

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
MAESTRÍA DE DISEÑO MECÁNICO

“Caracterización metalúrgica de materiales actuales utilizados en la fabricación de asientos y alternativas de sustitución para sistemas de manufactura nacional bajo normas ASTM e INEN.”

Autor:

Ing. Angel Masaquiza

UISEK



25 AÑOS

Quito, Abril 2019

PROBLEMÁTICA

El problema radica en que los asientos estructurales de buses interprovinciales no cuenta con una certificación de calidad ISO que garantice la resistencias, seguridad, normas establecidas, la carencia de laboratorios especializados para caracterizaciones que se dediquen a los materiales en las fabricaciones de asientos.



JUSTIFICACIÓN

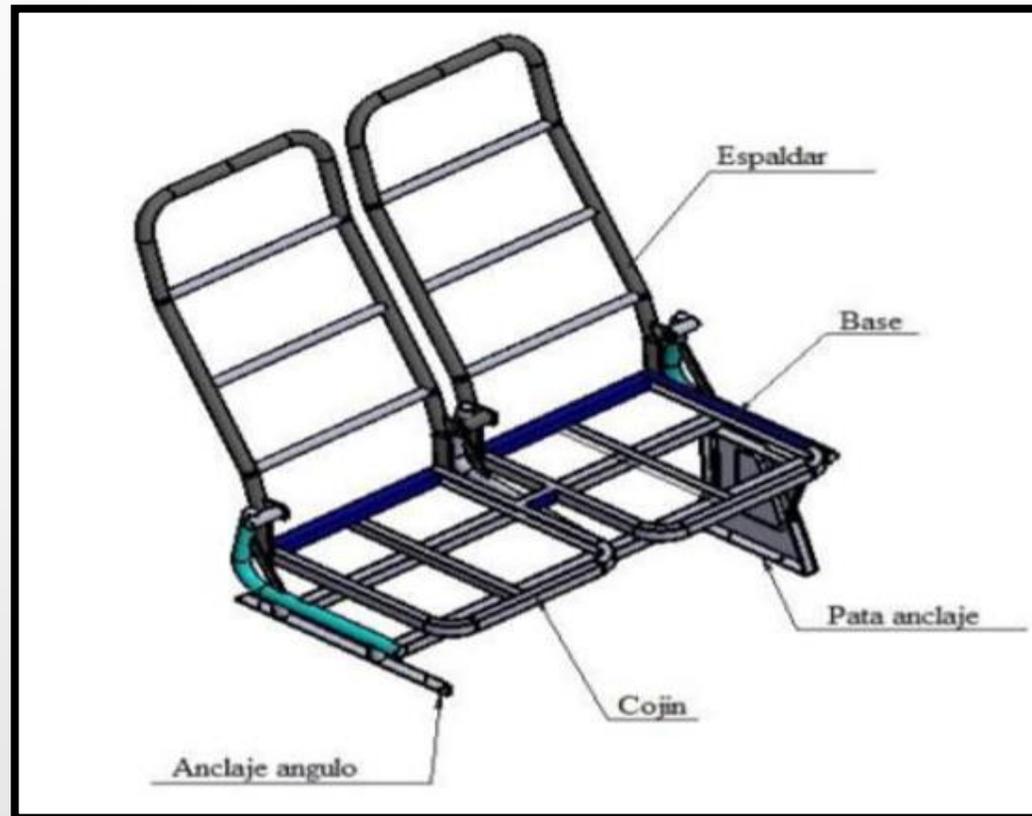
En el presente estudio se propone caracterizar la estructura del asiento de buses interprovinciales y que cumpla con los estándares de calidad, resistencia, seguridad establecidas en las normativas ecuatorianas e internacionales.

La importancia de esta investigación no solo radica en la problemática ISO sino en la contribución por parte del sector manufacturero, con el aumento del producto nacional para asientos de buses.



INTRODUCCIÓN

Objetivo General: Caracterizar los materiales actuales utilizados en la fabricación de asientos y alternativas de sustitución para sistemas de manufactura nacional bajo normas ASTM e INEN.”



ASIENTO DE BUSES INTERPROVINCIALES

Fabricacion de asientos de buses por año.



41 Empresas = Certificación ATN.

36 Empresas= Certificación CCICEV

10 Empresas= Certificación ISO 9001

El 78% necesita la certificación de calidad ISO

71% Empresas no cuentan con Sistema de gestión medio ambiental.



Estudios relacionados:
(CANFAC 2014)



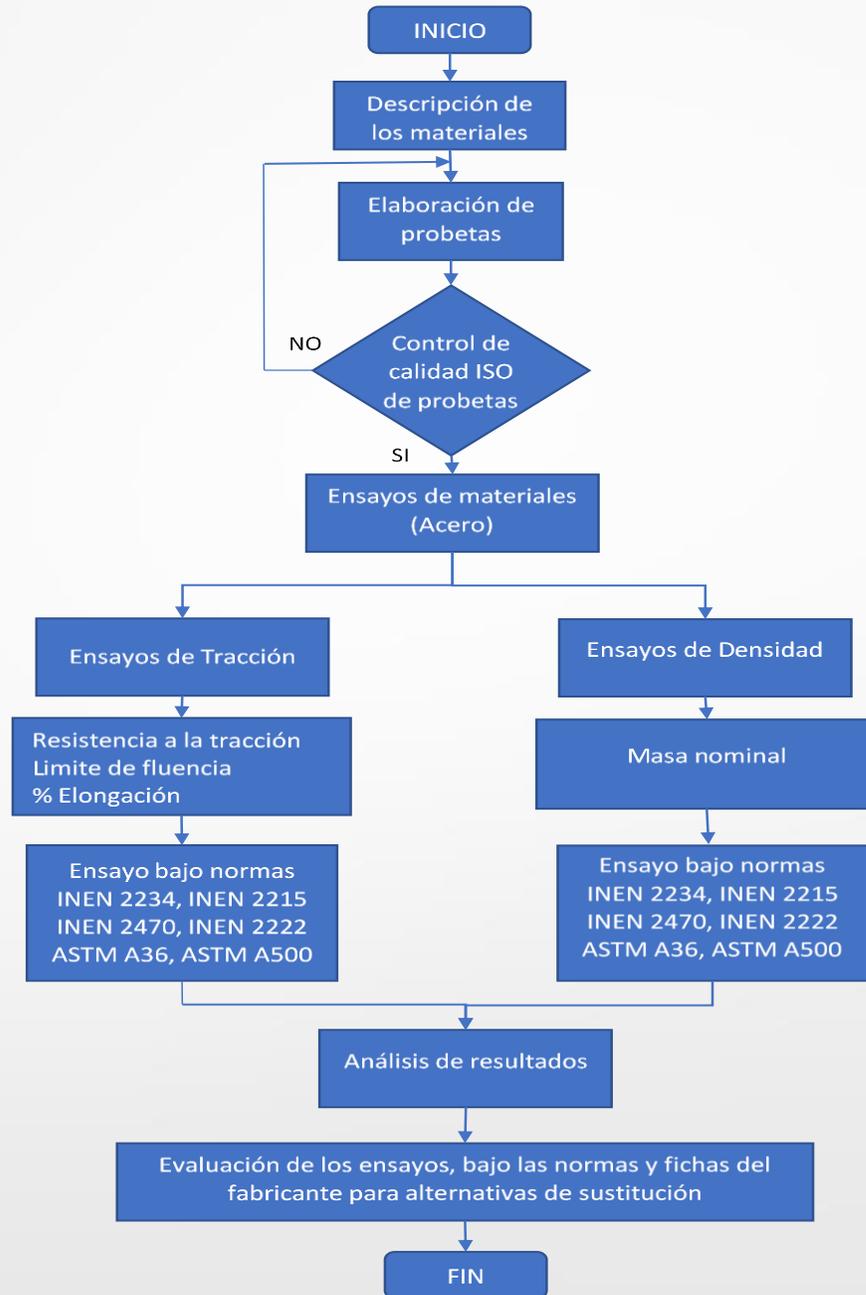
EMPRESAS FABRICANTES DE ASIENTOS



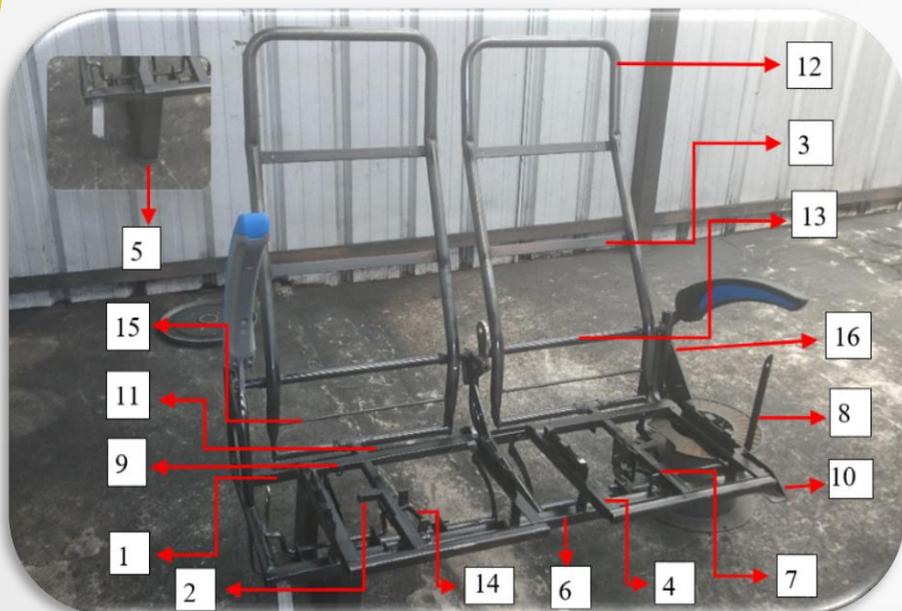
PROVEEDORES
Los proveedores afiliados a la
CÁMARA NACIONAL DE
FABRICANTES DE CARROCERIAS



METODOLOGÍA



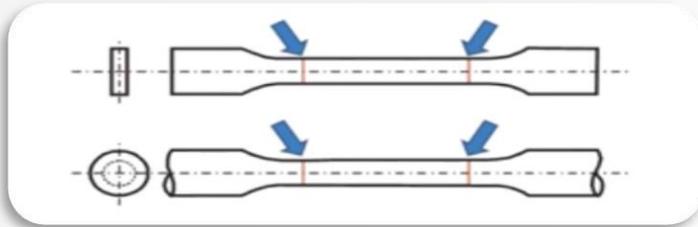
Materiales utilizados en la estructura del asiento de buses interprovincial.



Núm.	Parte	Material	Descripción	Dimensiones (mm)
1	Base cojin posterior	ASTM A 36	Angulo	L=25, L=25, e=3
2	Anclaje resortes	ASTM A 36	Perfil T	25x3
3	Refuerzo espaldar	ASTM A 36	Platina	L=25, e=6
4	Base cojin plancha	ASTM A 36	Plancha U	L=25, L=25, e=2
5	Anclaje asiento piso	ASTM A 36	Perfil	L=25, e=3
6	Base posterior y frontal	ASTM A500	Tubo cuadrado	L=20, e=2
7	Base frontal	ASTM A500	Tubo cuadrado	L=25, e=2
8	Chupete Grande	ASTM A 36	Platina	L=20, e=4
9	Base posterior	ASTM A 36	Platina	L=25, e=6
10	Anclaje	ASTM A 36	Angulo	L=30, L=30, e=3
11	Apoya pies	Acero al carbono	Tubo redondo	D=21,30, e=2,00
12	Soporte espaldar y base	Acero al carbono	Tubo redondo	D=21,30, e=2,00
13	Conexión espaldar	Acero al carbono	Tubo redondo	D=26,90, e=2,30
14	Eje izquierdo o derecho	ASTM A 36	Varilla	D=10
15	Refuerzo espaldar lisa	ASTM A 36	Varilla lisa	D=8
16	Anclaje soporte	ASTM A 36	Platina	L=50, e=4



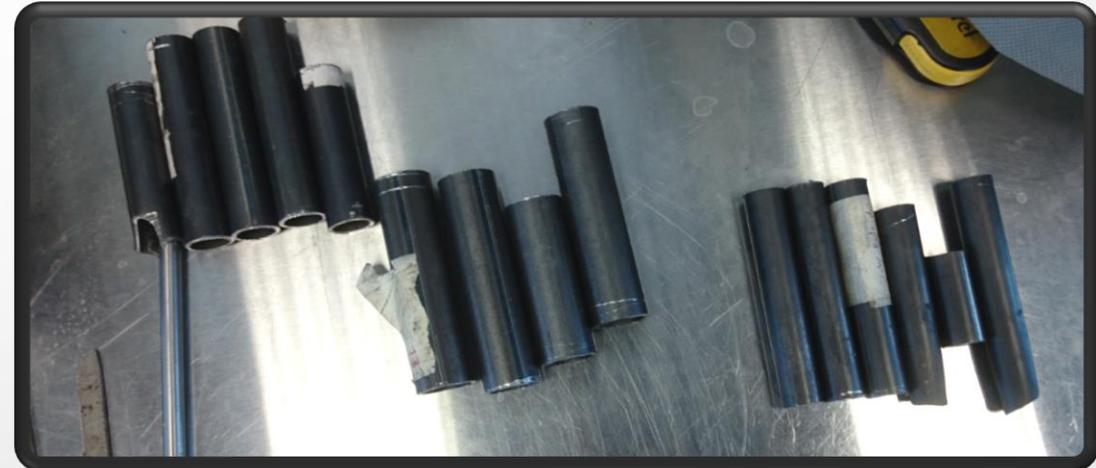
PROBETAS PARA ENSAYOS TRACCIÓN



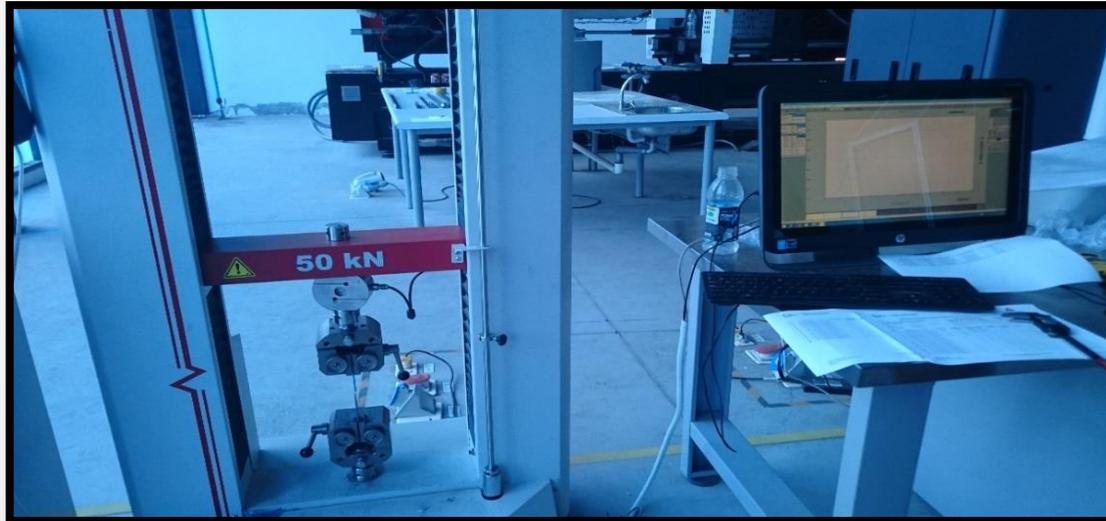
PROBETAS PARA ENSAYOS DENSIDAD



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carrocero



ENSAYOS TRACCIÓN Y DENSIDAD



Máquina de Ensayos Universales de hasta 50 KN para materiales poliméricos, cerámicos, compuestos y metales. Tiene una exactitud medida de fuerza 0,5% resolución en recorrido de 0,001 mm.

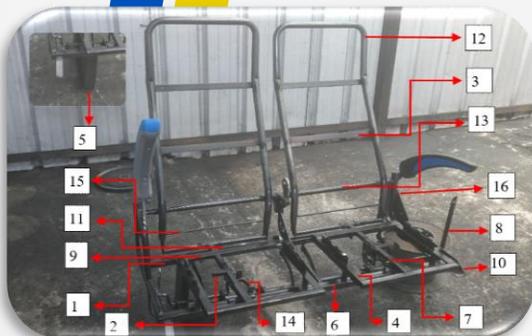


Balanza digital que tiene como rango en gramos de 0.01g a 300g, Onzas de 0.005 Oz a 9.9995 Oz, tiene una precisión de 0.05% +0.04g.



RESULTADOS Y DISCUSIONES



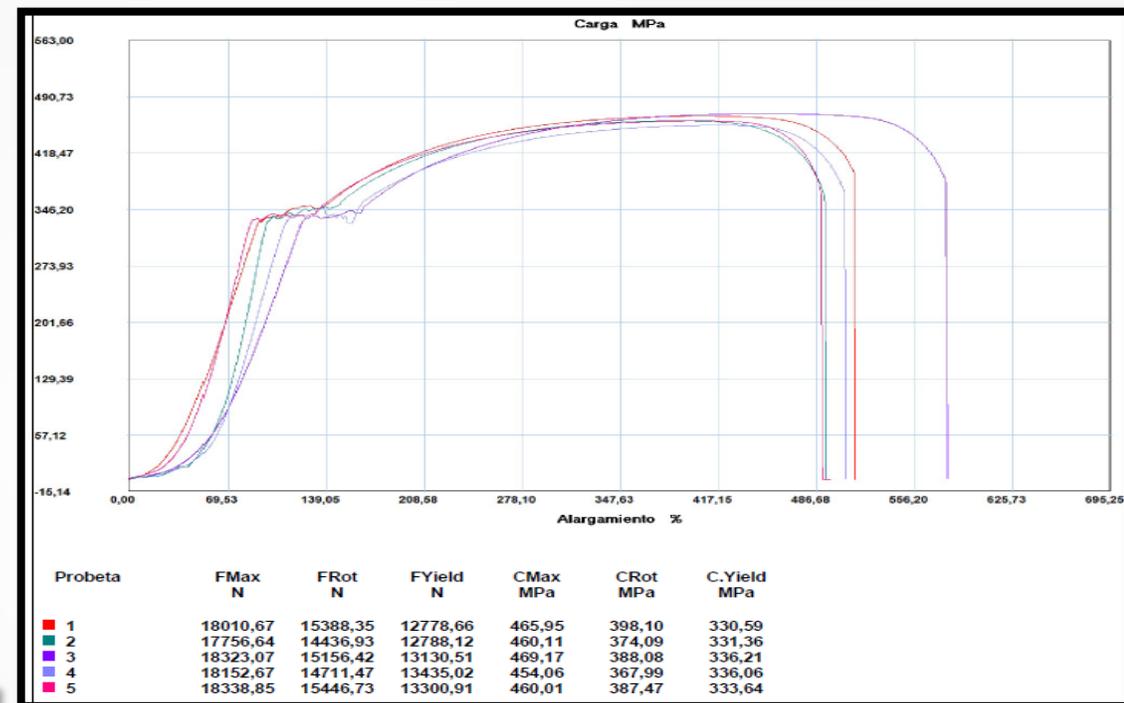


Resultado Base cojín posterior. Angulo corredizo

ACERO LAMINADO EN
CALIENTE



Probeta	Base cojín posterior. Angulo corredizo	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Base cojín posterior	22,2	55,8	109,48	100	1,095
2	Base cojín posterior	22,2	55,8	109,14	100	1,091
3	Base cojín posterior	22,2	55,8	109,43	100	1,094
Promedio X		1,094 (Kg/m)				
Derivación estándar S_n-I		0,002				
Coeficiente de Variación CV		0,168				



Probeta	Base cojín posterior. Angulo corredizo	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Base cojín posterior.	330,59	465,95	46,08%	50	73,042
2	Base cojín posterior.	331,36	460,11	44,12%	50	72,059
3	Base cojín posterior.	336,21	469,17	51,92%	50	75,962
4	Base cojín posterior.	336,06	454,06	45,57%	50	72,783
5	Base cojín posterior.	333,64	460,01	43,81%	50	71,903
Promedio X		333,573	461,859	46,30%		
Derivación estándar S_n-I		2,594	5,861	3,29%		
Coeficiente de Variación CV		0,78	1,27	7,10%		

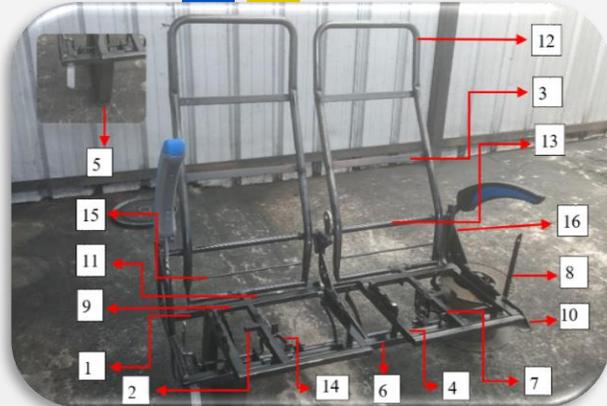
NTE INEN 2224:2013

Designación	Área (S)		Masa
	cm ²	kg/m	
20x20x2	0,78	0,59	
20x20x3	1,12	0,88	
20x20x4	1,45	1,14	
25x25x3	1,42	1,12	
25x25x4	1,85	1,45	
30x30x3	1,74	1,36	
30x30x4	2,27	1,78	
35x35x4	2,67	2,09	

ASTM A36 Esta norma cubre Laminas, bobinas, planchas, barras, vigas, canales y ángulos.

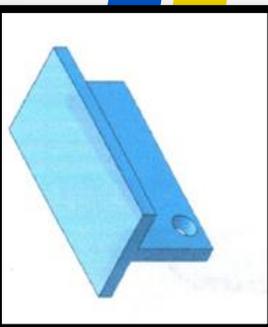
Propiedades Mecánicas	PSI	MPa
Resistencia a la tracción	58000-	400-550
Punto de Fluencia	36000	250
Elongación en 8"	min. 20%	
Elongación en 2"	min.23%	

1	Base cojín posterior. Angulo corredizo	INEN2415 /INEN2215 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215/2224 300- 540 MPa 1,12 kg/m	461,8 MPa 1,094 kg/m	SI SI
---	--	-------------------------------	----------	--------------------------------------	----------------------	-------



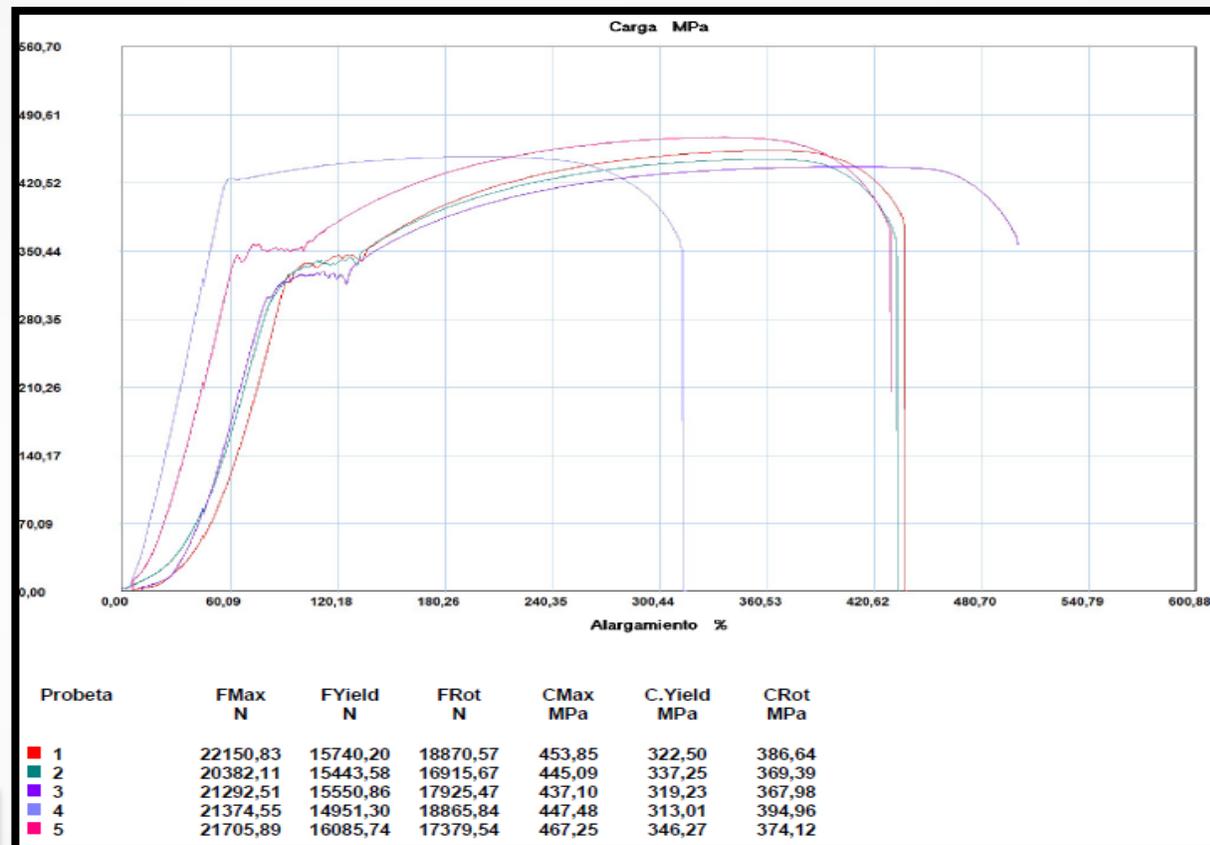
Resultado de ensayo en Anclaje resortes T

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Anclaje resortes T	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Anclaje resortes	22,2	55,8	122,04	100	1,220
2	Anclaje resortes	22,2	55,8	122,07	100	1,221
3	Anclaje resortes	22,2	55,8	122,14	100	1,221
Promedio X		1,22 (Kg/m)				
Derivación estándar Sn-1		0,001				
Coeficiente de Variación CV		0,042				

Probeta	Anclaje resortes T	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Anclaje T	322,5	453,85	33,22%	50	69,609
2	Anclaje T	337,25	445,09	38,98%	50	69,488
3	Anclaje T	319,23	437,1	44,93%	50	72,465
4	Anclaje T	313,01	447,48	26,99%	50	63,495
5	Anclaje T	346,27	467,25	38,60%	50	69,3
Promedio X		327,651	450,154	37,74%		
Derivación estándar Sn-1		13,697	11,281	6,55%		
Coeficiente de Variación		4,18	2,51	17,36%		



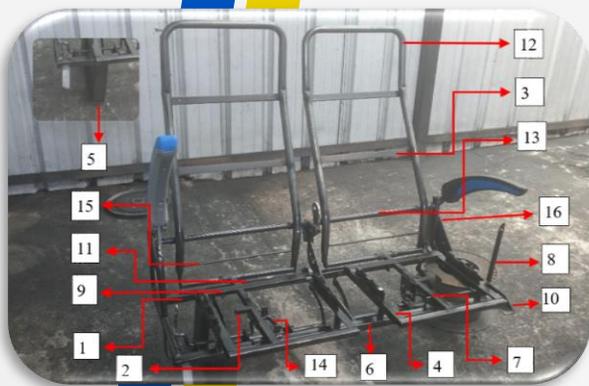
NTE INEN 2215:2012

DIMENSIÓN	MASA NOMINAL	
	kg/m	kg/6m
mm		
20 x 3	0,891	5,346
25 x 3	1,131	6,786
30 x 3	1,379	8,274

PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E1RS	
	Kgf / mm ²	MPa	Kgf / mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

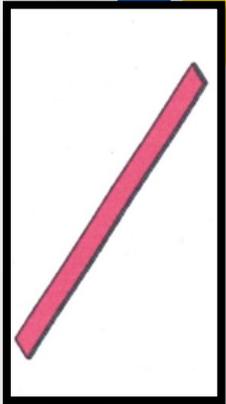
2	Anclaje resortes T	INEN2234/ INEN2215 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215 /2234 300- 540 MPa 1,13 kg/m	450,1 MPa	SI
					1,22 kg/m	SI



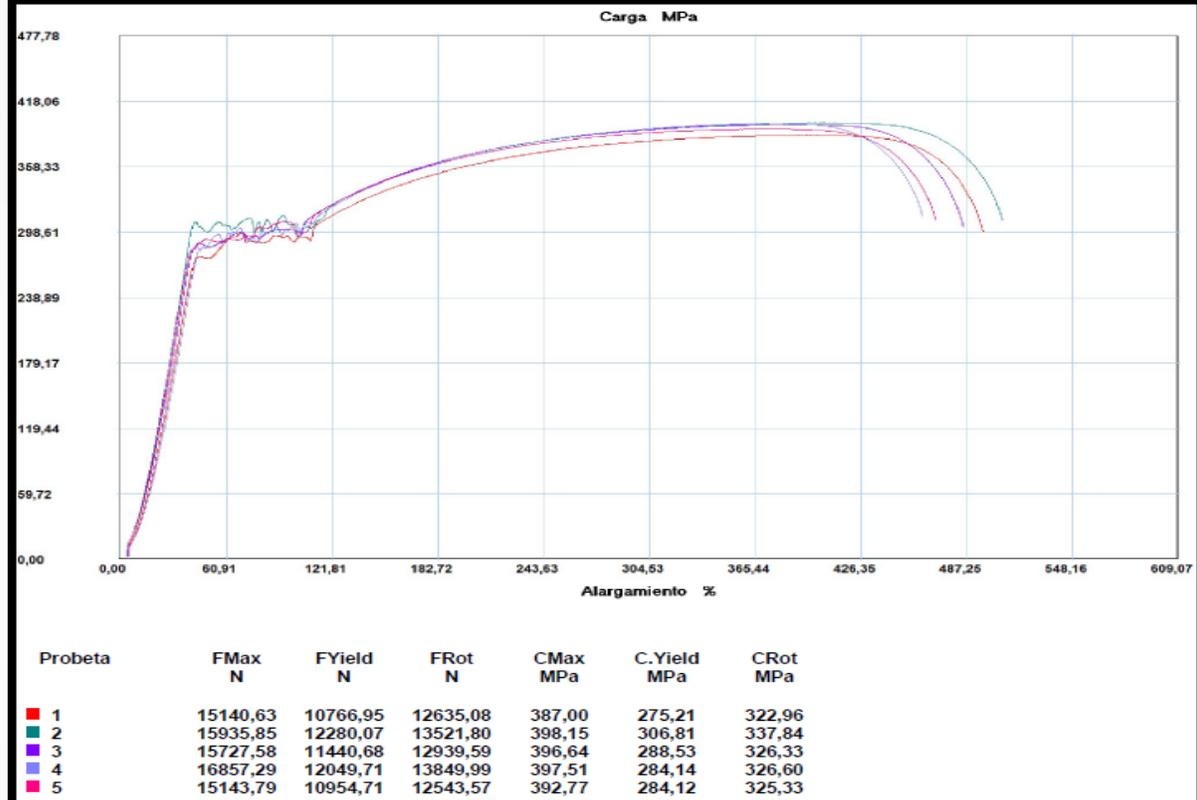


Resultado de ensayo en Refuerzo espaldar platina

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Refuerzo espaldar platina	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Refuerzo espaldar	22,1	56,10	56,10	100	0,561
2	Refuerzo espaldar	22,1	56,08	56,08	100	0,561
3	Refuerzo espaldar	22,1	56,8	56,10	100	0,561
Promedio \bar{X}		0,561(Kg/m)				
Derivación estándar S_{n-1}		0,000				
Coeficiente de Variación CV		0,021				



Probeta	Refuerzo espaldar platina	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Refuerzo	275,21	387	44,23%	50	72,113
2	Refuerzo	306,81	398,15	45,06%	50	72,528
3	Refuerzo	288,53	396,64	43,23%	50	71,615
4	Refuerzo	284,14	397,21	41,31%	50	70,653
5	Refuerzo	284,12	392,77	41,95%	50	70,975
Promedio \bar{X}		287,763	394,415	43,15%		
Derivación estándar S_{n-1}		11,689	4,641	1,55%		
Coeficiente de Variación		4,07	1,18	3,60%		

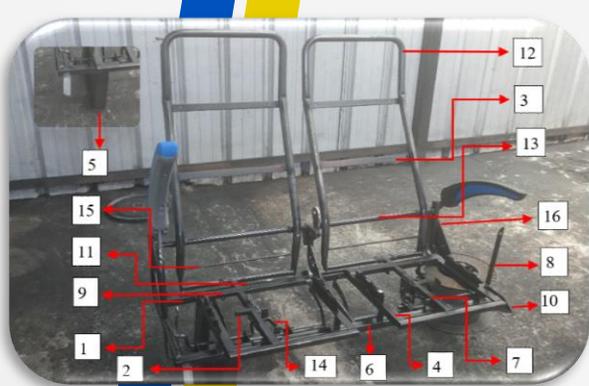
NTE INEN 2222:2012

Ancho (mm)	Masa por unidad de longitud de acuerdo al espesor (kg/m)									
	3	4	5	6	8	10	12	15	20	
12	0,28	0,38	0,47	0,57	-	-	-	-	-	
16	0,38	0,50	0,63	0,75	1,00	1,26	1,51	-	-	
18	0,42	0,57	0,71	0,85	-	-	-	-	-	
19	0,48	0,60	0,75	0,90	-	-	-	-	-	
20	0,47	0,63	0,79	0,94	1,26	1,57	-	-	-	
25	0,59	0,79	0,98	1,18	1,57	1,96	2,36	-	-	
30	0,71	0,94	1,18	1,41	1,88	2,36	2,83	3,53	4,71	

PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm ²	MPa	Kgf / mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

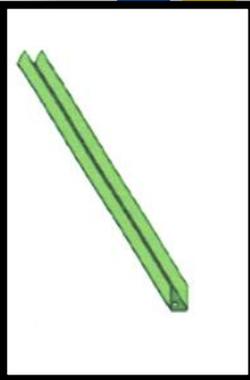
3	Refuerzo espaldar platina	INEN2215 INEN2222 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215/2222 300-540MPa 0,59 kg/m	394,4 MPa	SI
					0,561 kg/m	SI



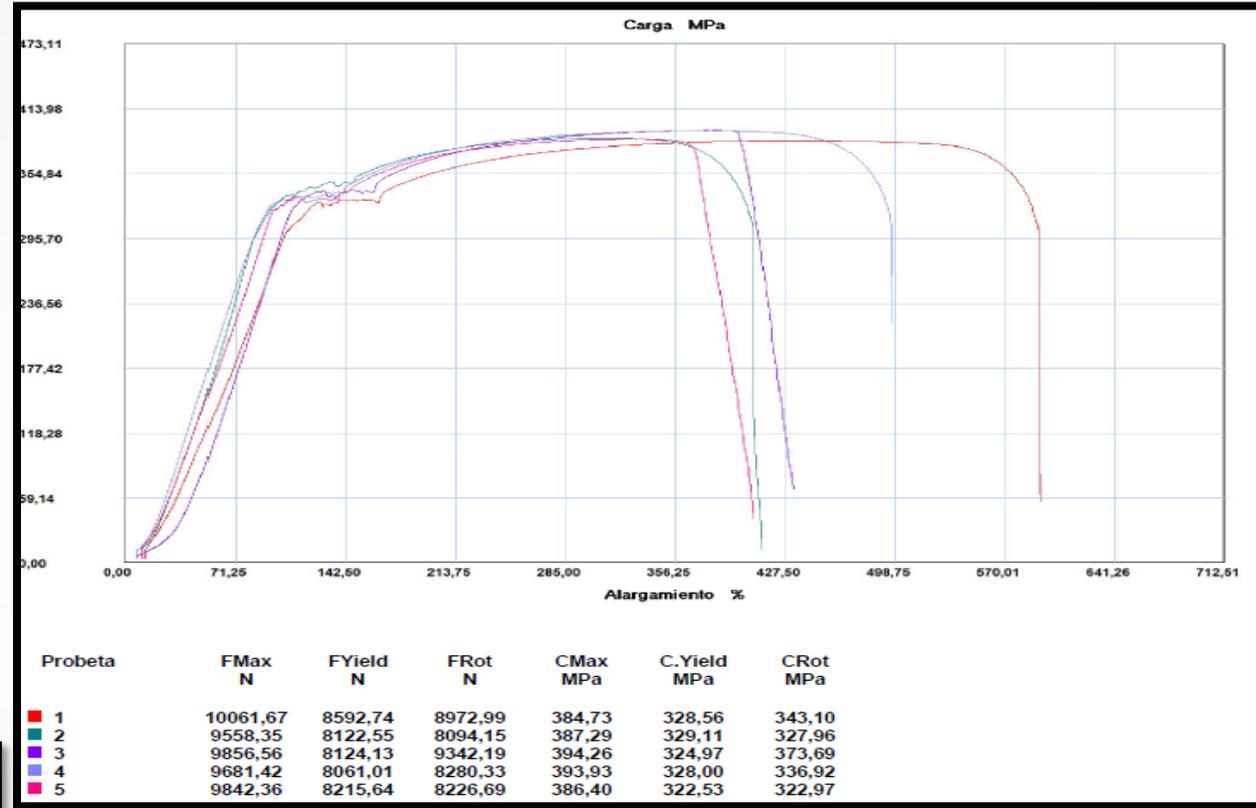


Resultado de ensayo en Base cojín plancha

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Base cojín plancha	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Base cojín	22,9	55,6	77,79	100	0,778
2	Base cojín	22,9	55,6	79,39	100	0,794
3	Base cojín	22,9	55,6	81,13	100	0,811
Promedio X		0,79 (Kg/m)				
Derivación estándar <i>Sn-1</i>		,017				
Coeficiente de Variación <i>CV</i>		2,103				



Probeta	Base cojín plancha	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Base cojín	328,56	384,73	52,27%	50	76,136
2	Base cojín	329,11	387,29	56,17%	50	78,087
3	Base cojín	324,97	394,29	56,06%	50	78,029
4	Base cojín	328	393,93	44,15%	50	72,077
5	Base cojín	322,53	386,4	53,81%	50	76,904
Promedio X		326,634	389,321	52,49%		
Derivación estándar <i>Sn-1</i>		2,798	4,457	4,94%		
Coeficiente de Variación		0,86	1,14	9,41%		

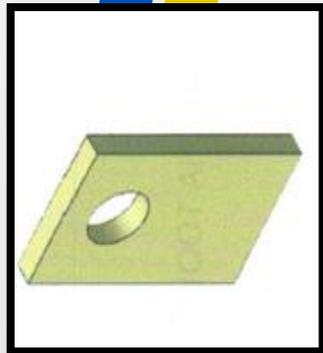
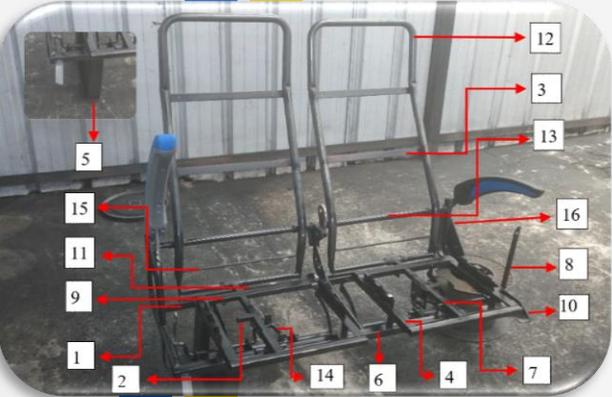
PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm2	MPa	Kgf / mm2	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

4	Base cojín plancha	INEN2215 INEN2222 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215/2222 300-540MPa 0,80 kg/m	398,3 MPa 0,794 kg/m	SI SI
---	--------------------	------------------------------------	-------------	--	-------------------------	----------

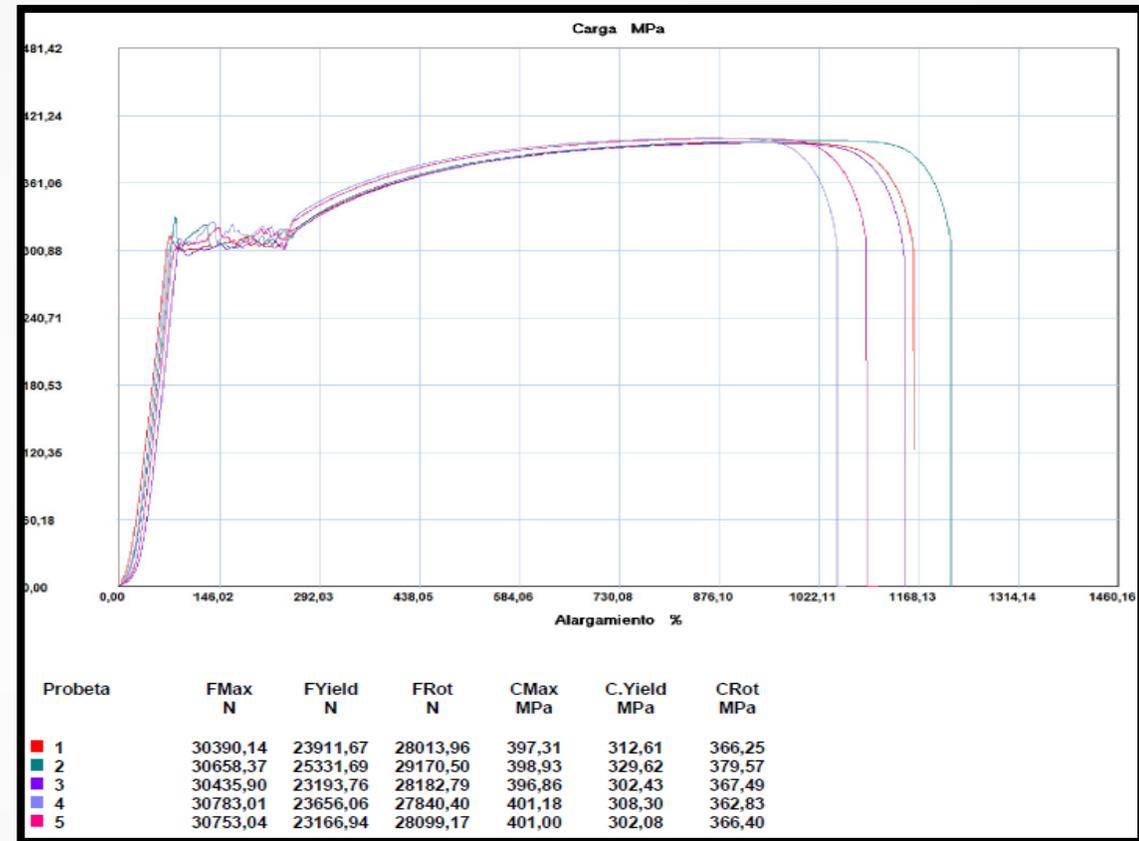


Resultado de ensayo en Anclaje asiento piso.

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Anclaje asiento piso	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Anclaje asiento	23,1	54,7	58,18	100	0,582
2	Anclaje asiento	23,1	54,7	58,63	100	0,586
3	Anclaje asiento	23,1	54,7	58,50	100	0,585
Promedio \bar{X}		0,58 (Kg/m)				
Derivación estándar S_{n-1}		0,002				
Coeficiente de Variación CV		0,396				



Probeta	Anclaje Asiento Piso	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Anclaje asiento	312,61	397,31	63,33%	80	130,662
2	Anclaje asiento	329,62	398,93	65,83%	80	132,666
3	Anclaje asiento	302,43	396,86	62,42%	80	129,935
4	Anclaje asiento	308,3	401,18	57,53%	80	126,02
5	Anclaje asiento	302,08	401	59,76%	80	127,806
Promedio \bar{X}		311,008	399,057	61,77%		
Derivación estándar S_{n-1}		11,285	2,009	3,22%		
Coeficiente de Variación		3,63	0,5	5,21%		

NTE INEN 2222:2012

Ancho (mm)	Masa por unidad de longitud de acuerdo al espesor (kg/m)								
	3	4	5	6	8	10	12	15	20
12	0,28	0,38	0,47	0,57	-	-	-	-	-
16	0,38	0,50	0,63	0,75	1,00	1,26	1,51	-	-
18	0,42	0,57	0,71	0,85	-	-	-	-	-
19	0,48	0,60	0,75	0,90	-	-	-	-	-
20	0,47	0,63	0,79	0,94	1,26	1,57	-	-	-
25	0,59	0,79	0,98	1,18	1,57	1,96	2,36	-	-
30	0,71	0,94	1,18	1,41	1,88	2,36	2,83	3,53	4,71

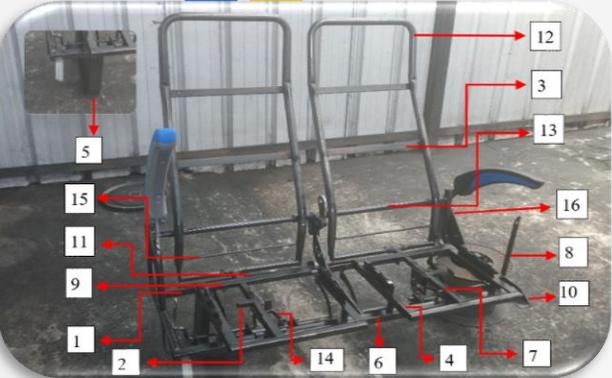
PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm ²	MPa	Kgf / mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

5	Anclaje asiento piso	INEN2215 INEN2222	ASTM A36	INEN2215/2222 300-540MPa	399,1 MPa	SI
		300-540MPa		0,59 kg/m	0,584 kg/m	SI

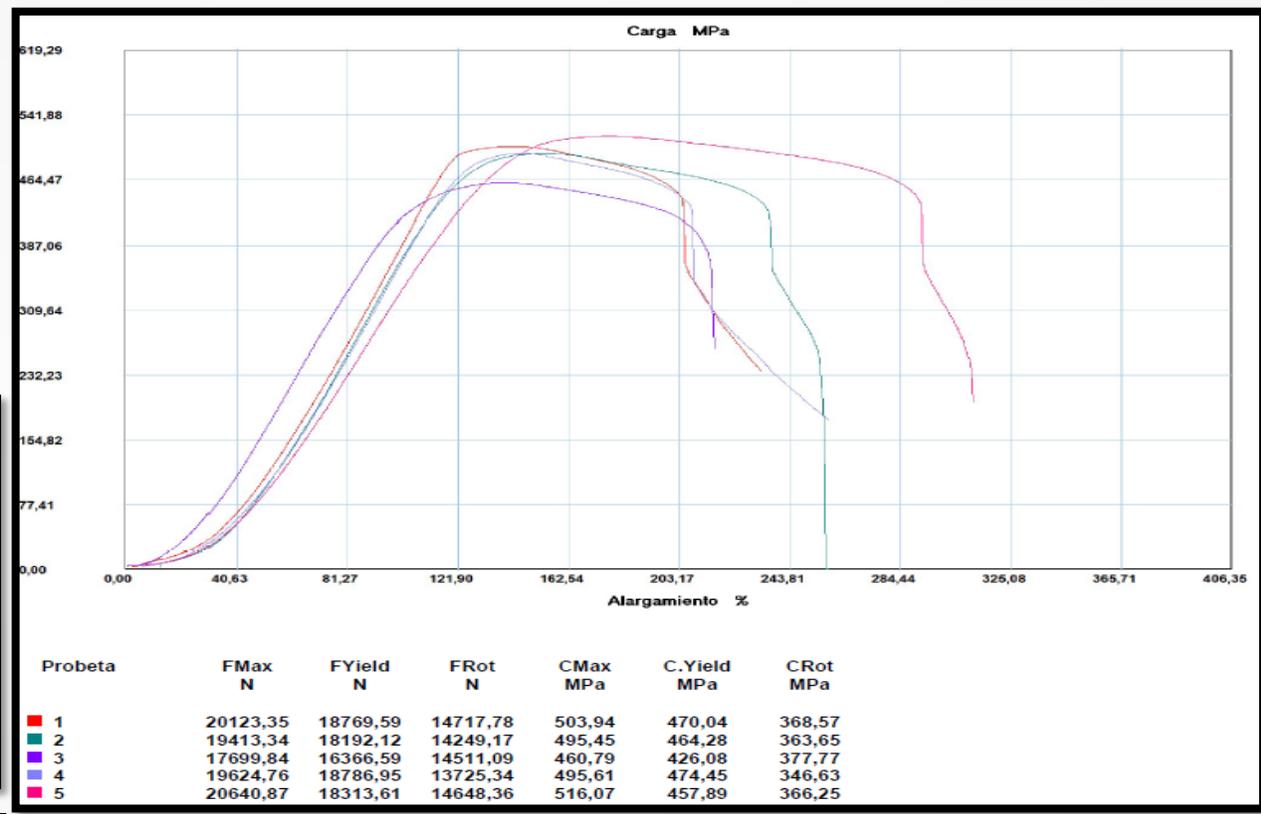


Resultado de ensayo en Tubo base cuadrado posterior y frontal.

ACERO LAMINADO EN
CALIENTE



Probeta	Tubo base cuadrado posterior y frontal	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Tubo base	23,2	54,6	105,31	100	1,053
2	Tubo base	23,2	54,6	104,66	100	1,047
3	Tubo base	23,2	54,6	104,36	100	1,044
Promedio \bar{X}		1,05 kg/m				
Derivación estándar S_{n-1}		0,005				
Coeficiente de Variación CV		0,463				



Probeta	Tubo base cuadrado posterior y frontal	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Tubo base cuadrado posterior	470,04	503,94	11,54%	80	89,231
2	Tubo base cuadrado posterior	464,28	495,45	13,34%	80	90,675
3	Tubo base cuadrado posterior	426,08	460,79	12,02%	80	89,618
4	Tubo base cuadrado posterior	474,45	495,61	11,73%	80	89,384
5	Tubo base cuadrado posterior	457,89	516,07	16,47%	80	93,177
Promedio \bar{X}		458,549	494,373	13,02%		
Derivación estándar S_{n-1}		19,187	20,573	2,05%		
Coeficiente de Variación CV		4,18	4,16	15,77%		

NTE INEN 2415

Dimensiones		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m
20	1.2	0.72
20	1.5	0.88
20	2.0	1.15
25	1.2	0.90
25	1.5	1.12

Tabla 12. Propiedades ASTM A500.

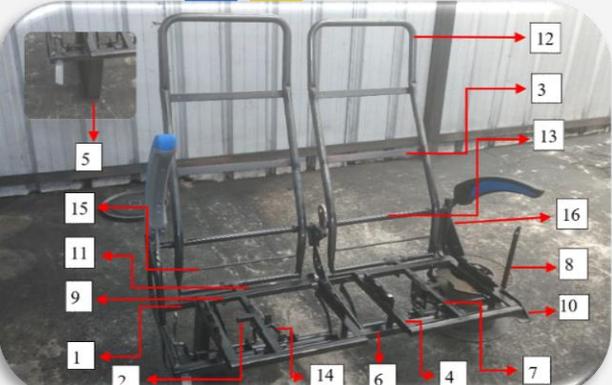
ASTM A500	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	% Elongación
Grado A	269	310	25
Grado B	317	400	23
Grado C	345	428	21

6	Tubo base cuadrado posterior y frontal	INEN2215 INEN2415 300-540MPa	ASTM A500	INEN2415 Mínimo 420MPa 1,05 kg/m	494,3 MPa 1,05 kg/m	SI SI
---	--	------------------------------------	-----------	--	------------------------	----------

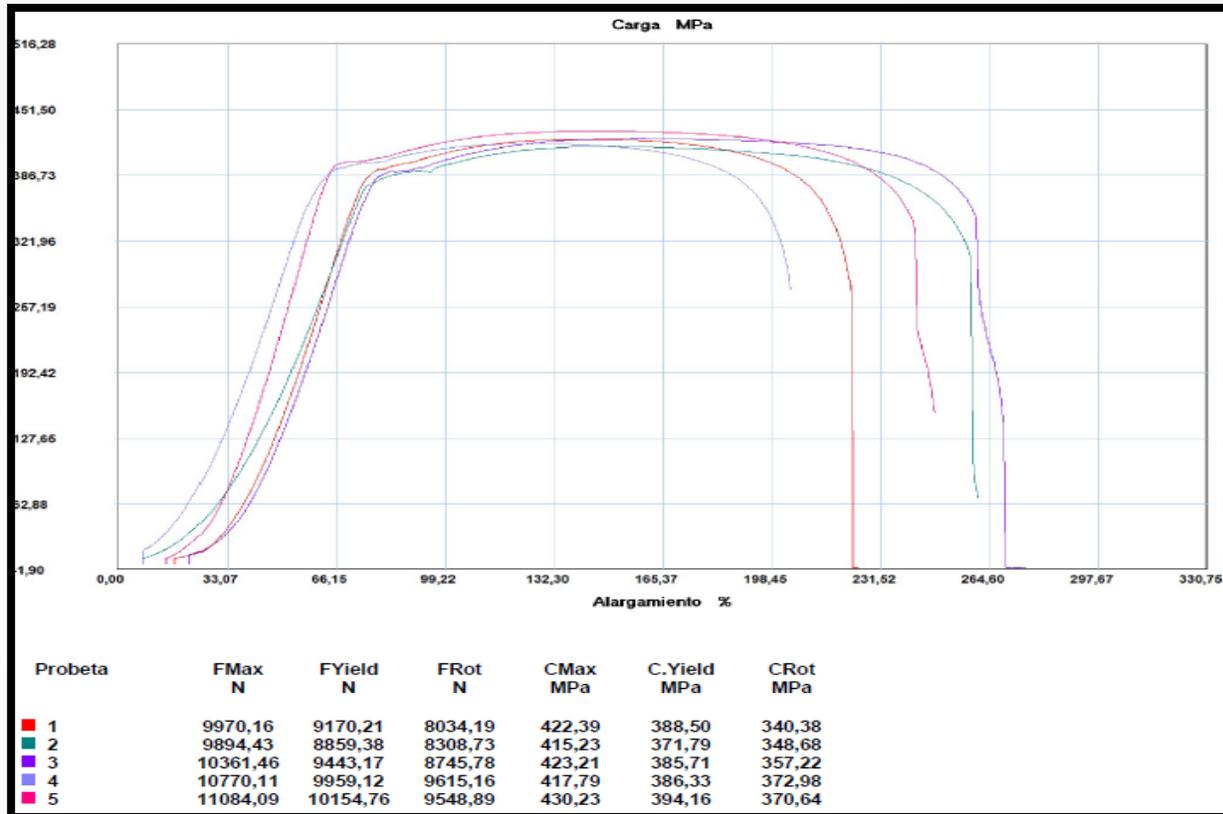


Resultado de ensayo en Tubo cuadrado base frontal

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Tubo cuadrado base frontal	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Tubo cuadrado	21,8	54,3	130,13	100	1,301
2	Tubo cuadrado	21,8	54,3	130,30	100	1,303
3	Tubo cuadrado	21,8	54,3	130,15	100	1,302
Promedio \bar{X}		1,303 (Kg/m)				
Derivación estándar S_{n-1}		0,001				
Coeficiente de Variación CV		0,071				



Probeta	Tubo cuadrado base frontal	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Tubo cuadrado base	388,5	422,39	19,53%	50	59,767
2	Tubo cuadrado base	371,79	415,23	22,66%	50	61,332
3	Tubo cuadrado base	385,71	423,21	23,28%	50	61,642
4	Tubo cuadrado base	386,33	417,79	17,28%	50	58,64
5	Tubo cuadrado base	394,16	430,23	21,21%	50	60,607
Promedio \bar{X}		385,297	421,77	20,80%		
Derivación estándar S_{n-1}		8,253	5,76	2,44%		
Coeficiente de Variación CV		2,14	1,37	11,73%		

NTE INEN 2415

Dimensiones		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m
20	1.2	0.72
20	1.5	0.88
20	2.0	1.15
25	1.2	0.90
25	1.5	1.12
25	2.0	1.47
30	1.2	1.09

Tabla 12. Propiedades ASTM A500.

ASTM A500	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	% Elongación
Grado A	269	310	25
Grado B	317	400	23
Grado C	345	428	21

7	Tubo cuadrado base frontal	INEN2215 INEN2415 300-540MPa	ASTM A500	INEN2415 Mín. 420MPa 1,36 kg/m	421,7 MPa 1,303 kg/m	SI SI
---	----------------------------	------------------------------------	--------------	--------------------------------------	-------------------------	----------



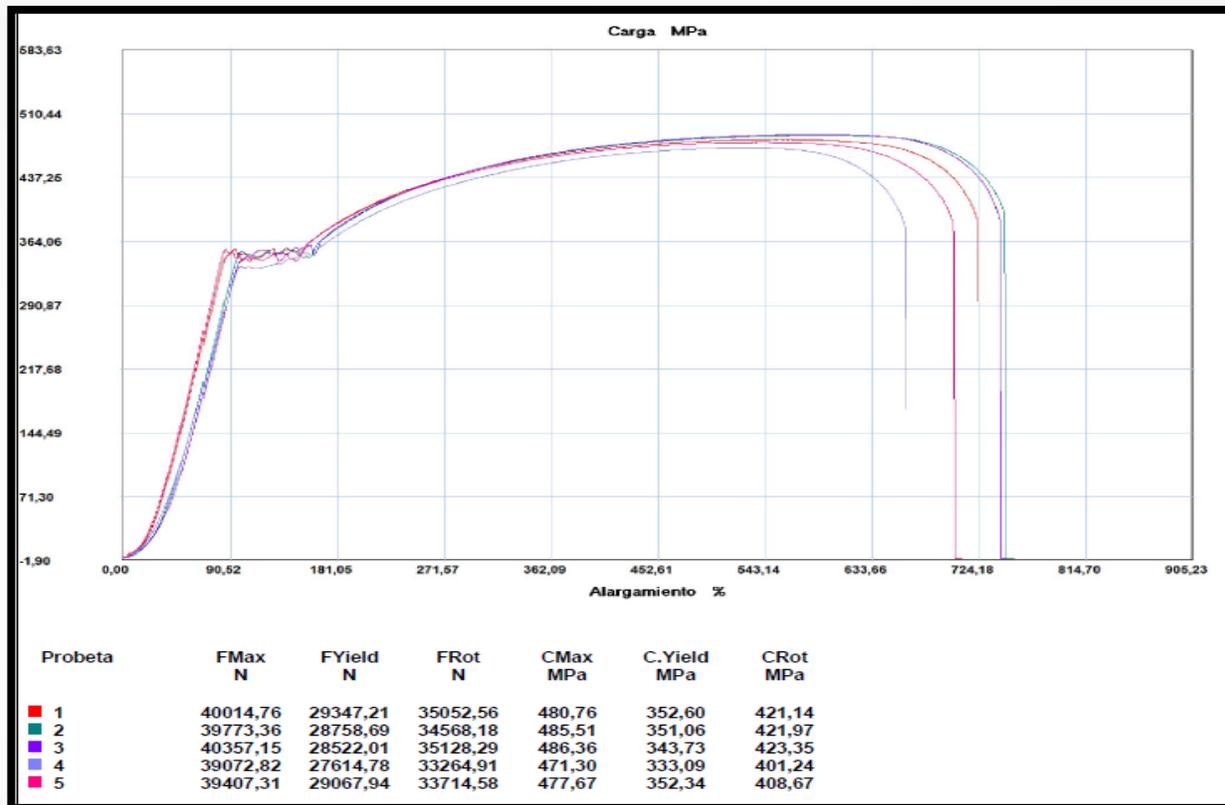
Resultado de ensayo en Platina grande de chupete

ACERO LAMINADO EN CALIENTE

Probeta	Platina grande de chupete	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Platina	21,8	54,3	56,11	100	0,561
2	Platina	21,8	54,3	56,05	100	0,561
3	Platina	21,8	54,3	56,04	100	0,561
Promedio X		0,561				
Derivación estándar <i>Sn-1</i>		0,000				
Coeficiente de Variación <i>CV</i>		0,068				

Nota: Autor: 2010

Probeta	Platina grande de chupete	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Platina grande	352,6	480,76	40,02%	80	112,018
2	Platina grande	351,06	485,51	41,46%	80	113,164
3	Platina grande	343,47	486,36	41,13%	80	112,902
4	Platina grande	333,09	471,3	36,88%	80	109,502
5	Platina grande	352,34	477,67	39,07%	80	111,255
Promedio X		346,563	480,321	39,71%		
Derivación estándar <i>Sn-1</i>		8,36	6,167	1,84%		
Coeficiente de Variación <i>CV</i>		2,41	1,28	4,64%		



NTE INEN 2222:2012

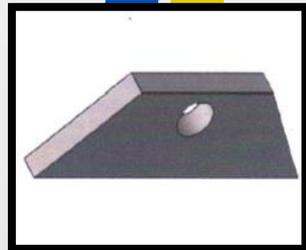
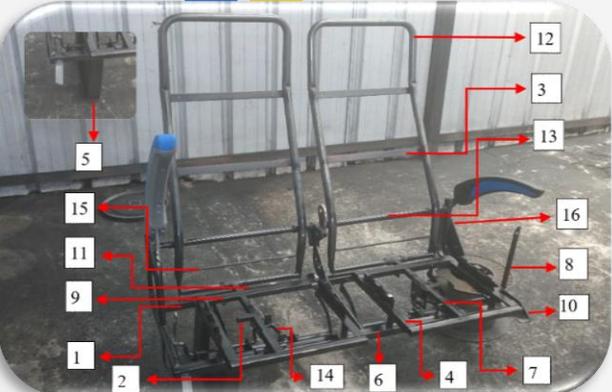
Ancho (mm)	Masa por unidad de longitud de acuerdo al espesor (kg/m)								
	3	4	5	6	8	10	12	15	20
12	0,28	0,38	0,47	0,57	-	-	-	-	-
16	0,38	0,50	0,63	0,75	1,00	1,26	1,51	-	-
18	0,42	0,57	0,71	0,85	-	-	-	-	-
19	0,48	0,60	0,75	0,90	-	-	-	-	-
20	0,47	0,63	0,79	0,94	1,26	1,57	-	-	-
25	0,59	0,79	0,98	1,18	1,57	1,96	2,36	-	-

PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	kgf/mm ²	MPa	kgf/mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta $L_0 = 5d_0$	21%		18%	

8	Platina grande de chupete	INEN2215 INEN2222 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215/2222 300-540MPa 0,63 kg/m	480,3 MPa 0,561 kg/m	SI SI
---	---------------------------	------------------------------------	-------------	--	-------------------------	----------

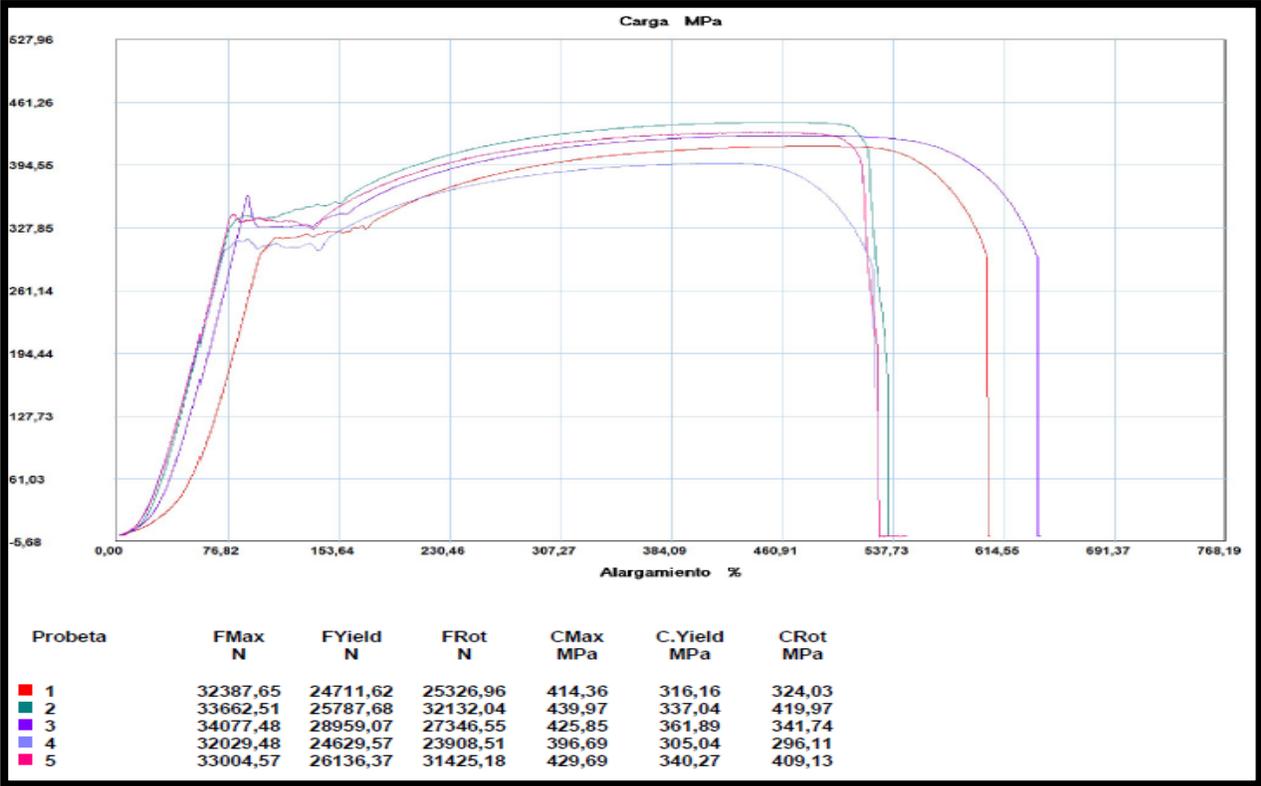
Resultado de ensayos en Platina

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Platina grande de chupete	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Platina	22,8	54,6	113,05	100	1,131
2	Platina	22,8	54,6	111,34	100	1,113
3	Platina	22,8	54,6	112,19	100	1,122
Promedio X		1,12 kg/m				
Derivación estándar Sn-I		0,009				
Coeficiente de Variación CV		0,762				

Probeta	Platina	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Platina	316,16	414,36	33,52%	80	106,814
2	Platina	337,04	439,97	29,10%	80	103,276
3	Platina	361,89	425,85	35,11%	80	108,086
4	Platina	305,04	396,69	29,29%	80	103,434
5	Platina	340,27	429,69	28,80%	80	103,043
Promedio X		332,81	421,313	31,16%		
Derivación estándar		22,165	16,533	2,93%		
Coeficiente de V.		6,67	3,92	9,42%		



NTE INEN 2222:2012

Ancho (mm)	Masa por unidad de longitud de acuerdo al espesor (kg/m)									
	3	4	5	6	8	10	12	15	20	
12	0,28	0,38	0,47	0,57	-	-	-	-	-	
16	0,38	0,50	0,63	0,75	1,00	1,26	1,51	-	-	
18	0,42	0,57	0,71	0,85	-	-	-	-	-	
19	0,48	0,60	0,75	0,90	-	-	-	-	-	
20	0,47	0,63	0,79	0,94	1,26	1,57	-	-	-	
25	0,59	0,79	0,98	1,18	1,57	1,96	2,36	-	-	
30	0,71	0,94	1,18	1,41	1,88	2,36	2,83	3,53	4,71	

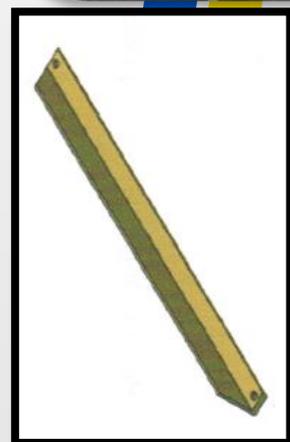
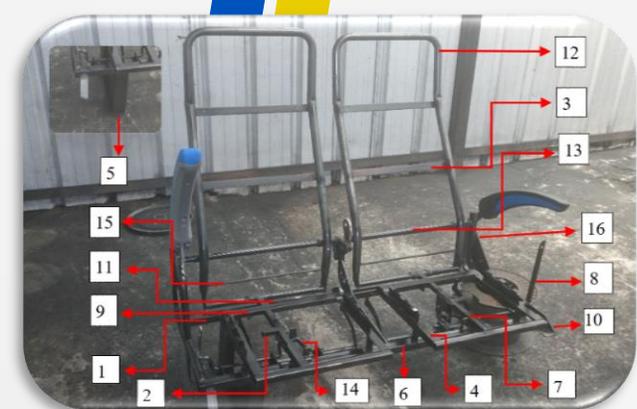
PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm ²	MPa	Kgf / mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

9	Platina	INEN2215 INEN2222 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215/2222 300-540MPa 1,18 kg/m	421,3 MPa	SI
					1,12 kg/m	SI



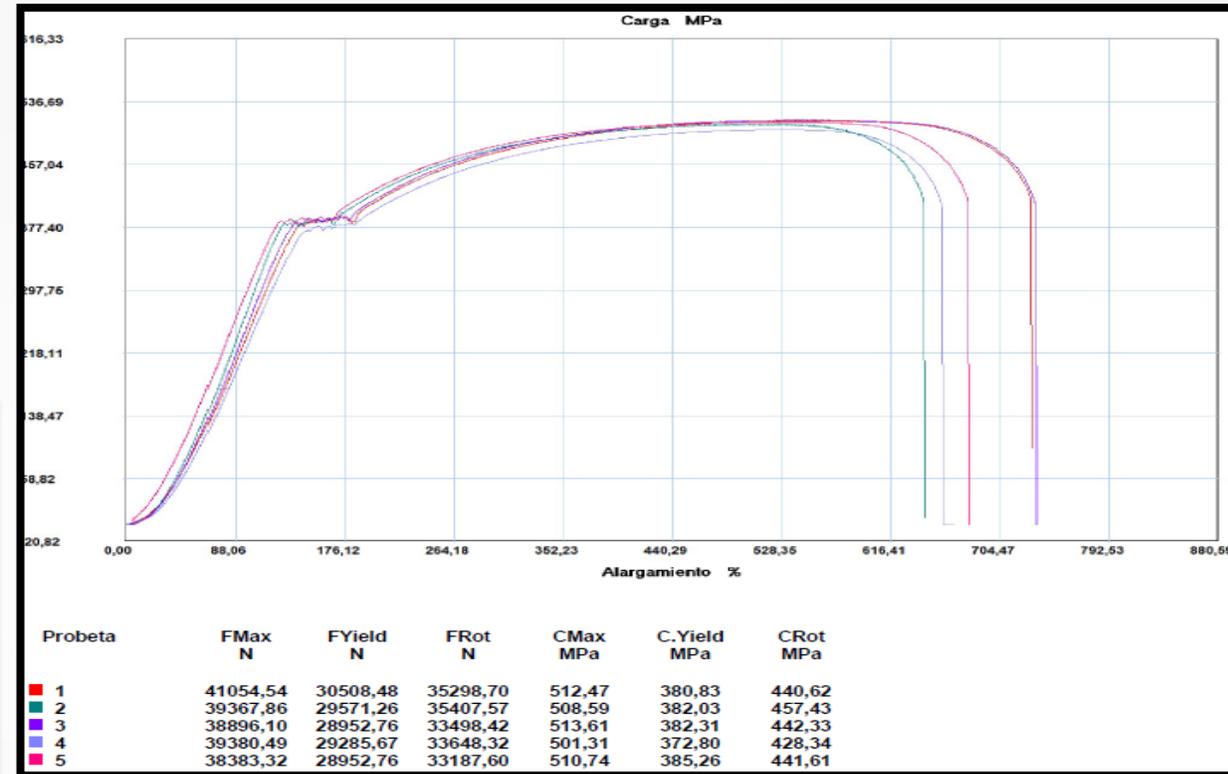
Resultado de ensayo en Angulo anclaje.

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Angulo anclaje	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Angulo anclaje	22,1	55,8	231,53	100	2,315
2	Angulo anclaje	22,1	55,8	230,49	100	2,305
3	Angulo anclaje	22,1	55,8	230,42	100	2,304
Promedio X		2,308 kg/m				
Derivación estándar Sn-1		0,006				
Coeficiente de Variación CV		0,269				

Probeta	Angulo anclaje	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Angulo anclaje	380,83	512,47	40,57%	80	112,452
2	Angulo anclaje	382,03	508,59	35,35%	80	108,276
3	Angulo anclaje	382,31	513,61	40,66%	80	112,527
4	Angulo anclaje	372,8	501,31	36,68%	80	109,342
5	Angulo anclaje	385,26	510,74	37,70%	80	110,156
Promedio X		380,644	509,343	38,19%		
Derivación estándar Sn-1		4,677	4,876	2,36%		
Coeficiente de Variación		1,23	0,96	6,19%		



NTE INEN 2224:2013

Designación	Área (S)	Masa
	cm ²	kg/m
20x20x2	0,78	0,59
20x20x3	1,12	0,88
20x20x4	1,45	1,14
25x25x3	1,42	1,12
25x25x4	1,85	1,45
30x30x3	1,74	1,36
30x30x4	2,27	1,78

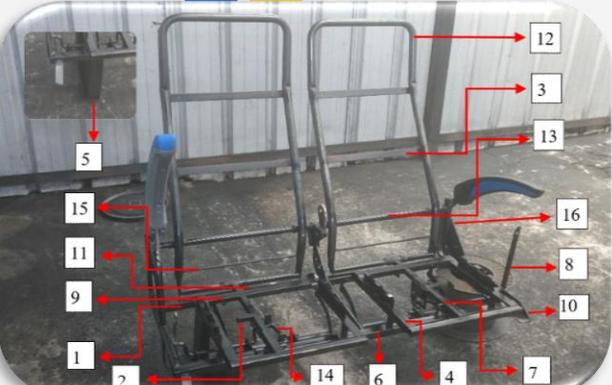
ASTM A36 Esta norma cubre Laminas, bobinas, planchas, barras, vigas, canales y ángulos.

Propiedades Mecánicas	PSI	MPa
Resistencia a la tracción	58000-80000	400-550
Punto de Fluencia	36000	250
Elongación en 8"	min. 20%	
Elongación en 2"	min.23%	

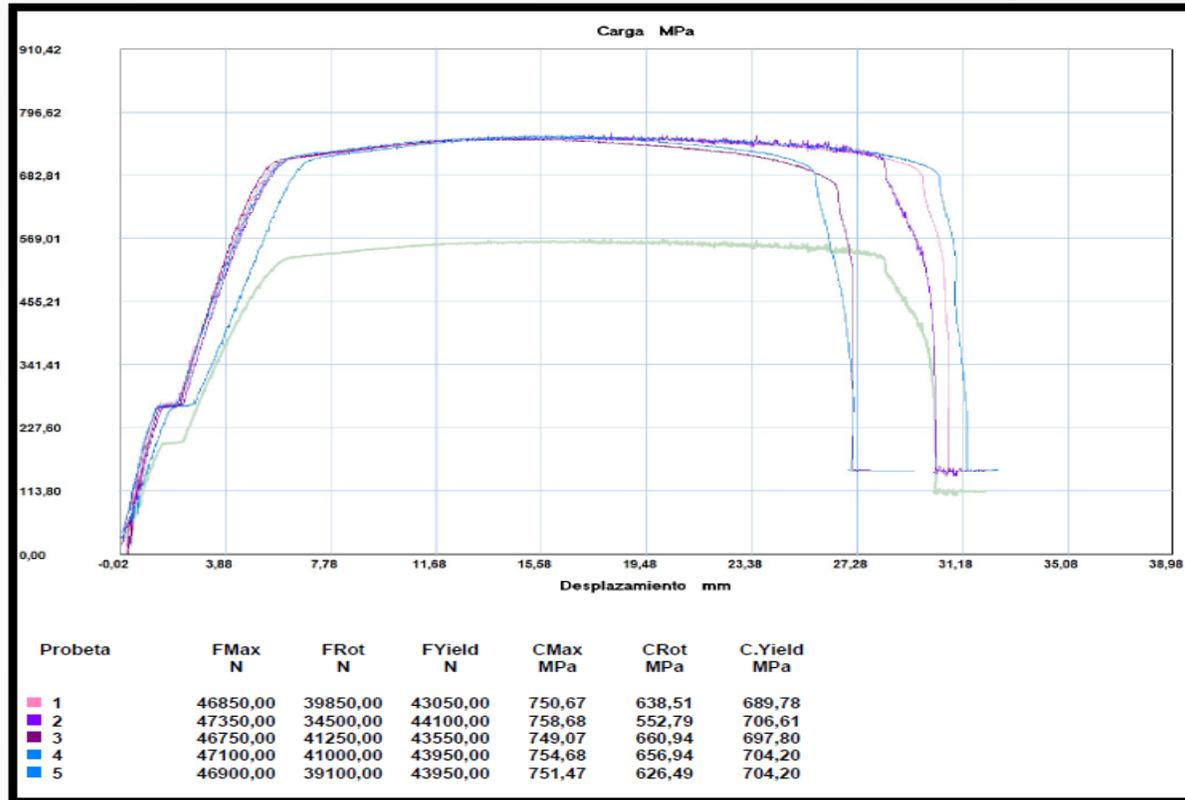
10	Angulo anclaje	INEN2215 INEN2224	ASTM A36	INEN2224 Mín. 400 MPa	509,3 MPa	SI
		300-540MPa		1,36 kg/m	1,421 kg/m	SI

Resultado de ensayo en Tubo redondo apoya pies.

MATERIAL ACERO AL CARBONO



Probeta	Tubo redondo apoya pies	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Tubo redondo	22,3	54,9	63,05	100	0,631
2	Tubo redondo	22,3	54,9	62,69	100	0,627
3	Tubo redondo	22,3	54,9	65,00	100	0,650
Promedio \bar{X}		0,636				
Derivación estándar S_{n-1}		0,012				
Coeficiente de Variación CV		1,961				



Probeta	Angulo anclaje Tubo redondo apoya pies	Limite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Tubo redondo	689,78	750,67	59,62%	50	79,809
2	Tubo redondo	706,61	758,68	59,20%	50	79,601
3	Tubo redondo	697,8	749,07	53,05%	50	76,527
4	Tubo redondo	704,2	754,68	60,71%	50	80,356
5	Tubo redondo	704,2	751,47	51,86%	50	75,929
Promedio \bar{X}		700,519	752,914	56,89%		
Derivación estándar S_{n-1}		6,836	3,817	4,11%		
Coeficiente de Variación CV		1	5	7,22%		

NTE INEN 2470

Designación comercial	Diámetro exterior nominal (mm)	Serie liviana II					
		Espesor nominal (mm)	Extremo plano kg/m	Extremo roscado kg/m	Diámetro exterior máx. (mm)	Diámetro exterior mín. (mm)	
6	1/8	10,2	1,8	0,360	0,363	10,1	9,7
8	1/4	13,5	1,8	0,515	0,519	13,6	13,2
10	3/8	17,2	1,8	0,670	0,676	17,1	16,7
15	1/2	21,3	2,0	0,947	0,956	21,4	21,0
20	3/4	26,9	2,3	1,38	1,39	26,9	26,4

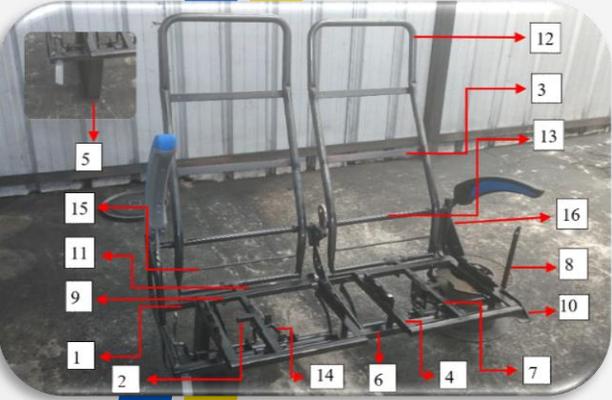
	Grado A
Resistencia a la tracción mínima, MPa	330
Límite de fluencia mínimo, MPa	205
Elongación en 50 mm	AB

11	Tubo redondo apoya pies	INEN2470 330-415MPa	Acero al carbono	INEN2470 330-415MPa	752,9 MPa	NO
				0,47 kg/m	0,640 kg/m	NO

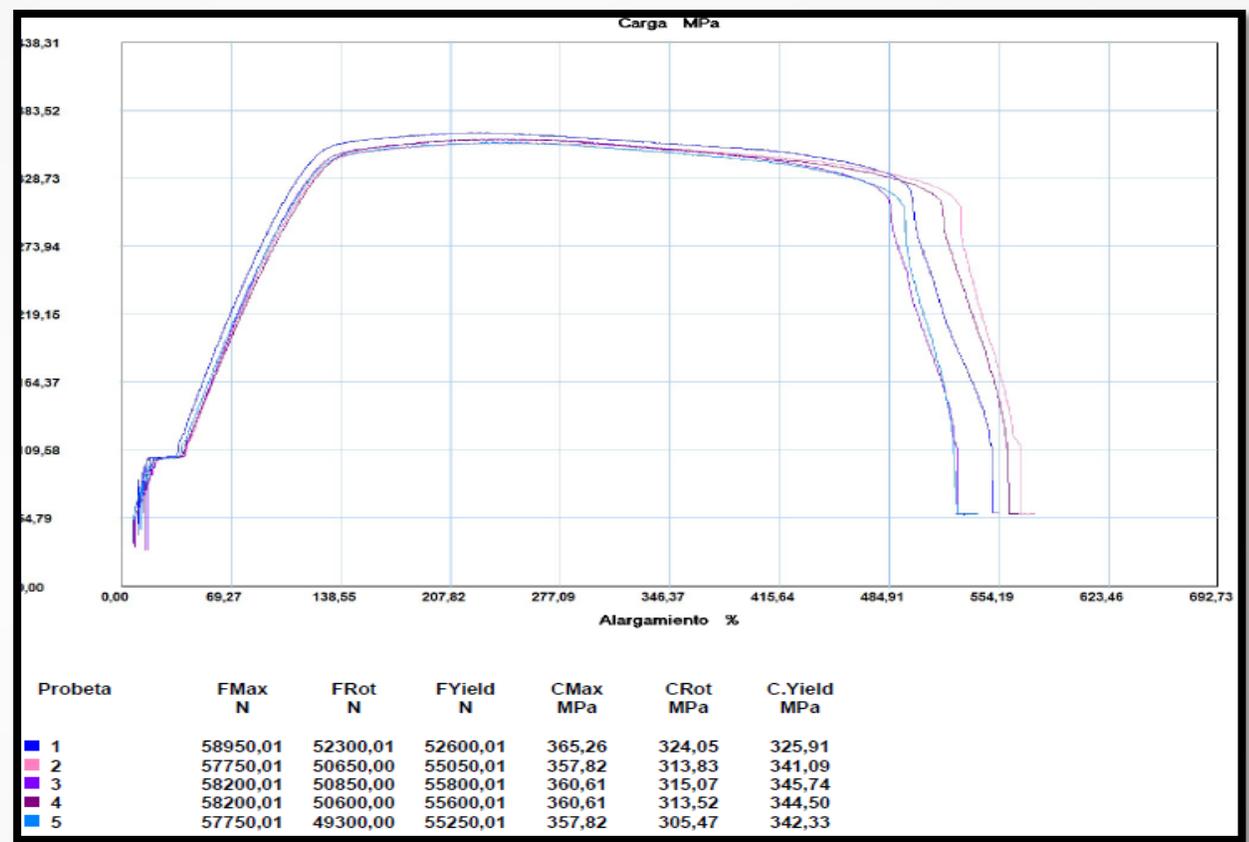


Resultado de ensayo en Soporte espaldar y base

MATERIAL ACERO AL CARBONO



Probeta	Soporte espaldar y base	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Soporte espaldar	22,2	55,3	91,72	100	0,917
2	Soporte espaldar	22,2	55,3	91,39	100	0,914
3	Soporte espaldar	22,2	55,3	91,88	100	0,919
Promedio X̄		0,917				
Derivación estándar Sn-1		0,002				
Coeficiente de Variación CV		0,273				



Probeta	Soporte espaldar y base	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Soporte espaldar	325,91	365,26	45%	50	72,50
2	Soporte espaldar	341,09	357,82	47,71%	50	73,86
3	Soporte espaldar	345,74	360,61	43,77%	50	71,88
4	Soporte espaldar	344,5	360,61	47,26%	50	73,63
5	Soporte espaldar	342,33	357,82	46,98%	50	73,49
Promedio X̄		339,915	360,424	46,14%		
Derivación estándar Sn-1		8,035	3,04	1,68%		
Coeficiente de Variación		2,4	0,8	3,65%		

NTE INEN 2470

Designación comercial	Diámetro exterior nominal (mm)	Serie liviana II					
		Espesor nominal (mm)	Extremo plano kg/m	Extremo roscado kg/m	Diámetro exterior máx. (mm)	Diámetro exterior mín. (mm)	
6	1/8	10,2	1,8	0,360	0,363	10,1	9,7
8	1/4	13,5	1,8	0,515	0,519	13,6	13,2
10	3/8	17,2	1,8	0,670	0,676	17,1	16,7
15	1/2	21,3	2,0	0,947	0,956	21,4	21,0
20	3/4	26,9	2,3	1,38	1,39	26,9	26,4

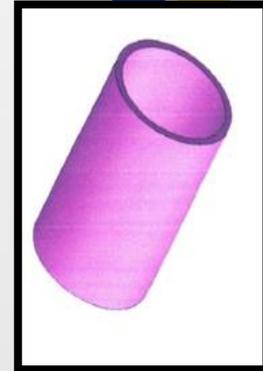
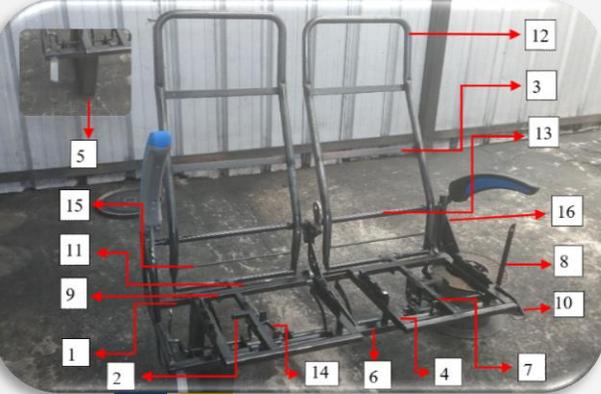
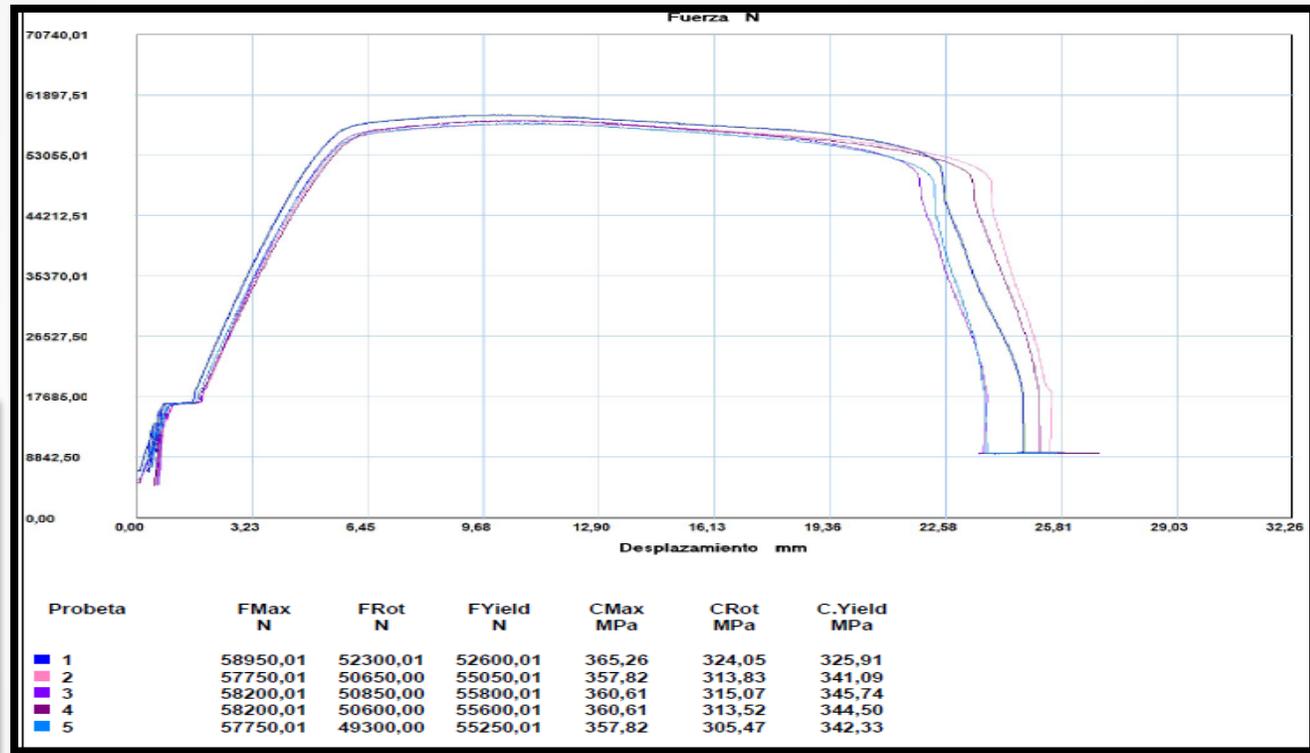
	Grado A
Resistencia a la tracción mínima, MPa	330
Límite de fluencia mínimo, MPa	205
Elongación en 50 mm	AB

12	Soporte espaldar y base	INEN2470 330-415MPa	Acero al carbono	INEN2470 330-415MPa 0,95 kg/m	360,4 MPa	0,917 kg/m	SI
----	-------------------------	---------------------	------------------	-------------------------------	-----------	------------	----



Resultado de ensayo en Conexión espaldar

MATERIAL ACERO AL CARBONO



Probeta	Conexión espaldar	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Conexión	22,8	55,1	139,31	100	1,393
2	Conexión	22,8	55,1	140,19	100	1,402
3	Conexión	22,8	55,1	139,52	100	1,395
Promedio X		1,397				
Derivación estándar Sn-1		0,005				
Coeficiente Variación CV		0,329				

Probeta	Conexión espaldar	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Conexión espaldar	314,12	343,52	69,72%	50	84,86
2	Conexión espaldar	316,94	241,1	66,48%	50	83,24
3	Conexión espaldar	310,9	340,7	69,24%	50	84,62
4	Conexión espaldar	318,75	340,7	63,77%	50	81,88
5	Conexión espaldar	317,34	340,5	67,26%	50	83,63
Promedio X		315,608	341,301	67,29%		
Derivación estándar Sn-1		3,125	1,257	2,39%		
Coeficiente de Variación		1	0,4	3,55%		

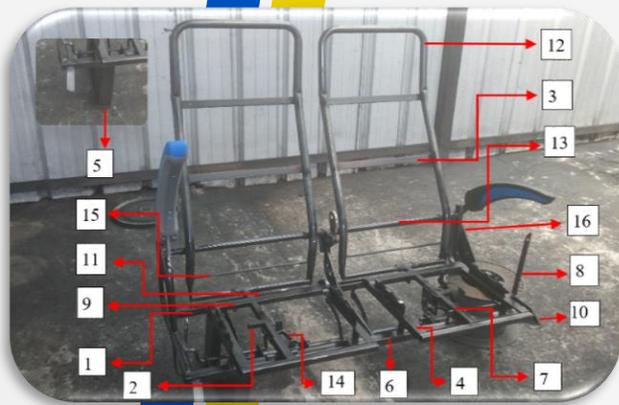
NTE INEN 2470

Designación comercial	Diámetro exterior nominal (mm)	Serie liviana II					
		Esesor nominal (mm)	Extremo plano kg/m	Extremo roscado kg/m	Diámetro exterior máx. (mm)	Diámetro exterior mín. (mm)	
6	1/8	10,2	1,8	0,360	0,363	10,1	9,7
8	1/4	13,5	1,8	0,515	0,519	13,6	13,2
10	3/8	17,2	1,8	0,670	0,676	17,1	16,7
15	1/2	21,3	2,0	0,947	0,956	21,4	21,0
20	3/4	26,9	2,3	1,38	1,39	26,9	26,4
25	1	33,7	2,6	1,98	2,00	33,8	33,2

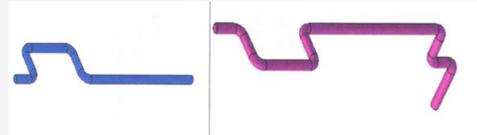
	Grado A
Resistencia a la tracción mínima, MPa	330
Límite de fluencia mínimo, MPa	205
Elongación en 50 mm	A ^B

13	Conexión espaldar	INEN2470 330-415MPa	Acero al carbono	INEN2470 330-415MPa	341,3 MPa	SI
				1,40 kg/m	1,397 kg/m	SI



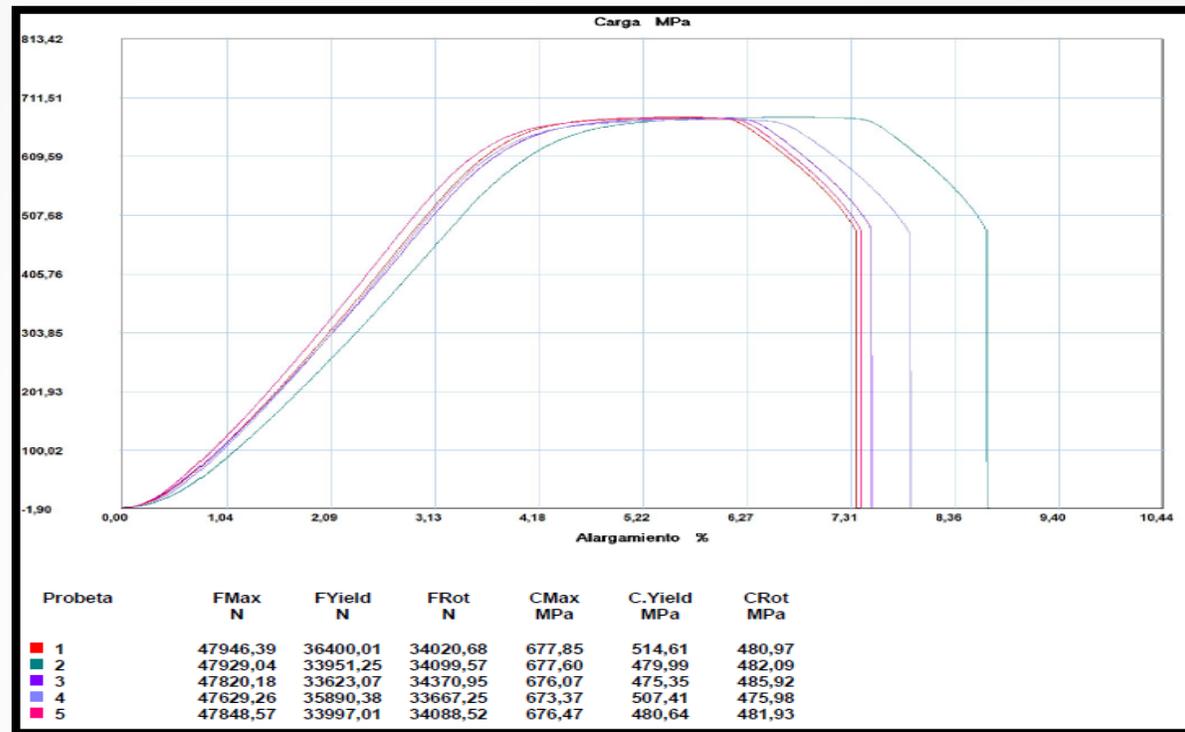


Resultado de ensayo en Varilla eje izquierdo o derecho



ACERO LAMINADO EN CALIENTE

Probeta	Varilla eje izquierdo o derecho	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Varilla eje	22,5	54,9	54,00	100	0,540
2	Varilla eje	22,5	54,9	54,36	100	0,544
3	Varilla eje	22,5	54,9	55,24	100	0,552
Promedio X			0,545			
Derivación estándar S_n-1			0,006			
Coeficiente de Variación CV			0,170			



Probeta	Varilla eje izquierdo o derecho	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Varilla eje	514,61	677,85	30,03%	50	65,01
2	Varilla eje	479,99	677,6	34,64%	50	67,33
3	Varilla eje	475,35	676,07	29,44%	50	64,72
4	Varilla eje	507,41	673,37	31,60%	50	65,80
5	Varilla eje	480,64	676,47	29,64%	50	64,82
Promedio X		491,6	676,271	31,07%		
Derivación estándar S_n-1		18,016	1,788	2,18%		
Coeficiente de Variación CV		3,7	0,3	7,02%		

NTE INEN 2222:2012

Diámetro (mm)	Área (cm ²)	Masa (kg/m)
6	0,283	0,223
8	0,503	0,395
10	0,785	0,617
12	1,131	0,888

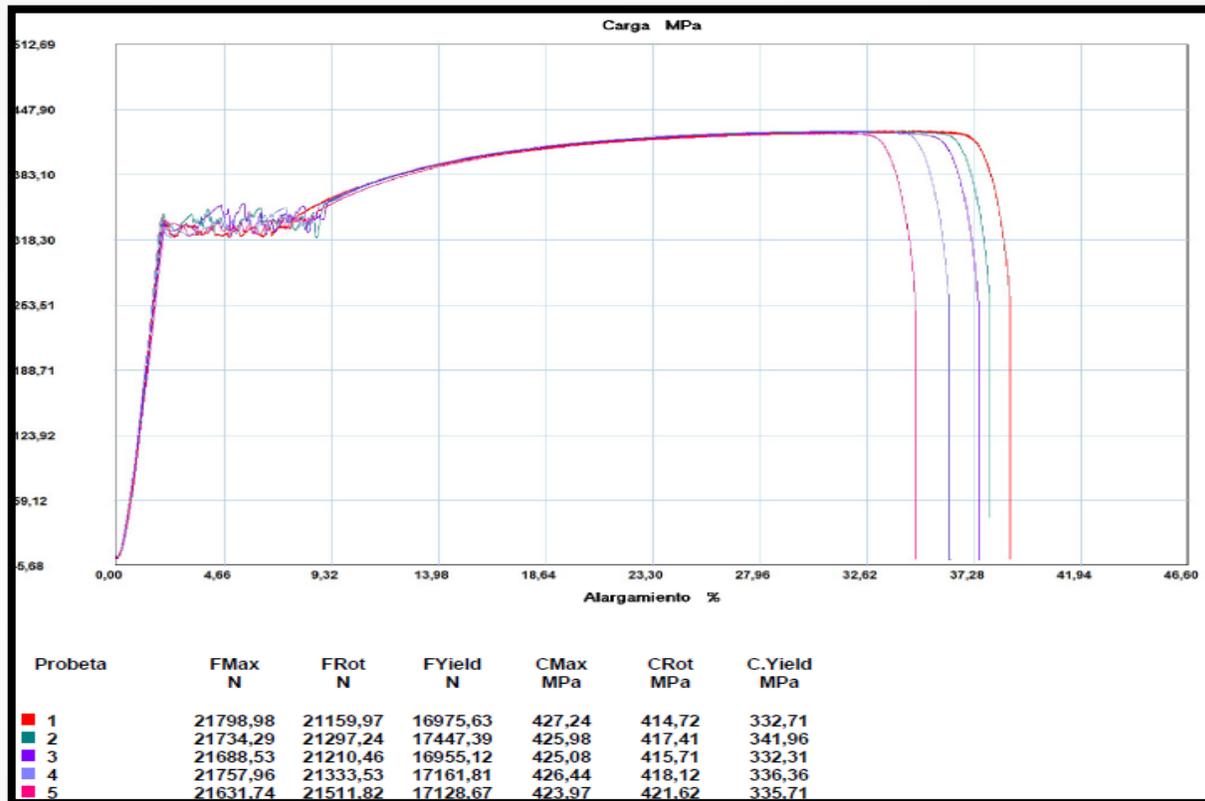
PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm ²	MPa	Kgf / mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

14	Varilla eje izquierdo o derecho	INEN2215 INEN2222 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215/2222 400- 540 MPa 0,45 kg/m	676,2 MPa 0,545 kg/m	NO NO
----	---------------------------------	------------------------------------	-------------	--	-------------------------	----------

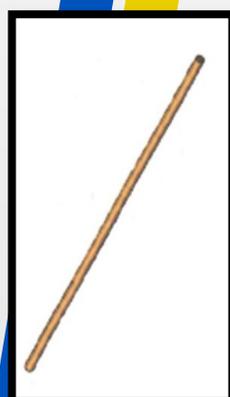


Resultado de ensayo en Varilla lisa refuerzo espaldar

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Varilla lisa refuerzo espaldar	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Varilla lisa	22,3	55,6	33,11	100	0,331
2	Varilla lisa	22,3	55,6	33,13	100	0,331
3	Varilla lisa	22,3	55,3	33,26	100	0,333
Promedio X		0,332 kg/m				
Derivación estándar Sn-1		0,001				
Coeficiente de Variación CV		0,246				



Probeta	Varilla lisa refuerzo espaldar	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Varilla lisa refuerzo	332,71	427,24	49,69%	50	74,85
2	Varilla lisa refuerzo	341,96	425,98	45,92%	50	72,96
3	Varilla lisa refuerzo	332,31	425,08	43,65%	50	71,82
4	Varilla lisa refuerzo	336,36	426,44	38,85%	50	69,43
5	Varilla lisa refuerzo	335,71	423,97	51,53%	50	75,77
Promedio X		335,809	425,741	45,93%		
Derivación estándar Sn-1		3,872	1,264	5,02%		
Coeficiente de Variación CV		1,2	0,3	10,93%		

NTE INEN 2222:2012

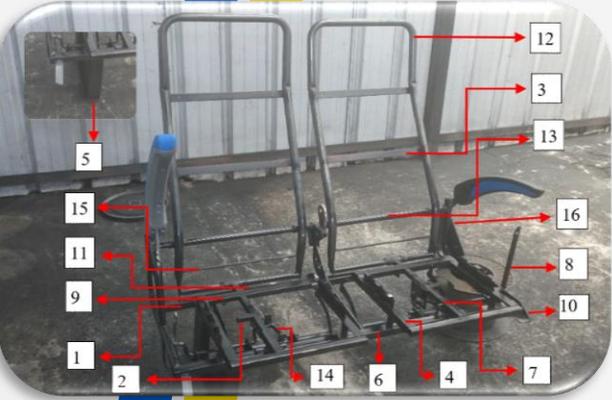
Diámetro (mm)	Area (cm ²)	Masa (kg/m)
6	0,283	0,223
8	0,503	0,395
10	0,785	0,617
12	1,131	0,888

PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm ²	MPa	Kgf / mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

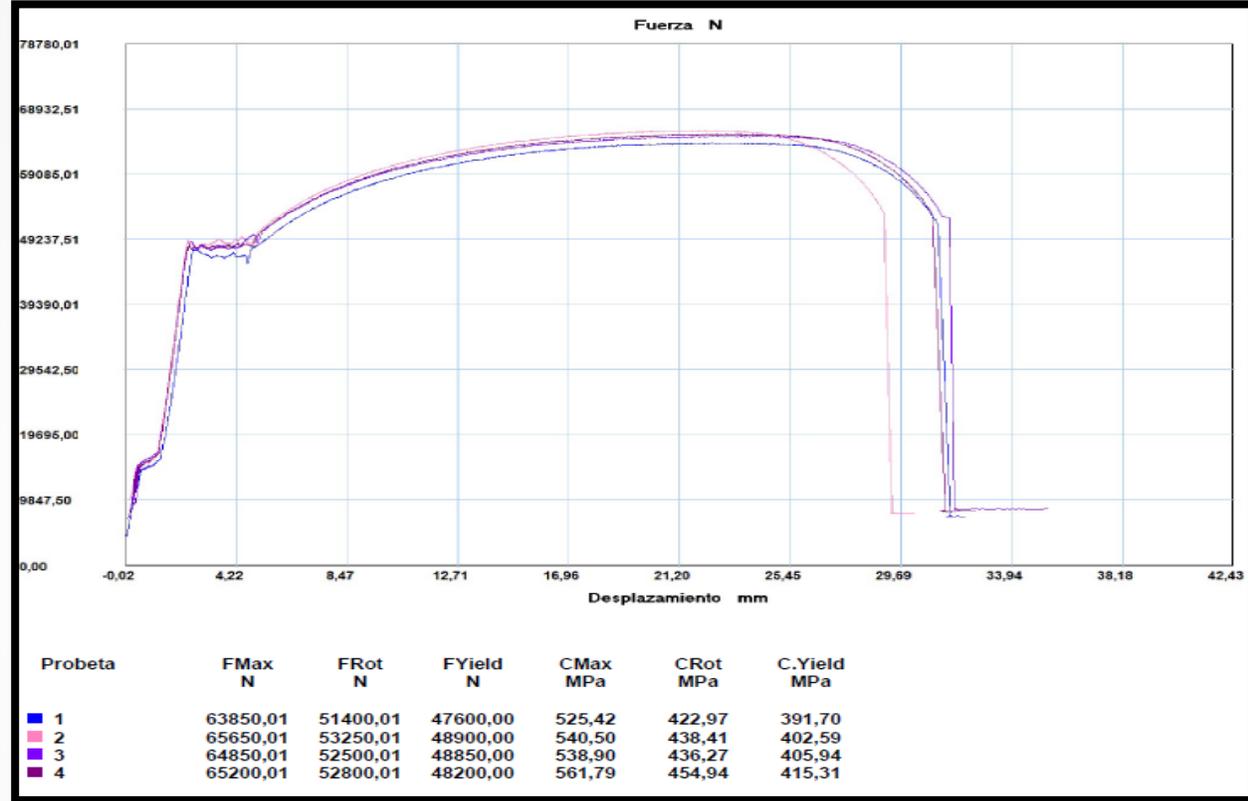
15	Varilla lisa refuerzo espaldar	INEN2215 INEN2222 300-540MPa	ASTM A36	INEN2215/2222 400- 540 MPa 0,395 kg/m	425,7 MPa	SI
					0,332 kg/m	SI

Resultado de ensayo en Soporte anclaje

ACERO LAMINADO EN CALIENTE



Probeta	Soporte anclaje	Temperatura (C)	Humedad Relativa (%)	Masa (Kg)	Long. (m)	(kg/m)
1	Soporte anclaje	22,8	55,4	230,59	100	2,306
2	Soporte anclaje	22,8	55,4	230,43	100	2,304
3	Soporte anclaje	22,8	55,4	232,55	100	2,326
Promedio X		2,312 Kg/m				
Derivación estándar <i>S_{n-1}</i>		0,012				
Coeficiente de Variación <i>CV</i>		0,511				



Probeta	Soporte anclaje	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Long. Inicial	Long. Final
1	Soporte anclaje	391,7	525,42	38,89%	80	111,11
2	Soporte anclaje	402,59	540,5	36,29%	80	109,03
3	Soporte anclaje	538,9	538,9	39,45%	80	111,56
4	Soporte anclaje	561,79	561,79	38,45%	80	110,89
5	Soporte anclaje	-	-	-	-	-
Promedio X		541,65	541,65	38,31%		
Derivación estándar <i>S_{n-1}</i>		15,031	15,031	1,40%		
Coeficiente de Variación		2,8	2,8	3,64%		

NTE INEN 2222:2012

Ancho (mm)	Masa por unidad de longitud de acuerdo al espesor (kg/m)									
	3	4	5	6	8	10	12	15	20	
12	0,28	0,38	0,47	0,57	-	-	-	-	-	
16	0,38	0,50	0,63	0,75	1,00	1,26	1,51	-	-	
18	0,42	0,57	0,71	0,85	-	-	-	-	-	
19	0,48	0,60	0,75	0,90	-	-	-	-	-	
20	0,47	0,63	0,79	0,94	1,26	1,57	-	-	-	
25	0,59	0,79	0,98	1,18	1,57	1,96	2,36	-	-	
30	0,71	0,94	1,18	1,41	1,88	2,36	2,83	3,53	4,71	
35	0,82	1,10	1,37	1,65	2,20	2,75	3,30	4,12	5,50	
40	0,94	1,26	1,57	1,88	2,51	3,14	3,77	4,71	6,28	
45	1,06	1,41	1,77	2,12	2,83	3,53	4,24	5,30	7,07	
50	1,17	1,57	1,96	2,36	3,14	3,93	4,71	5,89	7,85	

PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm ²	MPa	Kgf / mm ²	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta	21%		18%	

1	Soporte anclaje	INEN2215	AST	INEN2215/222	541,6	SI
6		INEN2222	M A36	2	MPa	SI
		300-540MPa		300-540MPa		
				2,36 kg/m	2,315 kg/m	

CONCLUSIONES

- Se describieron los 16 materiales seleccionados para la fabricación de asientos de la empresa proveedora pionera en asientos de buses interprovinciales de la ciudad de Ambato, estos materiales están en los diferentes modelos como DELUX, DELUX VIP, COCHE CAMA, ASIENTOS DE CHOFER.
- La realización de los ensayos de tracción y densidad permitió identificar la resistencia rotura, límite de fluencia, deformaciones y masa nominal de cada material por lo cual dos materiales no cumplen con las normas establecidas como son tubo apoya pies y varilla eje izquierdo o derecho.
- El resto de materiales que son 14 según los ensayos cumplen con los rangos establecidos por las normas INEN 2415, INEN 2215, INNEN 2222, INEN 2470, INEN 2224 y ASTM A36, ASTM A500 para materiales perfiles L, U, platinas, tubos cuadrados, tubos redondos, varillas que tienen una gran resistencia y el peso admitido normalizado nacional e internacional.
- La seguridad en las resistencia y masa estructural del asiento de bus interprovincial tiene un 87,5 % según los ensayos realizados, es importante sustituir los materiales que no cumplen para tener una seguridad en estructura el 100% según las normas nacionales e internacionales.
- La alternativa de sustitución de los materiales reconocidos para tubo redondo apoya pies según las normas INEN 2470 es el acero al carbono negro galvanizado de diámetro exterior 17,1 mm (3/8") espesor 1,70mm, por el de 21,3 mm (1/2") espesor de 2,00mm y Varilla eje izquierdo o derecho por un acero laminado en caliente de diámetro 8mm por uno de 10 mm para que cumpla su masa nominal sin perder la resistencia.

REFERENCIAS

- METALÚRGICAS CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. Madrid , Madrid , ESPAÑA : ISBN: 978-84-669-1763-6
- NORMALIZACIÓN, I. E. (2015). VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS INTRARREGIONAL, INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL. REQUISITOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Quito, Pichincha, ECUADOR: Registro Oficial No. 458 de 2015-03-13.
- 043, R. T. (8 de abril de 2010). BUS INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL . *Reglamento Técnico Ecuatoriano* , págs. <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/RTE-043.pdf>.
- 2415, N. T. (8 de Diciembre de 2008). Tubo de acero al carbono para aplicaciones estructurales y usos generales. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN* , pág. <https://ia801602.us.archive.org/34/items/ec.nte.2415.2008/ec.nte.2415.2008.pdf>.
- Camara de la Industria Automotriz Ecuatoriana. (2017). *Anuario de la Industria Automotriz Ecuatoriana*. Quito: CINA E.
- Singuer , F. (1994). *Resistencia de Matreriales* . Mexico: STRENGTH OF MATERIALS.
- Carrocerias, C. N. (Abril 2014). *Informe Diagnostico del sector Carrocero* . Quito: CANFAC.



GRACIAS UISEK