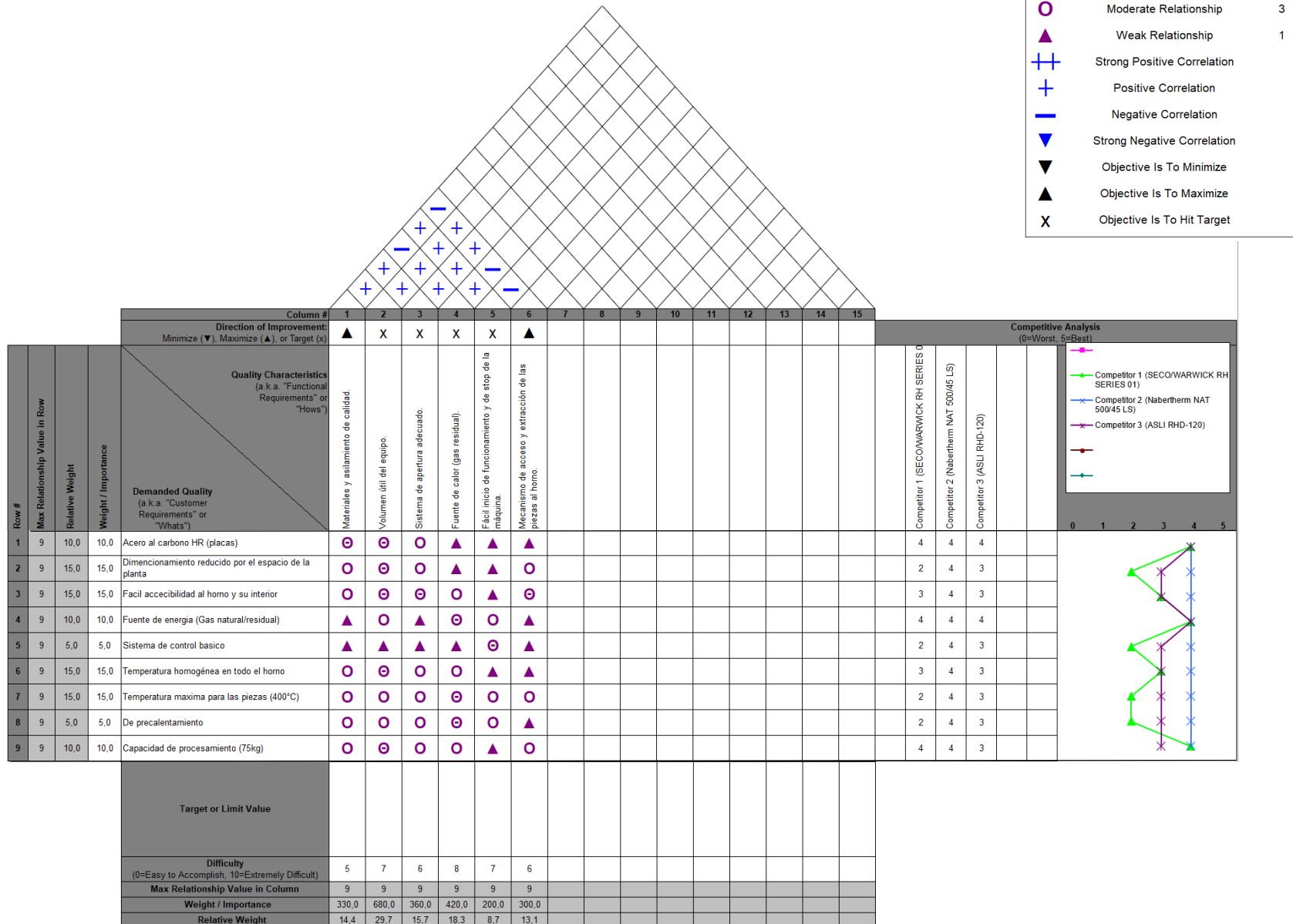


Anexo 1. Matriz QFD.



Anexo 2. Medicines termográficas.



Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

Measurements

Bx1	Max	326,6 °C
	Min	82,8 °C
	Average	257,5 °C
Bx2	Max	329,7 °C
	Min	252,4 °C
	Average	303,7 °C
Bx3	Max	324,7 °C
	Min	127,2 °C
	Average	215,2 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Refl. temp.	20 °C
Distance	2 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %





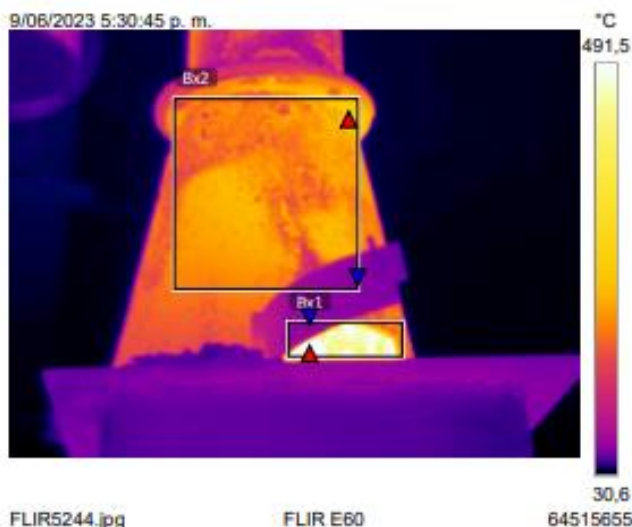
Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

Measurements

Bx1	Max	544,8 °C
	Min	88,1 °C
	Average	370,4 °C
Bx2	Max	329,2 °C
	Min	88,5 °C
	Average	258,4 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Refl. temp.	20 °C
Distance	2 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %



9/06/2023 5:30:45 p. m.



FLIR5244.jpg FLIR E60 64515655



Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

Measurements

Bx2	Max	301,9 °C
	Min	176,4 °C
	Average	254,7 °C
Sp1		406,0 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Refl. temp.	20 °C
Distance	3 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %

9/06/2023 5:42:09 p. m.



FLIR5251.jpg

FLIR E60

64515655

9/06/2023 5:42:09 p. m.



FLIR5251.jpg

FLIR E60

64515655



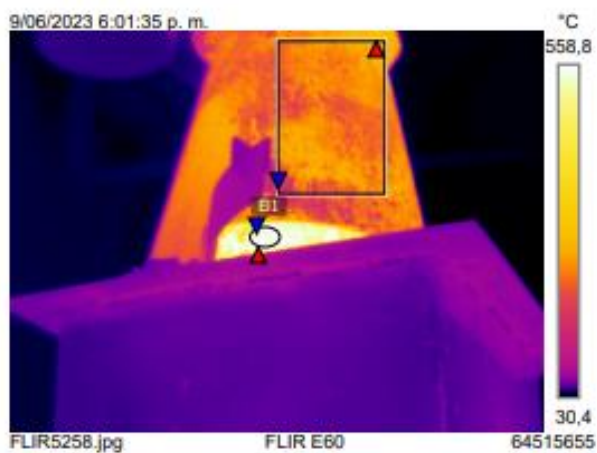
Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

Measurements

Bx1	Max	359,3 °C
	Min	184,8 °C
	Average	303,9 °C
El1	Max	608,6 °C
	Min	493,8 °C
	Average	553,3 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Ref. temp.	20 °C
Distance	1 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %



9/06/2023 6:01:35 p. m.





Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

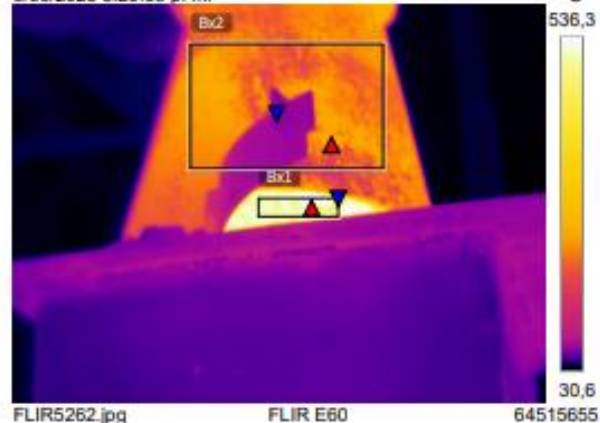
Measurements

Bx1	Max	605,0 °C
	Min	458,8 °C
	Average	519,8 °C
Bx2	Max	312,8 °C
	Min	91,1 °C
	Average	247,7 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Ref. temp.	20 °C
Distance	1 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %

9/06/2023 6:25:59 p. m.



9/06/2023 6:25:59 p. m.





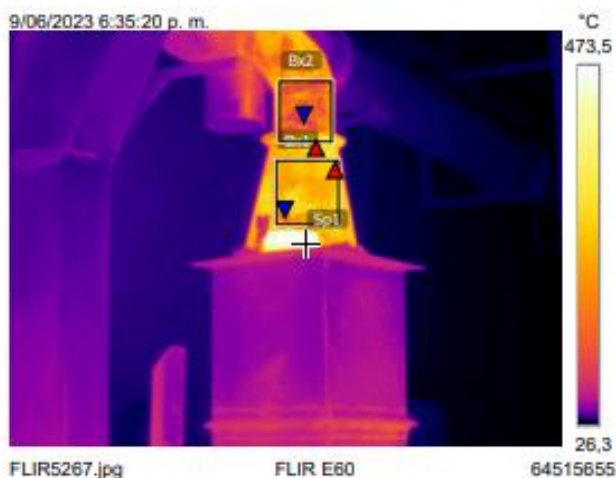
Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

Measurements

Bx1	Max	358,0 °C
	Min	203,4 °C
	Average	304,1 °C
Bx2	Max	376,4 °C
	Min	125,3 °C
	Average	225,5 °C
Sp1		598,3 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Refl. temp.	20 °C
Distance	3 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %



9/06/2023 6:35:20 p. m.



FLIR5267.jpg FLIR E60 64515655



Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

Measurements

EI1	Max	361,8 °C
	Min	289,3 °C
	Average	347,6 °C
EI2	Max	374,2 °C
	Min	213,1 °C
	Average	318,5 °C
Sp1	663,9 °C	⚠
Sp2	104,5 °C	

Parameters

Emissivity	0.95
Ref. temp.	20 °C
Distance	3 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %

9/06/2023 6:52:01 p. m.



FLIR5271.jpg

FLIR E60

64515655

9/06/2023 6:52:01 p. m.



FLIR5271.jpg

FLIR E60

64515655



Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

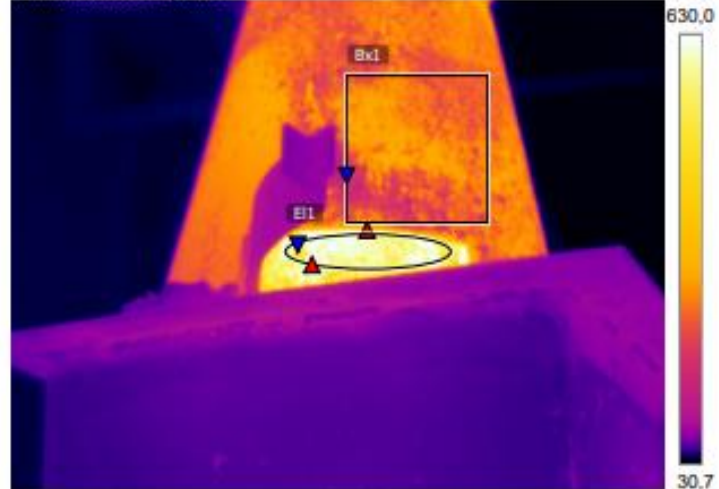
Measurements

Bx1	Max	390,1 °C
	Min	203,1 °C
	Average	329,0 °C
EI1	Max	664,3 °C ⚠
	Min	481,0 °C
	Average	600,4 °C ⚠

Parameters

Emissivity	0.95
Refl. temp.	20 °C
Distance	3 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %

9/06/2023 7:12:46 p. m.



FLIR5278.jpg

FLIR E60

64515655

9/06/2023 7:12:46 p. m.



FLIR5278.jpg

FLIR E60

64515655



Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

Measurements

Bx1	Max	644,2 °C
	Min	593,7 °C
	Average	618,6 °C
Bx2	Max	387,2 °C
	Min	105,3 °C
	Average	304,8 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Refl. temp.	20 °C
Distance	3 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %

9/06/2023 7:23:37 p. m.



9/06/2023 7:23:37 p. m.





Tratamientos Ferrotérmicos S.A.S
Calle 18A Sur No. 29A-10. Bogotá D.C.
Elaboró: Miguel Sarmiento y Juan Pablo Díaz.
Informe N° 01 - Chimenea de horno S1.

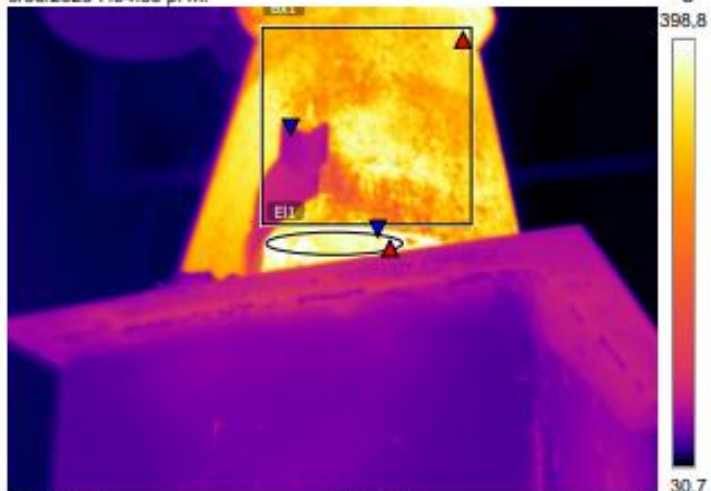
Measurements

Bx1	Max	392,2 °C
	Min	108,4 °C
	Average	308,8 °C
EI1	Max	423,1 °C
	Min	323,7 °C
	Average	383,8 °C

Parameters

Emissivity	0.95
Ref. temp.	20 °C
Distance	3 m
Atmospheric temp.	22 °C
Ext. optics temp.	20 °C
Ext. optics trans.	1
Relative humidity	59 %

9/06/2023 7:34:35 p. m.



FLIR5287.jpg

FLIR E60

64515655

9/06/2023 7:34:35 p. m.



FLIR5287.jpg

FLIR E60

64515655

Anexo 3. Visita a la empresa Ferrotermicos S.A.S.



Anexo 4. Datos de visitas a empresa Ferrotermicos S.A.S.

Aceros	Temperatura (°C)
4140	835-875
2363	970
DF2	830
EST	1020

Fecha: 27/02/2024

Tarea	Hora (p.m)	Tiempo	Consumo (m3)	Temperatura (°C)	Capacidad (kg)	Proceso
1	3:50:00 p. m.	0	51.065	0°C - 800°C	0	Precalentamiento de las piezas en el horno de precalentamiento (R2) y a su vez calentamiento del horno de temple (S1)
2	4:50:00 p. m.	1:00:00	51.073	830°C	50,1	Sigue el mismo proceso de precalentamiento de piezas y en ese mismo momento inicia el tratamiento de piezas en el horno de temple (S1) con una carga de 50,1 kg
3	4:56:00 p. m.	0:06:00	51.074	830°C	50,1	Tratamiento de piezas (50,1 kg)
4	5:03:00 p. m.	0:07:00	51.075	830°C	50,1	Tratamiento de piezas (50,1 kg)
5	5:16:00 p. m.	0:13:00	51.076	830°C	50,1	Tratamiento de piezas (50,1 kg)
6	5:26:00 p. m.	0:10:00	51.077	870°C	43,8	En el horno de temple la carga reduce de 50,1 kg a 43,8 kg, es decir; se extrae una carga de 6,3 kg del horno de temple (S1), y se le sube la temperatura 40°C
7	5:37:00 p. m.	0:11:00	51.078	870°C - 970°C	0	Se retira absolutamente toda la carga del horno de temple (0 kg), esto para que se eleve la temperatura mas rapido a 970°C
8	5:47:00 p. m.	0:10:00	51.079	970°C	6	El horno de temple es cargado con 6 kg para su posterior tratamiento
9	5:57:00 p. m.	0:10:00	51.080	970°C	6	Tratamiento de piezas (6 kg)
10	6:08:00 p. m.	0:11:00	51.081	970°C - 1020°C	0	Se retira absolutamente toda la carga del horno de temple (0 kg), esto para que se eleve la temperatura mas rapido a 1020°C
11	6:16:00 p. m.	0:08:00	51.082	1020°C	35,49	El horno de temple se lleva a 1020 °C al introducir una carga de 35,49 kg, teniendo en cuenta que esta carga indica el 70% de la carga total que es 50,7 kg
12	6:23:00 p. m.	0:07:00	51.083	1020°C	35,49	Tratamiento de piezas (35,49 kg)
13	6:31:00 p. m.	0:08:00	51.084	1020°C	35,49	Tratamiento de piezas (35,49 kg)
14	6:38:00 p. m.	0:07:00	51.085	1020°C	50,7	En este momento, se introduce la carga restante, es decir; el 30% de la carga total (50,7 kg), teniendo la totalidad de la carga en el horno de temple (S1)
15	6:47:00 p. m.	0:09:00	51.086	1020°C	50,7	Tratamiento de piezas (50,7 kg)
16	6:54:00 p. m.	0:07:00	51.087	1020°C	50,7	Tratamiento de piezas (50,7 kg)
17	7:03:00 p. m.	0:09:00	51.088	1020°C	50,7	Tratamiento de piezas (50,7 kg)
18	7:10:00 p. m.	0:07:00	51.089	1020°C	0	Se retira absolutamente toda la carga del horno de temple (0 kg)
19	7:17:00 p. m.	0:07:00	51.090	1020°C	30	Se carga el horno de temple con una pieza relativamente grande con una carga de unos 30 kg en total
20	7:25:00 p. m.	0:08:00	51.091	1020°C	30	Tratamiento de pieza (30 kg)
21	7:33:00 p. m.	0:08:00	51.092	1020°C	65	En este momento, se aumenta la carga a 65 kg en total, es decir; se adicionan piezas de unos 35 kg a la carga anterior
22	7:42:00 p. m.	0:09:00	51.093	1020°C	65	Tratamiento de piezas (65 kg)
23	7:51:00 p. m.	0:09:00	51.094	1020°C	65	Tratamiento de piezas (65 kg)
24	8:00:00 p. m.	0:09:00	51.095	1020°C	65	Tratamiento de piezas (65 kg)
25	8:05:00 p. m.	0:05:00	51.095,5	1020°C - 0°C	0	Se retira absolutamente toda la carga del horno de temple (0 kg), y se procede a apagar el horno (S1)
Total		4:15:00	30,5	N/A	171,8	

Fecha: 12/04/2024

Tarea	Hora (p.m)	Tiempo	Consumo (m3)	Temperatura (°C)	Capacidad (kg)	Proceso
1	3:01:00 p. m.	0	51.883,5	0°C	0	Precalentamiento del horno R2
2	3:12:00 p. m.	0:11:00	51.884,1	0°C - 800°C	0	Se enciende el horno S1
3	3:32:00 p. m.	0:20:00	51.886,9	0°C - 800°C	0	Se precalientan piezas en el horno R2 mientras se calienta el horno de temple (S1)
4	3:39:00 p. m.	0:07:00	51.888,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
5	3:45:00 p. m.	0:06:00	51.889,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
6	3:51:00 p. m.	0:06:00	51.890,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
7	3:57:00 p. m.	0:06:00	51.891,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
8	3:59:00 p. m.	0:02:00	51.891,2	0°C - 800°C	0	Aumento de carga en el horno de R2 mientras el horno S1 sigue calentando
9	4:04:00 p. m.	0:05:00	51.892,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
10	4:08:00 p. m.	0:04:00	51.892,6	0°C - 800°C	0	Aumento de carga en el horno de R2 mientras el horno S1 sigue calentando
11	4:11:00 p. m.	0:03:00	51.893,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
12	4:17:00 p. m.	0:06:00	51.894,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
13	4:23:00 p. m.	0:06:00	51.895,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
14	4:29:00 p. m.	0:06:00	51.896,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
15	4:35:00 p. m.	0:06:00	51.897,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
16	4:42:00 p. m.	0:07:00	51.898,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
17	4:48:00 p. m.	0:06:00	51.899,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
18	4:54:00 p. m.	0:06:00	51.900,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
19	5:00:00 p. m.	0:06:00	51.901,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
20	5:09:00 p. m.	0:09:00	51.902,0	0°C - 800°C	0	Mismo proceso
21	5:18:00 p. m.	0:09:00	51.903,0	800°C	0	Mismo proceso
22	5:24:00 p. m.	0:06:00	51.903,8	816°C	62	La carga precalentada pasa al proceso de temple en el horno S1 (62 kg)
23	5:26:00 p. m.	0:02:00	51.904,0	816°C	62	La carga precalentada pasa al proceso de temple en el horno S1 (62 kg)
24	5:34:00 p. m.	0:08:00	51.905,0	816°C	62	Alguna proporción de la carga se precalienta y la otra ya esta en proceso de temple (62 kg)
25	5:40:00 p. m.	0:06:00	51.906,0	816°C	62	Tratamiento de piezas (62 kg)
26	5:47:00 p. m.	0:07:00	51.907,0	816°C	62	Tratamiento de piezas (62 kg)
27	6:01:00 p. m.	0:14:00	51.908,0	816°C	62	Tratamiento de piezas (62 kg)
28	6:06:00 p. m.	0:05:00	51.908,7	816°C	62	Tratamiento de piezas (62 kg)
29	6:11:00 p. m.	0:05:00	51.909,0	816°C - 850°C	62	Tratamiento de piezas (62 kg)
30	6:14:00 p. m.	0:03:00	51.909,3	850°C	0	Se retira toda la carga del horno S1 para su posterior proceso (0 kg), mientras se precalientan las demás piezas
31	6:18:00 p. m.	0:04:00	51.909,7	850°C	66	Se introducen piezas al horno de temple S1 (66 kg), que se estaban calentando en el horno R2
32	6:20:00 p. m.	0:02:00	51.910,0	850°C	66	Se introducen mas piezas a precalentar en el horno R2

33	6:31:00 a. m.	0:11:00	51.911,0	850°C	66	Tratamiento de piezas (66 kg)
34	6:40:00 a. m.	0:09:00	51.912,0	850°C	66	Tratamiento de piezas (66 kg)
35	6:52:00 a. m.	0:12:00	51.913,0	850°C	66	Tratamiento de piezas (66 kg)
36	6:54:00 a. m.	0:02:00	51.913,2	880°C	11	Se retiran las piezas del horno de temple S1 y del horno S2 se pasan piezas al horno de tempole S1 (11 kg)
37	7:01:00 a. m.	0:07:00	51.914,0	880°C	11	Tratamiento de piezas (11 kg)
38	7:10:00 a. m.	0:09:00	51.915,0	890°C	11	Tratamiento de piezas (11 kg)
39	7:19:00 a. m.	0:09:00	51.916,0	920°C	11	Tratamiento de piezas (11 kg)
40	7:21:00 a. m.	0:02:00	51.916,2	920°C	0	Se retira toda la carga del horno S1 para su posterior proceso (0 kg), mientras se precalientan las demás piezas
41	7:24:00 a. m.	0:03:00	51.916,4	920°C	17	Se introducen piezas al horno de temple S1 (17 kg), que se estaban calentando en el horno R2
42	7:30:00 a. m.	0:06:00	51.917,0	920°C	17	Tratamiento de piezas (17 kg)
43	7:37:00 a. m.	0:07:00	51.918,0	920°C	17	Tratamiento de piezas (17 kg)
44	7:44:00 a. m.	0:07:00	51.919,0	950°C	17	Tratamiento de piezas (17 kg)
45	7:51:00 p. m.	12:07:00	51.920,0	950°C	57	Se retiran las piezas del horno de temple S1 y del horno S2 se pasan piezas al horno de tempole S1 (57 kg)
46	8:00:00 p. m.	0:09:00	51.921,0	950°C	57	Tratamiento de piezas (57 kg)
47	8:08:00 p. m.	0:08:00	51.922,0	950°C	57	Tratamiento de piezas (57 kg)
48	8:17:00 p. m.	0:09:00	51.923,0	970°C	57	Tratamiento de piezas (57 kg)
49	8:26:00 p. m.	0:09:00	51.924,0	990°C	57	Tratamiento de piezas (57 kg)
50	8:33:00 p. m.	0:07:00	51.924,7	990°C	0	Se retiran las piezas del horno de temple S1 (0 kg)
51	8:35:00 p. m.	0:02:00	51.924,8	990°C - 0°C	0	Se procede a apagar los hornos S1 y R2 despues de sacar toda la carga
Total		5:34:00	41,3	N/A	213	

Anexo 5. Propiedades del aire a 1 atm.

TABLA A-15

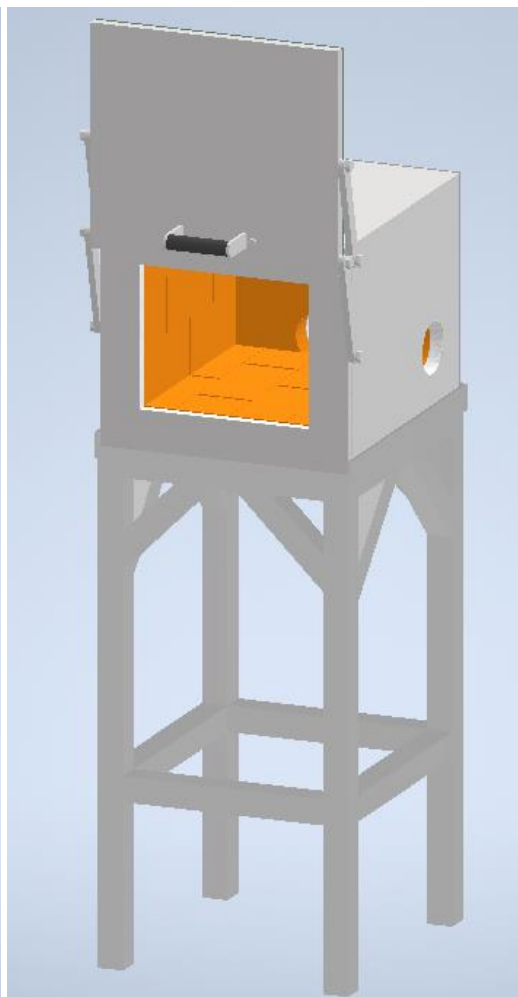
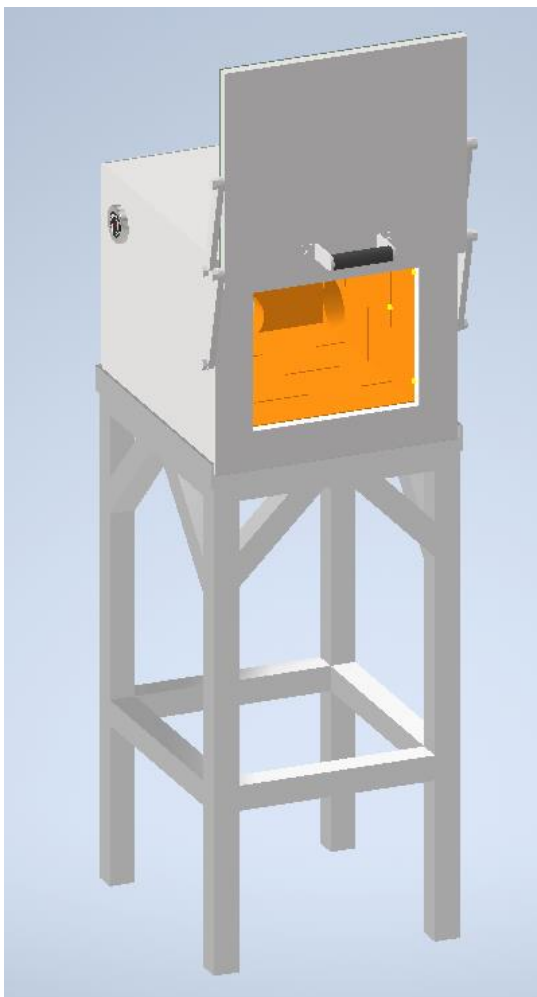
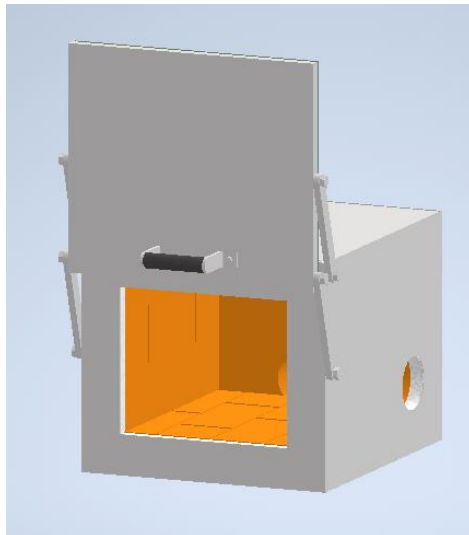
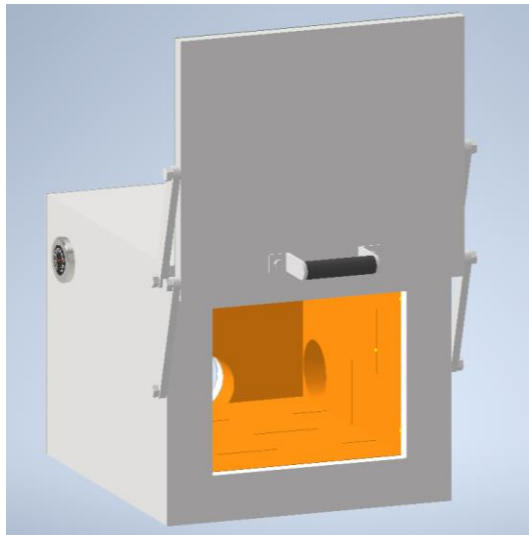
Propiedades del aire a la presión de 1 atm

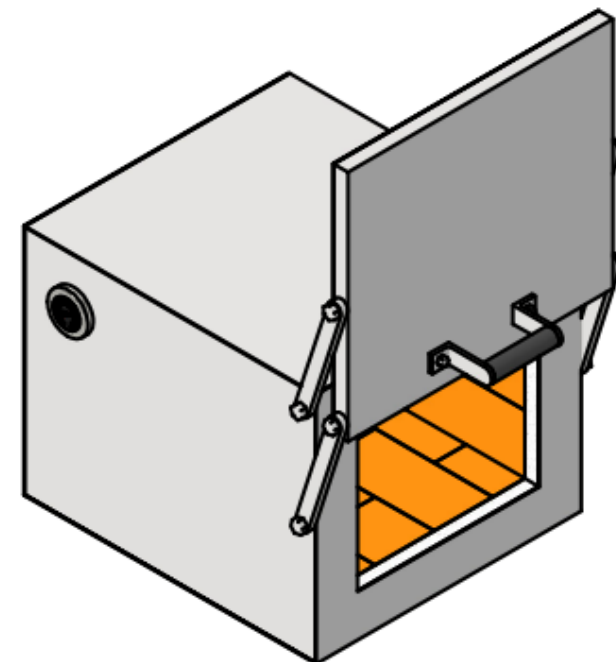
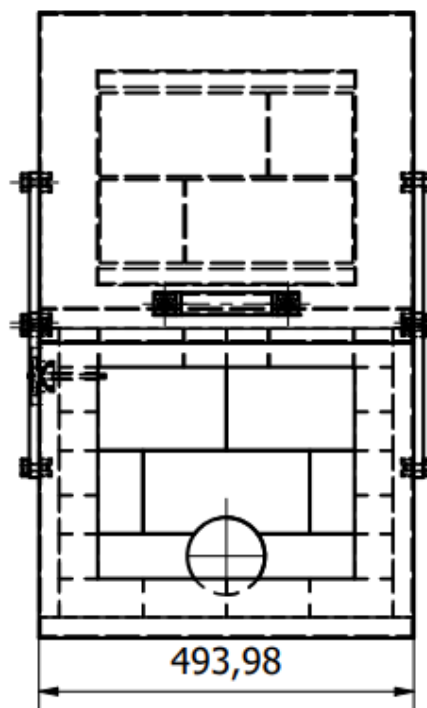
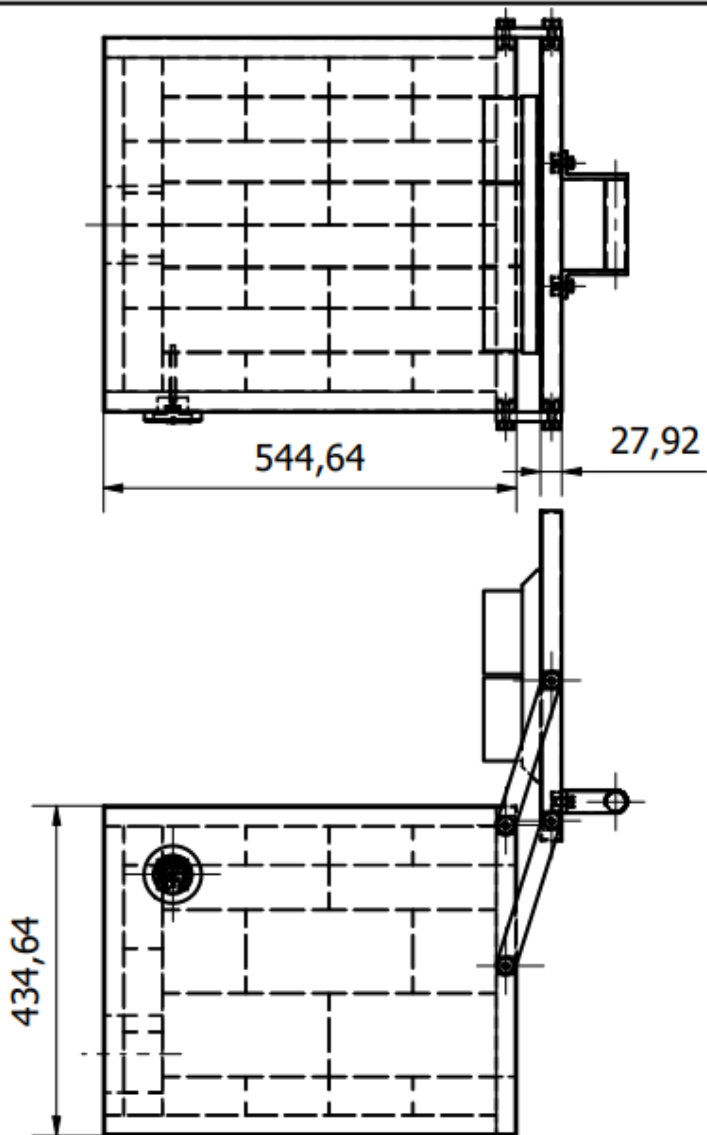
Temp., $T, ^\circ\text{C}$	Densidad, $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor específico, $c_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$	Conductividad térmica, $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividad térmica, $\alpha, \text{m}^2/\text{s}^2$	Viscosidad dinámica, $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidad cinemática, $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-5}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1 002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1 004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1 005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1 006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1 006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1 006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1 006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1 007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1 007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1 007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1 007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1 007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1 007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1 007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1 008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1 008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1 009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1 011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1 013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1 016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1 019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1 023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1 033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1 044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1 056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1 069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1 081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1 093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1 115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1 135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1 153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1 169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1 000	0.2772	1 184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1 500	0.1990	1 234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2 000	0.1553	1 264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Nota: Para los gases ideales, las propiedades c_p , k , μ y Pr son independientes de la presión. Las propiedades ρ , ν y α a una presión P (en atm) diferente de 1 atm se determinan al multiplicar los valores de ρ , a la temperatura dada, por P y al dividir ν y α entre P .

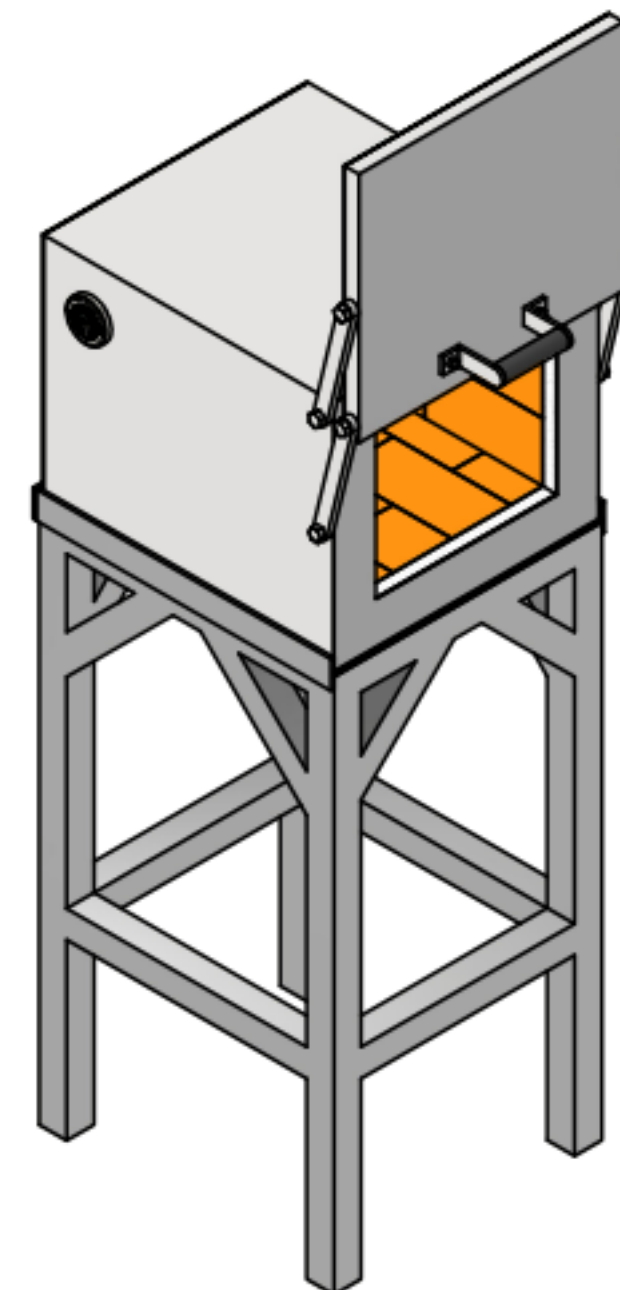
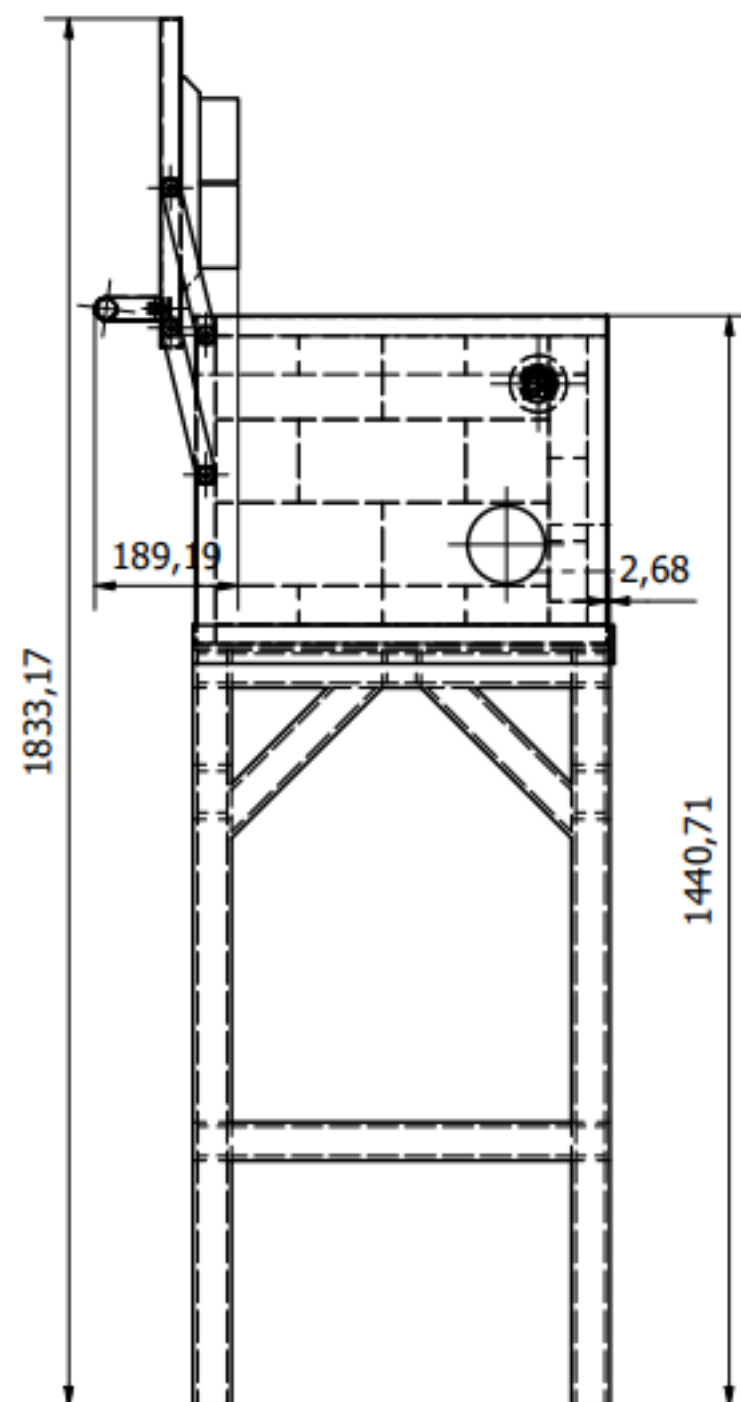
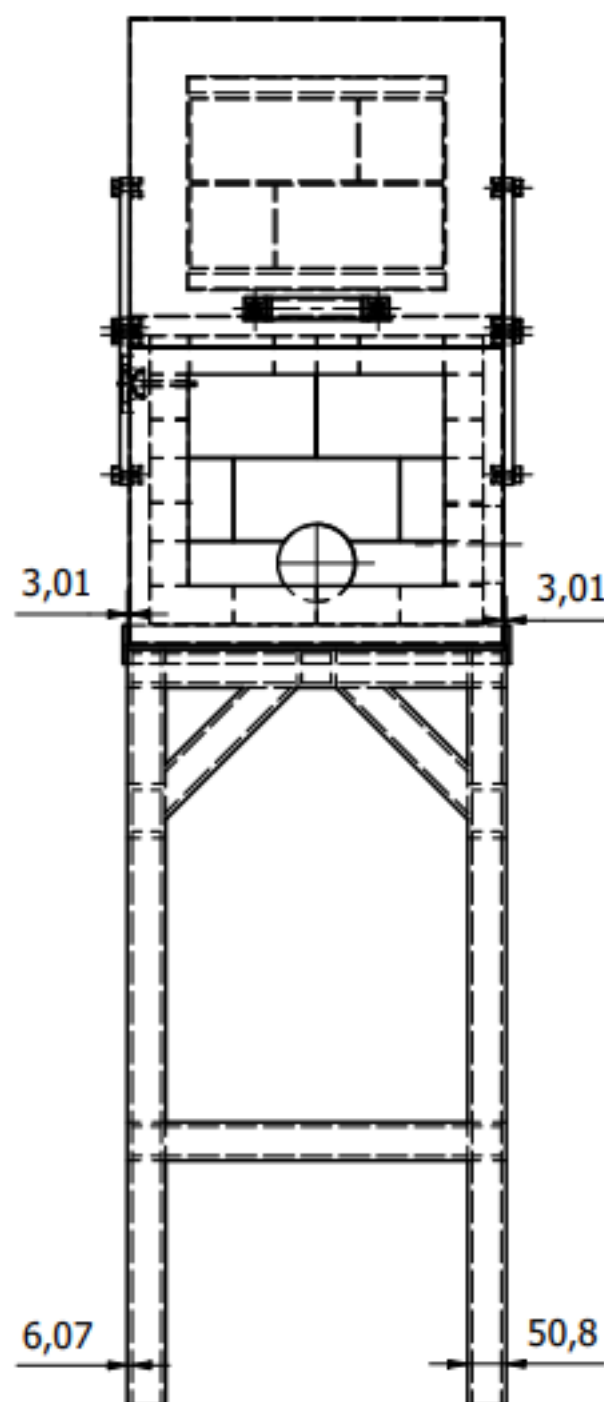
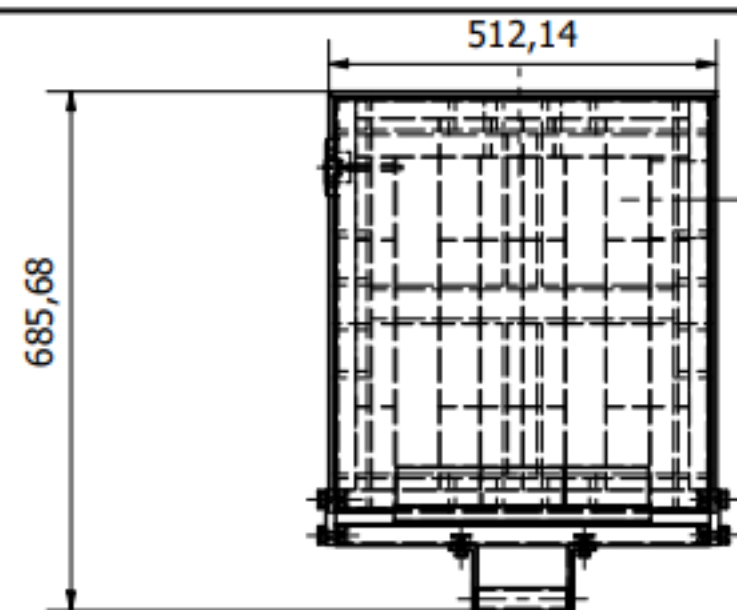
Fuente: Datos generados basándose en el software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 198, y Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena y P. Hestermans, IFI/Plenum, NY, ISBN 0-306067020-8.

Anexo 6. CAD y planos del horno.

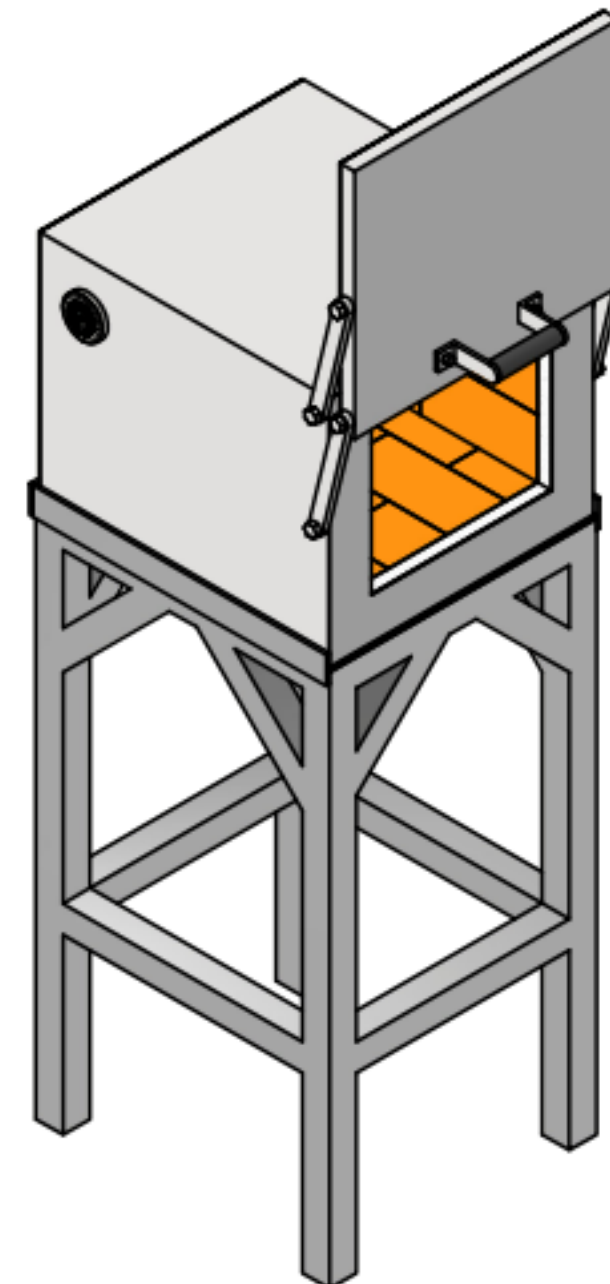
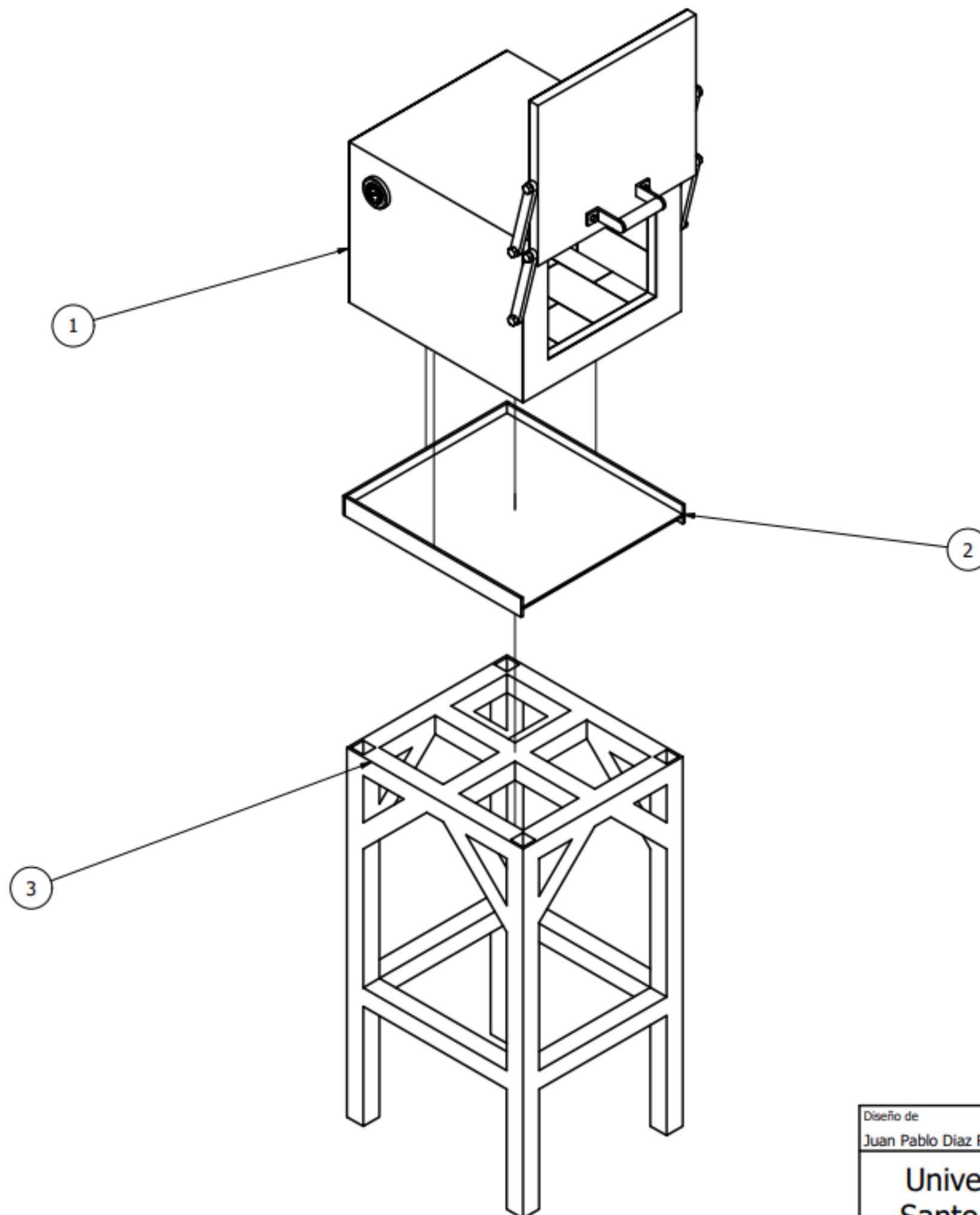




Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Horno de energía residual		Material MIXTO	Hoja 1 / 13	

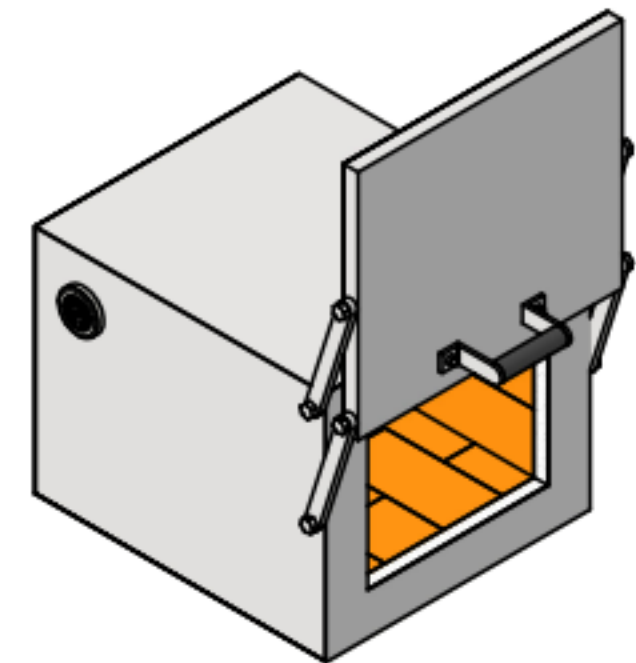
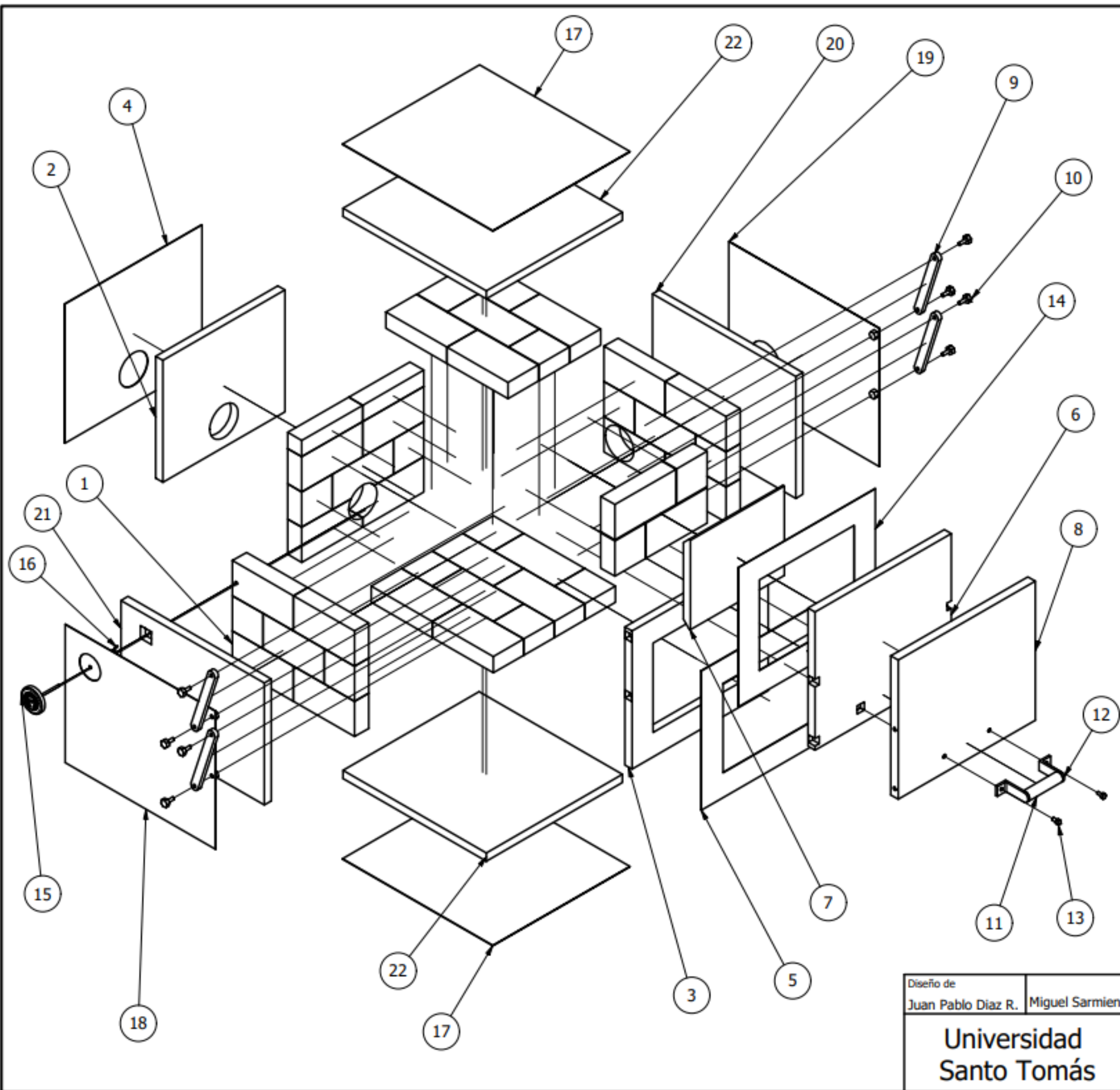


Diseño de	Miguel Sarmiento	Escala	Unidades	Fecha	Hoja
Juan Pablo Díaz R.		1 : 10	mm	18/07/2024	A3
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos			
		Horno con estructura base	Material MIXTO	Hoja 2 / 13	



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Horno
2	1	Lamina base
3	1	Estructura base

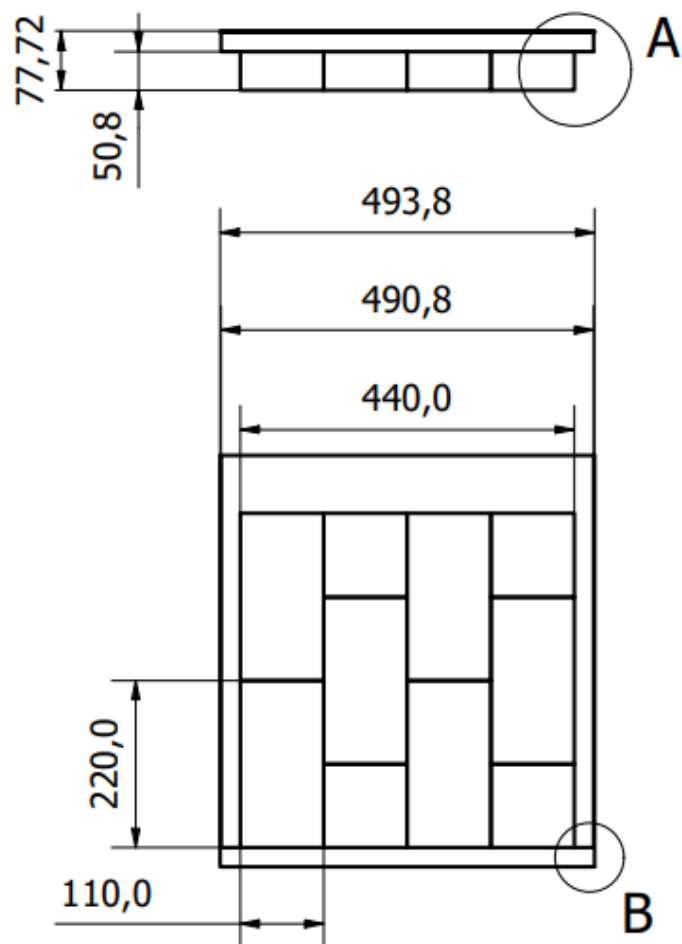
Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A3
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Explosionado horno-base-laminas base		Material MIXTO	Hoja 3 / 13	



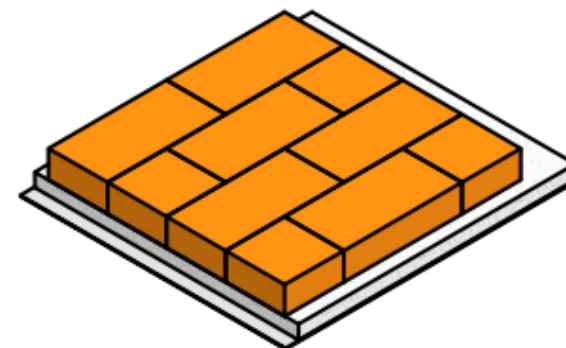
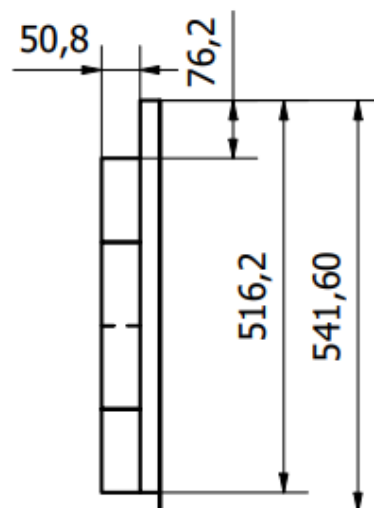
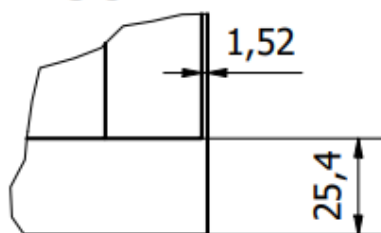
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
2	1	Manta ceramica trasera
3	1	Manta ceramica frente
4	1	Lamina de acero inox. trasera
5	1	Lamina de acero inox. frente
6	1	Manta ceramica puerta
7	1	Manta ceramica puerta pequeña
8	1	Lamina de acero inox. puerta
9	4	Barra sistema puerta
10	8	Tornillos estructura-puerta
11	1	Caucho manija
12	1	Manija puerta
13	2	Tornillos manija
14	1	Caucho aislante puerta
15	1	Termometro
16	1	Tuerca termometro
17	2	Lamina de acero inox. SUP. e INF.
18	1	Lamina de acero inox. lado termometro
19	1	Lamina de acero inox. lado DER.
20	1	Manta ceramica lado DER.
21	1	Manta ceramica lado termometro
22	2	Manta ceramica SUP. e INF.

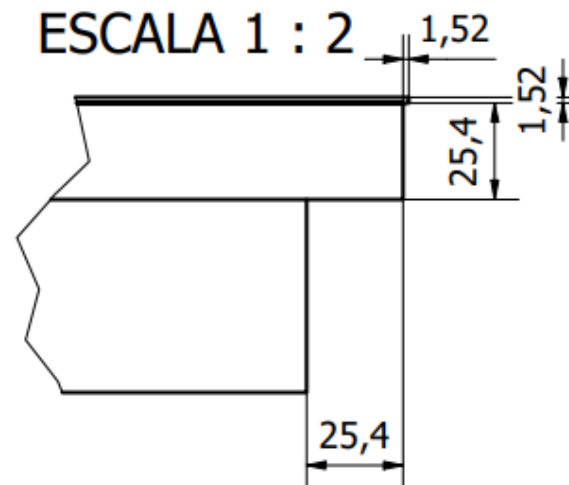
Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A3
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Vista explosionada horno		Material MIXTO	Hoja 4 / 13	



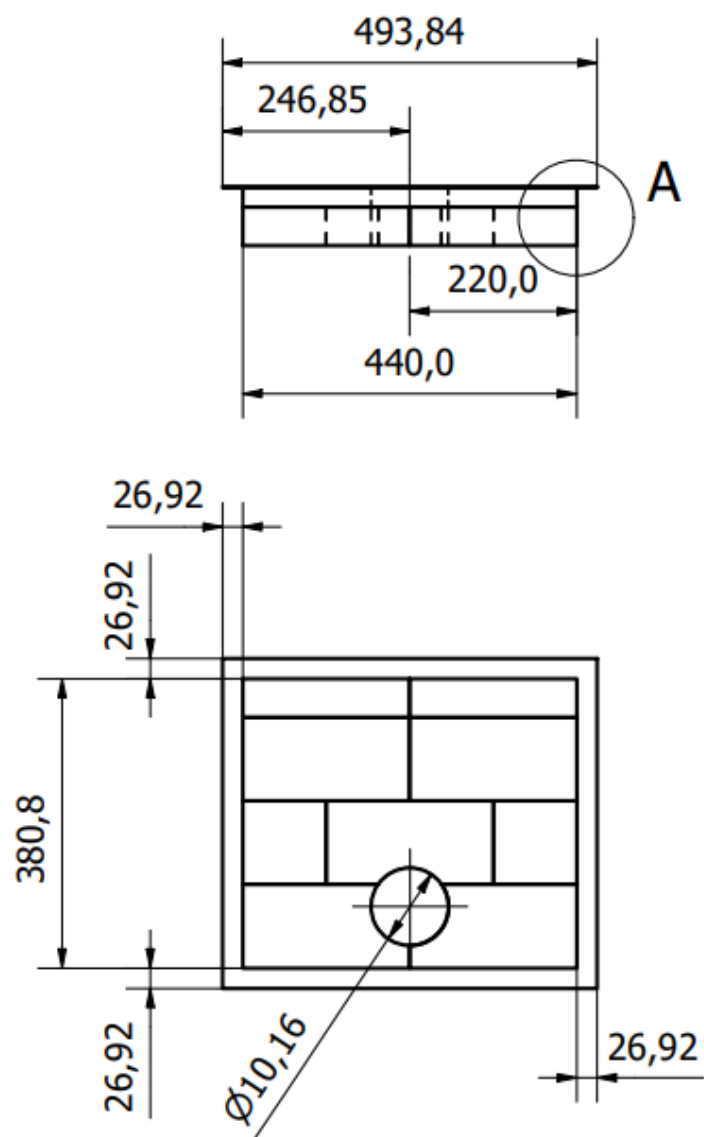
DETALLE B
ESCALA 1 : 2



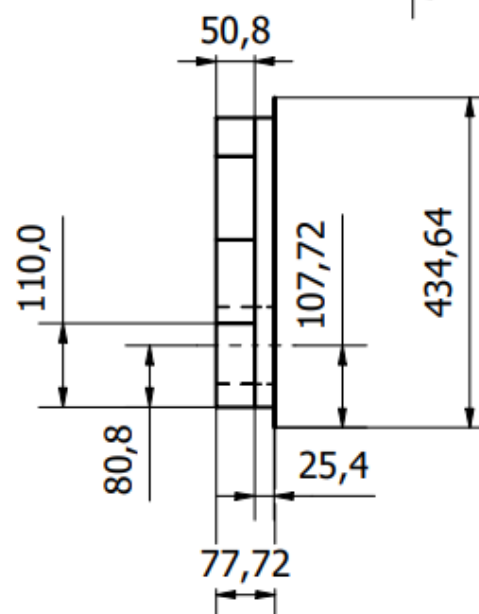
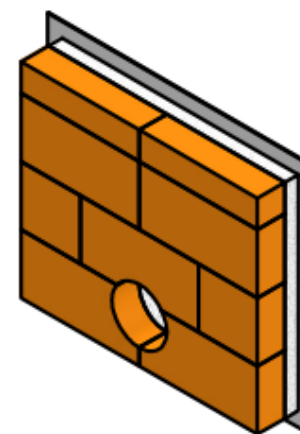
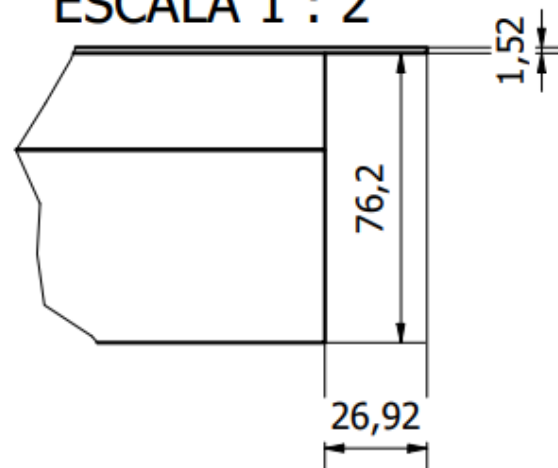
DETALLE A
ESCALA 1 : 2



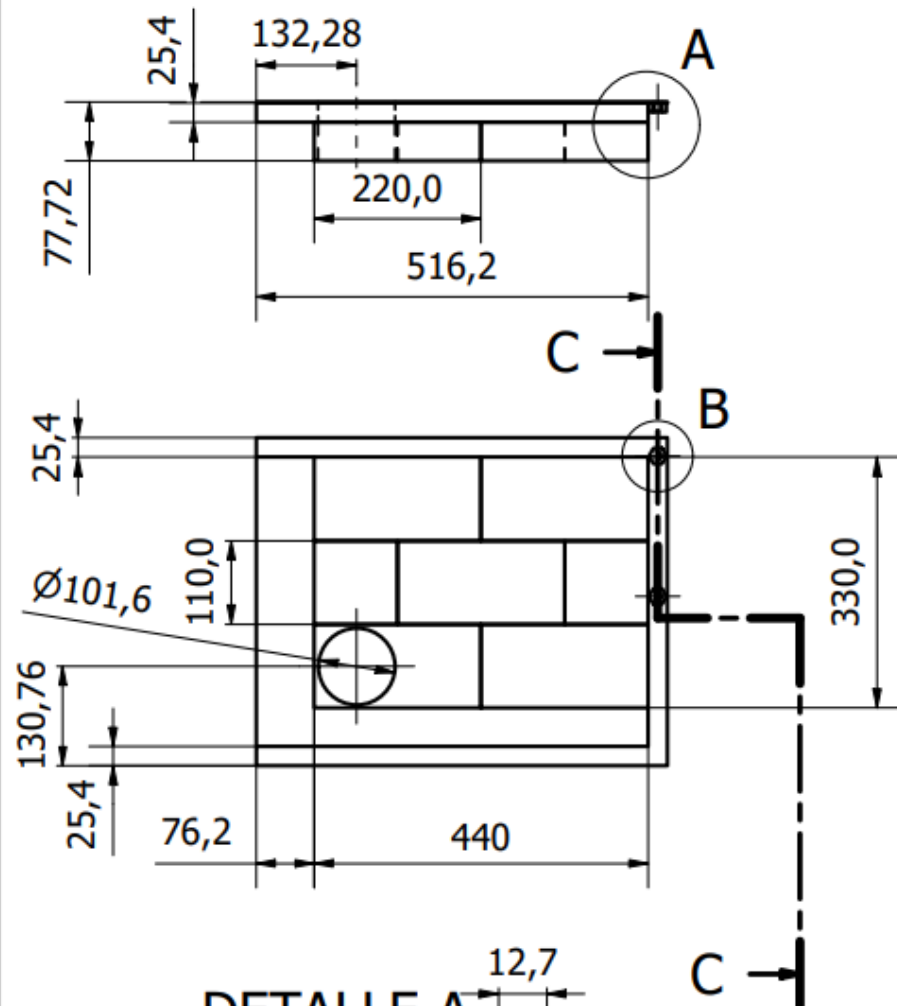
Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Piso horno		Material MIXTO	Hoja 5 / 13	



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

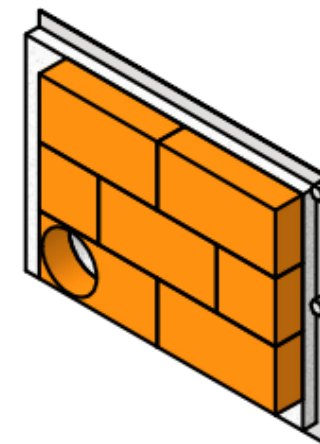
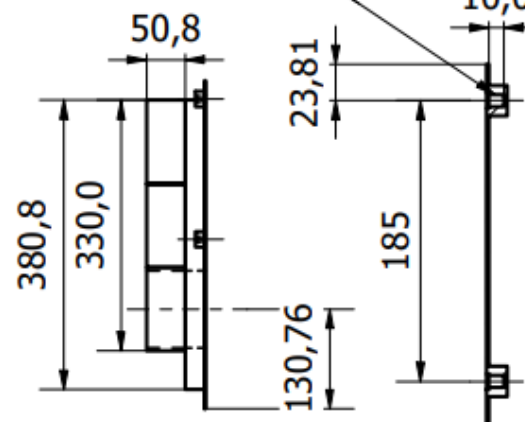


Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Pared posterior horno		Material MIXTO	Hoja 6 / 13	

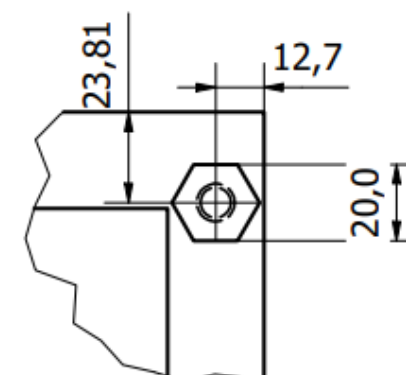


$\varnothing 8 - 10$ Profundidad $\times 2$

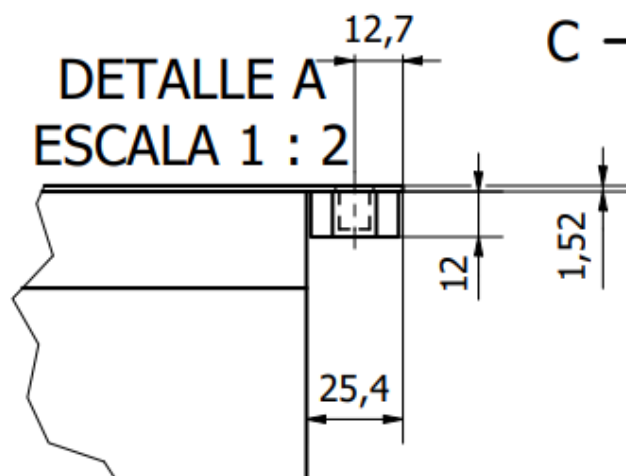
C-C (1 : 5)



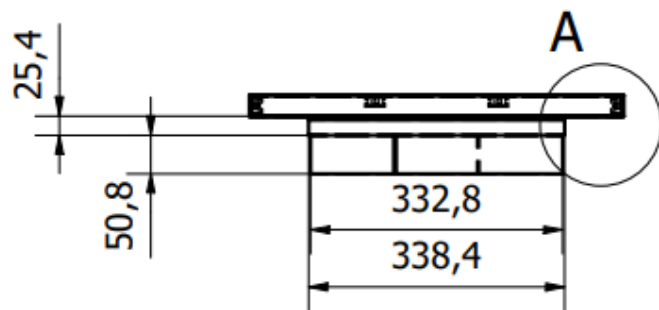
DETALLE B
ESCALA 1 : 2



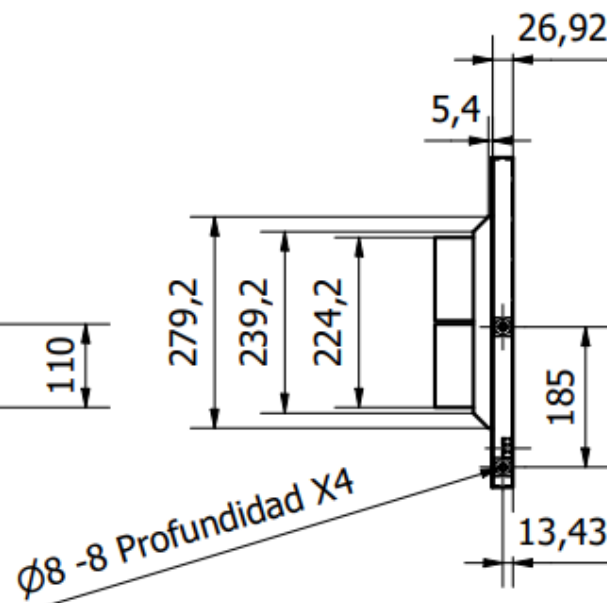
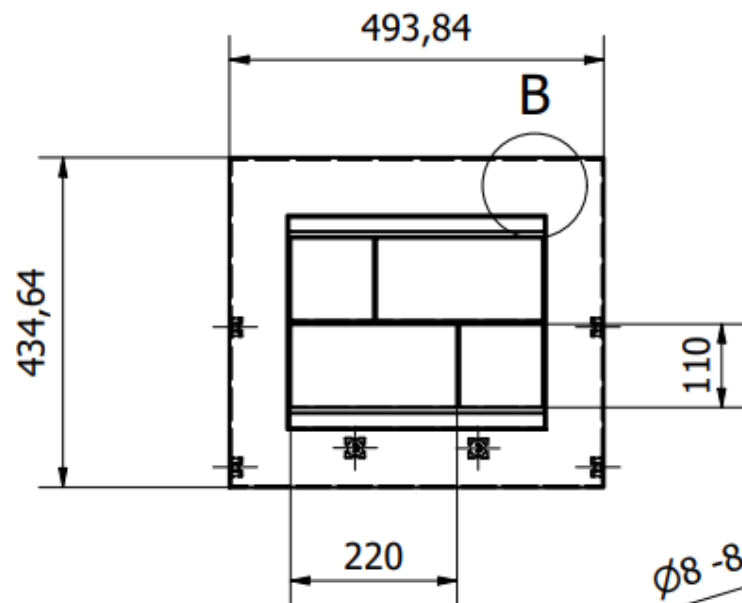
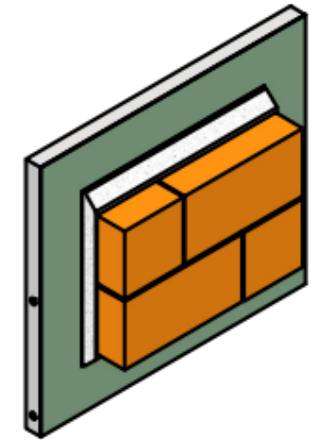
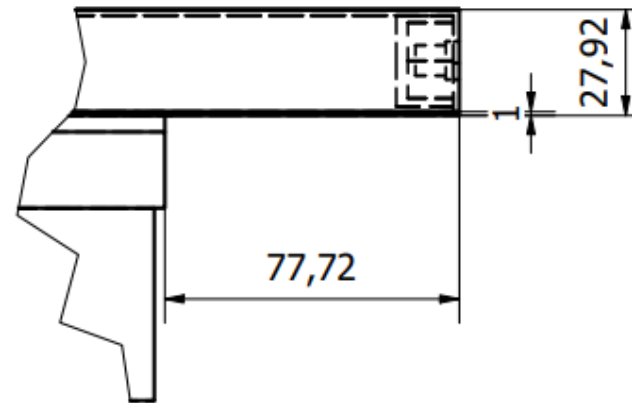
DETALLE A
ESCALA 1 : 2



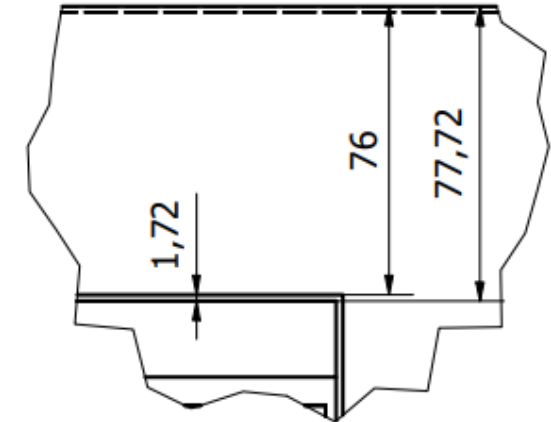
Diseño de		Escala	Unidades		Fecha	Hoja
Juan Pablo Diaz R.	Miguel Sarmiento	1 : 10	mm		18/07/2024	A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el titulo de ingenieros mecánicos				
		Pared lateral horno		Material MIXTO	Hoja 7 / 13	



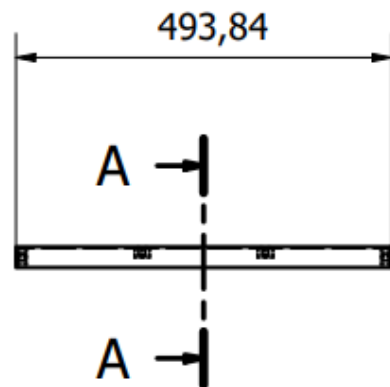
DETALLE A
ESCALA 1 : 2



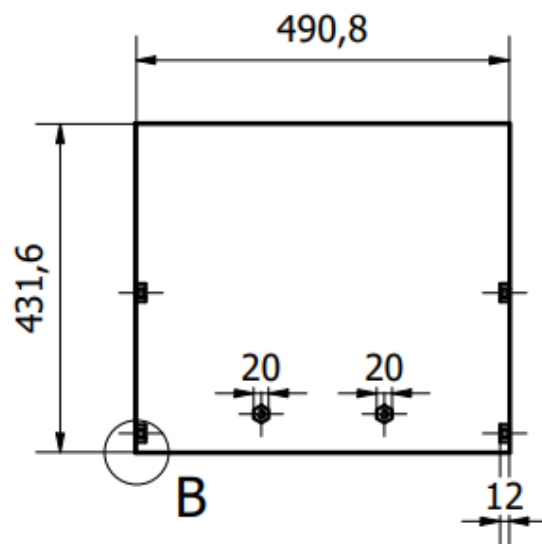
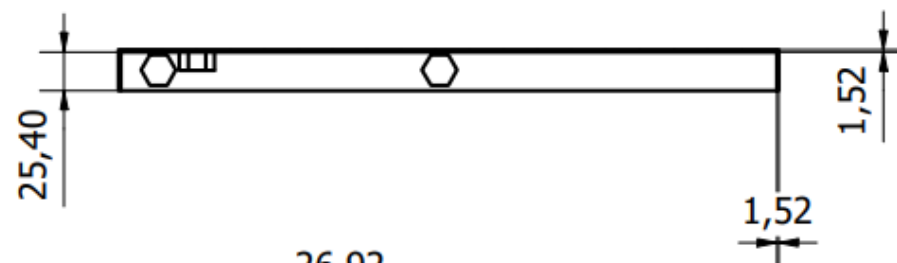
DETALLE B
ESCALA 1 : 2



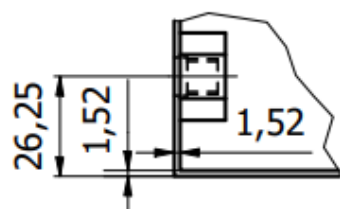
Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Puerta horno con aislantes		Material MIXTO	Hoja 8 / 13	



A-A (1 : 5)



DETALLE B
ESCALA 1 : 2



26,92

185

13,4

51,52

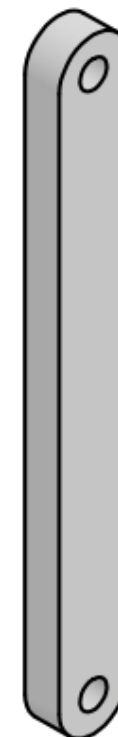
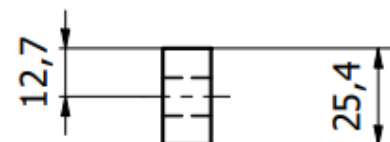
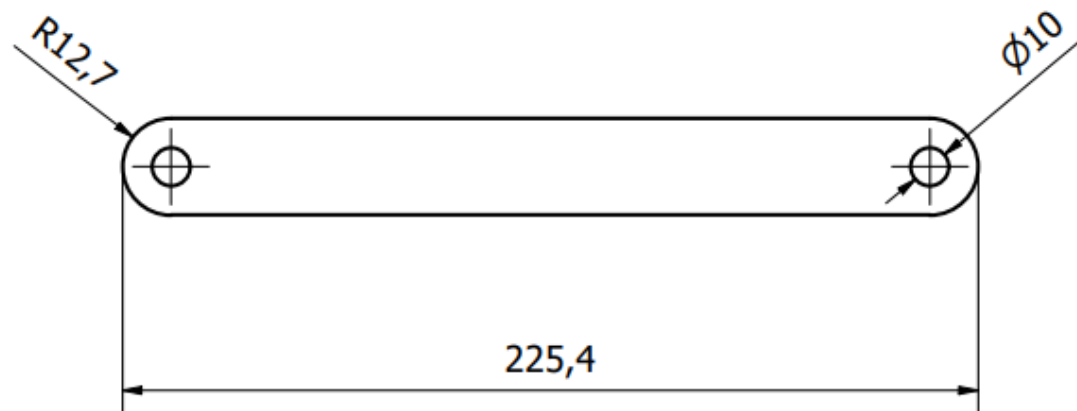
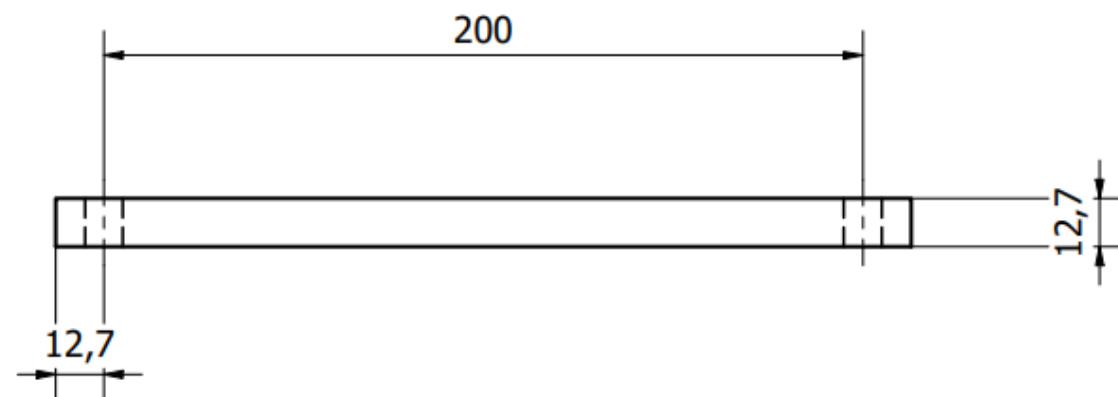
162,14

434,64

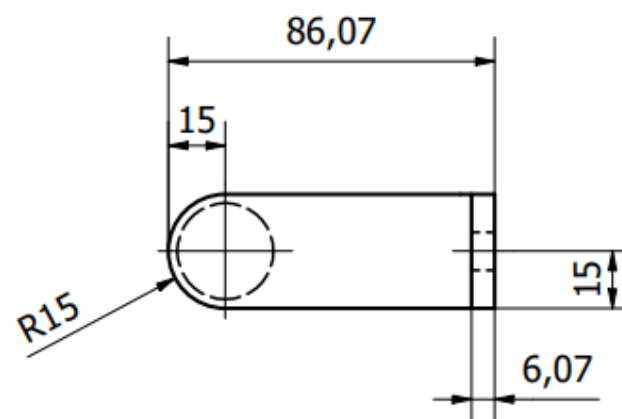
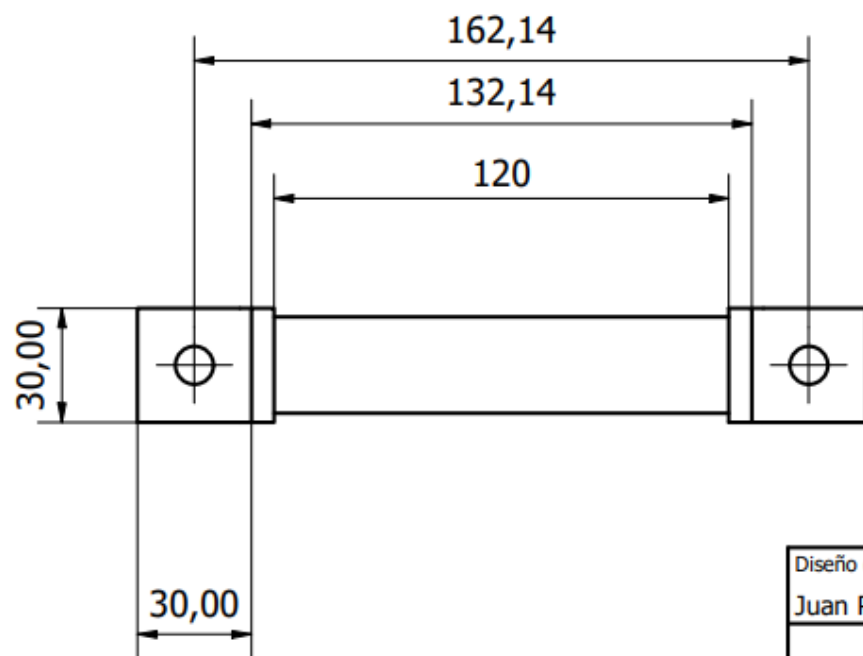
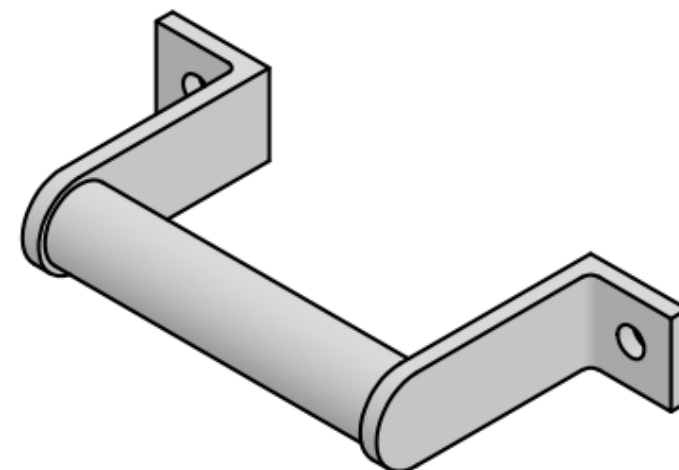
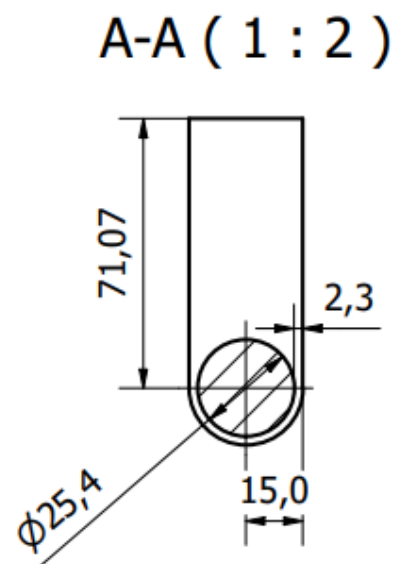
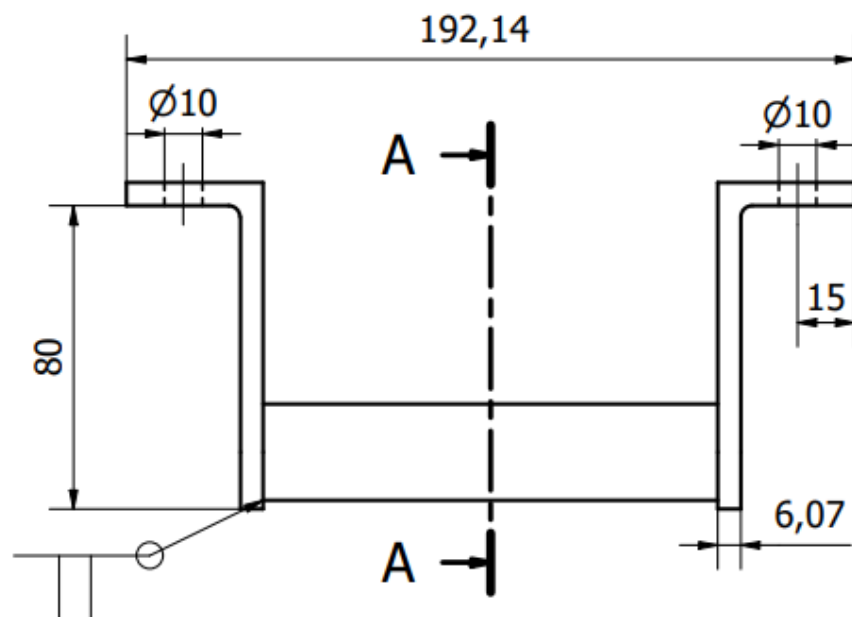
Ø8 -8 Profundidad XA

Ø8 -10 Profundidad X2

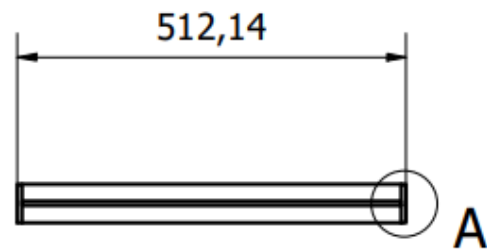
Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Puerta horno		Material ACERO INOX.	Hoja 9 / 13	



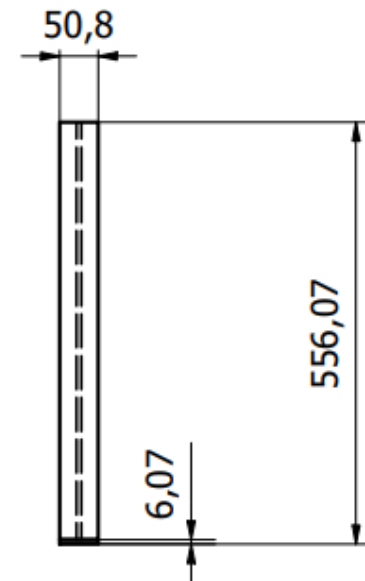
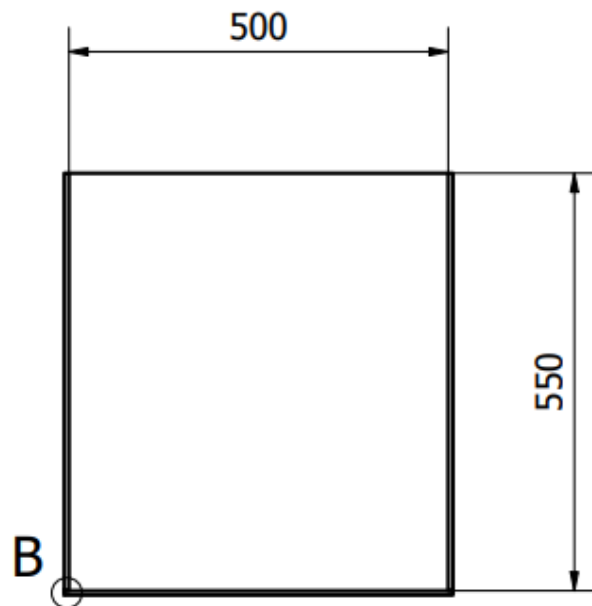
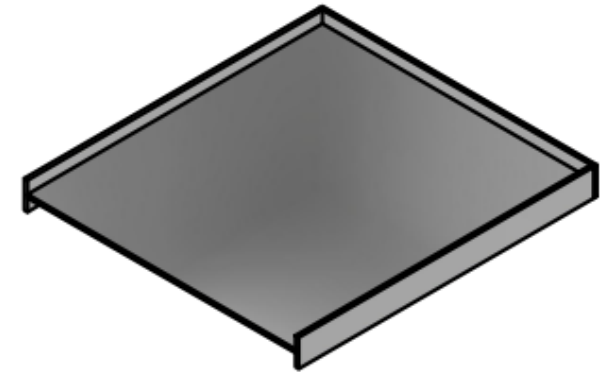
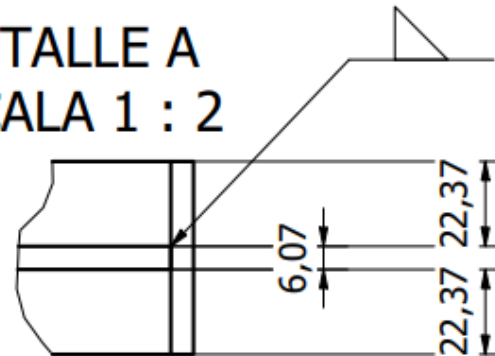
Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 2	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Barra sistema puerta			Material ACERO INOX.	Hoja 10 / 13



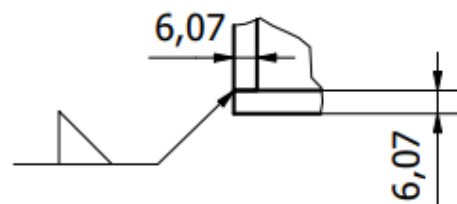
Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 2	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Manija puerta		Material ACERO INOX.	Hoja 11 / 13	



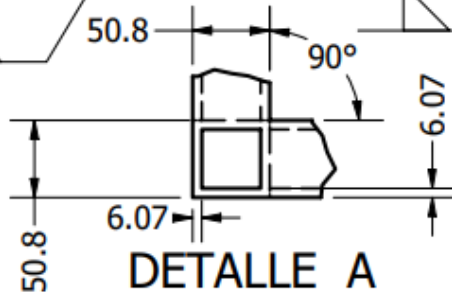
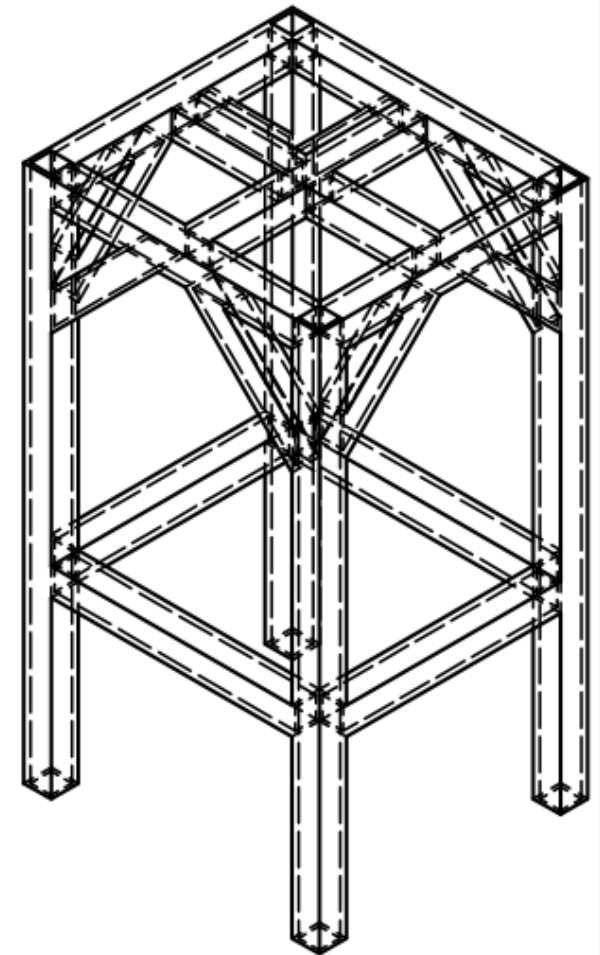
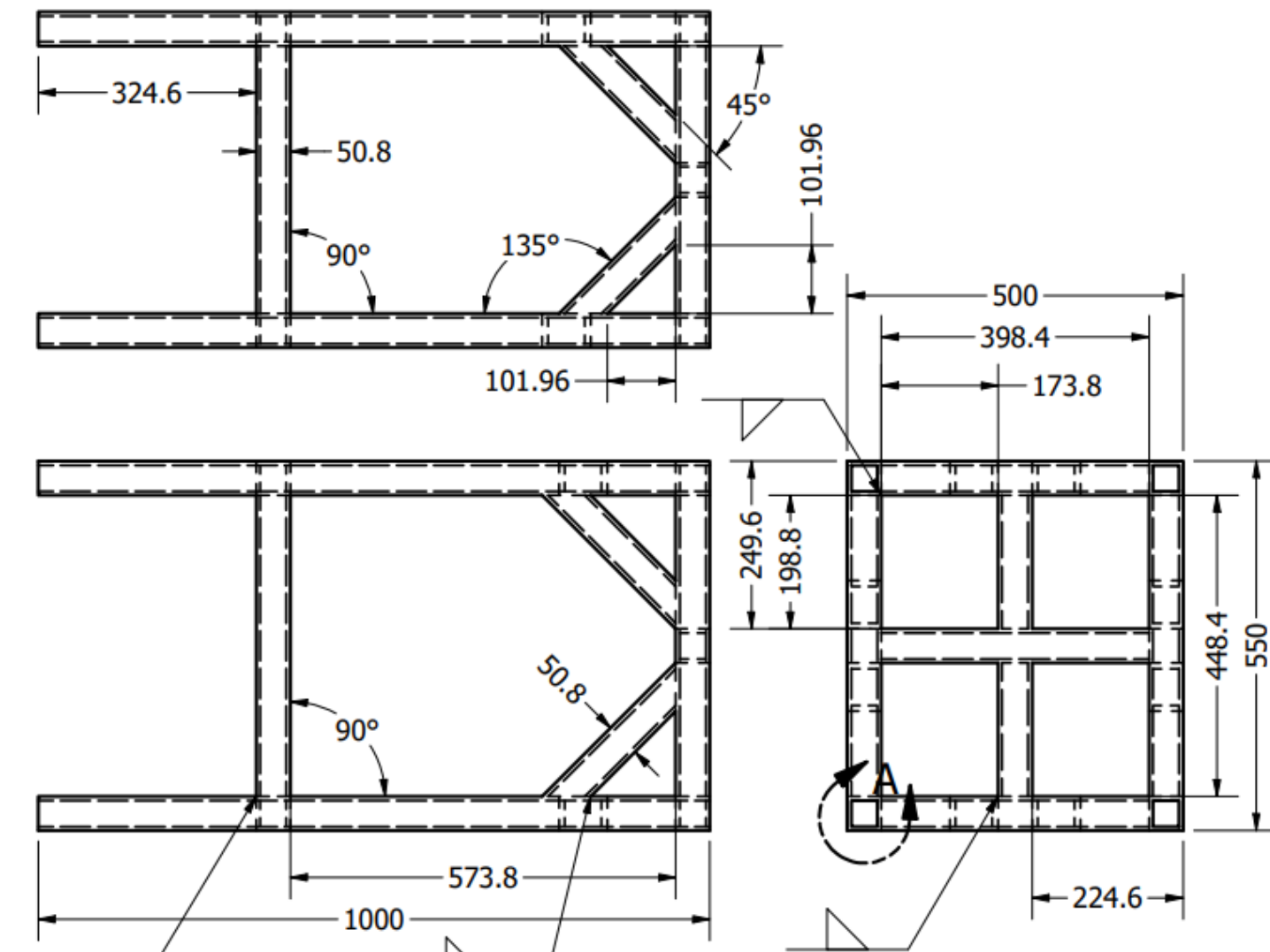
DETALLE A
ESCALA 1 : 2



DETALLE B
ESCALA 1 : 2



Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Lamina base		Material ACERO INOX.	Hoja 12 / 13	



DETALLE A
ESCALA 1 : 5

Diseño de Juan Pablo Díaz R.	Miguel Sarmiento	Escala 1 : 10	Unidades mm		Fecha 18/07/2024	Hoja A4
Universidad Santo Tomás		Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros mecánicos				
		Estructura base		Material ACERO	Hoja 13 / 13	