

ANEXO A. Análisis de Pareto

No Ítem	Referencia	Kilos	% Pintado	% Acumulado	% Acum. Item
1	ALC064	44.696	4,99%	4,99%	0,31%
2	ED028	41.600	4,65%	9,64%	0,62%
3	ALC063	37.691	4,21%	13,85%	0,93%
4	ALC036	31.193	3,49%	17,34%	1,24%
5	ALC035	26.910	3,01%	20,35%	1,55%
6	ETC103	24.601	2,75%	23,10%	1,86%
7	ALC158	24.187	2,70%	25,80%	2,17%
8	ALC065	23.042	2,57%	28,37%	2,48%
9	ALC045	21.825	2,44%	30,81%	2,79%
10	ALC145	21.702	2,42%	33,24%	3,10%
11	ALC015	21.663	2,42%	35,66%	3,41%
12	ALC029	21.211	2,37%	38,03%	3,72%
13	ALC147	20.450	2,29%	40,31%	4,02%
14	ALC146	20.314	2,27%	42,58%	4,33%
15	EAA059	19.498	2,18%	44,76%	4,64%
16	PEL008	18.576	2,08%	46,84%	4,95%
17	ESA364	15.068	1,68%	48,52%	5,26%
18	ALC031	14.727	1,65%	50,17%	5,57%
19	ALC150	12.800	1,43%	51,60%	5,88%
20	ALC149	12.036	1,34%	52,94%	6,19%
21	ALC037	11.953	1,34%	54,28%	6,50%
22	ALC043	11.405	1,27%	55,55%	6,81%
23	MGK060	10.750	1,20%	56,75%	7,12%
24	ALC148	10.284	1,15%	57,90%	7,43%
25	ALC028	10.030	1,12%	59,02%	7,74%
26	EMM364	8.731	0,98%	60,00%	8,05%
27	123_4	8.019	0,90%	60,89%	8,36%
28	PEL003	6.588	0,74%	61,63%	8,67%
29	ALC049	6.585	0,74%	62,37%	8,98%
30	EMM511	6.548	0,73%	63,10%	9,29%
31	EMM361	6.242	0,70%	63,80%	9,60%
32	ES596	6.225	0,70%	64,49%	9,91%
33	EUA068	6.217	0,69%	65,19%	10,22%
34	ALC032	5.890	0,66%	65,84%	10,53%
35	ALC050	5.694	0,64%	66,48%	10,84%
36	1227_1	5.534	0,62%	67,10%	11,15%
37	ETA098	5.467	0,61%	67,71%	11,46%
38	ALC051	5.317	0,59%	68,30%	11,76%
39	ALC046	4.876	0,54%	68,85%	12,07%
40	ALC047	4.803	0,54%	69,38%	12,38%
41	EMM177	4.696	0,52%	69,91%	12,69%

42	ALC151	4.440	0,50%	70,41%	13,00%
43	ESB201	4.388	0,49%	70,90%	13,31%
44	ALC044	4.210	0,47%	71,37%	13,62%
45	EUA078	4.193	0,47%	71,83%	13,93%
46	ESA598	4.123	0,46%	72,30%	14,24%
47	EMMA391	3.967	0,44%	72,74%	14,55%
48	ALC053	3.862	0,43%	73,17%	14,86%
49	GK068	3.760	0,42%	73,59%	15,17%
50	EMM349	3.490	0,39%	73,98%	15,48%
51	ALC152	3.452	0,39%	74,37%	15,79%
52	EMM191	3.408	0,38%	74,75%	16,10%
53	MGK065	3.383	0,38%	75,13%	16,41%
54	EUA066	3.339	0,37%	75,50%	16,72%
55	EMM391	3.276	0,37%	75,86%	17,03%
56	ALC020	3.232	0,36%	76,23%	17,34%
57	ALC048	3.229	0,36%	76,59%	17,65%
58	EMM388	3.223	0,36%	76,95%	17,96%
59	ET077	3.198	0,36%	77,30%	18,27%
60	EMM190	3.172	0,35%	77,66%	18,58%
61	ALC033	3.142	0,35%	78,01%	18,89%
62	EMM319	3.131	0,35%	78,36%	19,20%
63	ETA005	3.097	0,35%	78,71%	19,50%
64	ALC054	3.078	0,34%	79,05%	19,81%
65	EMMA346	2.891	0,32%	79,37%	20,12%
66	EMM841	2.885	0,32%	79,69%	20,43%
67	EMM176	2.865	0,32%	80,01%	20,74%
68	EMM157	2.756	0,31%	80,32%	21,05%
69	ET087	2.732	0,31%	80,63%	21,36%
70	ES343	2.656	0,30%	80,92%	21,67%
71	EMMA388	2.551	0,29%	81,21%	21,98%
72	EMMA173	2.522	0,28%	81,49%	22,29%
73	ET111	2.440	0,27%	81,76%	22,60%
74	EMMA292	2.433	0,27%	82,04%	22,91%
75	MDS070	2.380	0,27%	82,30%	23,22%
76	EMM150	2.342	0,26%	82,56%	23,53%
77	ALC067	2.309	0,26%	82,82%	23,84%
78	ETA083	2.308	0,26%	83,08%	24,15%
79	EMMB349	2.193	0,25%	83,32%	24,46%
80	MGK054	2.164	0,24%	83,57%	24,77%
81	ET216	2.144	0,24%	83,81%	25,08%
82	EPT002	2.120	0,24%	84,04%	25,39%
83	MGK042	2.103	0,23%	84,28%	25,70%
84	ALC062	2.100	0,23%	84,51%	26,01%
85	MGK040	2.060	0,23%	84,74%	26,32%

86	EFA006	2.044	0,23%	84,97%	26,63%
87	MGK055	2.044	0,23%	85,20%	26,93%
88	ES597	2.022	0,23%	85,43%	27,24%
89	EMM393	2.015	0,23%	85,65%	27,55%
90	EMM390	2.002	0,22%	85,87%	27,86%
91	EMM192	1.995	0,22%	86,10%	28,17%
92	EMM147	1.974	0,22%	86,32%	28,48%
93	ET167	1.965	0,22%	86,54%	28,79%
94	EMM193	1.962	0,22%	86,76%	29,10%
95	EMM156	1.957	0,22%	86,98%	29,41%
96	EF006	1.949	0,22%	87,19%	29,72%
97	EMM151	1.898	0,21%	87,41%	30,03%
98	EMMB147	1.841	0,21%	87,61%	30,34%
99	ES344	1.770	0,20%	87,81%	30,65%
100	ET103	1.764	0,20%	88,01%	30,96%
101	EMMA174	1.760	0,20%	88,20%	31,27%
102	ET096	1.744	0,19%	88,40%	31,58%
103	ANA001	1.606	0,18%	88,58%	31,89%
104	GK069	1.588	0,18%	88,75%	32,20%
105	ALC052	1.559	0,17%	88,93%	32,51%
106	EDA019	1.557	0,17%	89,10%	32,82%
107	EMM343	1.531	0,17%	89,27%	33,13%
108	ETA095	1.517	0,17%	89,44%	33,44%
109	EMMB393	1.495	0,17%	89,61%	33,75%
110	EMM194	1.440	0,16%	89,77%	34,06%
111	ET215	1.388	0,16%	89,93%	34,37%
112	ET113	1.347	0,15%	90,08%	34,67%
113	EMMB144	1.345	0,15%	90,23%	34,98%
114	GK074	1.336	0,15%	90,38%	35,29%
115	EMMB192	1.259	0,14%	90,52%	35,60%
116	ET097	1.258	0,14%	90,66%	35,91%
117	ALC023	1.215	0,14%	90,79%	36,22%
118	MGK038	1.212	0,14%	90,93%	36,53%
119	ALC007	1.195	0,13%	91,06%	36,84%
120	EMM387	1.192	0,13%	91,20%	37,15%
121	MGK037	1.189	0,13%	91,33%	37,46%
122	ET244	1.140	0,13%	91,46%	37,77%
123	MGK039	1.137	0,13%	91,58%	38,08%
124	EF007	1.135	0,13%	91,71%	38,39%
125	EMM392	1.127	0,13%	91,84%	38,70%
126	ET117	1.104	0,12%	91,96%	39,01%
127	ET101	1.102	0,12%	92,08%	39,32%
128	EF009	1.100	0,12%	92,20%	39,63%
129	EMMB193	1.097	0,12%	92,33%	39,94%

130	ALC014	1.063	0,12%	92,45%	40,25%
131	EMMA387	1.057	0,12%	92,56%	40,56%
132	ECO004	1.054	0,12%	92,68%	40,87%
133	ALC030	1.047	0,12%	92,80%	41,18%
134	ALC058	1.044	0,12%	92,92%	41,49%
135	ETB077	1.035	0,12%	93,03%	41,80%
136	EMM144	1.025	0,11%	93,15%	42,11%
137	EMM175	1.025	0,11%	93,26%	42,41%
138	USA003	1.010	0,11%	93,37%	42,72%
139	ET078	981	0,11%	93,48%	43,03%
140	ET099	969	0,11%	93,59%	43,34%
141	ALC001	967	0,11%	93,70%	43,65%
142	EMMA389	964	0,11%	93,81%	43,96%
143	UAR013	922	0,10%	93,91%	44,27%
144	ETA117	912	0,10%	94,01%	44,58%
145	MIY018	910	0,10%	94,11%	44,89%
146	ET3X3	905	0,10%	94,21%	45,20%
147	EMMB194	897	0,10%	94,31%	45,51%
148	EU073	890	0,10%	94,41%	45,82%
149	EMM389	854	0,10%	94,51%	46,13%
150	VIV001	840	0,09%	94,60%	46,44%
151	EA061	808	0,09%	94,69%	46,75%
152	MGK041	797	0,09%	94,78%	47,06%
153	ETA037	793	0,09%	94,87%	47,37%
154	MIY034	786	0,09%	94,96%	47,68%
155	EGK062	785	0,09%	95,05%	47,99%
156	PEL012	782	0,09%	95,13%	48,30%
157	ET094	776	0,09%	95,22%	48,61%
158	ES268	767	0,09%	95,31%	48,92%
159	ALC055	766	0,09%	95,39%	49,23%
160	MGK086	758	0,08%	95,48%	49,54%
161	ET116	745	0,08%	95,56%	49,85%
162	ALC012	744	0,08%	95,64%	50,15%
163	ET1400	729	0,08%	95,72%	50,46%
164	EP012	695	0,08%	95,80%	50,77%
165	EMM581	681	0,08%	95,88%	51,08%
166	ES1295	663	0,07%	95,95%	51,39%
167	ALC059	662	0,07%	96,03%	51,70%
168	ALC008	643	0,07%	96,10%	52,01%
169	GK049	628	0,07%	96,17%	52,32%
170	ANA003	615	0,07%	96,24%	52,63%
171	EMMA390	614	0,07%	96,31%	52,94%
172	MIY036	612	0,07%	96,37%	53,25%
173	ETA097	597	0,07%	96,44%	53,56%

174	EMM211	581	0,06%	96,51%	53,87%
175	ET085	569	0,06%	96,57%	54,18%
176	ALC161	557	0,06%	96,63%	54,49%
177	GK070	537	0,06%	96,69%	54,80%
178	PAN001	484	0,05%	96,75%	55,11%
179	ECO003	476	0,05%	96,80%	55,42%
180	EFA008	471	0,05%	96,85%	55,73%
181	EMM405	470	0,05%	96,90%	56,04%
182	PRI005	466	0,05%	96,96%	56,35%
183	ETC008	465	0,05%	97,01%	56,66%
184	CES211	463	0,05%	97,06%	56,97%
185	ALC013	442	0,05%	97,11%	57,28%
186	OPT044	441	0,05%	97,16%	57,59%
187	EMMA392	429	0,05%	97,21%	57,89%
188	GK047	426	0,05%	97,25%	58,20%
189	ET102	417	0,05%	97,30%	58,51%
190	PRI008	410	0,05%	97,35%	58,82%
191	EMM635	409	0,05%	97,39%	59,13%
192	MIY017	407	0,05%	97,44%	59,44%
193	EMMA315	402	0,04%	97,48%	59,75%
194	WER001	396	0,04%	97,53%	60,06%
195	EMM703	395	0,04%	97,57%	60,37%
196	EU089	394	0,04%	97,62%	60,68%
197	ALC009	392	0,04%	97,66%	60,99%
198	ETA100	392	0,04%	97,70%	61,30%
199	PEL009	392	0,04%	97,75%	61,61%
200	ALC011	365	0,04%	97,79%	61,92%
201	PER002	362	0,04%	97,83%	62,23%
202	UARM019	354	0,04%	97,87%	62,54%
203	ALC034	353	0,04%	97,91%	62,85%
204	ALC066	347	0,04%	97,95%	63,16%
205	EU078	347	0,04%	97,98%	63,47%
206	ET112	345	0,04%	98,02%	63,78%
207	EMM616	342	0,04%	98,06%	64,09%
208	ETC031	337	0,04%	98,10%	64,40%
209	EMM413	316	0,04%	98,13%	64,71%
210	RYM001	315	0,04%	98,17%	65,02%
211	ALC041	313	0,03%	98,20%	65,33%
212	ER019	311	0,03%	98,24%	65,63%
213	EMMR191	310	0,03%	98,27%	65,94%
214	ES351	308	0,03%	98,31%	66,25%
215	EMM258	305	0,03%	98,34%	66,56%
216	ES1659	301	0,03%	98,38%	66,87%
217	OPT016	291	0,03%	98,41%	67,18%

218	ALC016	288	0,03%	98,44%	67,49%
219	ES387	287	0,03%	98,47%	67,80%
220	ETA050	283	0,03%	98,50%	68,11%
221	ETA077	278	0,03%	98,54%	68,42%
222	PRI019	270	0,03%	98,57%	68,73%
223	WER019	267	0,03%	98,60%	69,04%
224	GK056	257	0,03%	98,62%	69,35%
225	ALF002	255	0,03%	98,65%	69,66%
226	GK046	255	0,03%	98,68%	69,97%
227	EMM889	251	0,03%	98,71%	70,28%
228	LAM063	249	0,03%	98,74%	70,59%
229	EMM711	243	0,03%	98,76%	70,90%
230	EUA074	241	0,03%	98,79%	71,21%
231	LAM015	240	0,03%	98,82%	71,52%
232	LAM026	238	0,03%	98,84%	71,83%
233	EMM212	237	0,03%	98,87%	72,14%
234	EUA069	221	0,02%	98,90%	72,45%
235	SCA001	220	0,02%	98,92%	72,76%
236	MAC001	219	0,02%	98,94%	73,07%
237	GK044	208	0,02%	98,97%	73,37%
238	ER009	204	0,02%	98,99%	73,68%
239	OPT009	201	0,02%	99,01%	73,99%
240	CEL082	197	0,02%	99,04%	74,30%
241	EMM152	195	0,02%	99,06%	74,61%
242	ET115	195	0,02%	99,08%	74,92%
243	CEL118	194	0,02%	99,10%	75,23%
244	ES540	193	0,02%	99,12%	75,54%
245	ES1362	189	0,02%	99,14%	75,85%
246	COR001	187	0,02%	99,16%	76,16%
247	GRI007	185	0,02%	99,18%	76,47%
248	EF008	179	0,02%	99,20%	76,78%
249	ES2359	175	0,02%	99,22%	77,09%
250	OPT038	174	0,02%	99,24%	77,40%
251	ES453	173	0,02%	99,26%	77,71%
252	ETC017	172	0,02%	99,28%	78,02%
253	OPT008	172	0,02%	99,30%	78,33%
254	OPT022R	169	0,02%	99,32%	78,64%
255	EA005	167	0,02%	99,34%	78,95%
256	EMM1123	162	0,02%	99,36%	79,26%
257	ETA051	162	0,02%	99,38%	79,57%
258	COIN001	144	0,02%	99,39%	79,88%
259	FER009	144	0,02%	99,41%	80,19%
260	EUE044	140	0,02%	99,42%	80,50%
261	ANA002	137	0,02%	99,44%	80,80%

262	EMM705	134	0,01%	99,45%	81,11%
263	MIY020	131	0,01%	99,47%	81,42%
264	PEX021	131	0,01%	99,48%	81,73%
265	CEL085	130	0,01%	99,50%	82,04%
266	EMMA183	129	0,01%	99,51%	82,35%
267	EMMR190	129	0,01%	99,53%	82,66%
268	ET0327	124	0,01%	99,54%	82,97%
269	ER008	120	0,01%	99,55%	83,28%
270	EU055	120	0,01%	99,57%	83,59%
271	LAMW002	120	0,01%	99,58%	83,90%
272	EMM403	119	0,01%	99,59%	84,21%
273	ESA201	118	0,01%	99,61%	84,52%
274	ET084	115	0,01%	99,62%	84,83%
275	ET58*58	115	0,01%	99,63%	85,14%
276	EP013	112	0,01%	99,64%	85,45%
277	EG044	111	0,01%	99,66%	85,76%
278	EAA046	110	0,01%	99,67%	86,07%
279	ES332	106	0,01%	99,68%	86,38%
280	JJJ001	95	0,01%	99,69%	86,69%
281	TOP001	94	0,01%	99,70%	87,00%
282	ES328	90	0,01%	99,71%	87,31%
283	ET076	89	0,01%	99,72%	87,62%
284	EMM716	88	0,01%	99,73%	87,93%
285	MIY019	88	0,01%	99,74%	88,24%
286	CEL049	87	0,01%	99,75%	88,54%
287	EMM713	87	0,01%	99,76%	88,85%
288	PEX009	87	0,01%	99,77%	89,16%
289	OPT048	86	0,01%	99,78%	89,47%
290	EMM714	84	0,01%	99,79%	89,78%
291	ETA084	82	0,01%	99,80%	90,09%
292	EMM840	81	0,01%	99,81%	90,40%
293	ET109	81	0,01%	99,82%	90,71%
294	OPT033	81	0,01%	99,83%	91,02%
295	EU1870	78	0,01%	99,84%	91,33%
296	ER002	77	0,01%	99,84%	91,64%
297	SIE001	74	0,01%	99,85%	91,95%
298	CEL178	72	0,01%	99,86%	92,26%
299	ETA109	71	0,01%	99,87%	92,57%
300	EMM213	70	0,01%	99,88%	92,88%
301	TAR062	69	0,01%	99,88%	93,19%
302	EMM712	68	0,01%	99,89%	93,50%
303	EMM715	67	0,01%	99,90%	93,81%
304	EMMR391	67	0,01%	99,91%	94,12%
305	ET074	66	0,01%	99,91%	94,43%

306	LIN008	66	0,01%	99,92%	94,74%
307	OPT012	66	0,01%	99,93%	95,05%
308	ETF004	65	0,01%	99,94%	95,36%
309	ETA082	63	0,01%	99,94%	95,67%
310	OPT019	60	0,01%	99,95%	95,98%
311	OPT004	46	0,01%	99,95%	96,28%
312	EMM856	44	0,00%	99,96%	96,59%
313	EU002	43	0,00%	99,96%	96,90%
314	PRI004	40	0,00%	99,97%	97,21%
315	EMM345	38	0,00%	99,97%	97,52%
316	POL002	38	0,00%	99,98%	97,83%
317	EMM854	37	0,00%	99,98%	98,14%
318	OPT050	37	0,00%	99,99%	98,45%
319	ET105	34	0,00%	99,99%	98,76%
320	EUA044	27	0,00%	99,99%	99,07%
321	OPT023	26	0,00%	100,00%	99,38%
322	EMMR393	23	0,00%	100,00%	99,69%
323	EST002	21	0,00%	100,00%	100,00%
		894.934	100,00%	200,00%	0,00%

PDS

Product Design Specification

Seguridad

N	Que la estructura o chasis sea resistente y brinde estabilidad al sistema.	R	Materiales con buenas propiedades mecánicas y un diseño estructural capaz de soportar concentraciones de esfuerzos.
D	Que se permita apagar el sistema en caso de emergencia.	R	Sistema de botón o manilla de seguridad que permita apagar instantáneamente el sistema.
N	Que cuente con un adecuado aislamiento térmico, producido por motores o mecanismos.	R	Utilización de mantas cerámicas para aislar mecanismos generadores de altas temperaturas.
D	Que el sistema permita una buena visibilidad a los operarios en la realización de sus actividades.	R	Altura y medidas del sistema acordes con la estatura promedio colombiana, 1.65 m.
N	Que la intensidad de luz sea la adecuada para la manipulación del sistema.	R	Iluminación adecuada en el área de trabajo.
D	Que los mecanismos estén alejados y no generen fuentes de peligro.	R	Compartimientos o rejillas para la separación de mecanismos.
D	Que los componentes eléctricos estén adecuadamente ocultos.	R	Compartimientos o rejillas para la separación de componentes eléctricos.
N	Que todas las piezas estén adecuadamente ensambladas y ajustadas.	R	Ajustes normalizados y tornillos con juego de tuercas de seguridad y guasas. Ensamblajes rígidos.

Ergonomía

N	Que el sistema posea un control de mando, de fácil manipulación por parte de los operarios.	R	No más de 5 (cinco) comandos (on, off, movimientos).
N	Que la actividad de los operarios se realice a partir de una optima posición de trabajo .	R	No superar flexiones de cadera superiores a 15°, ni levantar pesos por arriba de los 10 k.
N	Que la ubicación de los perfiles sea cómoda para los operarios.	R	Diseño que eviten movimientos y esfuerzos superiores a la capacidad física normal.
D	Que posea indicadores de movimientos y del estado físico del sistema.	R	Incorporar sensores o elementos de medición.
N	Que posea botones, palancas o suiches que permitan facilitar su manipulación.	R	Controles eléctricos para la manipulación de los mecanismos y el sistema en general.
N	Que el operario tenga una buena visibilidad al manipular el sistema.	R	Altura mínima de 800 mm para su manipulación, y una visibilidad de 180 °
N	Que las medidas y el diseño del sistema se base en las medidas antropométricas aplicadas a Colombia o en su defecto al latinoamericano promedio.	R	Diseño basado en tablas antropométricas.
N	Que en el accionamiento de los diferentes elementos, el operario no tenga que ejercer esfuerzos superior a los de su capacidad.		

Procesos de manufactura

N	Que los procesos favorezcan la producción del producto.	R	Procesos de ciclos cortos y organizados de la manera mas lógica, sean de manera paralela o en línea.
N	Que los procesos no incrementen en gran medida el costo final del producto.	R	Procesos que estén ampliamente desarrollados en Colombia y no sean exclusivos para cierto tipo de empresas y productos.
N	Que los procesos sean utilizados en Colombia.	R	Diseño de piezas y componentes con posibilidad de fabricación en el medio Colombiano.
N	Que los procesos sean fáciles de manejar desde la logística.	R	Procesos fáciles de administrar, de mantenimiento simple y que su manejo no involucre a muchas personas.
N	Que los procesos sean lo mas rápido y organizado posible.	R	Trabajar con partes estandarizadas que faciliten la producción y el proceso de ensamble del producto, para reducir tiempo y costo en la producción.

Pruebas

N	Que las pruebas a realiza sobre el producto estén relacionadas principalmente con su desempeño.	R	Realizar pruebas sobre la forma de enganche y sujeción del perfil.
D	Que las pruebas que se realicen sean en lo posible no destructivas, debido a los altos costos del material y el producto.	R	Realizar pruebas magnéticas, con láser, simulaciones que no afecten la integridad del sistema.
N	Que se realicen pruebas sobre las propiedades de los materiales que componen el producto.	R	Pruebas de tensión, compresión, impacto, dureza, fatiga, etc.
D	Realizar simulaciones para evaluar sistemas o diseños.	R	Simulaciones con software, como: ANSYS, Flow Works, entre otros.

Calidad y Confiabilidad

N	Que se garantice el buen funcionamiento del sistema.	R	Garantizar el buen funcionamiento de la mecanismos, bajo unas condiciones de mantenimiento optimas.
N	Que cumpla la función principal: sujetar y transportar ágil y eficientemente los perfiles hasta el bastidor.	R	Que las expectativas que tiene EMMA y Cia, sean satisfechas, como la relación costo-beneficio.
D	Que se ofrezca al operario una buena área de trabajo con bajos riesgos de accidentalidad.	R	Ofrecer un área confiable y segura.

Desempeño

N	Que el sistema este en la capacidad de soportar largas horas en funcionamiento.	R	Mecanismos duraderos y eficientes.
N	Que se tenga una buena sujeción de los perfiles.	R	Sujeción por medio de presión.
N	Que se monten la mayor cantidad de perfiles sobre un bastidor.	R	Disminuir la distancia de sujeción entre perfiles. Mínimo de 40cms.
D	Que se pueda sujetar de la misma forma casi todos los perfiles.	R	Diseño de una forma de enganche y sujeción universal.
N	Que el tiempo de enraque sea el más optimo.	R	Tiempo de enraque entre 15-20 minutos.
N	Que el tiempo de transporte de los perfiles sea el más optimo.	R	Transportar el mayor numero de perfiles en un solo ciclo.

Mantenimiento

N	Que sea de fácil limpieza.	R	Superficies lisas de fácil acceso.
N	Que posea componentes y partes estandarizadas que permitan un fácil remplazo de los mismos.	R	Máximo 3 tipos de tornillos de ensamble, acoples y transmisores de movimiento estandar (bandas, chumaceras, piñones, etc).
N	Que los componentes que requieren mantenimiento sean de fácil acceso.	R	Implementar compuertas o ventanas de acceso cerca de estos elementos.
D	Que las partes puedan ser retiradas fácilmente para su reparación.	R	Evitar colocar piezas superpuestas que impidan el acceso a otras.
N	Que sus partes y componentes sean de manufactura factible en Colombia o asequibles mediante proveedores Colombianos.	R	Implementar motores, mecanismos e insumos con distribuidor o fabricante Colombiano.

Tamaño- Peso

N	Que el tamaño de los elementos de sujeción sea mínimo y no generen áreas muy grandes sin pintar.	R	Área máxima para la sujeción de 50mm a cada extremo del perfil.
N	Que el tamaño del sistema de enganche sea optimo para el área de la planta de pintura disponible.	R	Área máxima de 11.4m ² .
D	Que el diseño del sistema genere el menor peso posible.	R	Utilización de estructuras como cerchas para reducir peso y distribuir esfuerzos.
D	Que el numero de componentes y partes sea el menor posible.	R	Disposición máxima de 5 componentes y 10 partes por componente.
N	Que la distancia entre perfil y perfil sea mínima.	R	Distancia mínima de 40mm entre perfiles.

Costo

N	Que Emma y cia este en la capacidad de asumir los gastos de fabricación.	R	El costo debe de estar justificado a partir de los beneficios que el proyecto devengan a la compañía.
N	Reducir componentes, gasto de material, y tiempo de producción del producto.	R	Usar partes estandarizadas y hacer rigurosos análisis de DFMA (Design for Manufacturing and Assembly) para hacer mas eficiente el diseño y sus procesos.
N	Que se disminuya al máximo los costos de fabricación de partes .	R	Proveedores confiables
D	Que se fabriquen el mayor numero de partes dentro de la empresa emma y cia.	R	Utilizar los procesos disponibles en EMMA y CIA para la fabricación de partes.

Materiales

N	Que el material para sujetar los perfiles sea resistente a altas temperaturas.	R	Materiales que resistan temperaturas de maso menos 200 °
N	Que los materiales utilizados en el diseño sean resistentes y duraderos.	R	Materiales con buenas propiedades mecánicas como aceros y el aluminio.
N	Que los materiales utilizados en el enraque de los perfiles permitan el normal desarrollo del proceso de pintura electrostática.	R	Materiales que tengan buena conductibilidad térmica como los metales.
D	Que el material utilizado en el sistema de sujeción sea liviano.	R	Metales livianos como el aluminio.
N	Que los materiales sean económicos.		
N	Que se evite el uso de polímeros con baja resistencia a las altas temperaturas.	R	Polímeros como el nilon que pueden soportar temperaturas de hasta 210. °

Vida en servicio

<p>N</p>	<p>Que funcione perfectamente durante el tiempo establecido para su servicio.</p>	<p>R</p>	<p>Vida útil de 6 meses para el sistema de enganche y de 10 años para el sistema de transporte.</p>
<p>N</p>	<p>Que se pueda prolongar su tiempo de uso después del tiempo establecido con el mantenimiento de ciertos componentes.</p>	<p>R</p>	<p>Fácil desensamble de componentes especialmente de motores, actuadores etc, que son las partes que requieren mantenimiento o reemplazo.</p>
<p>D</p>	<p>Que las partes del sistema de enganche puedan ser reutilizadas o recicladas cuando termine su vida en servicio.</p>	<p>R</p>	<p>Usar materiales reciclables como metales, termoplásticos tratar de evitar el uso de termofijos o ciertos materiales.</p>

Ensamble

N	Que el ensamble sea fácil y simple.	R	Herramientas como el ensamble en bloque, organizado secuencialmente.
N	Que se tenga el mínimo de partes en el ensamble.	R	Utilización del mayor numero de partes estandarizadas.
N	Que el desensamble sea fácil y rápido.	R	Utilizar el menor numero de herramientas diferentes para el desensamble.
N	Que se permita remplazar piezas fácilmente.	R	Fácil acceso a cualquier pieza del sistema.

SISTEMA DE SUJECIÓN DE PERFILES

Número de prueba	1
Tipo de Prueba	Funcionamiento
Componente/ producto sometido a prueba	Rieles con separadores
Fecha de Elaboración	12/05/2006
Responsable	Daniel Montiel
Objetivo General de la Prueba	Verificar funcionamiento del nuevo sistema de sujeción para perfiles de aluminio.

1. Descripción de la prueba:

Se pretende ubicar los perfiles de aluminio perpendicularmente sobre unos rieles los cuales poseen un número específico de cuerpos (según referencia del perfil). Estos cuerpos se deslizan a través del riel y separan uno por uno los perfiles (**ver figura 1**).

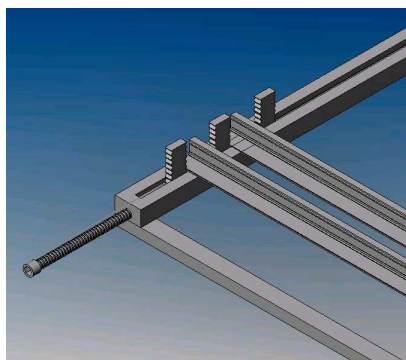


Figura 1. Ubicación de los perfiles

Al ubicar el máximo de perfiles sobre los rieles se prosigue a aplicar presión por medio de un tornillo que se encuentra en la parte inferior del riel, con el fin de empujar el primer cuerpo y por consiguiente transmitir la presión al resto de perfiles y cuerpos, sujetando de esta forma todos los perfiles (**ver figura 2**). La sujeción es realizada a cada extremo de los perfiles.

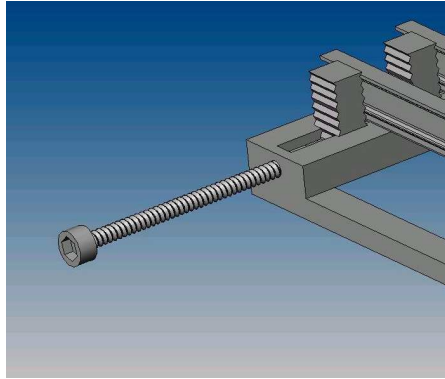


Figura 2. Tornillo

Lugar, fecha y hora de realización:

La prueba fue realizada en la planta de pintura de la empresa Emma y cia s.a. el día 12 de Mayo a las 3PM.

Duración estimada:

La duración de la prueba fue de aproximadamente una hora.

Participantes:

Nombre	Entidad	Rol
Daniel Montiel	Emma y cia s.a.	Ing. Diseño
Marco García	Emma y cia s.a.	Ing. Mecánico Asesor

2. Elementos para la realización de la prueba:

Sistema de enganche

2 rieles, 2 tornillos Ø ½", 30 cuerpos (elementos de sujeción de los perfiles)

Ensamble

Destornillador de estrella, llave de expansión, alicate.

Medición

Flexómetro

Enganche y desenganche

2 operarios (planta de pintura)

Otros

Cámara digital

3. Procedimiento Detallado de Prueba

Paso	Descripción	Responsable(s)	Observaciones
1	Introducir cuerpos	Daniel Montiel Marco García	Se necesitaron 15 cuerpos en cada riel
2	Poner rieles sobre bastidor		Los rieles se distanciaron aproximadamente 6 m.
3	Enganchar perfiles		Se utilizaron 14 perfiles de referencia EMM389.
4	Presionar perfiles		Se giraron los tornillos hasta que todos los perfiles quedaron presionados.
5	Pintar perfiles		Los perfiles se pasaron por las fases del proceso de pintura.
6	Desenganchar perfiles		Posterior al desenganche se debe girar el tornillo y dejar libres los perfiles para su desenganche.

4. Fotos

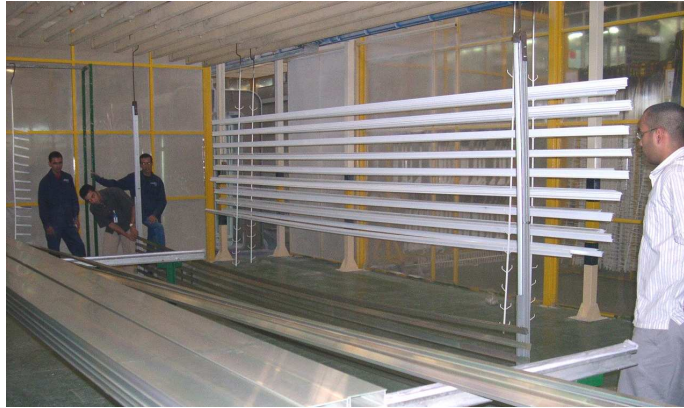


Foto 1. Enganche de los perfiles

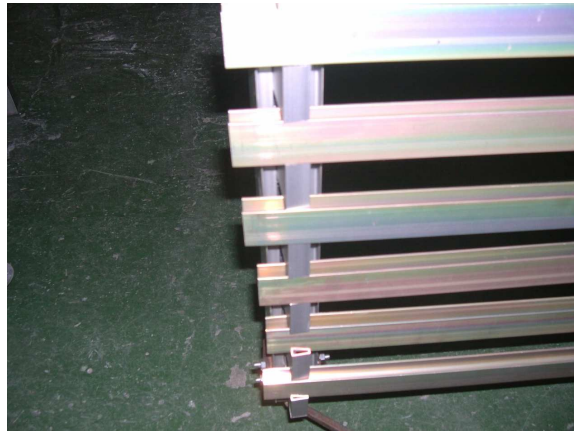


Foto 2. Perfiles sujetos

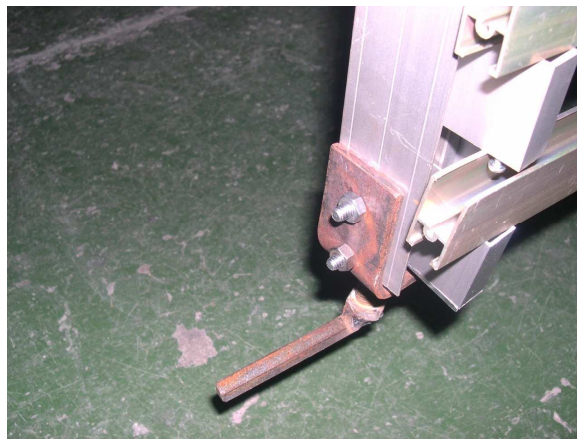


Foto 3. Tornillo



Foto 4. Área pintada

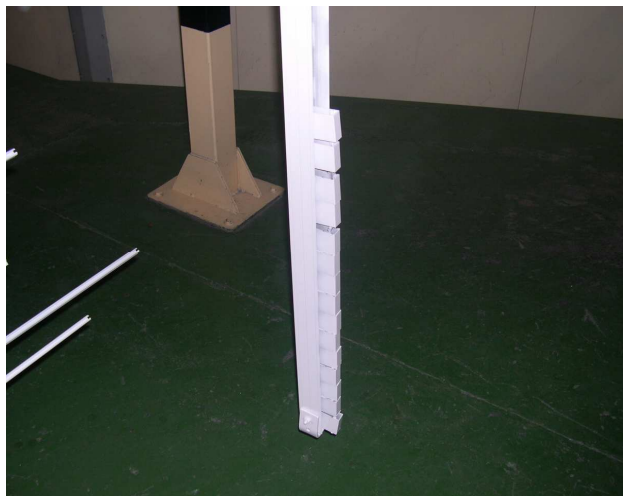


Foto 5. Rieles con cuerpos



Foto 6. Área sin pintar



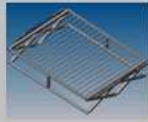











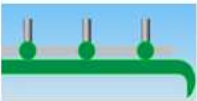
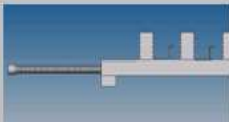



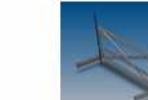











Foto 7. Área presionada por los pasadores

5. Resultados.

- Al transcurso de la prueba se observa que el deslizamiento de los cuerpos en los rieles se dificulta por la obstrucción de los mismos. Restringiendo por momentos su movimientos.
- La colocación de los perfiles sobre los rieles de forma vertical, dificulta su ubicación y manipulación **(foto 1.)**
- Al colocar los perfiles verticalmente sobre los rieles, no se facilita corregir problemas que se presenten en los perfiles inferiores, ya sea por el peso de los otros perfiles o por la obstrucción de los cuerpos en los rieles **(foto 2.)**
- La referencia de perfil utilizada (EMM 389) para la prueba se acopla con facilidad al sistema de enganche
- Por geometría y por la posición de enganche los perfiles no generan mucha catenaria al sujetarse en los extremos **(foto 4.)**
- Los perfiles quedan bien sujetos y presionados por los cuerpos.**(foto 2.)**
- Al realizar el proceso de enganche sobre el bastidor, de forma vertical, se dificulta la manipulación de los tornillos por estar ubicados en la parte inferior de los rieles **(Foto 3.)**
- Hubo problemas con uno de los pasadores en el instante de ejercer presión con el tornillo, lo cual ocasiono que no se pudiera presionar el resto de perfiles sobre ese riel.
- El tornillo queda expuesto al contacto con la pintura lo cual disminuye su vida funcional al ser cada vez mas difícil su movimiento.**(Foto 3.)**

- El colocar los rieles de modo individual sobre el bastidor no garantiza la sujeción de los perfiles en el extremo, debido a que solo se tienen disponible 5 centímetros a cada lado para su manipulación.
- El área del riel que no sea utilizada y en donde no se ubiquen ni perfiles ni cuerpos queda expuesta a la pintura. Aspecto que a futuro deteriora y restringe el movimiento de los cuerpos en ese lugar.
- Hay que tener en cuenta la distancia que queda entre el piso y el tornillo. Para facilitar su entrada a la cabina de pintura y al horno. **(Foto 3.)**
- El área que queda sin pintar es de 4cm de espesor sobre una de las caras (sobre el riel), lo que implica separar un poco el perfil del riel para tratar de evitar este problema. **(Foto 7)**
- No hubo daños en el sistema de enganche a causa de la pintura y la temperatura del horno.

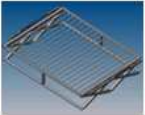




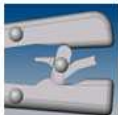






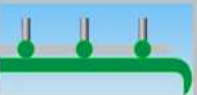
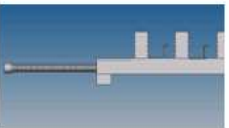




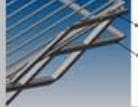










ALTERNATIVA 1

FUNCIONES SECUNDARIAS		SOLUCIONES / MEDIOS			
1	SOPORTAR	 MESA	 CANASTA	 BANCO	 CERCHA
2	SUJETAR	 PINZAS	 TRINQUETE	 SIST. PRENSA	 GANCHOS
3	GENERAR	 MANUAL	 SIST. NEUMAT.	 MOTOR ELEC.	 ACTUADOR
4	TRANSMITIR	 SIST. CELOCIA	 TORNILLO	 SIST. NEUMATICO	 DIADA
5	MOVER	 GRUA	 MESA	 BRAZOS LATERA.	 MANUAL
6	GENERAR	 MOTOR ELEC.	 ACTUADOR NEUMA.	 FUERZA HUMANA	
7	TRANSMITIR	 SIST. DE POLEAS	 SIST. DE ENGRANAJE	 SIST. DE BARRAS	 MANUAL
8	ENGANCHAR	 GANCHO FIJO	 GANCHO MOVIL		

ALTERNATIVA 2

FUNCIONES SECUNDARIAS		SOLUCIONES / MEDIOS			
1	SOPORTAR	 MESA	 CANASTA	 BANCO	 CERCHA
2	SUJETAR	 PINZAS	 TRINQUETE	 SIST. PRENSA	 GANCHOS
3	GENERAR	 MANUAL	 SIST. NEUMAT.	 MOTOR ELEC.	 ACTUADOR
4	TRANSMITIR	 SIST. CELOCIA	 TORNILLO	 SIST. NEUMATICO	 DIADA
5	MOVER	 GRUA	 MESA	 BRAZOS LATERA.	 MANUAL
6	GENERAR	 MOTOR ELEC.	 ACTUADOR NEUMA.	 FUERZA HUMANA	
7	TRANSMITIR	 SIST. DE POLEAS	 SIST. DE ENGRANAJE	 SIST. DE BARRAS	 MANUAL
8	ENGANCHAR	 GANCHO FIJO	 GANCHO MOVIL		

ALTERNATIVA 3

FUNCIONES SECUNDARIAS		SOLUCIONES / MEDIOS			
1	SOPORTAR	 MESA	 CANASTA	 BANCO	 CERCHA
2	SUJETAR	 PINZAS	 TRINQUETE	 SIST. PRENSA	 GANCHOS
3	GENERAR	 MANUAL	 SIST. NEUMAT.	 MOTOR ELEC.	 ACTUADOR
4	TRANSMITIR	 SIST. CELOCIA	 TORNILLO	 SIST. NEUMATICO	 DIADA
5	MOVER	 GRUA	 MESA	 BRAZOS LATERA.	 MANUAL
6	GENERAR	 MOTOR ELEC.	 ACTUADOR NEUMA.	 FUERZA HUMANA	
7	TRANSMITIR	 SIST. DE POLEAS	 SIST. DE ENGRANAJE	 SIST. DE BARRAS	 MANUAL
8	ENGANCHAR	 GANCHO FIJO	 GANCHO MOVIL		

ALTERNATIVA 1

Lista de partes	Materiales	Proveedor	Cant	Costo (pesos)	Uso
Mesa mecánica	Perfilería de acero 1020	Ferraza	24m	254.228	Estructura
	Perfilería tubular de acero 1008	Ferraza	56m	100000	Base soporte
	Cadena y piñonera	Poleas y bandas	1	48.726	Mov.Mesa
	Motor eléctrico 6 hp	Importado	1	600000	Mov.Mesa
	Perfilería de aluminio	Emma y cia	6m	129.463	Guías elevadores
	Perfilería de acero 1020	Ferraza	8m	9.8276	Rieles mesa
Brazos mecánicos	Actuadores (grandes)	Hidráulica y neumática	2	1 ' 250.800	Girar
	Perfilería de acero 1020	Ferraza	8m	80.458	Brazos diadas
	Perfilería de Aluminio	Emma y cia	6m	126.162	elevadores
Sist. de sujeción	Perfilería de Aluminio	Emma y cia	12m	353.016	Rieles
	Perfilería de Aluminio	Emma y cia	6m	241.518	Pasadores
	Tubular de aluminio	Emma y cia	24m	336.148	Marco
	tornillo de 1"Ø aisi 1008	Tornifer	4*Unid	48.524	Mec. De sujeción
	bases roscadas para tornillo 1"Ø	Ferraza	6m	32000	Mec. De sujeción
Gancho móvil	Eje bisagra 1/2"	ferreteria NAPA	6m	23.541	Sist. De sujeción
	Gancho	Immys	2	50000	Eganche bastidor
	Trinquete	Immys	2		Eganche bastidor
	Base de gancho	Immys	2		Eganche bastidor
	tortillería	Tornifer			Eganche bastidor
TOTAL				3 ' 772.860	

ALTERNATIVA 2

Lista de partes	Materiales	Proveedor	Cant	Costo (pesos)	Uso
Cercha soporte	Perfilería de acero 1020	Ferraza	15m	158892	Cercha
	Perfilería tubular de acero 1008	Ferraza	28m	50000	Base soporte
	Cadena y piñonera	Poleas y bandas	1	48726	Mov.Mesa
	Motor eléctrico 6hp	Importado	2	1'200.000	Mov.Mesa
	Perfilería de acero 1020	Ferraza	6m	73707	Rieles mesa
Mesa mecánica	Motor eléctrico 6 hp	Importado	1	600000	Mec. De giro
	bandas	Poleas y bandas	1	45378	Mec. De giro
	Piñones	Poleas y bandas	2	50000	Mec. De giro
	Motor eléctrico 3 hp	Importado	1	450000	elevantar perfiles
	Perfilería de acero 1020	Ferraza	18m	126478	Mesa
Sist. de sujeción	Pinzas de aluminio	Immys	1	10000	Mec.de sujeción
	Platina dentada de acero	Immys	6m	42000	Mec.de sujeción
	Actuador neumático	Hidráulica y neumática	1	850000	Mec.de sujeción
	Perfilería de acero 1008	Immys	6m	25000	Barra actuadora
Gancho fijo	Tubular de aluminio	Emma y cia	6m	168074	Marco
	Gancho	Immys	2	50000	Enganche bastidor
			TOTAL	3`948.255	

ALTERNATIVA 3

Lista de partes	Materiales	Proveedores	Cant	Costo (pesos)	Usos
Banco mecánico	Perfilería de acero 1020	Ferraza	15m	158892	Estructura
	Perfilería tubular de acero 1008	Ferraza	28m	50000	Base soporte
	Cadena y piñonería	Poleas y bandas	1	48726	Mov.Mesa
	Motor eléctrico 6 hp	Importado	2	800000	Mov.Mesa
	Perfilería de acero 1020	Ferraza	6m	24600	Rieles brazos
	Perfilería de acero 1020	Ferraza	6m	73707	Rieles mesa
Brazos mecánicos	Actuadores neumáticos	Hidráulica y neumática	2	1'250.800	Girar
	Motor eléctrico (pequeño)	Importado	1	250000	elevantar perfiles
	Perfilería de acero 1020	Ferraza	6m	60343	Brazos
	Perfilería de Aluminio	Emma y cia.	6m	126162	elevadores
Sist. de sujeción	Varilla de Aluminio 1"	Emma y cia.	6m	79560	Mec. De sujeción
	Sistema celosía en aluminio	Immys	2	450689	Mec. De sujeción
	actuador neumático	Hidráulica y neumática	2	850000	Mec. De sujeción
	Tubular de aluminio	Emma y cia.	6m	168074	Marco
Gancho móvil	Gancho	Immys	2	50000	Enganche bastidor
	Trinquete	Immys	2		Enganche bastidor
	Base de gancho	Immys	2		Enganche bastidor
	tornillería	Immys			Enganche bastidor
TOTAL				4'441.553	

ALTERNATIVA 1

Servicio	Fabricante	Costo
Maquinado de partes	Immys	200000
Soldadura de acero	Immys	50000
Soldadura de aluminio	Immys	50000
Fabricación de mesa	Immys	800000
Sistema neumático	Neumática-hidráulica	1`000.000
	TOTAL	2`100.000

ALTERNATIVA 2

Servicio	Fabricante	Costo
Maquinado de partes	Immys	200000
Soldadura de acero	Immys	50000
Soldadura de aluminio	Immys	50000
Fabricación de mesa	Immys	500000
Sistema neumático	Neumática-hidráulica	578555
Fabricación de sist. de enganche	Immys	100000
	TOTAL	1`478.55

ALTERNATIVA 3

Servicio	Fabricante	Costo
Maquinado de partes	Immys	400000
Soldadura de acero	Immys	50000
Soldadura de aluminio	Immys	50000
Fabricación de mesa	Immys	600000
Sistema neumático	Neumática-hidráulica	578555
Fabricación de sist. de enganche	Immys	150000
Preproceso de perforado	Emma	750000
	TOTAL	2`578.555

Nota:

Immys es una empresa maquiladora que se encarga de fabricarle a Emma y cia. Cualquier tipo de artefacto que sea requerido en su infraestructura o en sus procesos productivos.