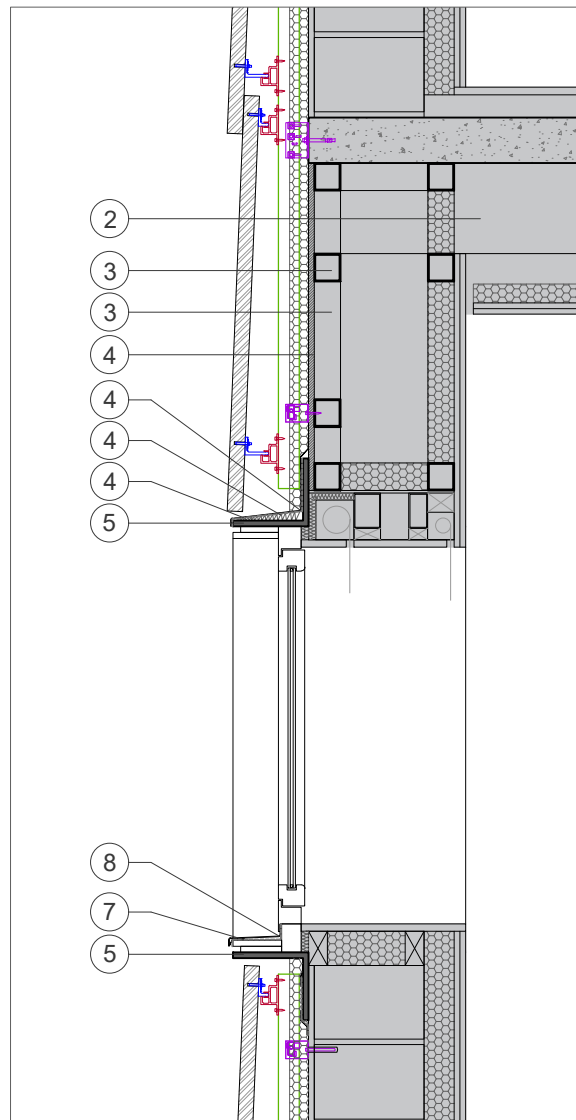
Las carpinterías están formadas por perfiles de aluminio anodizado y rotura de puente térmico, colocados sobre un perímetro ejecutado con palastros de aluminio atornillados.

Tal y como se define en los alzados del proyecto de ejecución, surgen una serie de puntos conflictivos en los encuentros de las placas con las carpinterías, a consecuencia del despiece de las placas de piedra:

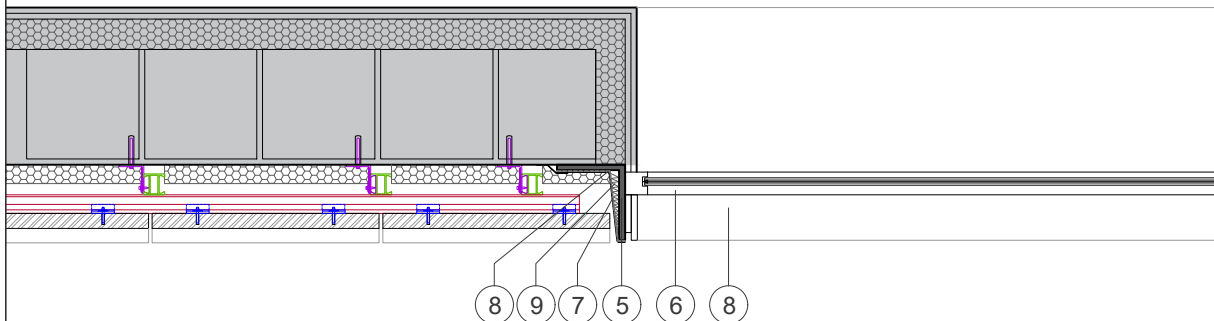


Placas que quedan en la esquina inferior derecha de la carpintería y que hay recortar para mantener el solape.

Placas de piedra con una base demasiado pequeña, que dificultan el sistema de anclaje.



Sección



Planta

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Forjado | 6. Carpintería de aluminio anodizado |
| 2. Viga de acero laminado | 7. Lámina impermeabilizante |
| 3. Perfilera autoportante tubular de acero | 8. Chapa plegada de aluminio |
| 4. Panel a base de partículas de madera y cemento | 9. Aislamiento proyectado |
| 5. Palastro de aluminio atornillado | |

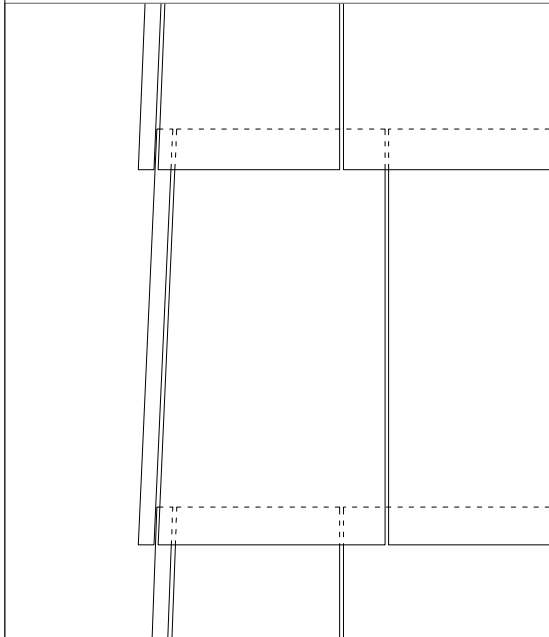
4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES. Esquinas

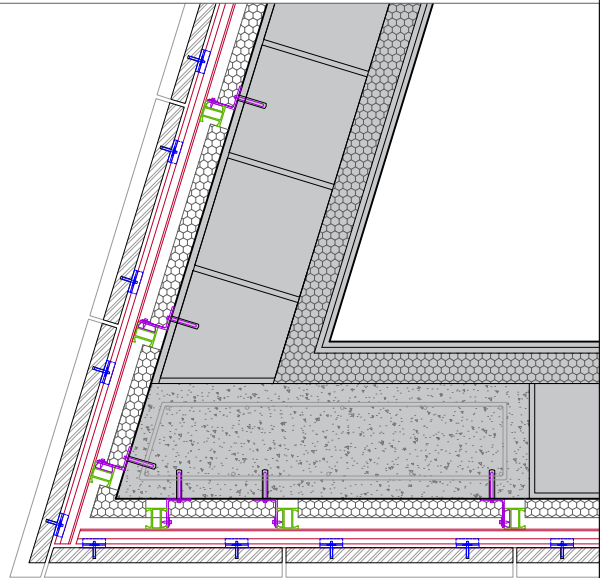
E.1.20

El edificio cuenta con cinco esquinas de ángulos diferentes, dada la forma irregular de la planta. En los planos consultados pueden observarse dos soluciones diferenciadas para su resolución:

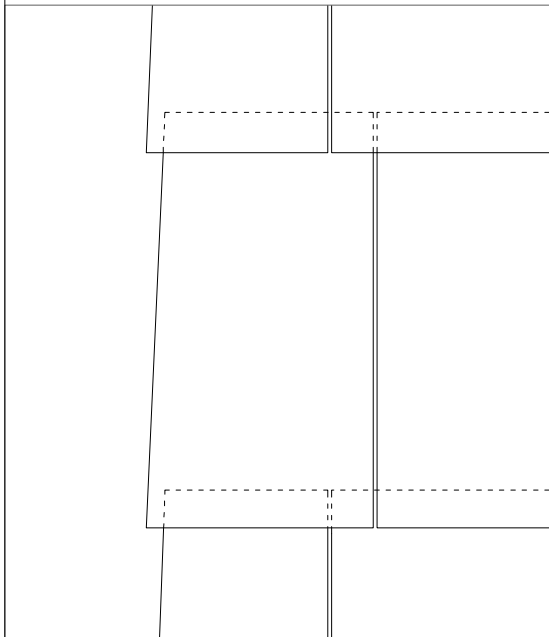
- Solución 1: esquina recta
- Solución 2: esquina biselada



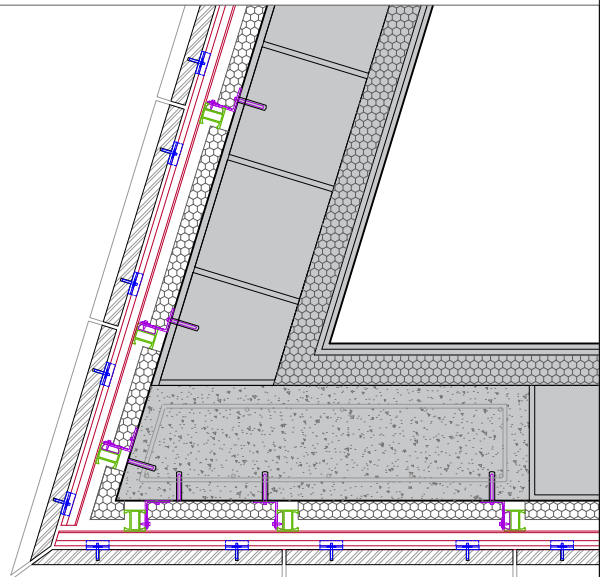
Solución 1. Alzado



Solución 1. Planta



Solución 2. Alzado

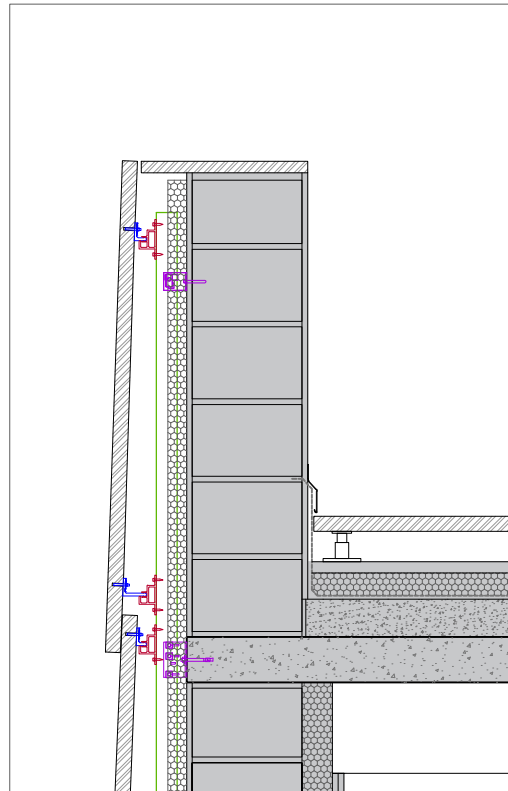
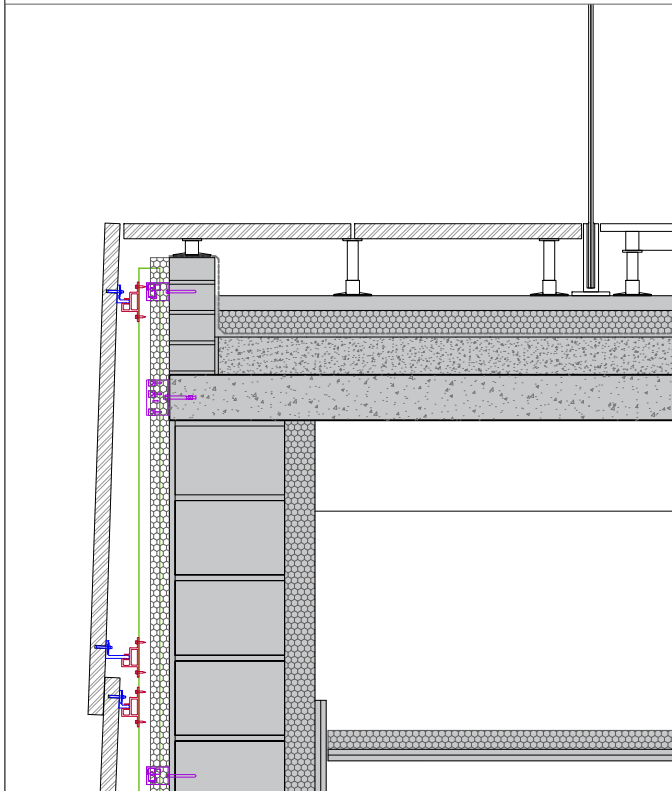


Solución 2. Planta

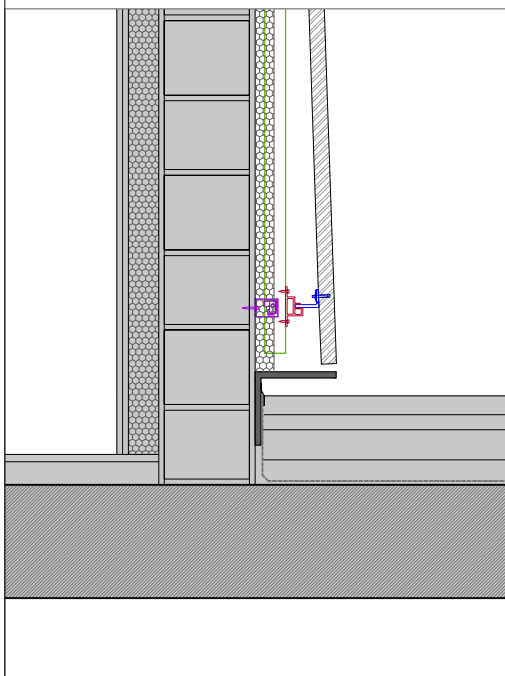
4.4. SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 5: PUNTOS SINGULARES. Remate superior e inferior

E.1.20



Remate superior. Sección



Remate inferior. Sección

El sistema definido en proyecto propone la incorporación de un palastro de aluminio de 10 mm de espesor para cerrar inferiormente la cámara de aire. Esta pieza puede suponer un punto conflictivo en el caso de que no asegure la evacuación del agua que ocasionalmente pase a través de las juntas verticales.

4.4 SISTEMA DE FACHADA EN PROYECTO

FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA

TIPO DE PIEDRA NATURAL			
Variedad	Piedra de marés, piedra caliza		
Acabado	No especificado		
Formato	Rectangular		
Dimensiones	Variable, 60x110, 60x120, 60x130, 60x150 centímetros		
Espesor	4 centímetros		
Despiece	Piezas en formato rectangular, dispuestas en vertical, de base fija y alturas variables. Hiladas a rompejuntas. Desplazamiento de 12 centímetros		
Juntas	Vertical	1 centímetros	Corte Recto
	Horizontal	No hay. Solape de 10 centímetros centímetros	Corte Recto
Observaciones			

SISTEMA DE ANCLAJE								
Unión al soporte	Directo <input checked="" type="checkbox"/>			Mediante subestructura <input type="checkbox"/>				
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input checked="" type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input type="checkbox"/>				
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>					
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input checked="" type="checkbox"/>			En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>		
			Bulón <input checked="" type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>	Destalonado de fondo <input type="checkbox"/>	Tornillo + adhesivo <input type="checkbox"/>	Grapa en ranura <input type="checkbox"/>
Posición con respecto la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input checked="" type="checkbox"/>			En el reverso de la placa <input type="checkbox"/>		
Aislamiento	5 centímetros							
Cámara de aire	5-9 centímetros							
Observaciones								

SOPORTE						
Fijación a la estructura <input checked="" type="checkbox"/>						
Material	Horizontal	Forjados	Forjado de chapa colaborante, losa aligerada, según zonas.			
		Vigas	Vigas de acero laminado, vigas de hormigón armado, según zonas			
	Vertical	Pilares de hormigón armado, pilares de acero laminado, según zonas				
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>				Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>			
Fijación al muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>						
Material	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input checked="" type="checkbox"/>	
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>		
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>		
	Espesor	Estándar. Tipo1: Muro de bloques de hormigón de 29 centímetros de espesor, enfoscado de mortero, con relleno de hormigón según zonas. Tipo 2: Muro de hormigón armado de 29 centímetros de espesor.				
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>				Otros <input type="checkbox"/>	
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input checked="" type="checkbox"/>	Mortero <input type="checkbox"/>			
Observaciones						

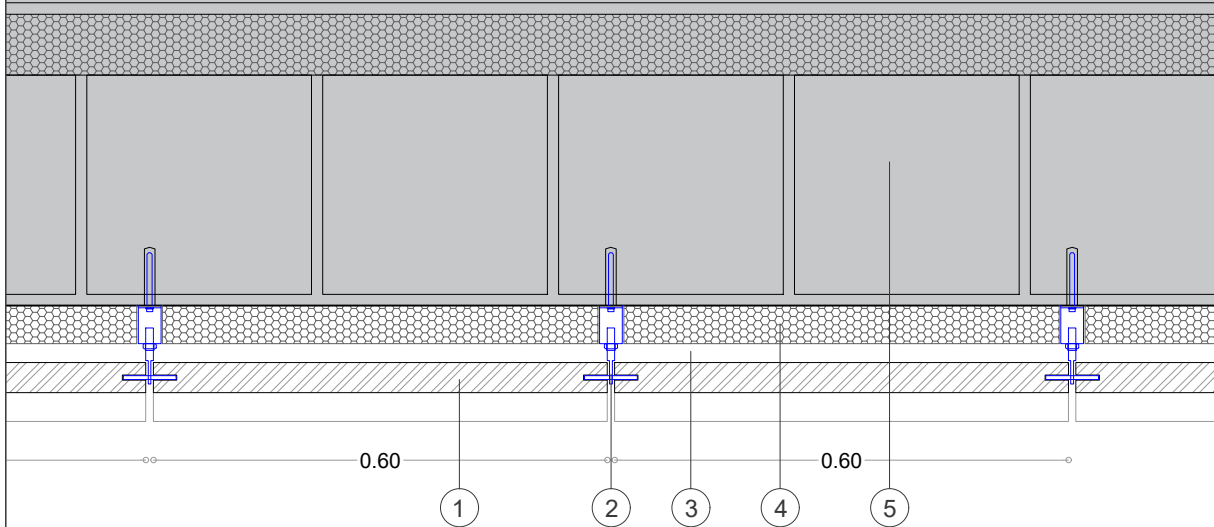
4.4. SISTEMA DE FACHADA EN OBRA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

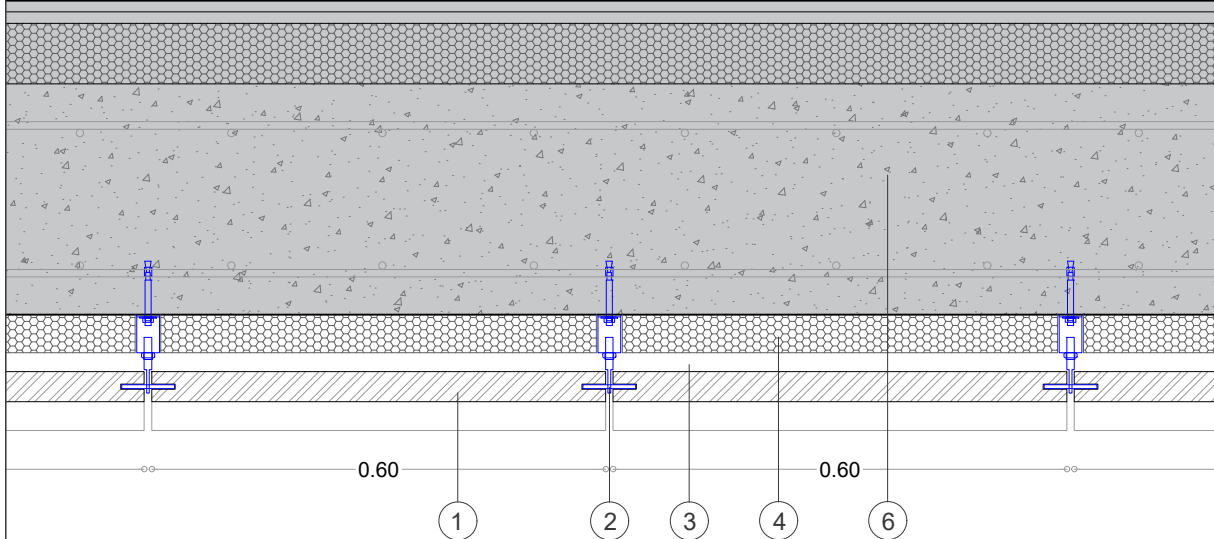
E.1.10

En obra se empleó un subsistema de anclaje diferente al contemplado en el proyecto de ejecución. El despiece sí se mantiene con respecto al previsto.

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante cuatro anclajes puntuales directos con fijación mecánica (2) ubicados en las juntas verticales. Los dos anclajes inferiores en cada placa son de carga y los dos superiores son de retención. La fijación al soporte se realiza mediante anclajes de fijación química cuando el muro soporte es de bloques, y química en los cantos de los forjados y muro soporte de hormigón.



Planta soporte tipo 1



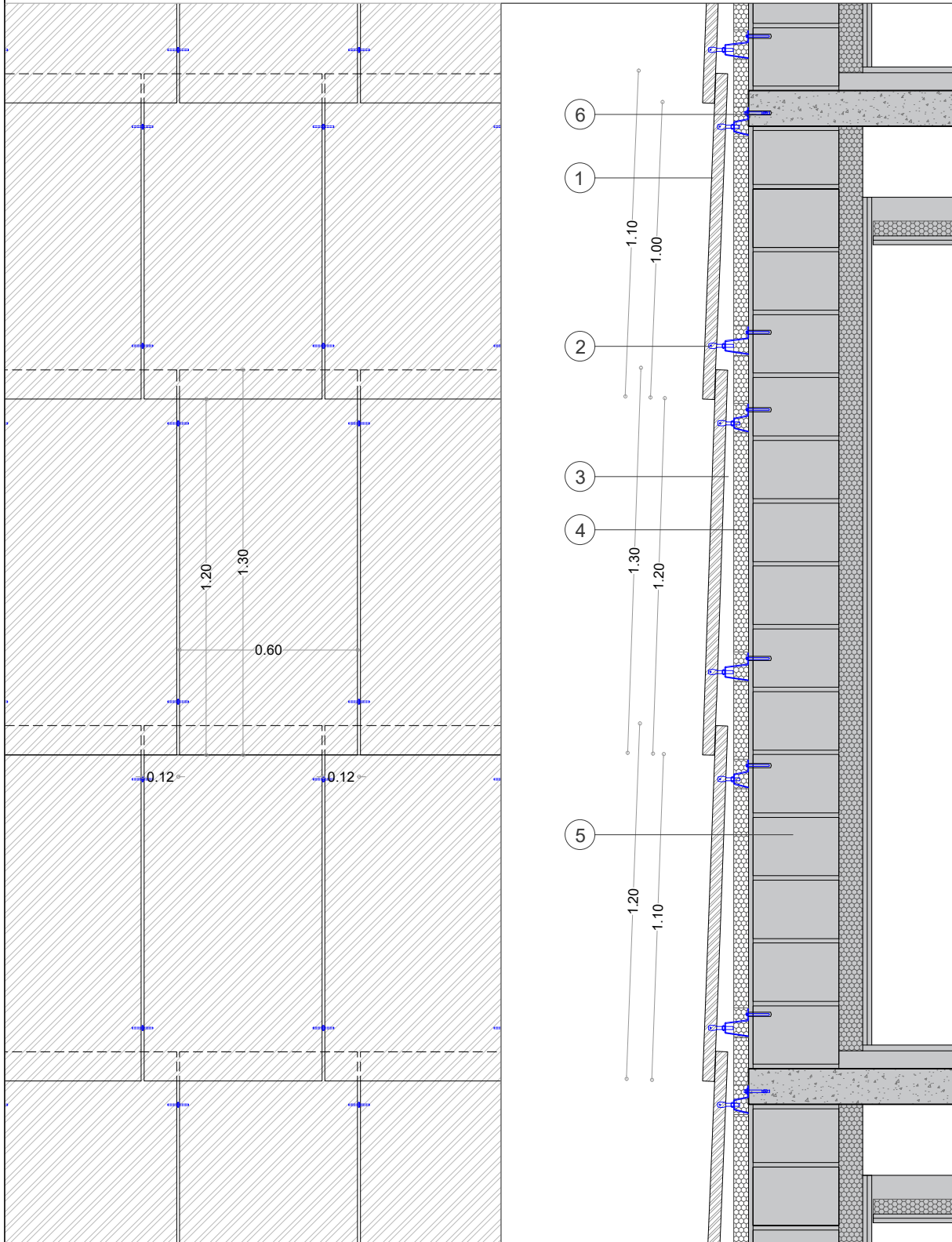
Planta soporte tipo 2

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. Placa de piedra | 5. Muro soporte de bloques prefabricados de hormigón armado relleno s/z |
| 2. Anclaje puntual directo mecánico | 6. Muro soporte de hormigón armado |
| 3. Cámara de aire | |
| 4. Aislamiento térmico | |

4.4. SISTEMA DE FACHADA EN OBRA

FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.20



Alzado

Sección soporte 1

1. Placa de piedra
2. Anclaje puntual directo mecánico
3. Cámara de aire
4. Aislamiento térmico

5. Muro soporte de bloques prefabricados de hormigón armado relleno s/z
6. Muro soporte de hormigón armado

CASO DE ESTUDIO 13

PROYECTO	ARCO DE LA DEFENSA
UBICACIÓN	PARÍS. FRANCIA
DIRECCIÓN	MUSEUMSPLATZ 1, 10701 PARVIS DE LA DÉFENSE, 92800 PUTEAUX
AUTOR	OTTO VON SPRECKELSEN, PAUL ANDREU RECONSTRUCCIÓN: VALODE & PISTRE
FECHA	PROYECTO: 1982-1984. OBRAS: 1985-1989. RECONSTRUCCIÓN FACHADA: 2015-2018



Fotografía de la autora

1. FUENTES	
FUENTES SECUNDARIAS: FACHADA ORIGINAL	DOCUMENTACIÓN
Chaslin, François; Picon Lefebvre, Virginie, coaut (1989). La Grande Arche de La Défense. Electa France, Paris.	Información general
	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Planteamiento fachada
	Imágenes seguimiento de obra
	Imágenes de obra terminada
	Planimetría básica
Di Silvo, Michele (1993). Facciate di pietra. Il marmo nell'architettura contemporanea. Tecnologie dei paramenti esterni tra innovazione e tradizione. Alinea, Firenze. pp. 273-277	Comentarios sobre el proyecto y planteamiento
	Imágenes de obra terminada
La Grande Arche de la Défense en travaux. Reportaje audiovisual de 1987. Archivo Institut National de l'Audiovisuel https://www.youtube.com/watch?v=-_3qI93XrbY (consultado el 28.09.2016)	Reportaje sobre la inauguración
Les problèmes la Grande Arche de la Défense. Reportaje audiovisual de 1996. Archivo Institut National de l'Audiovisuel https://www.youtube.com/watch?v=-_3qI93XrbY (consultado el 28.09.2016)	Reportaje sobre el estado de las placas de mármol
FUENTES SECUNDARIAS: FACHADA RECONSTRUIDA	Documentación
https://www.isover.fr/references/renovation-de-la-grande-arche-de-la-defense-92 (consultado el 28.09.2016)	Descripción sistema de fachada en la reconstrucción
	Imágenes reconstrucción
http://defense-92.fr/les-travaux-de-renovation-de-la-grande-arche (consultado el 28.09.2016)	Reportaje fotográfico seguimiento obras reconstrucción
https://www.interempresas.net/Fachadas/Articulos/306372-Los-anclajes-fischer-en-La-Grande-Arche-de-Paris.html (consultado el 10.06.2020)	Artículo sobre los anclajes empleados en la reconstrucción de la fachada
Why The Marble Panels Of The Grand Arch in Paris Started To Fall Out?. Reportaje audiovisual. Archivo Discovery UK. https://www.youtube.com/watch?v=dbCds0s0mpM (consultado el 28.09.2016)	Reportaje sobre el estado de las placas de piedra y la reconstrucción de la fachada

2. TRABAJO DE CAMPO	
FECHA	MAYO 2017
TAREA	
Toma de fotografías	
Comprobación del sistema constructivo original y de la primera fase de la reconstrucción	
Comparación del sistema definido en la documentación consultada con el empleado en obra	
Toma de medidas	Despiece
	Espesor de placas de piedra
	Dimensión de las juntas
	Espesor de la cámara de aire
	Tipología, morfología y posición de los anclajes
Observación de los puntos singulares	

OBSERVACIONES
Cuando se visitó el edificio se había concluido la primera fase de la reconstrucción, por lo que se pudo observar el sistema original en el lado norte y el nuevo sistema empleado en el lado sur. En las fichas de análisis se ha estudiado el sistema empleado en la reconstrucción.

3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El edificio se ubica en el corazón del distrito financiero de La Défense, al oeste de la ciudad, y es visible desde lo alto del Arco del Triunfo. A mediados del siglo XX la zona de La Defense estaba ocupada por algunas fábricas. En 1982 Johan Otto von Spreckelsen ganó el concurso para el proyecto del Gran Arco de la Defensa en París. La idea de crear en este sector una zona de negocios comenzó a modelarse en el año 1958 con la creación del EPAD, organismo encargado de la edificación y la administración del barrio.

El Arco de la Defensa surge a partir de un concurso en 1892. El ganador fue Johan Otto von Spreckelsen, con una propuesta en forma de gran cubo hueco en el eje histórico de París. El edificio se inauguró en julio de 1989, dos años después de la muerte de Johan Otto von Spreckelsen, año que estuvo marcado por celebraciones de gran importancia como las del centenario de la inauguración de la Torre Eiffel, y el bicentenario de la Revolución Francesa.



Imagen aérea. Elaboración propia a partir de imagen extraída de Google Maps

PLANTEAMIENTO

Johan Otto von Spreckelsen concibió el Arco de La Défense como una versión del siglo XX del Arco de Triunfo de París. La propuesta destaca por su fuerza, pureza y sencillez. El arco tiene forma de cubo vaciado en su centro, que mide 112 m de longitud, 106.9 m de anchura y 110.9 m de altura, con un total de 35 plantas de altura. El edificio tiene el aspecto de un arco de triunfo, que define el inicio óptico del distrito de negocios a lo largo del eje histórico de París, alineado con otros hitos históricos como el Arco del Triunfo, los Campos Elíseos, el Arco del Triunfo del Carrusel y la pirámide del Louvre.



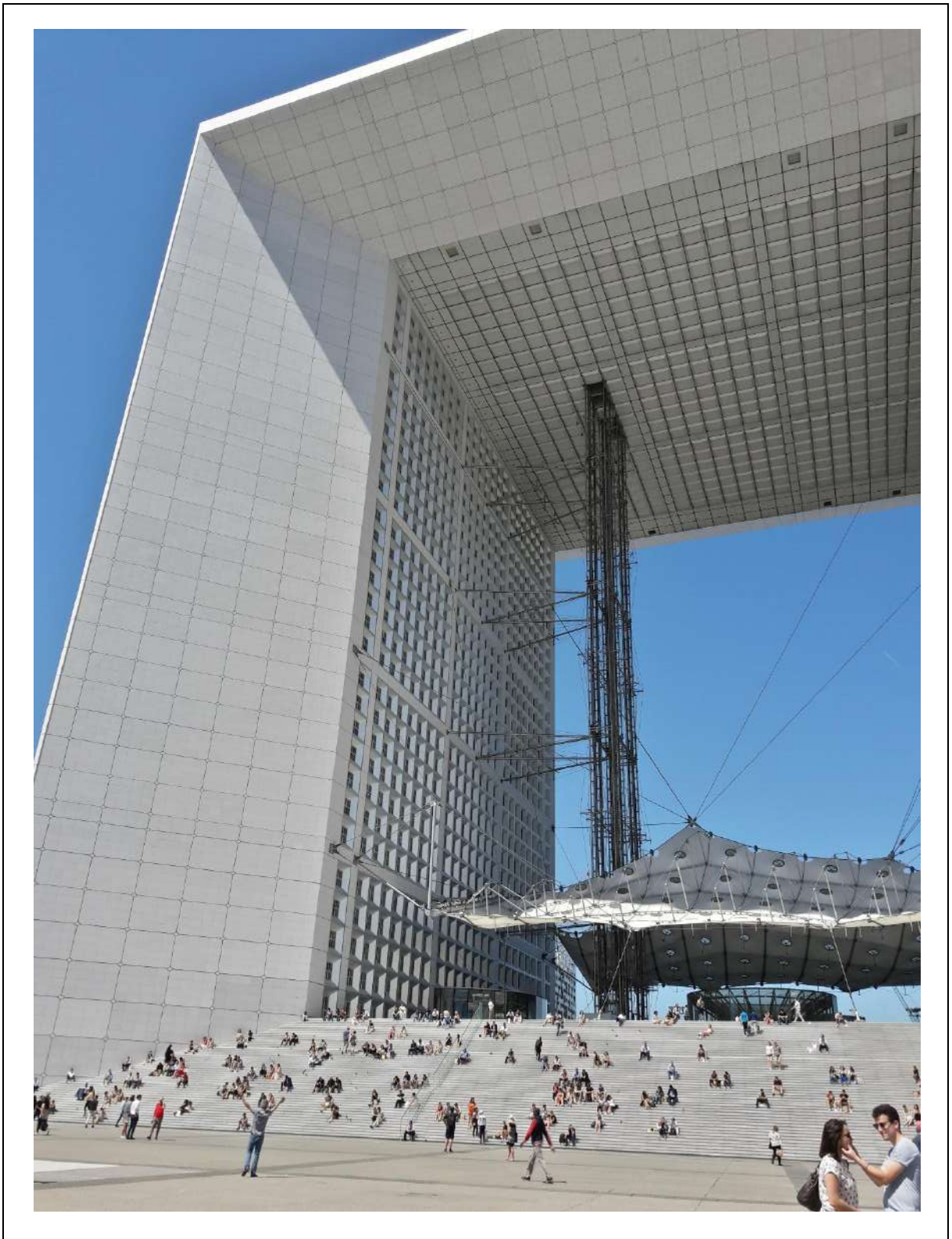
Fotografía de la autora



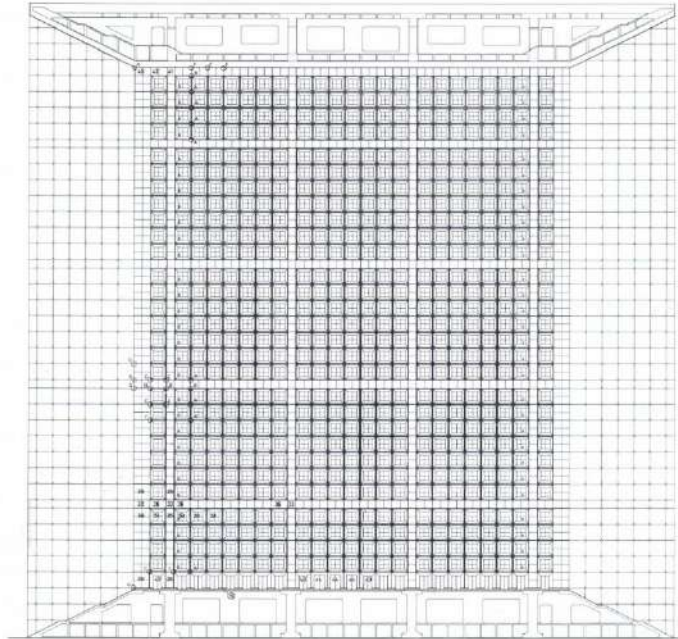
Fotografía de la autora



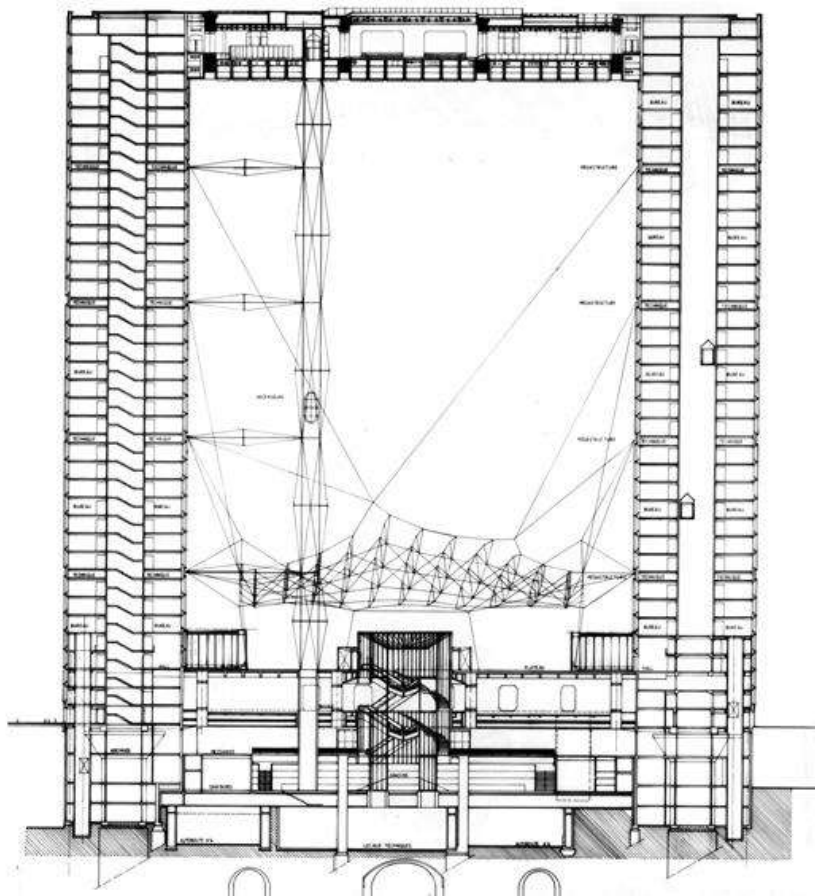
Fotografía de la autora



PLANIMETRÍA BÁSICA



Alzado interior Sur
Chaslin, François; Picon Lefebvre, Virginie, coaut (1989). La Grande Arche de La Défense. Electa France, París.
<https://divisare.com/projects/259791-ortner-ortner-baukunst-mumok>



Sección.
Chaslin, François; Picon Lefebvre, Virginie, coaut (1989). La Grande Arche de La Défense. Electa France, París.

4. ANÁLISIS DE LA FACHADA VENTILADA DE PIEDRA

PLANTEAMIENTO

Las fachadas revestidas en piedra natural El edificio es de hormigón armado y su fachada de vidrio y piedra natural (mármol de carrara y granito). Las esquinas interior y exterior de la fachada forman un tesseracto, un hiper cubo de cuatro dimensiones.



Fotografía de la autora

REHABILITACIÓN DE LA FACHADA

Las fachadas originales de mármol se han rehabilitado por los signos de mal estado de las placas y para optimizar la eficiencia energética del edificio. Muchas placas presentaban desviaciones y algunas se estaban empezando a desprender de los anclajes, a causa de la humedad, las heladas y la contaminación atmosférica. En la reconstrucción se utilizó un granito blanco de Vermont, Estados Unidos, con un acabado que recordaba al mármol, pero una resistencia mucho mayor. El sistema de fijación de las placas también se sustituyó por una solución con perfilera y anclajes en el reverso de las placas, que asegura un comportamiento más favorable y reducía los momentos flectores.

La reconstrucción se desarrolló en dos fases, entre los años 2015 y 2018. En este caso de estudio se estudia la fachada reconstruida. Es interesante ver cómo se reproduce el mismo despiece original con un sistema más actual.

TIPO DE PIEDRA

Fachada original: mármol blanco de carrara y granito gris.

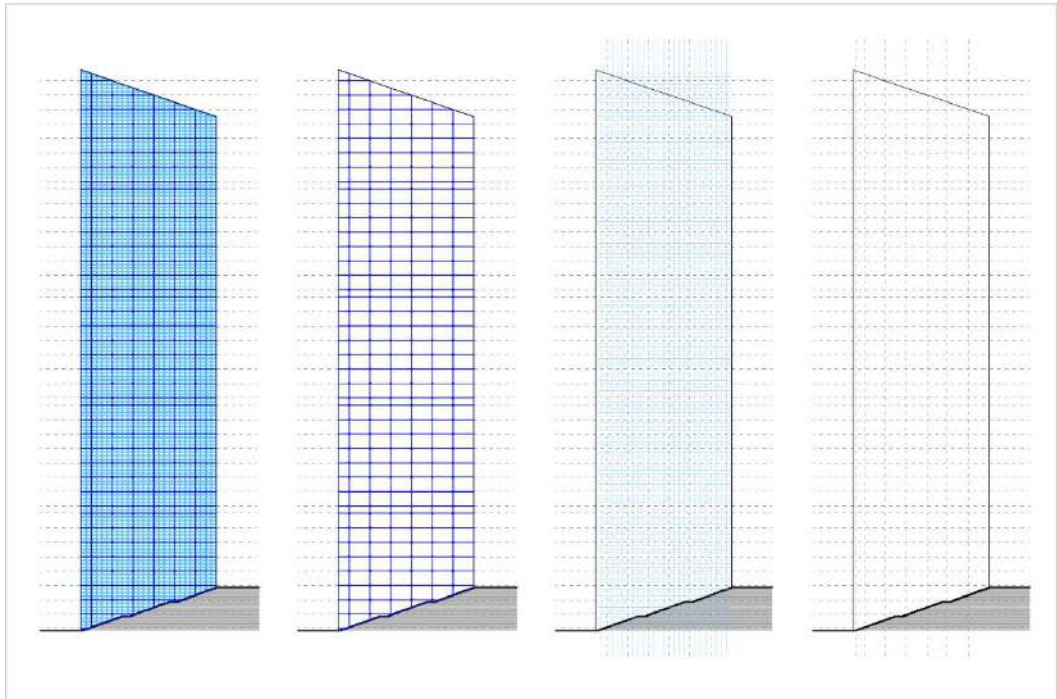
Fachada rehabilitada: granito blanco



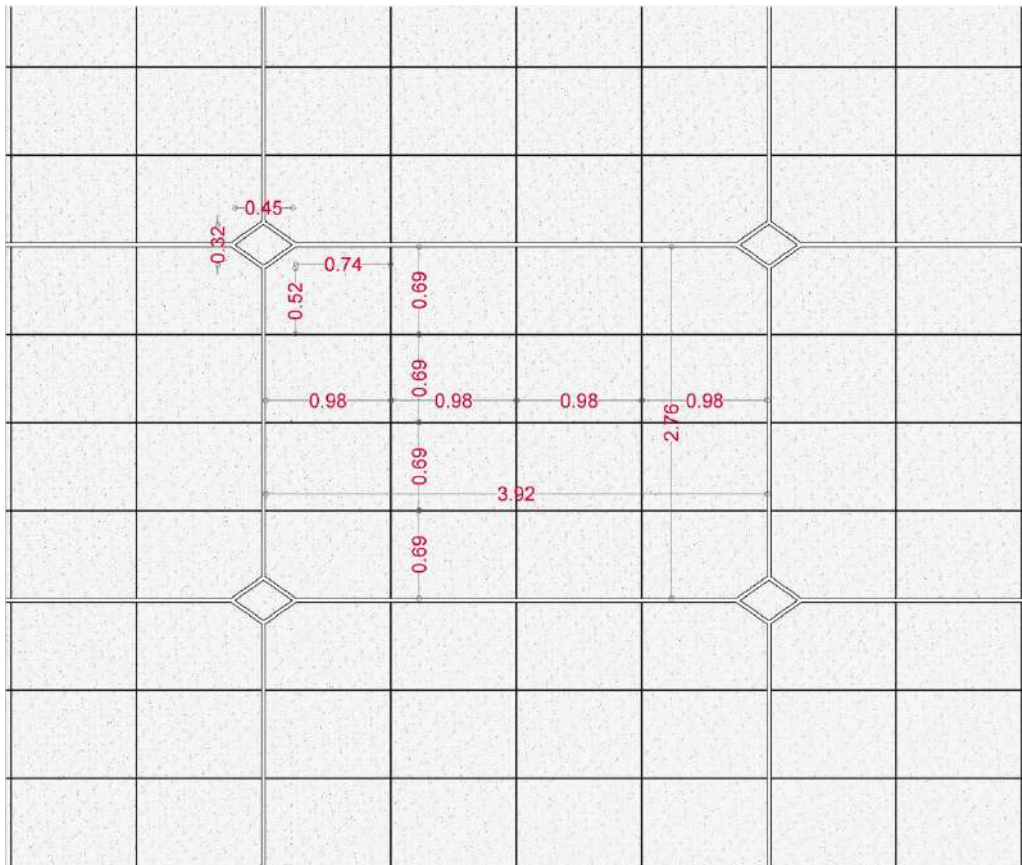
Fotografía de la autora

DESPIECE

Despiece basado en una composición de patrones que se repiten. Cada patrón está compuesto por placas cuadradas y placas achaflanadas en las esquinas. En el encuentro entre patrón y patrón se incluye una pieza romboidal. Las juntas entre patrones son más anchas que las juntas de contorno entre placas.



0 10



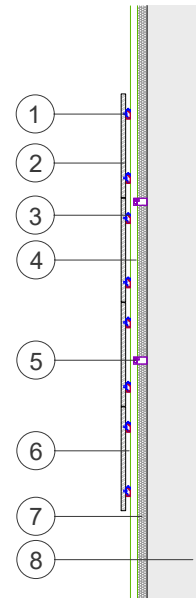
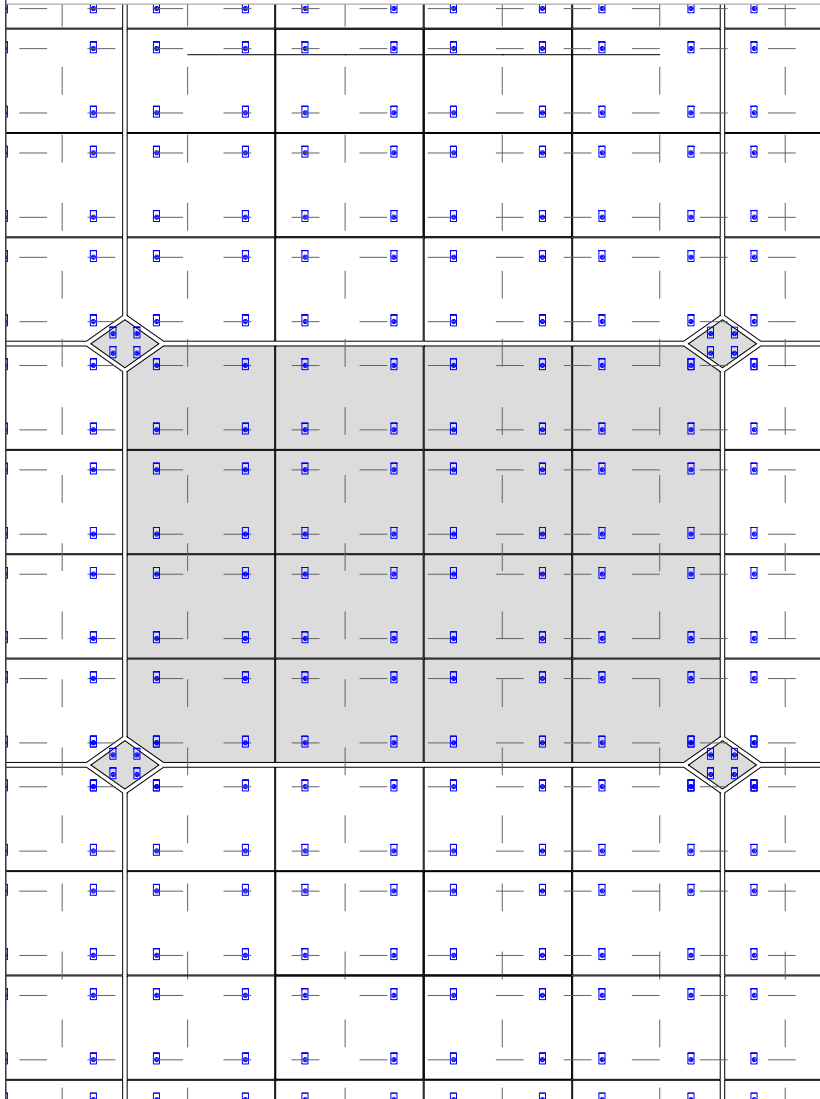
0 1

4.4 SISTEMA DE FACHADA					
FICHA DE TRABAJO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA					
TIPO DE PIEDRA NATURAL					
Variedad	Granito				
Acabado	Pulido				
Formato	Rectangular				
Dimensiones	97,5 x 68,5 centímetros. Patrón de 3,93 x 2,77 metros				
Espesor	Variable, 3 a 5 centímetros				
Despiece	Patrón repetido				
Juntas	Vertical	0,5 centímetros / 3 centímetros	Corte	Recto	
	Horizontal	0,7 centímetros / 3 centímetros	Corte	Recto	
Observaciones					
SISTEMA DE ANCLAJE					
Unión al soporte	Directo <input type="checkbox"/>		Mediante subestructura <input checked="" type="checkbox"/>		
	No regulable <input type="checkbox"/>	Regulable <input type="checkbox"/>	Montantes <input type="checkbox"/>	Montantes + horizontales <input checked="" type="checkbox"/>	
Unión a la placa	Visto <input type="checkbox"/>		Oculto <input checked="" type="checkbox"/>		
	Tornillo pasante <input type="checkbox"/>	Uñeta <input type="checkbox"/>	En junta <input type="checkbox"/>		En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>
			Bulón <input type="checkbox"/>	Ranura aislada <input type="checkbox"/>	Ranura continua <input type="checkbox"/>
			Tornillo + adhesivo <input type="checkbox"/>	Grapa en ranura <input type="checkbox"/>	
Posición con respecto a la placa	En junta horizontal <input type="checkbox"/>		En junta vertical <input type="checkbox"/>	En el reverso de la placa <input checked="" type="checkbox"/>	
Aislamiento	4 centímetros				
Cámara de aire	8 centímetros				
Observaciones					
SOPORTE					
Estructura <input checked="" type="checkbox"/>					
Estructura	Horizontal	Forjados	-		
		Vigas	-		
	Vertical	Muros de hormigón armado			
Fijación a la estructura	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Muro soporte <input checked="" type="checkbox"/>					
Muro soporte	Hormigón armado <input checked="" type="checkbox"/>	Fábrica cerámica <input type="checkbox"/>			Bloques de hormigón <input type="checkbox"/>
		Maciza <input type="checkbox"/>	Perforada <input type="checkbox"/>	Bloques <input type="checkbox"/>	
	Resistente	Sí <input checked="" type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>	
	Espesor	- centímetros			
Fijación al muro soporte	Empotrada <input checked="" type="checkbox"/>			Soldada <input type="checkbox"/>	Atornillada <input type="checkbox"/>
	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	Química <input type="checkbox"/>	Con mortero <input type="checkbox"/>		
Observaciones					

4.4. SISTEMA DE FACHADA

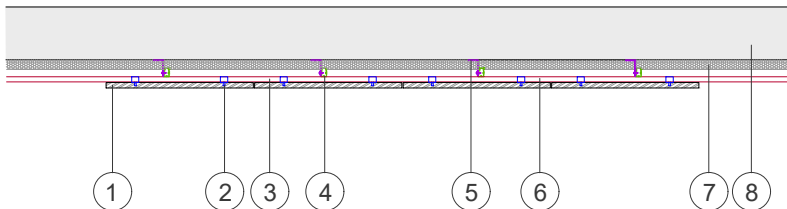
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

E.1.50



Alzado

Sección



Planta

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Placa de piedra e=3 cm 2. Anclaje por destalonado en el reverso de la placa 3. Travesaño horizontal de aluminio 4. Montante | <ol style="list-style-type: none"> 5. Escuadra 6. Cámara de aire 7. Aislamiento térmico 8. Muro soporte |
|---|---|

4.4. SISTEMA DE FACHADA

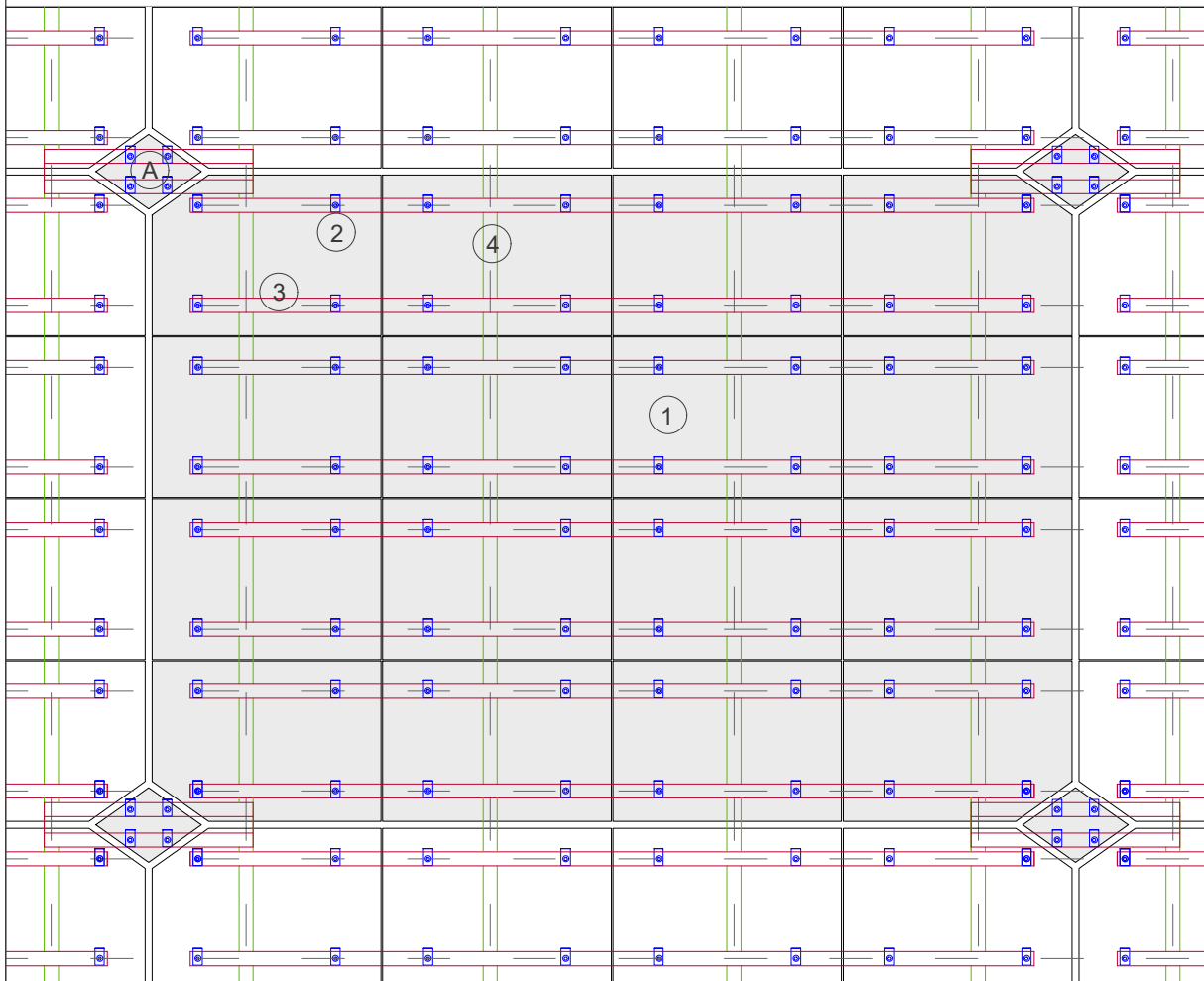
FICHA DE TRABAJO 2: SISTEMA CONSTRUCTIVO

Fijación de las placas de piedra

Las placas de piedra (1) se sujetan mediante 4 anclajes ubicados en el reverso de la placa (2) a travesaños horizontales (3), dos por placa. Cada travesaño tiene la longitud correspondiente a un patrón. Los travesaños se fijan a montantes verticales (5), 4 por patrón, que transmiten las cargas al soporte resistente mediante escuadras.

Las piezas con forma de rombo (A) se sujetan mediante una pieza hecha a parte de dos travesaños que se fijan a dos montantes laterales. Estas placas se sujetan con el mismo sistema de anclajes en el reverso.

Las juntas de contorno tienen distinta dimensión en función de su posición. Las juntas horizontales y verticales en el interior del patrón son de 5 y 7 milímetros respectivamente, mientras que las juntas entre patrones tienen un espesor de 3 centímetros.



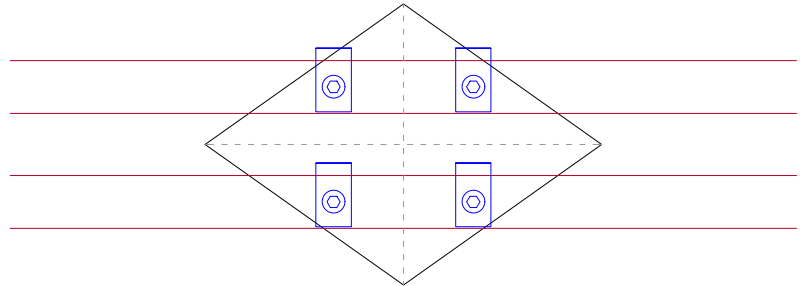
Alzado

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Placa de piedra $e=3$ cm | 5. Escuadra |
| 2. Anclaje por destalonado en el reverso de la placa | 6. Cámara de aire |
| 3. Travesaño horizontal de aluminio | 7. Aislamiento térmico |
| 4. Montante | 8. Muro soporte |

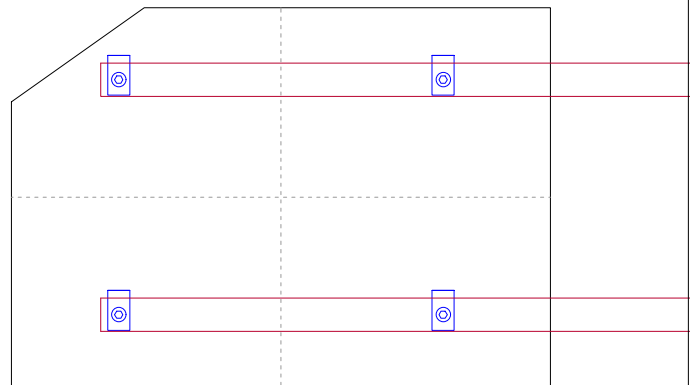
4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 3: REPARTO Y TRANSMISIÓN DE CARGAS

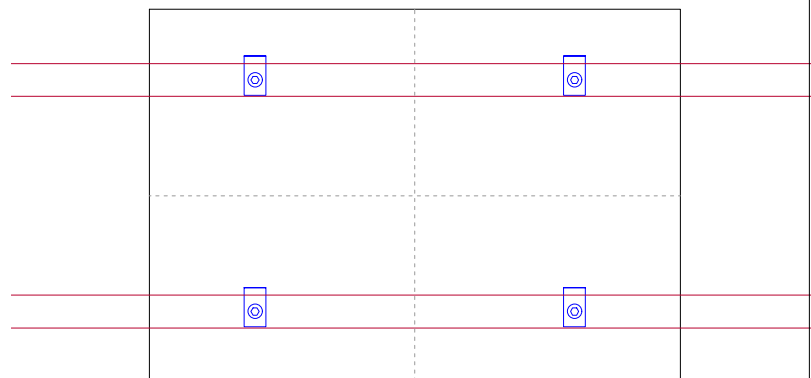
El sistema de anclaje por destalonado de fondo en placas con simetría en las dos direcciones, permite un reparto de las cargas debido a peso propio y a presión / succión repartido a partes iguales entre el número de anclajes.



En este caso, se produce reparto igualitario en las placas cuadradas y con forma de rombo. En las placas achaflanadas el anclaje en esta posición recibirá una carga inferior al resto de los anclajes.



El anclaje utilizado en las placas se calcula para la sollicitación más desfavorable.



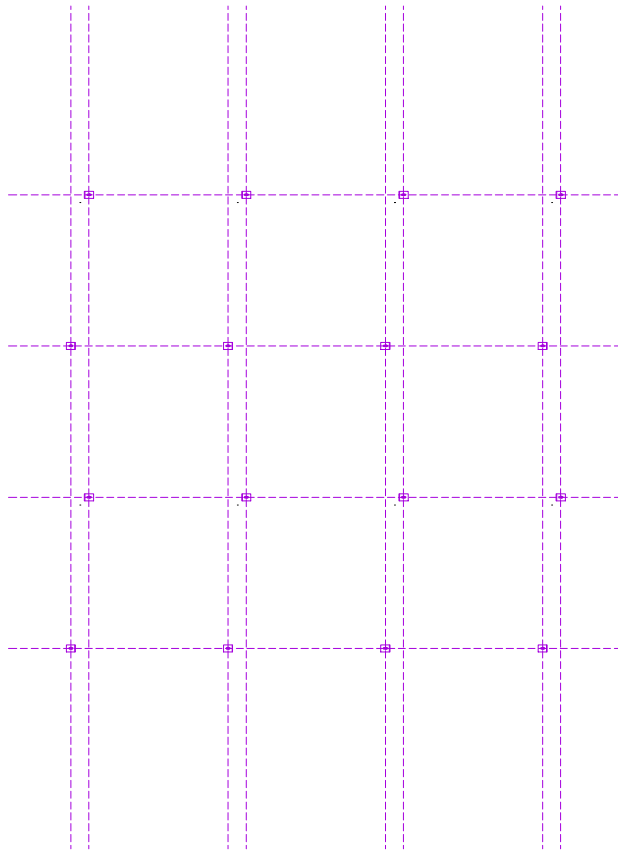
Solicitaciones

P/S Presión/succión del viento
Wp Peso propio de la placa de piedra

4.4. SISTEMA DE FACHADA

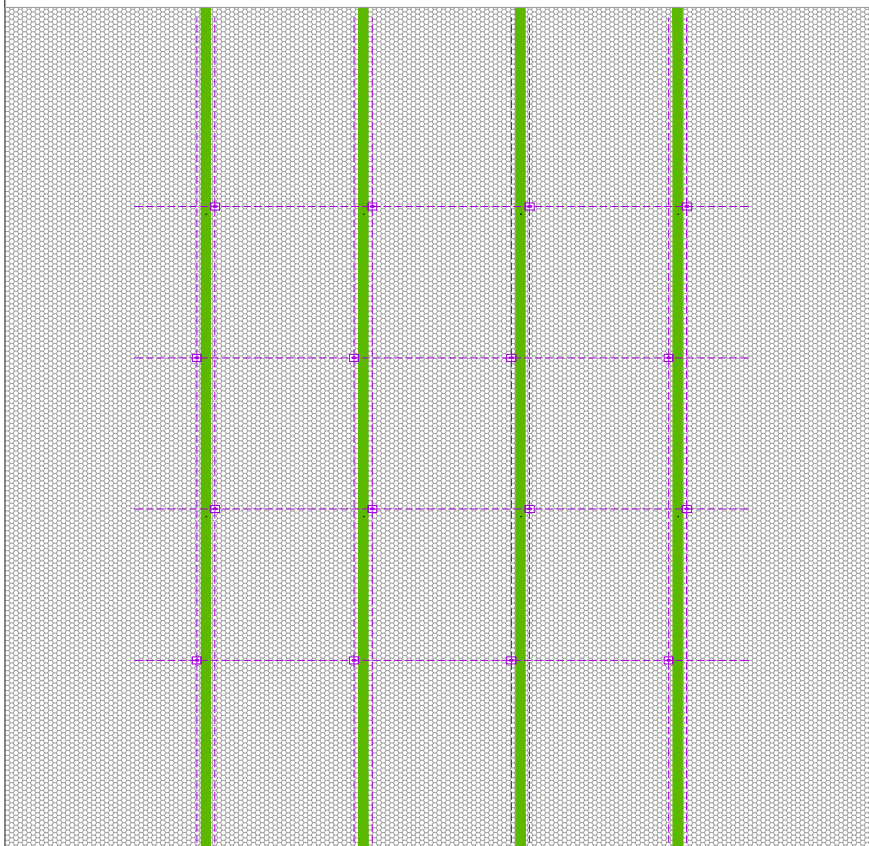
FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.50



Paso 1: escuadras
Verificación de dimensiones, estructura y muros soporte.
Replanteo de acuerdo a planos.
Colocación de escuadras de carga y de apoyo al soporte resistente.

Paso 1



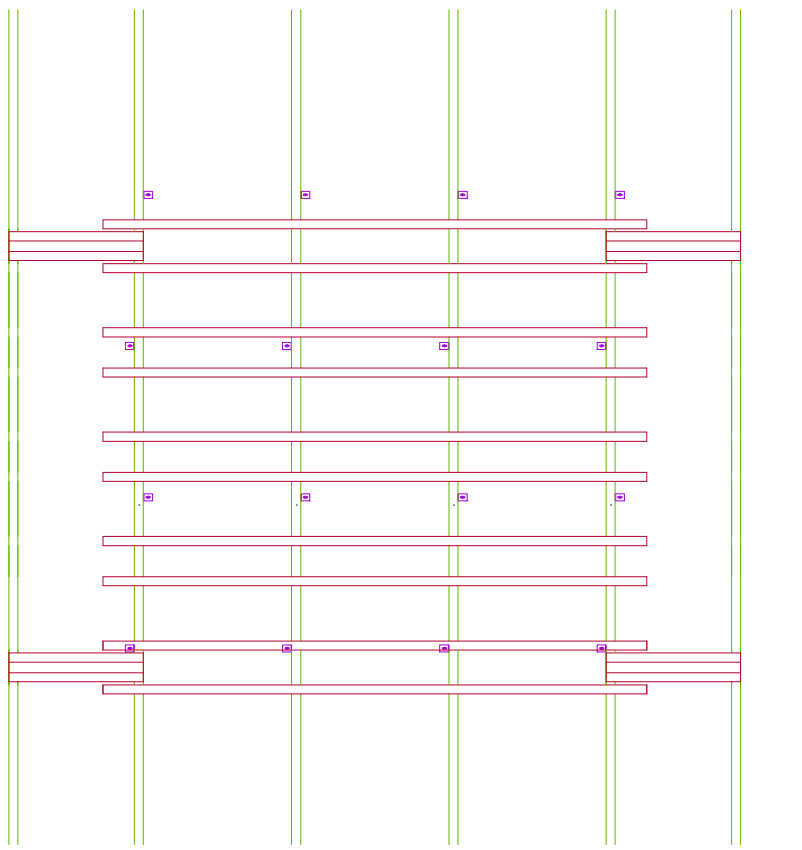
Paso 2: montantes
Atornillado de los perfiles verticales a las escuadras de carga. El apoyo superior es fijo y el apoyo inferior permiten la dilatación.
Comprobación de longitud máxima de los montantes.
Paso 3: aislamiento
Colocación del aislamiento semirígido.

Pasos 2 y 3

4.4. SISTEMA DE FACHADA

FICHA DE TRABAJO 4: PROCESO CONSTRUCTIVO

E.1.50

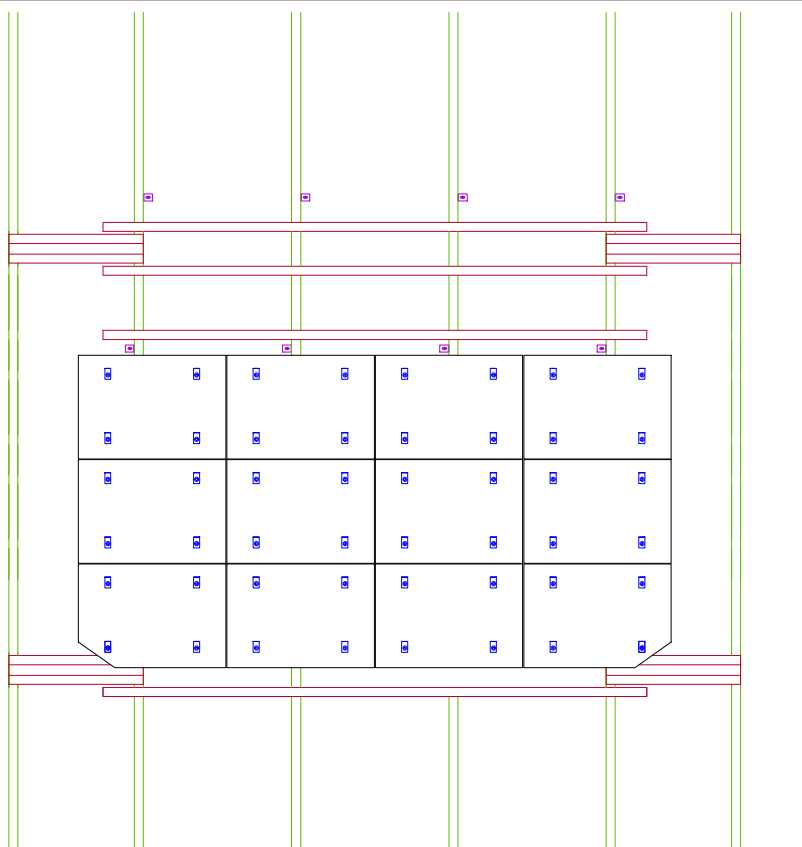


Paso 4: perfiles horizontales

Anclaje de los perfiles horizontales a los montantes respetando:

- Longitudes máximas de los perfiles
- Juntas de dilatación de perfiles, generalmente un mínimo de 15 milímetros.
- Tener en cuenta el vuelo máximo del perfil con respecto a un apoyo, 20 cm. aprox.

Paso 4



Paso 5: placas de piedra

Las placas vienen premontadas con los tornillos y anclajes incorporados. Se montan de abajo a arriba colgándolas de los

perfiles horizontales.

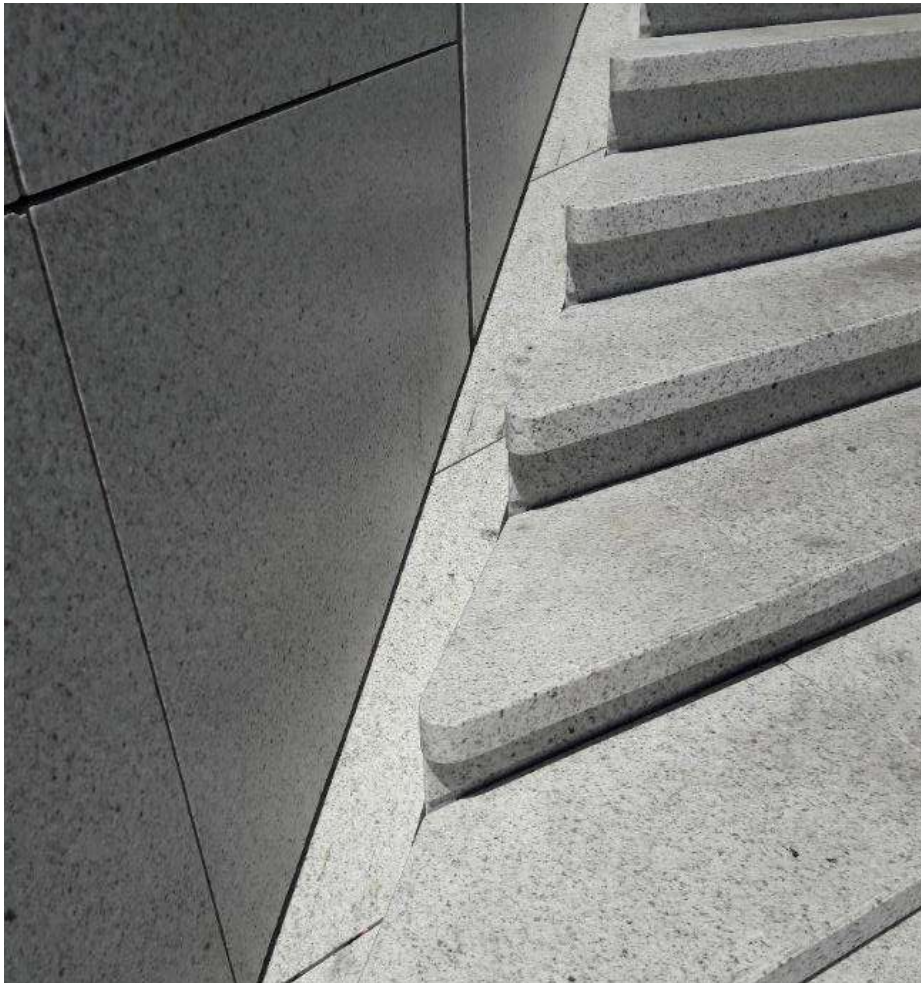
Una vez presentadas en su posición se regula la alineación y se asegura la posición para evitar el movimiento lateral.

Paso 5

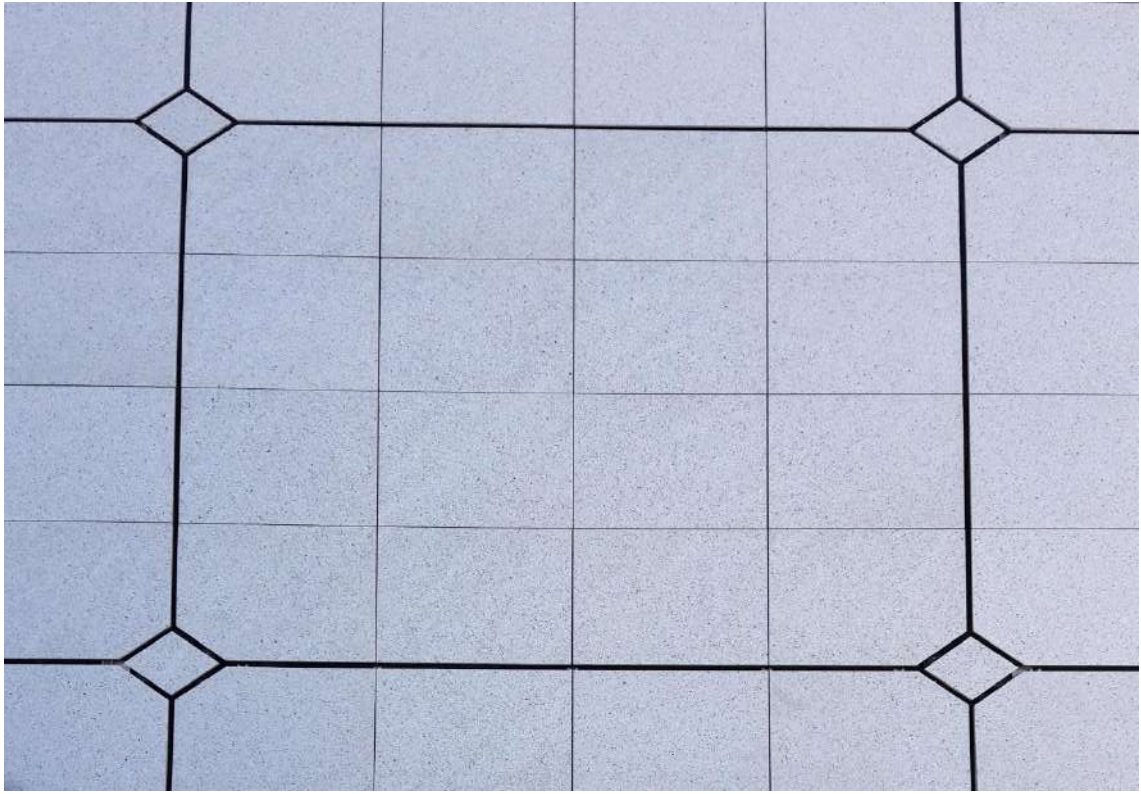
PUNTOS SINGULARES



Remate superior. Fotografía de la autora



Remate inferior. Fotografía de la autora



Tipos de juntas. Fotografía de la autora



Tipos de juntas. Arriba fachada original. Abajo reconstrucción. Fotografías de la autora

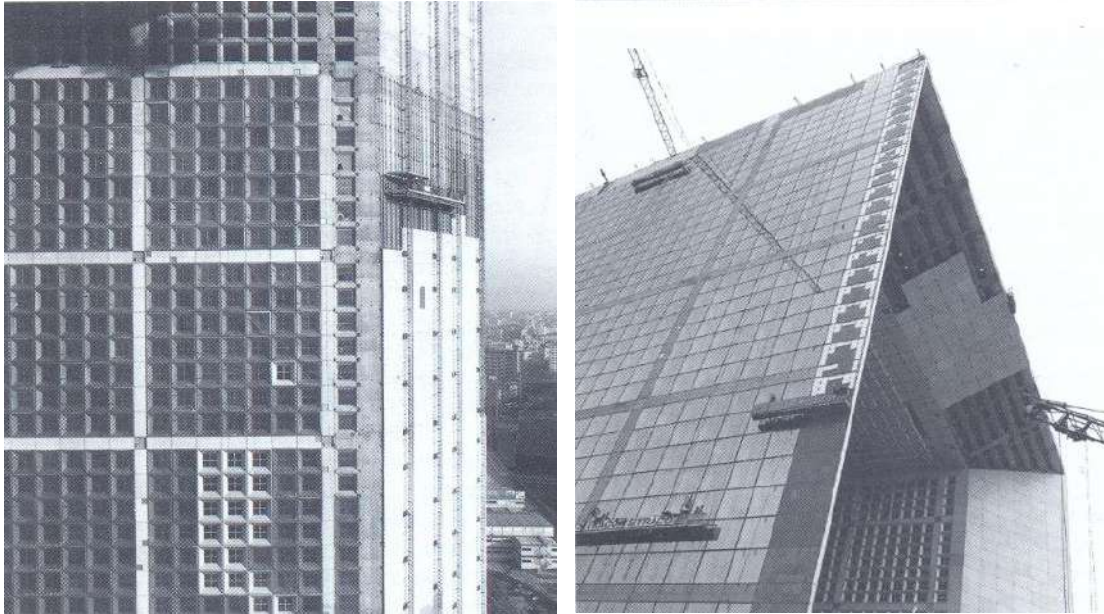


Esquina. Izquierda fachada original. Derecha reconstrucción. Fotografías de la autora

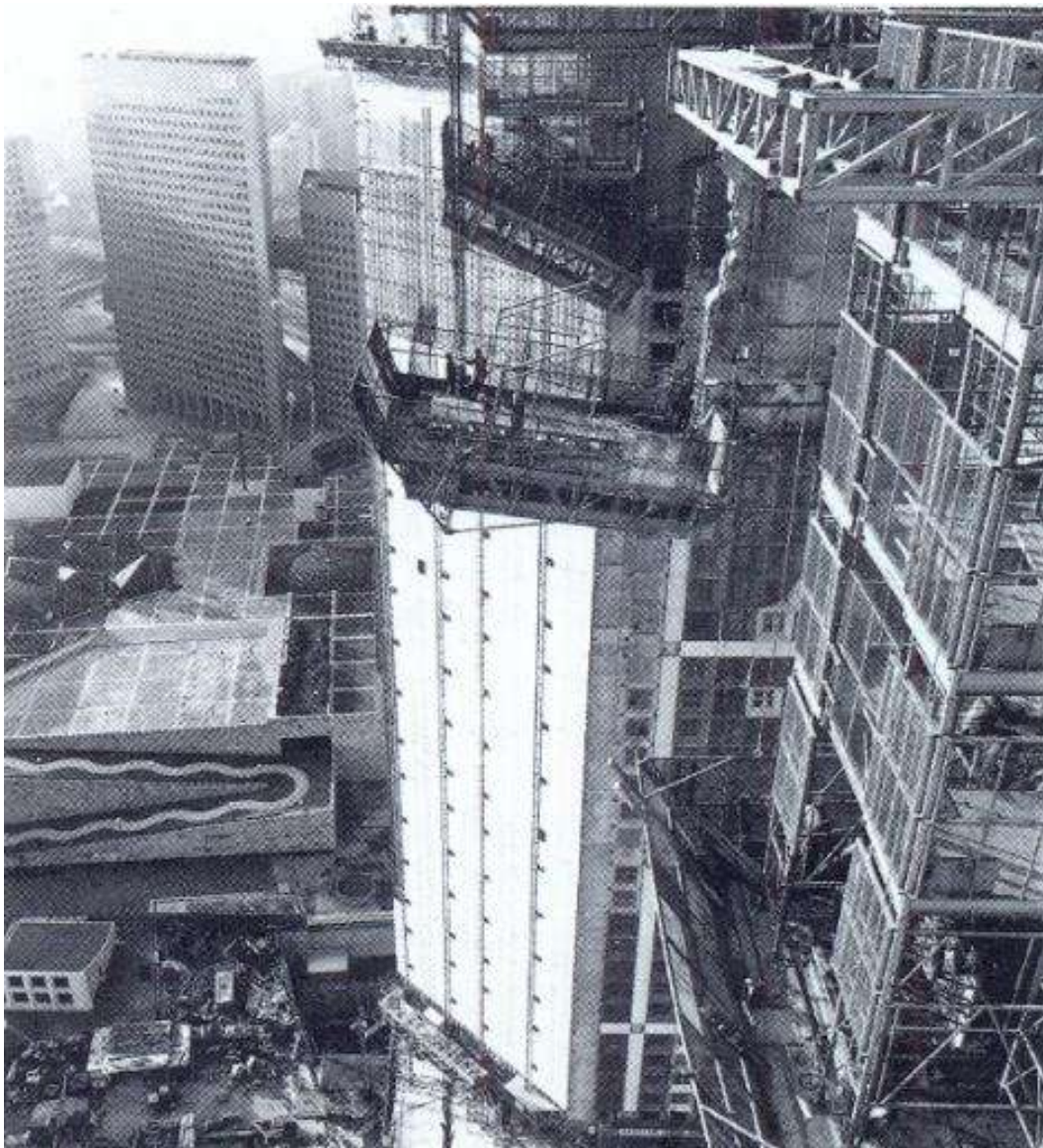
IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO. FACHADA ORIGINAL



Chaslin, François; Picon Lefebvre, Virginie, coaut (1989). La Grande Arche de La Défense. Electa France, Paris.



Chaslin, François; Picon Lefebvre, Virginie, coaut (1989). La Grande Arche de La Défense. Electa France, Paris.



Chaslin, François; Picon Lefebvre, Virginie, coaut (1989). La Grande Arche de La Défense. Electa France, Paris.



Detalle anclajes cara superior de las placas. Fotografías de la autora

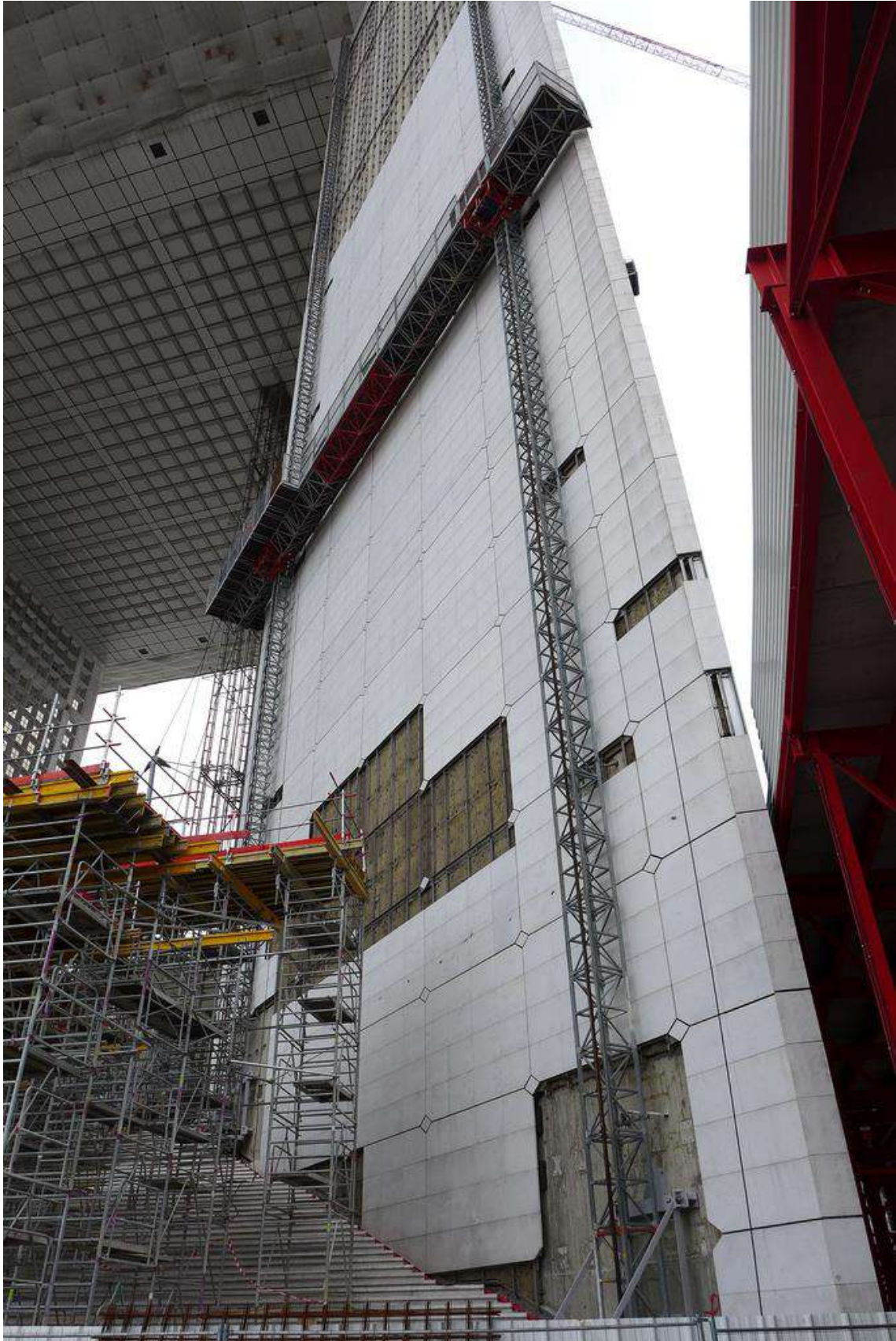
IMÁGENES DE OBRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO. FACHADA REHABILITADA



Obras Fase 1. Desmontaje fachada original. Imagen google maps
<https://www.google.com/maps/place/Arco+de+la+D%C3%A9fense> (consultado el 01 de octubre de 2016)



Obras Fase 1. Desmontaje fachada original. Imagen google maps
<https://www.google.com/maps/place/Arco+de+la+D%C3%A9fense> (consultado el 01 de octubre de 2016)



Obras Fase 1. Desmontaje fachada original. Imagen google maps
<https://www.google.com/maps/place/Arco+de+la+D%C3%A9fense> (consultado el 01 de octubre de 2016)



Obras Fase 1. Desmontaje fachada original. Imagen google maps
<https://www.google.com/maps/place/Arco+de+la+D%C3%A9fense> (consultado el 01 de octubre de 2016)



Obras Fase 1. Montaje nueva fachada. Imagen google maps
<https://www.google.com/maps/place/Arco+de+la+D%C3%A9fense> (consultado el 01 de octubre de 2016)



Obras Fase 1. Montaje nueva fachada. Imagen google maps
<https://www.google.com/maps/place/Arco+de+la+D%C3%A9fense> (consultado el 01 de octubre de 2016)



Obras Fase 1. Montaje nueva fachada. Imagen google maps
<https://www.google.com/maps/place/Arco+de+la+D%C3%A9fense> (consultado el 01 de octubre de 2016)



DIPUTACION DE
ZAMORA