



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA
FABRICACIÓN DE CONEXIONES SOLDADAS EN NAVES
INDUSTRIALES**

Autores: García S. Valentina V.,
Linares G., Wilder Y.,

Urb. Yuma II, calle N.º 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA
FABRICACIÓN DE CONEXIONES SOLDADAS EN NAVES
INDUSTRIALES**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: García S. Valentina V.,
C.I: 28.130.573
Linares G., Wilder Y.,
C.I: 28.480.014

Tutor académico: Ing. José Antonio Rodríguez.

San Diego, junio 2022.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO


El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales


Realizado por el (la) Br. Valentina García
C.I. N° 28130573 cursante de la carrera de Ingeniería Civil
hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:


APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: José Antonio Rodríguez
C.I.: 13442917


Jurado
Nombre: Luis Rodríguez
C.I.: 15148806


Jurado
Nombre: José Rodríguez
C.I.: 5279113

Fecha: 16/06/22





ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Análisis Comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales


Realizado por el (la) Br. Wilder Linares
C.I. N° 28480014 cursante de la carrera de Ingeniería Civil
hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:


APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Jose Antonio Rodriguez
C.I.: 13.442.917


Jurado
Nombre: Los T Rodriguez
C.I.: 15148806


Jurado
Nombre: Jose Rodriguez
C.I.: 5279113

Fecha: 06/06/22





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ingeniero José Antonio Rodríguez, portador de la cédula de identidad N°13.442.917, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por los ciudadanos Valentina Victoria García Silveira, portadora de la cédula de identidad N°28.130.573, y Wilder Yoangel Linares Gómez, portador de la cédula de identidad N°28.480.014, titulado **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA FABRICACIÓN DE CONEXIONES SOLDADAS EN NAVES INDUSTRIALES”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, junio del 2022.

Ing. José Antonio Rodríguez
C.I: 13.442.917

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI L 007 2022-1CR TG

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadanos:
GARCIA SILVEIRA, VALENTINA VICTORIA
28.130.573
LINARES GOMEZ, WILDER YOANGEL
28.480.014
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2022 de fecha 15/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Análisis compartivo de la estimación de costo para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que la asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. José Antonio Rodríguez Pedreñales, titular de la cédula de identidad V- 13.442.917



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme vida, salud, paciencia, capacidad y sabiduría a lo largo de mi formación como profesional.

A mis padres, **Víctor García y Morella Silveira**, pilares fundamentales en mi vida, que con mucho amor me apoyaron en todo momento. Les dedico todo mi esfuerzo, en honor a todo el sacrificio que han realizado para que pudiese culminar este logro. Gracias por darme una vida en donde no me ha faltado nada.

A mis hermanas, **Daniela García y Nathalia García**, por su presencia, apoyo y respaldo que me impulsa a finalizar las metas que me propongo.

A **Luis Maestre**, por su comprensión, tolerancia, paciencia, apoyo y amor, durante toda mi preparación profesional. Por compartir conmigo tantos momentos maravillosos que nos ha ofrecido la vida, por estar junto a mí en los tramos y por demostrarme día tras día que soy capaz de alcanzar todo lo que crea posible.

A toda mi familia, por siempre creer en mí y decirme esas palabras de satisfacción que me hacen crecer aún más.

A todos mis profesores de la Universidad José Antonio Páez, personas de gran sabiduría que han dedicado tiempo y esfuerzo, para aportar a mi crecimiento personal, académico y profesional.

A mi tutor, **José Antonio Rodríguez**, por confiar en nosotros y permitirme ser parte de uno de sus proyectos, apoyándome desde el principio y abriéndome las puertas de su empresa CAMICEM C.A. para hacer posible este Trabajo de Grado.

A mis amigas, **Alvany Guerra, Cristina Veliz y Victoria Guedez**, por estar siempre presentes en mi vida y regalarme tantos años de una verdadera e invaluable amistad. Más que amigas, son mis hermanas.

A **Andrés Araujo**, por ser mi equipo desde el inicio de nuestra amistad, por apoyarme en cualquier momento durante la última etapa de mi carrera y por nunca dudar que podía lograrlo.

Este logro, también es de ustedes. ¡Infinitas gracias a todos!

Valentina García.

Primeramente, a **Dios**, por brindarme la vida, salud, la familia que tengo y la oportunidad de formarme como profesional.

A mis padres **Miletza Gómez** y **Yonny Linares**, ya que gracias a ellos con su apoyo y amor incondicional han podido impulsarme en todo momento a cumplir mis metas y ser mejor persona cada día, a ellos les dedico este logro y los próximos, gracias por darme una vida feliz junto a ustedes.

A mi hermano **Wilberth Linares**, por su apoyo y compañía que han sido de gran ayuda para el cumplimiento de mis metas a lo largo de mi vida.

A mi tutor **José Antonio Rodríguez**, por brindarnos su confianza al darnos la oportunidad de participar en uno de sus proyectos en su empresa CAMICEM C.A, en donde siempre nos brindó su apoyo y conocimientos los cuales fueron de gran utilidad tanto para la creación de este trabajo de investigación como para el crecimiento profesional. De igual modo que estoy totalmente agradecido con todo el personal de dicha empresa los cuales siempre estuvieron atentos y dispuestos a ayudar en cualquier ámbito.

A mis amigos, **José Nieves** y **Andrea Vásquez**, por siempre apoyarme y estar presente en cada momento, tanto dentro como fuera de la universidad, en esta etapa de mi vida.

¡Gracias a todos por formar parte de este logro!

Wilder linares.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN INFORMATIVO	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I. EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación.	6
1.3 Objetivos de la investigación.	7
1.3.1 Objetivo general.	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación.	7
1.5 Alcance.	9
1.6 Limitaciones.....	11
1.6.1 Limitación espacial.	11
1.6.2 Limitación temporal.	11
1.6.3 Limitación teórica.	11
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes de la investigación.	12
2.2 Bases teóricas.	15
2.2.1 Estructuras metálicas en acero.	15
2.2.2 Ventajas y desventajas del acero como material estructural.	15
2.2.3 Propiedades de los materiales.	16
2.2.4 Clasificación de las estructuras.	17
2.2.5 Métodos de diseño.....	18
2.2.6 Cargas de diseño según el método LRFD.	19
2.2.7 Conexiones soldadas para acero estructural.....	20
2.2.8 Procesos de soldadura.	21
2.2.9 Ventajas y desventajas de la soldadura.	22
2.2.10 Clasificación de las soldaduras.	23
2.2.11 Clasificación y características de los electrodos revestidos.	25
2.2.12 Costos en la industria de la construcción.	25
2.2.13 Estimación de costos en la industria de la construcción en acero.	26
2.2.14 Tipos de estimación de costos.	27
2.2.15 Programas de cálculo.	28
2.2.16 Análisis de Precios Unitarios (APU).....	28
2.2.17 Factor de Costos Asociados al Salario (FCAS).	28
2.2.18 Estadística.....	29
2.3 Bases legales.	32
2.4 Definición de términos básicos.	35
III. MARCO METODOLÓGICO	37
3.1 Tipo de investigación.	37

3.2	Diseño de la investigación.	37
3.3	Nivel de la investigación.	38
3.4	Población.	39
3.5	Muestra.	39
3.6	Técnicas de Recolección de Datos.	39
3.7	Instrumentos de Recolección de datos.	40
3.8	Técnicas de Análisis de Recolección de Datos.	41
3.9	Fases Metodológicas.	41
IV.	RESULTADOS	43
4.1	Recopilar la información asociada a la fabricación de conexiones soldadas para perfiles de alma llena y tubulares en naves industriales de acero estructural para edificaciones con nivel de diseño 1 (ND1), en relación a costos.	43
4.2	Analizar la información recopilada definiendo los parámetros que verifican la viabilidad del proyecto, cumpliendo con las normativas venezolanas vigentes.	49
4.3	Realizar la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.	132
4.4	Comparar la estimación de costos en naves industriales de acero estructural para conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.	150
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	166
5.1	Conclusiones.	166
5.2	Recomendaciones.	169
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171
	Electrónicas.	171
	ANEXOS	178
	Anexo A: Hojas de campo para cálculo estadístico.	179
	Anexo B: hojas de cálculo para la verificación de las conexiones soldadas.	374
	Anexo C: FCAS.	602

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		Pág.
1	Combinaciones de carga (LRFD).....	19
2	Propiedades de los perfiles IPE100, IPE120, IPE140 Y IPE160.....	47
3	Propiedades del perfil ECO90.....	47
4	Propiedades del Acero A36 Y ASTM500.....	48
5	Frecuencias para cordones de soldadura.....	51
6	Datos estadísticos en función del cordón de soldadura.....	53
7	Medidas de tendencia Central para cordones de soldadura.....	54
8	Frecuencias para tiempos de soldadura.....	55
9	Datos estadísticos en función del tiempo de soldadura.....	56
10	Medidas de tendencia Central para tiempos de soldadura.....	57
11	Frecuencias para espesores de soldadura.....	58
12	Datos estadísticos en función del espesor de soldadura.....	58
13	Medidas de tendencia Central para espesores de soldadura.....	59
14	Frecuencias para cordones de soldadura por unidad de electrodo.....	60
15	Datos estadísticos en función del cordón de soldadura por unidad de electrodo.....	60
16	Medidas de tendencia Central para cordón de soldadura por unidad de electrodo.....	61
17	Dimensiones y perfiles para naves industriales (perfiles: alma llena)...	62
18	Verificación de flechas debido a las acciones variables y de viento (perfiles: alma llena).....	63
19	Verificación de demanda / capacidad (perfiles: alma llena).....	63
20	Dimensiones y perfiles para naves industriales (perfiles: tubulares)....	64
21	Verificación de flechas debido a las acciones variables y de viento (perfiles: alma llena).....	65
22	Verificación de demanda / capacidad (perfiles: alma llena).....	65

23	Elementos que componen la conexión a momento Viga - Columna y sus dimensiones (Perfiles: alma llena).....	66
24	Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Techo y sus dimensiones (Perfiles: alma llena).....	67
25	Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Columna y sus dimensiones (Perfiles: alma llena)	68
26	Elementos que componen la conexión a corte Doble Techo y sus dimensiones (Perfiles: alma llena).....	70
27	Elementos que componen la conexión a corte Gusset Plate Central – Columna y sus dimensiones (Perfiles: alma llena).....	70
28	Elementos que componen la conexión a corte Gusset Plate Central – Techo y sus dimensiones (Perfiles: alma llena).....	71
29	Elementos que componen la conexión a momento Viga – Columna y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)	72
30	Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Techo y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)	74
31	Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Columna y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)	75
32	Elementos que componen la conexión a corte Doble Techo y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)	76
33	Peso de la conexión a momento Viga - Columna (Perfiles: alma llena)..	77
34	Peso de la conexión a momento Viga - Viga (Perfiles: alma llena).....	78
35	Peso de la conexión a corte Arriostre - Techo (Perfiles: alma llena)....	79
36	Peso de la conexión a corte Arriostre - Columna (Perfiles: alma llena)...	80
37	Peso de la conexión a corte Tranque - Columna (Perfiles: alma llena)....	81
38	Peso de la conexión a corte Doble Techo (Perfiles: alma llena).....	82
39	Peso de la conexión a momento Viga - Columna (Perfiles: tubulares).	83
40	Peso de la conexión a momento Viga - Viga (Perfiles: tubulares).....	85

41	Peso de la conexión a corte Arriostre - Techo (Perfiles: tubulares).....	86
42	Peso de la conexión a corte Arriostre - Columna (Perfiles: tubulares)..	87
43	Peso de la conexión a corte Tranque – Columna (Perfiles: tubulares)..	88
44	Peso de la conexión a corte Doble Techo (Perfiles: tubulares).....	89
45	Cuadro comparativo de los pesos de las conexiones soldadas.....	90
46	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)	92
47	Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)	92
48	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: alma llena)	93
49	Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: alma llena)	93
50	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)	94
51	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)	94
52	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)	95
53	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)	95
54	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: alma llena)	96
55	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: alma llena)	96
56	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)	97
57	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Doble Techo	97

	(perfiles: alma llena)	
58	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)	98
59	Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)	98
60	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)	99
61	Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)	99
62	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)	100
63	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)	100
64	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)	101
65	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)	101
66	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: tubulares)	102
67	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: tubulares)	102
68	Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)	103
69	Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)	103
70	Resumen estadístico para pesos de conexiones soldadas.....	104
71	Organización de datos de consumible de electrodo para soldar.....	104
72	Cuadro comparativo de las longitudes de soldadura de las conexiones	105

	soldadas.....	
73	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena).....	106
74	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)	107
75	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: alma llena)	107
76	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: alma llena)	107
77	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)	108
78	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)	108
79	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)	109
80	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)	109
81	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)	110
82	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)	110
83	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)	111
84	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)	111
85	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)	112
86	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a	112

	momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)	
87	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)	113
88	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)	113
89	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)	114
90	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)	114
91	Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)	115
92	Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)	116
93	Resumen estadístico para longitudes de soldaduras de conexiones soldadas.....	116
94	Longitud de corte de la conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)	117
95	Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)	117
96	Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)	117
97	Longitud de corte de la conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)	118
98	Longitud de corte de la conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)	118
99	Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)	118

100	Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)	119
101	Longitud de corte de la conexión Doble Techo (perfiles: tubulares)...	119
102	Cuadro comparativo de las longitudes de corte de las conexiones soldadas.....	119
103	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)	120
104	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)	120
105	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)	121
106	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)	121
107	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)	122
108	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)	122
109	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)	123
110	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)	123
111	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)	124
112	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)	124
113	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)	125

114	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)	125
115	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)	126
116	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)	126
117	Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)	127
118	Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)	127
119	Resumen estadístico para longitudes de corte de conexiones soldadas.	128
120	Resultados Estadísticos para Ancho de la Plancha.....	129
121	Resultados Estadísticos para Alto de la Plancha.....	129
122	Resultados Estadísticos para Tiempos de Corte en Minutos.....	130
123	Resultados Estadísticos para Oxígeno industrial.....	131
124	Resultados Estadísticos para kilogramos de estructuras proyectos estudiados por CAMICEM, C.A.	131
125	Resultados Estadísticos para discos de esmerilar.....	132
126	Resultados para rendimientos de tiempos de soldadura para una conexión promedio.....	133
127	Resultados para rendimientos de tiempos de cortes para una conexión promedio.....	133
128	Resultados de rendimientos por jornada laboral (Perfiles: Alma llena).	134
129	Resultados de rendimientos por jornada laboral (Perfiles: Tubulares)..	135
130	Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Columna (Perfiles: alma llena)	136
131	Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Viga (Perfiles: alma llena)	137

132	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Techo (Perfiles: alma llena)	138
133	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Columna (Perfiles: alma llena)	140
134	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Tranque - Columna (Perfiles: alma llena)	141
135	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Doble Techo (Perfiles: alma llena)	142
136	Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Columna (Perfiles: tubulares)	143
137	Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Viga (Perfiles: tubulares)	144
138	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Techo (Perfiles: tubulares)	145
139	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Columna (Perfiles: tubulares)	147
140	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Tranque - Columna (Perfiles: tubulares)	148
141	Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Doble Techo (Perfiles: tubulares)	149
142	Comparación entre conexiones soldadas según su precio.....	151
143	Peso general de la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)	152
144	Peso general de la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)	153
145	Peso general de la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)	154
146	Peso general de la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico	155

	(perfiles: alma llena)	
147	Peso general de la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	156
148	Peso general de la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	157
149	Peso general de la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	158
150	Peso general de la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	159
151	Comparación entre las naves industriales modelos según los pesos generales (kilos por metro cuadrado)	160
152	Comparación entre las naves industriales modelos según la cantidad de conexiones.....	160
153	Peso general de la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares).....	161
154	Peso general de la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)	162
155	Peso general de la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)	163
156	Peso general de la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)	164
157	Comparación entre las naves industriales modelos con perfiles de alma llena y tubulares según los pesos generales (kilos por metro cuadrado)..	165

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA		Pág.
1	Soldadura tipo SMAW.....	22
2	Tipos de soldadura.....	23
3	Posiciones de soldadura.....	24
4	Tipo de unión de soldadura.....	24
5	Definición de la medida de tendencia central.....	31
6	Soldadura de los perfiles IPE-100 con IPE-160.....	44
7	Columnas tipo cajón pertenecientes al proyecto estudiado.....	45
8	Soldadura entre perfiles.....	45
9	Espesor de las soldaduras.....	46
10	Medición de espesores a mano con ayuda de la herramienta Galga para conexión perfil - plancha.....	46
11	Medición de espesores a mano con ayuda de la herramienta Galga para conexión perfil - perfil.....	47
12	Dimensiones de una nave industrial típica con perfiles de alma llena..	62
13	Dimensiones de una nave industrial típica con perfiles tubulares.....	64
14	Conexión a momento Viga – Columna (Perfiles: alma llena).....	66
15	Conexión a momento Viga – Viga (Perfiles: alma llena).....	67
16	Conexión a corte Arriostre – Techo (Perfiles: alma llena).....	67
17	Conexión a corte Arriostre – Columna (Perfiles: alma llena).....	68
18	Conexión a corte Tranque – Columna (Perfiles: alma llena).....	69
19	Conexión a corte Doble Techo (Perfiles: alma llena).....	69
20	Conexión a corte Gusset Plate Central - Columna (Perfiles: alma llena).....	70
21	Conexión a corte Gusset Plate Central – Techo (Perfiles: alma llena).....	71
22	Conexión a momento Viga – Columna (Perfiles: tubulares).....	72

23	Conexión a momento Viga – Viga (Perfiles: tubulares).....	73
24	Conexión a corte Arriostre – Techo (Perfiles: tubulares).....	74
25	Conexión a corte Arriostre – Columna (Perfiles: tubulares).....	75
26	Conexión a corte Tranque – Columna (Perfiles: tubulares).....	76
27	Conexión a corte Doble Techo (Perfiles: tubulares).....	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	Pág.
1 Histograma de cordones de soldadura.....	55
2 Histograma de tiempos de soldadura.....	57
3 Histograma de espesor de soldadura.....	59
4 Histograma del cordón de soldadura por unidad de electrodo.....	61
5 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)	152
6 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)	153
7 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)	154
8 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)	155
9 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	156
10 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	157
11 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	158
12 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)	159
13 Variación de pesos de las naves industriales modelos.....	160
14 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)	161
15 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)	162
16 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 18 metros como	163

ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)	
17 Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)	164
18 Variación de pesos de las naves industriales modelos utilizando perfiles alma llena y tubulares.....	165



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA
FABRICACIÓN DE CONEXIONES SOLDADAS EN NAVES
INDUSTRIALES**

Autores: García Valentina y Linares Wilder.

Tutor académico: Ing. José Antonio Rodríguez.

Fecha: Junio, 2022.

RESUMEN INFORMATIVO

La investigación presenta un “**análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales**” de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares. La problemática existente se fundamenta en que la mayoría de las empresas fabricantes y de montaje de estructuras de acero, contratistas, ingenieros, entre otros; normalmente estiman costos basados en el histórico de proyectos similares, en lugar de contar con estudios estadísticos reales que pudiesen conformar una base de datos útil para cualquier proyecto. En conclusión, no cuentan con una herramienta segura, efectiva, eficaz, documental y precisa para sus cálculos que sustenten la toma de decisiones en función a las conexiones en acero. Es por ello que, el principal objetivo del proyecto en cuestión es proponer un análisis comparativo de la estimación de costos directos de la fabricación de conexiones soldadas para naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, aplicando la norma Fondonorma 1618-2016 y Fondonorma 1755-2016. Metodológicamente, la investigación corresponde a una de tipo cuantitativo, con enfoque descriptivo, y diseño documental de campo, además, se ubicó en la modalidad de proyecto factible. En este orden de ideas, la investigación se llevó a cabo en cuatro fases. La primera fase consistió en recopilar la información asociada a la fabricación de conexiones soldadas. La segunda fase corresponde al análisis de los datos recopilados que permitieron seleccionar los parámetros necesarios cumpliendo con las especificaciones y normativas requeridas realizando una serie de cálculos estadísticos, verificando así la viabilidad de la propuesta donde se constató la aplicabilidad de la misma. En la tercera fase se realizó la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas con respecto a los rendimientos de tiempos, tanto para soldadura como para corte de planchas. Por último, en la cuarta fase se determinó el análisis comparativo donde se demostró cuál conexión resulta más económica entre los tipos estudiados.

Descriptores: conexiones soldadas, naves industriales, estimación de costos, acero estructural, fabricación, estructuras, análisis comparativo, análisis de precio unitario.

INTRODUCCIÓN

El uso de acero en Venezuela para la construcción ha permitido el desarrollo de este material en los sectores más importantes del país. El acero es el material estructural por excelencia para las construcciones, ya que, existen numerosas ventajas que resaltan del mismo, como lo son, la resistencia, la durabilidad, la trabajabilidad en taller y campo, ventajas económicas en relación calidad-precio, entre otros. Siguiendo el orden de ideas, las naves industriales son edificaciones a grandes escalas realizadas en acero estructural. Estas naves están construidas para realizar actividades industriales de producción, transformación, manufactura, ensamble, almacenaje y distribución.

De este modo, se debe tomar en cuenta la importancia que tienen las conexiones de estructuras metálicas, ya que, estos suelen ser los elementos más importantes en toda la edificación, por el comportamiento de las mismas. Por otro lado, la selección de los perfiles estructurales debe escogerse de forma correcta con un previo predimensionado, puesto que estos en conjunto con las uniones diseñadas para dichos perfiles, determinará la estabilidad y seguridad de todo el proyecto.

Por consiguiente, el presente trabajo de investigación se compone de cinco capítulos; en el Capítulo I se analizó lo referente a la situación problemática existente en las empresas de fabricación y montaje de estructuras de acero, como lo es estimar los costos con base en el histórico de proyectos similares, en lugar de contar con estudios estadísticos reales que pudiesen conformar una base de datos útil para cualquier proyecto. Este capítulo parte de su planteamiento y su formulación a manera de interrogante, para luego definir los objetivos de la investigación y cerrar con la justificación, alcance y limitación de la misma siendo esta, realizar un análisis comparativo basado en una estimación de costos y enfocado a conexiones soldadas para naves industriales de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, la cual sirva a los afectados como herramienta para establecer el costo de fabricación de dichas conexiones, antes de poseer la ingeniería de detalles, aplicando las normas vigentes.

Por su parte, el Capítulo II estuvo dedicado a las bases teóricas sobre las cuales se apoyó la investigación, las leyes y normativas a considerar, y las definiciones teóricas que contribuyen a la comprensión de lo expuesto.

Seguidamente se presenta el Capítulo III sobre la metodología a adoptar para dar cumplimiento a los objetivos trazados. Por lo tanto, se definieron el diseño, nivel y modalidad de investigación, junto con las características de la población y muestra de estudio, las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, y las fases metodológicas a desarrollar.

El desglose del análisis comparativo generado se presenta por medio del Capítulo IV, en correspondencia con las fases metodológicas indicadas en el apartado anterior.

Por último, en el Capítulo V se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas del proceso investigativo llevado a cabo.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.

A lo largo de la historia, la humanidad ha trabajado arduamente para mejorar las técnicas de construcción, tiempos de ejecución y materias primas, con el fin de lograr los resultados deseados bajo diversas solicitudes de una construcción. De esta manera, con el paso del tiempo, progresa el comportamiento humano y, a su vez, la gestión de la construcción civil, considerando la optimización y estimación de costos. Así mismo, los ingenieros, los arquitectos, las pequeñas y grandes empresas, y todo el que lo amerite, requieren de un objeto de costos, que según Horngren (2008), es “todo aquello a lo que se le desee hacer una medición de los costos”. En ese sentido, al momento de examinar las técnicas de preparación, formulación, evaluación y gestión de proyectos, es indispensable definir claramente qué objetos de costo se medirán, analizarán y gestionarán. (Uribe, R. 2011).

De esta forma, muchas estimaciones de costos se elaboran con base en el diseño y planos constructivos en proceso, es decir, se suelen basar en el histórico de proyectos similares y precios actuales del mercado, en lugar de contar con estudios estadísticos reales que pudiesen conformar una base de datos útil para cualquier proyecto. En consecuencia, se requieren métodos y herramientas más efectivas, seguras y precisas en sus cálculos, que, con diseños conceptuales y preliminares, permitan la estimación de costos directos de una obra de ingeniería. (Ramírez, M. 2004). En la actualidad, el Project Management Institute (2021), en su capítulo de “Gestión de Costos”, incluye la estimación de costos como uno de sus procesos de referencia, en los que han surgido diferentes herramientas y técnicas para este fin, como la analogía o la estimación de parámetros. En este mismo orden de ideas, una estimación de costos deficiente puede convertirse en una de las principales razones por las cuales el proyecto puede fallar incurriendo en sobrecostos o ser declarado financieramente inviable. (Rodríguez H. y Rojas P., 2015).

Por tanto, se puede analizar la estructura de costos de una empresa dedicada a la construcción de obras civiles, estudiando el área de estructuras metálicas; definiendo de esta manera las ventajas de la construcción en acero, comenzando por su versatilidad, su adaptación a cambios de uso, su implantación de nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones en general (Pena A., 2016), siendo las naves industriales con conexiones soldadas un ejemplo clásico, puesto que, son edificios que se pueden aprovechar para numerosos usos. De esta manera, las conexiones soldadas juegan un papel importante en la respuesta de las estructuras de acero, en vista de que las acciones inesperadas no pueden ser modificadas, pero sí la respuesta mediante el tipo y ubicación de las conexiones. (Hernández, E. 2011).

Cabe destacar que no existe un único proceso de soldadura para todas las aplicaciones por lo que la elección entre un proceso y otro varía según las necesidades del caso. Entre los procesos de soldaduras más utilizadas comúnmente están, la soldadura MIG / MAG, las cuales consisten en la fusión de los metales a unir mediante el calor producido por el arco eléctrico que se genera entre un alambre continuo de metal de aporte y las piezas de trabajo, este proceso de fusión se protege por una atmosfera inerte suministrada externamente mediante un gas o una mezcla de gases. Otro proceso de soldadura muy común es por arco con electrodo metálico revestido (S.M.A.W, por sus siglas en inglés), la cual se basa en el establecimiento y mantenimiento del arco eléctrico el cual genera una gran cantidad de calor que va fundiendo progresivamente tanto el revestimiento como la varilla metálica del electrodo sirviendo a su vez la combustión del revestimiento para generar una atmósfera protectora que impide la contaminación del metal fundido.

Asimismo, comparando los procesos entre sí, se tiene que el proceso de soldadura S.M.A.W. es de gran versatilidad, debido a que es más práctico para trabajos de campo además de que el equipo requerido es más económico y sencillo de transportar. No obstante, este tipo de soldadura posee un muy bajo rendimiento y eficiencia en comparación con la MIG/MAG, esto debido a que en el proceso se pierde productividad cada vez que se produce una parada para reponer el electrodo

consumido. Además de que la soldadura realizada por MIG/MAG posee un mejor acabado que la soldadura S.MAW.

Es de relevancia tener en cuenta que las conexiones soldadas para naves industriales construidas en acero pueden variar para un mismo uso, ya que estas pueden ser diseñadas para perfiles de alma llena y perfiles tubulares, los cuales poseen sus propias características, por ejemplo, los perfiles de alma llena tipo I y H poseen una mayor resistencia y estabilidad en su eje más fuerte en comparación a los tubulares, sin embargo estos requieren de la ubicación adecuada de soportes laterales para poder lograr su máxima capacidad, además de que son más pesados que un perfil tubular de características similares.

En cambio, según González F. (2011), los perfiles tubulares poseen grandes beneficios como puede ser para el diseño de miembros a tracción, en donde se aprovecha en gran medida la resistencia del material que forma la sección, dependiendo del tipo de conexión, estos miembros se pueden encontrar como: tensores, cordones y diagonales de armaduras entre otros. En el caso del diseño de miembros a compresión, los perfiles tubulares principalmente los cuadrados y circulares son los más eficaces para soportar las cargas de compresión, por lo que su uso como columnas y arriostamientos es totalmente ideal e inigualable. De igual modo, el diseño de miembros a flexión, resaltan los perfiles con secciones rectangulares ya que estos perfiles contienen grandes virtudes para ser usados de esta manera, esto debido a la gran inercia que poseen en el eje fuerte y a su estabilidad, esta última viene dada por que estos perfiles poseen un módulo de torsión muy elevado en comparación con los perfiles de alma llena. Teniendo en cuenta que cada tipo de perfil posee sus características propias, y que el diseño de su conexión varía de un tipo a otro, la elección de uso de un tipo de perfil a otro puede influir directamente en el costo de la conexión y de la estructura en general.

En Venezuela, en las últimas décadas, el uso de estructuras de acero se convirtió en una práctica común. Desde el punto de vista normativo, se tienen las normas vigentes, las cuales son la *Fondonorma 1618-2016 Edificaciones, estructuras*

metálicas. Especificaciones generales para el diseño y la 1755-2016 Edificaciones, estructuras de acero. Código de prácticas constructivas; así como también, la norma COVENIN-MINDUR 2003-1986 y 2002-1988, siendo *Acciones del Viento sobre las Construcciones y, Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones,* respectivamente. Las mismas, consideran que el sistema estructural de los galpones corresponde al nivel de diseño 1 (ND1).

A efectos de este trabajo de grado, se analizó la empresa CAMICEM, C.A., ubicada en el Estado Carabobo, donde se evaluó la técnica que utilizan al hacer una estimación de costos de estructuras metálicas aporticadas, puesto que, como se mencionó anteriormente, las empresas constructoras normalmente suelen basarse en datos históricos de proyectos anteriores, precios actuales del mercado y algunas de ellas usan la técnica benchmarking, para definir el costo total del proyecto (Precio de venta), que se compone en el caso de construcción de estructuras metálicas por el precio de fabricación y el precio de montaje, los cuales incluyen un costo directo (costo de fabricación y montaje) y un costo indirecto (porcentaje de administración y utilidad). Esto debido a que no se posee una herramienta que facilite la estimación de costos de fabricación y montaje de dichas estructuras, lo cual genera incertidumbre al no conocer de forma anticipada si se obtendrá utilidad por la realización de la obra, por lo que es de gran importancia proporcionar una solución eficiente, coherente y confiable, capaz de solventar la problemática existente, en este caso de estudio enfocándose en el coste de fabricación. De ahí, la iniciativa de realizar un análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares que sirva como herramienta para establecer el costo de fabricación de dichas conexiones, antes de poseer la ingeniería de detalles, aplicando las normas vigentes.

1.2 Formulación.

¿Cómo se puede comparar el costo de fabricación de conexiones soldadas de una nave industrial modelo si su diseño se basa en perfiles de alma llena o tubulares?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general.

Realizar un análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, aplicando la norma Fondonorma 1618-2016 y Fondonorma 1755-2016.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Recopilar la información asociada a la fabricación de conexiones soldadas para perfiles de alma llena y tubulares en naves industriales de acero estructural para edificaciones con nivel de diseño 1 (ND1), en relación a costos estimados a través de las técnicas de recolección de dicha información.
- Analizar la información recopilada definiendo los parámetros que verifican la viabilidad del proyecto, cumpliendo con las normativas venezolanas vigentes.
- Realizar la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.
- Comparar la estimación de costos en naves industriales de acero estructural para conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

1.4 Justificación.

El concepto de llevar a cabo un análisis comparativo enfocado a conexiones soldadas para naves industriales, basado en una estimación de costos, permite al momento de realizar una construcción de este tipo, que el ingeniero proyectista, calculista, entre otros, pueda establecer el costo y tiempo que requeriría ejecutar una estructura de este tipo, de forma más eficaz. De esta manera, aparece la necesidad de proporcionar una herramienta a personas pertenecientes a este oficio que les permita optimizar el tiempo en la estimación de costos de manera precisa, teniendo en cuenta las normativas vigentes, mencionadas anteriormente.

Asimismo, el objeto de la presente investigación se basa en realizar estudios de costos y rendimiento a distintas conexiones soldadas que posean características semejantes, para naves industriales de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, en donde se analizarán las mismas variantes con respecto a la

fabricación de estas conexiones soldadas para distintos tipos de perfil, y así comparar estos resultados entre sí y obtener la mejor opción cumpliendo con los requerimientos necesarios para una estructura de ND1, a un menor valor. Por otro lado, según Araque de los Ríos, O. y Arzola de la Peña, N. (2013), “la soldadura es una de las técnicas más utilizadas para la unión de elementos estructurales, y presenta múltiples beneficios en su aplicación.”

Gracias a que en este caso estudio las conexiones van completamente soldadas y estas requieren de soldadura realizada en taller y campo, se limitó el estudio a la soldadura S.M.A.W., puesto que, este tipo de soldadura posee una gran versatilidad de uso que benefician su aplicación tanto en taller como para el campo en comparación a otros procesos de soldadura, ya que el equipo requerido es más económico y sencillo de trasladar. Este a su vez, se compone de un circuito eléctrico conformado por una fuente de potencia la cual va conectada a la pieza a soldar mediante un cable de tierra, además de otro cable que conecta la fuente de potencia con el porta electrodo. A diferencia de otros procesos de soldadura que requieren de más componentes como puede ser el gas en el caso de las soldaduras MIG/MAG.

Es importante destacar que una estructura metálica está conformada por diversos elementos que para poder cumplir con su función deben ser unidos mediante conexiones, en este caso estudio, soldadas, las cuales conllevan un gasto tanto económico como de tiempo para realizarse, el cual no es posible estimar de una manera muy precisa sin técnicas en donde basarse. De ahí, recae la relevancia del presente trabajo de campo e investigación, en el cual se llevó a cabo mediciones y verificaciones. Así mismo, los aportes que incitan a llevar a cabo este proyecto pueden ser observados de distintas perspectivas:

En el ámbito académico, este análisis comparativo puede llegar a ser una herramienta para profesores de la cátedra de Administración de Obras, en el área de estimación de costos y presupuestos, del mismo modo, en la cátedra de Proyectos Estructurales de Acero, ampliando el proceso de enseñanza que involucra temas de conexiones soldadas.

Investigativo, ya que, es necesario desarrollar un análisis comparativo de estimaciones de costos, en vista de que este optimiza tanto las técnicas de construcción como tiempos de ejecución, aportando además, a la línea de investigación respectiva de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

Científico, debido a que, dicha investigación no solo es apreciable por la elaboración de un análisis comparativo de estimaciones de costos, sino que también contribuye dentro de la misma, una utilidad la cual permitirá definir una fuente de consulta para futuras investigaciones que aborden estudios relacionados a este.

Profesional, en vista de que permite estimar los costos de una manera más eficiente, lo cual beneficia a las empresas de montaje y fabricantes de estructuras en acero, y a su vez, a los ingenieros, proyectistas, estructurales, y empresas constructoras, entre otros...

Económico, puesto que, es de gran interés estratégico, ajustar e implementar métodos y técnicas de estimación de costos para optimizar el uso de recursos y tiempo, en un entorno altamente competitivo como lo es la industria de construcción en acero en el territorio nacional.

En última instancia, de no realizarse el trabajo de investigación, la empresa no podrá determinar de una manera precisa la estimación de costos de fabricación y montaje de estructuras de acero con conexiones soldadas, lo que indica que se deberá seguir utilizando la técnica existente, es decir, la estimación análoga, la cual según Rodríguez H. y Rojas P. (2015), definen como una técnica que se caracteriza por utilizar información sobre los costos históricos de proyectos previos que cuentan con características similares.

1.5 Alcance.

Para el cumplimiento de los objetivos del trabajo en cuestión, se propuso llevar a cabo una investigación exhaustiva basada en normas, especificaciones, documentos técnicos y estudio delimitado de campo, este último enfocado en el rendimiento de soldadura por arco con electrodo metálico revestido, estudiando variables como el tiempo de soldadura, longitud y espesor del cordón, dando la oportunidad de

suministrar una solución eficaz, apta para disminuir la problemática existente. Posteriormente, se obtuvieron resultados que se analizaron debidamente, precisando parámetros que demuestren la factibilidad del proyecto, cumpliendo así con las normativas definidas como pertinentes.

Por último, se estableció un análisis comparativo de la estimación de los costos directos, generados por la fabricación de las conexiones viga-columna, viga-viga, arriostre-techo, arriostre-columna, tranque-columna, arriostre doble-techo, soldadas por arco con electrodo metálico revestido N° 7018 de diámetro 1/8”, para naves industriales modelo de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, enfocándose únicamente en los costes de fabricación de dichas conexiones, en los cuales el corte del perfil no es tomado en cuenta.

Dichas naves industriales modelo poseen una separación entre pórticos de 6 metros, altura de las columnas de 6 metros, altura de la cumbrera de 8 metros y una profundidad de 30 metros, variando entre los modelos solamente el ancho de la nave industrial medido de eje a eje de las columnas, el cual para este caso de estudio se evaluarán cuatro distancias siendo estas 12, 15, 18 y 20 metros, sometidas a una velocidad de viento de 70Km/h, la cual según la norma COVENIN 2003-86, Acciones del Viento sobre las Construcciones, es la básica para las localidades de Morón, Puerto Cabello, Mérida, Porlamar, Acarigua, Guanare, Colón, la Grita y la Colonia Tovar.

Cabe señalar que el diseño de dicha nave industrial estuvo limitado a la superestructura y el método utilizado para dicho diseño será el LRFD, denominado también como diseño por estados límites, teniendo en cuenta que, para el caso de los perfiles tubulares, las columnas y vigas estarán diseñadas solamente con perfiles cuadrados y rectangulares respectivamente.

De esta manera, se logró el máximo grado de provecho a la estimación de costos de fabricación mencionada, proporcionando así un acomodo a las necesidades de la empresa a beneficiar.

1.6 Limitaciones.

1.6.1 Limitación espacial.

El área de estudio del proyecto de investigación está representada por la superestructura de una nave industrial modelo, diseñada en acero estructural con perfiles de alma llena y tubulares, la cual estará expuesta a una velocidad de viento de 70Km/h, la cual según la norma COVENIN 2003-86, Acciones del Viento sobre las Construcciones (1986), es la básica para las localidades de Morón, Puerto Cabello, Mérida, Porlamar, Acarigua, Guanare, Colón, la Grita y la Colonia Tovar.

1.6.2 Limitación temporal.

El desarrollo del presente proyecto abarco un total de 32 semanas, correspondientes a los periodos lectivos 2021-2CR y 2022-1CR establecidos por la Universidad José Antonio Páez.

1.6.3 Limitación teórica.

La temática de la investigación esta referida a la elaboración de un análisis comparativo de la estimación de costos de conexiones soldadas en naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena o tubulares. Por ello, fueron necesarios conceptos, procedimientos, normas y formulaciones matemáticas y estadísticas sobre la estimación de costos, análisis y diseño estructural y estudios de soldadura SMAW. Asimismo, enmarcado dentro de la temática de superestructuras metálicas de la línea de investigación Estructural propuesta por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

Con el paso del tiempo, se han tomado ciertas consideraciones en torno a las conexiones metálicas, debido al aumento del desarrollo económico, científico e industrial. Así mismo, la obligación de crecer en dichos desarrollos origina en las empresas fabricantes y profesionales, las necesidades de aproximar al costo previsto de construcción de las estructuras metálicas, aportando un gran auge al implemento de análisis comparativos con relación a las estimaciones de costos. Por esta razón y en relación a los antecedentes de investigación, se entiende que los mismos son de vital importancia para el desarrollo de todo proceso científico, ya que informan al investigador sobre el estado actual de los conocimientos relativos a las variables que estudia, y sobre los procedimientos metodológicos útiles que pudiera considerar. (Arias, 2012; Baptista, Fernández y Hernández, 2014). Entre estos cabe citar:

En primer lugar, Jaramillo O., Cando W., Bucheli J., y Enderica P. (2018). Desarrollaron un artículo de investigación llamado **“análisis de una conexión metálica soldada entre una viga “I” y una columna tubular a escala reducida”** publicado en la Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento, en Quito, Ecuador. Su investigación consistió en realizar la evaluación analítica, a través de la modelación de las conexiones soldadas con el software ANSYS v.16 y experimental mediante modelos a escala reducida ensayados en laboratorio. La realización de dicha investigación surgió debido a la falta de infraestructura con la que cuentan los laboratorios a nivel nacional, la cual imposibilita realizar el ensayo dinámico a escala real que demandan las normas internacionales AISC Y FEMA como parámetro de evaluación del desempeño de estas conexiones. Finalmente, los autores concluyen que para utilizar los resultados de los modelos estructurales a escala reducida

como parámetro de calificación del desempeño de una conexión, se debe prestar especial atención en respetar cada una de las condiciones de similitud entre los modelos a escala y el prototipo a escala real. Asimismo, los modelos estructurales a escala reducida o computarizados constituyen una herramienta que permite obtener resultados de comportamiento estructural y, optimización y estimación de costos al realizar la misma en escala real. En la misma forma, los autores brindaron un gran aporte para la realización de este trabajo de investigación, ya que gracias a su valor metodológico y teórico, completaron y guiaron el desarrollo conceptual sobre la importancia de manejos de software para los cálculos necesarios y a su vez, la optimización de material estructural.

En segundo lugar, Guerrero D., (2019) presentó un artículo de investigación titulado **“Análisis técnico y económico del diseño por desempeño de edificios con estructura de acero utilizando arriostramientos concéntricos”** ante la Revista científica de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, en Barquisimeto, Venezuela. Su investigación consistió en realizar un análisis de diez modelos estructurales correspondientes a edificaciones constituidas de acero estructural, utilizando diferentes arriostramientos concéntricos modelados con herramientas computacionales tales como ETABS-16 y SAP2000. Se proyectó realizar una observación de los resultados obtenidos del análisis, tomando en consideración el cumplimiento de los parámetros mínimos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15. Se obtienen los diseños definitivos tomando como referencia la norma American Institute of Steel Construction (AISC), y en base a los resúmenes de materiales en los que se detallan índices entre el peso total y el área de las estructuras se elaboraron presupuestos referenciales. Seguidamente, como consecuencia se realizó una evaluación económica para determinar qué tipo de arriostramiento concéntrico resulta ser el más económico.

Por ende, la participación que atribuye el trabajo de grado asistió de forma práctica y metodológica al conocimiento de procedimientos e información para modelar superestructuras de manera digital mediante los softwares mencionados

previamente. Asimismo, verificar el cumplimiento de las normas vigentes por las que se regirá el proyecto y a su vez determinar, en este caso, qué tipo de conexiones soldadas unidas a los diferentes perfiles, resulta ser el más beneficioso en cuanto a costo/calidad.

En tercer lugar, Romero A., y Portillo A., (2019) exhibieron un proyecto académico titulado **“Comportamiento elastoplástico de conexiones soldadas en tubos de acero de sección cuadrada sometidos a una carga monotónica”** ante la Revista científica de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, en Barquisimeto, Venezuela. De este modo, el proyecto académico presentado por los mencionados autores tuvo como objetivo principal analizar el comportamiento elastoplástico de conexiones soldadas de tubos de acero de sección cuadrada, sometidas a carga monotónica mediante el análisis comparativo teórico-experimental de la distorsión de la geometría de la sección transversal de los elementos de la unión viga-columna. Para esto fue necesario construir un marco soporte rígido diseñado con el software STAAD. Pro v8i, de fijación y ensamblaje a los pórticos y sistema de aplicación de carga de la máquina universal del laboratorio empleado. Asimismo, cada prueba consistió en imponer una carga progresiva en la conexión superior del pórtico, para medir los desplazamientos y distorsión de la geometría de los elementos unión viga -columna de la conexión inferior. El modelo teórico fue realizado utilizando el programa de elementos finitos ANSYS Workbench.

Posteriormente, los autores consumaron que los resultados evidenciaron que la conexión sin refuerzo presenta una falla local por punzonado, que transmite la viga a la columna, escenario de preocupación por ser esta la capacidad utilizada en el diseño bajo la teoría de LRFD. La conexión soldada no cumple con el criterio columna fuerte viga débil establecido por la Norma COVENIN 1618:98. Además, distorsiona la sección transversal de la columna en la unión soldada y da formación a la rótula plástica en dicho elemento por fuerza axial en la columna y a su vez, distorsiona la sección de la viga dando formación de la rótula plástica en el elemento en cuestión. Por consiguiente, este trabajo de investigación contribuyó en conocer algunas operaciones

detalladas con relación a conexiones soldadas y ciertas recomendaciones a tener en cuenta a la hora del desarrollo de la conexión como evitar el excesivo calor al momento de soldar la unión para prescindir distorsiones; entre otras. Además de métodos necesarios para la elaboración de análisis detallados de conexiones en estructuras metálicas, procedimientos y mediciones sobre las mismas que aportan metodologías de cálculos que sirven de guía para la presente propuesta.

2.2 Bases teóricas.

Según indican Baptista et al. (citado en Mora, 2017), para poder contextualizar y dar sustento a una investigación es necesario presentar un compendio de teorías, conceptos y planteamientos, previamente analizados, que demuestren el estado de los conocimientos referidos a las variables en estudio, logrando así el soporte conceptual a esta propuesta de trabajo de investigación sobre la estimación de costos para estructuras metálicas con conexiones soldadas. Por ello, se consideraron las siguientes:

2.2.1 Estructuras metálicas en acero.

Según Fratelli M. (2003), el acero se transformó en el primer material estructural desde 1880, estimulado por los precios competitivos que favorecía el nuevo proceso de fabricación con hogar abierto, en los Estados Unidos de América. Asimismo, estas estructuras a menudo se prefieren sobre otros métodos de construcción debido a las ventajas que ofrecen en términos de tiempo de mano de obra, costo de mano de obra, materiales, financiamiento, velocidad de montaje, etc. En este sentido, Bakhos y Bitoni (2011), describen que el acero estructural representa una excelente opción como material de construcción, puesto que figura dentro de la fabricación industrial y por tanto, construir con el mismo asegura un alto control de calidad. Por consiguiente, el mismo posee características importantes, y destacan dentro del ámbito constructivo haciendo desarrollos progresivos en grandes países. (McCormac, J. 1994).

2.2.2 Ventajas y desventajas del acero como material estructural.

Según Gonzales J. (2014) (citado por Hernández A., Linarez D., Soriano E., et. al 2012) describen algunas de las principales ventajas del acero estructural como la alta resistencia por unidad de peso, la uniformidad, la elasticidad, la durabilidad, la ductilidad, la tenacidad, la posibilidad de reciclable, la adaptación a la prefabricación,

la rapidez de montaje, la soldabilidad y resistencia a la fatiga, entre otros tantos. Por otra parte, González (citado por Bakhos, A. y Bitoni, G. et. al 2011) representa las desventajas más significativas que pueden observarse en el acero, como lo son los altos costos de mantenimiento, la corrosión, la fatiga, y por último, la susceptible a cambios de temperatura y al pandeo.

2.2.3 Propiedades de los materiales.

Según Hernández, E. (2011), el acero es una aleación de hierro con pequeñas cantidades de otros elementos, es decir, hierro combinado con un 1% aproximadamente de carbono, y que hecho ascua y sumergido en agua fría adquiere por el temple gran dureza y elasticidad. Hay aceros especiales que contienen además una pequeñísima proporción de cromo, níquel, titanio, volframio o vanadio. Se caracteriza por su gran resistencia, contrariamente a lo que ocurre con el hierro. Esta cualidad del acero y la abundancia de hierro le colocan en un lugar preeminente. Un 92% de todo el acero es simple acero al carbono; el resto es acero aleado: aleaciones de hierro con carbono y otros elementos como los mencionados anteriormente. (San Zapata, J. 2013)

Asimismo, Bakhos, A. y Bitoni, G. (2011) señalaron que en el diseño e inspección de elementos estructurales de acero, uno de los parámetros mecánicos más importantes corresponde a la tensión cedente mínima denominado F_y . De la misma forma, en determinados estados límite relacionados con la rotura, se aplica la resistencia mínima de agotamiento en tracción, F_u . Aunado a esto, los dos parámetros son propiedades nominales del acero especificado. Cabe señalar que, el acero convencional tiene menor resistencia y mayor ductilidad, mientras que el acero de alta resistencia posee ductilidad reducida.

Acero estructural: Perfiles de alma llena

Consecutivamente, los aceros estructurales se agrupan según varias clasificaciones principales: entre los aceros dulces se encuentran el AE25, ASTM 36 y Din ST37. De igual manera, aquellos aceros de alta resistencia resultan del incremento notable en su punto de cedencia, debido a su alto contenido de carbono o por aleaciones adecuadas, su ductilidad se ve drásticamente disminuida.

En términos de fabricación, los perfiles de acero estructural que pueden comercializarse en la industria de la construcción se clasifican:

- 1. Perfiles laminados en caliente:** Son los más usados en construcción y se agrupan en series por las características de su sección transversal y su forma, se diferencian como: IPN, IPE, HEB, HEA, HEM, UPN, U, L, LD y Perfiles huecos de sección circular, cuadrada, rectangular o elíptica, entre otros.
- 2. Perfiles formados en frío:** se fabrican mediante plegadoras de rodillo en frío a partir de chapas finas de acero, como barras y paneles.
- 3. Perfiles armados:** correspondientes a los obtenidos mediante la unión de placas soldadas entre sí, pudiendo adoptar una gran cantidad de formas según las necesidades del diseño.

Acero estructural: Perfiles tubulares

Las propiedades del acero en los perfiles tubulares están establecidas en la norma de fabricación del producto e implícitamente en las especificaciones de los materiales utilizados para su elaboración. En ese sentido, los valores mínimos de resistencia para los perfiles tubulares según la Norma ASTM A500, mostrando solo los grados A, B, y C, ya que el grado D no es de uso común para edificaciones en acero estructural en Venezuela, conociéndose así el grado C como el más comercializado.

2.2.4 Clasificación de las estructuras.

Las estructuras se pueden dividir en dos categorías, según su nivel de diseño y según su tipo de acuerdo a la norma COVENIN venezolana 1618-1998.

1. Clasificación según su nivel de diseño.

Los estándares venezolanos definen tres niveles de diseño que presentan diferentes requisitos para el análisis, diseño y detalle de elementos estructurales y conexiones. Es así como se obtiene la siguiente agrupación: Nivel de diseño 1 (ND1), el cual corresponde a las estructuras que no requieren la aplicación de requisitos adicionales a los establecidos para las acciones gravitacionales, a su vez, el Nivel de diseño 2 (ND2) que son aquellas estructuras que se encuentran ubicadas en zonas sísmicas y que requieren la aplicabilidad de los requisitos adicionales establecidos en

la norma para edificaciones sismorresistentes, y por último el Nivel de diseño 3 (ND3) el cual abarca la selección que exige a las estructuras aplicar todas las consideraciones y requisitos adicionales para zonas sísmicas con elevada intensidad ante acciones accidentales exigibles en las normas vigentes venezolanas.

2. Clasificación según su tipo de diseño.

Clasificación especificada en el Artículo 3.2 de la Norma COVENIN venezolana 1618-1998. Por consiguiente, se divide de la siguiente manera: tipo pórtico que corresponde a estructuras construidas mediante el ensamblaje de vigas y columnas de acero capaces de resistir las deformaciones por flexión de las mencionadas vigas y pilares, asimismo, tipo pórtico con diagonales concéntricas que son aquellos pórticos de acero cuya estabilidad o resistencia al impacto está asegurada por diagonales y donde todos los componentes están sujetos a fuerzas axiales como se describe en la norma, a su vez, tipo pórtico con diagonales excéntricas que consiste en diagonales excéntricas vinculadas a vigas dúctiles, conocidas como vigas eslabón, las cuales se consideran capaces de concentrar la absorción y disipación de la energía del sistema, y por último, tipo mixto de acero y concreto que abarca a las estructuras formadas por ambos materiales, es decir, compuestas de acero y concreto reforzado.

2.2.5 Métodos de diseño.

Según el programa de apoyo a la enseñanza de la Construcción en Acero (citado por el Herrera, R. et. al 2006), el Diseño Estructural es un proceso creativo basado en el conocimiento de los principios de estática, dinámica, mecánica de sólidos y análisis estructural. Para garantizar la seguridad estructural y buen funcionamiento estructural se necesita un proceso de diseño y supervisión, en este sentido, los códigos extranjeros aportan valiosa información. Los más importantes e influyentes en estructuras de acero son publicados por el American Institute of Steel Construction (AISC) cuyo objetivo fue hacer del acero estructural una opción de material de construcción, a través de la publicación de manuales, guías de diseño y especificaciones. En sus primeras publicaciones el diseño se basaba en la teoría de esfuerzos permisibles (ASD), fue hasta 1986 que se introduce un nuevo método utilizado actualmente, basado en la teoría de

resistencia última o estados límite (LRFD).

La organización internacional AISC define el método de diseño LRFD como:

Método Load and Resistance Factor Design (LRFD): consiste en proporcionar una fiabilidad uniforme de estructuras de acero en distintos estados de carga y determinar las acciones que se presentan en las secciones críticas de un miembro estructural bajo el efecto de las acciones de diseño o cargas factorizadas. Seguidamente, utiliza los factores por separado para la resistencia y cada carga, estos factores fueron determinados por la investigación y la experiencia. Dado a que diferentes factores reflejan la incertidumbre de diversas cargas, combinaciones de cargas y la precisión de las fuerzas previstas, es posible diseñar uno más realista, que es el principal objetivo del método. (Norma AISC 360-10, 2010).

Estados límites establecidos por el método LRFD son el estado límite de resistencia y estado límite de servicio.

2.2.6 Cargas de diseño según el método LRFD.

Según la norma además, define que para el diseño con el método LRFD se usarán las combinaciones de SEI/ASCE 7 sección 2.3. Cabe destacar que, la normativa venezolana basada en la misma lleva por nombre FONDONORMA 1618-2016, “Edificaciones. Estructuras metálicas. Parte 1: Especificaciones generales para el diseño”; esta expresa las combinaciones de carga según como se visualiza a continuación, el en cuadro 1:

Cuadro 1.- Combinaciones de carga (LRFD)

$U = 1.4 CP$
$U = 1.2 CP + 1.6 CV + 0.5 CV_t$
$U = 1.2 CP + (\gamma CV \text{ o } 0.8 W) + 1.6 CV_t$
$U = 1.2 CP + \gamma CV \mp 1.3 W + 0.5 CV_t$
$U = 0.9 CP \mp 1.3 W$
$U = 1.2 CP + \gamma CV \mp S$
$U = 0.9 CP \mp S$
$U = (1.2 + 0.3A_{v0}) CP + \gamma CV \mp \Omega_O S_H$
$U = (0.9 - 0.3A_{v0}) CP \mp \Omega_O S_H$

Fuente: norma FONDONORMA 1618-2016.

Donde NVC 1756-2002-2003, citado por FONDONORMA 1618-16, describe:

- **CP:** Acciones permanentes.
- **CV:** Acciones variables.
- **CVt:** Acciones variables en techos y cubiertas.
- **W:** Acciones accidentales debidas al viento.
- **S:** Acciones accidentales debidas al sismo.
- **CE:** Acciones debidas a empujes de tierra, materiales granulares, y agua presente en el suelo.
- **CF:** Acciones debidas a fluidos.
- **CT:** Acciones reológicas o térmicas, asentamientos diferenciales o combinaciones de estas acciones.

2.2.7 Conexiones soldadas para acero estructural.

Los medios de unión marcaron de manera importante, el progreso que han experimentado las construcciones de estructuras metálicas desde que se empezó a utilizar el acero laminado anteriormente mencionado hasta la actualidad. Sin embargo, en el mundo de la construcción metálica en 1910, se empezó a usar la técnica de soldadura. A pesar de ser conocida desde antes, no hace su aparición sino hasta dicho año porque es entonces cuando se desarrollan los electrodos revestidos que depositan un metal de altas características metálicas.

Para la formación de estructuras de acero, es necesario crear conexiones adecuadas entre sus elementos constitutivos, con el fin de evitar roturas en los puntos de contacto de los distintos elementos constitutivos de la estructura. Que así, según la norma COVENIN 1618-98, “son las combinaciones de juntas para transmitir fuerzas entre dos o más miembros”. En este modo, se enfatiza la importancia de las conexiones en las estructuras de acero, debido a que una conexión inadecuada puede comportarse como el eslabón débil en la misma y esto podría ocasionar numerosas fallas. Por otra parte, las uniones de elementos estructurales en acero se rigen bajo las normas AISC, como ya se mencionó, dentro de esta se reflejan dos métodos principales, mediante los cuales se puede realizar el cálculo de las conexiones.

Para efectos de este trabajo de grado, se tomarán en cuenta ciertas conexiones

soldadas que se puedan realizar en perfiles de alma llena y tubulares, como pudieran ser las conexiones simples que según la norma AISC 360-10 (2010), “deben ser diseñadas como flexibles y se permite dimensionarlas solamente para reacciones de corte, excepto que se indique lo contrario en los documentos de diseño. Las conexiones flexibles de vigas simples deben ser capaces de soportar las rotaciones de esas vigas en sus extremos. Se permite que la conexión desarrolle algo de deformación inelástica, pero autolimitante, para acomodar las rotaciones de una viga simple en sus extremo”.

Por otro lado, las conexiones rígidas son aquellas que en los extremos de vigas y puntales combinados, deben estar diseñadas para resistir la acción combinada de los momentos y fuerzas cortantes causadas por la rigidez de las juntas. (Chazaro, C. 2021). A su vez, las conexiones semi-rígidas o de momento parcialmente restringidas poseen un ángulo intermedio entre la flexibilidad de la conexión simple y la rigidez total de la conexión de momento rígidas, asimismo, citando a Bakhos, A. y Bitoni, G. et al. (2011), se diseña este tipo de montaje, en el que se combinan los elementos, teniendo en cuenta el efecto combinado del par y la fuerza cortante sobre la rigidez del mismo montaje. Seguidamente, se destacan las conexiones a corte, las cuales se puede asumir con poca o ninguna resistencia a la rotación y están diseñadas para transmitir solo fuerzas de corte y no momento al miembro de soporte. Por último, se tienen las conexiones centradas a corte y tracción axial o denominadas también como conexiones a tracción pura, las cuales deben ser cuidadosamente analizadas, para tomar en cuenta el incremento de las fuerzas exteriores actuales por el efecto de palanca.

2.2.8 Procesos de soldadura.

Según Vinnakota, S., (2006), “la soldabilidad de un acero es la medida de la facilidad relativa para producir una unión satisfactoria, sin grietas, estructuralmente sólida, y que posea la resistencia y ductilidad adecuadas”. La mayoría de los aceros estructurales especificados por la ASTM se pueden soldar sin procedimientos o precauciones especiales.

Entre los distintos procesos de soldadura que enfrentan las estructuras metálicas. Se resaltan los siguientes:

Proceso de Soldadura MIG / MAG (Microwire)

Consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. Tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte. El procedimiento es muy utilizado en espesores delgados y medios en fabricaciones de acero, especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual. (Llano, C. 2009).

Proceso de soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)

En la fabricación de acero estructural se utilizan diversos métodos de soldadura de manera extensa. La soldadura SMAW (Shielded Metal Arc Welding), consiste en la utilización de un alambre de acero cubierto con un revestimiento formado por una mezcla arcillosa de aglutinantes de silicato y materiales en polvo, como carbonatos, aleaciones metálicas, entre otros, el cual es llamado electrodo que al fundirse debido a el calor generado por el arco ocasiona que el extremo del electrodo funda y queme el revestimiento formando una atmosfera adecuada para transferir el metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el metal base. Además de crear dicha atmosfera este revestimiento, permite dirigir y canalizar la corriente del arco. (Vinnakota, S. 2006). (Ver figura 1).

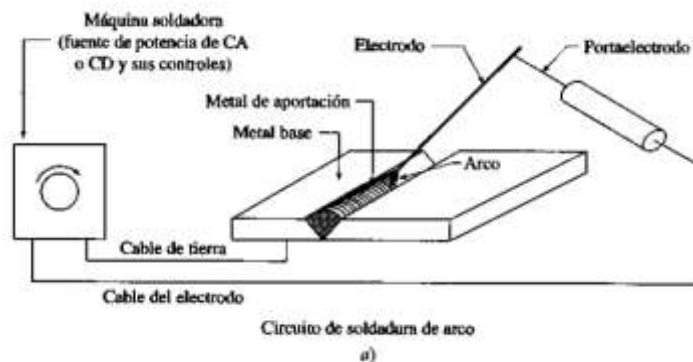


Figura 1.- Soldadura tipo SMAW

Fuente: Vinnakota, S. (2006)

2.2.9 Ventajas y desventajas de la soldadura.

Hoy en día, hay grandes ventajas que nos ofrece la soldadura, puesto que se ha podido eliminar casi por completo la fatiga e inspección que se temía anteriormente,

exceptuando algunos puentes. A continuación se presentan algunas ventajas principales: se reducen los elementos conectores ya que con frecuencia no son necesarios, tiene una zona de aplicación mucho mayor que los pernos, las uniones fundidas producen una estructura más rígida en comparación con las estructuras más flexibles hechas con conexiones atornilladas, resulta más fácil realizar cambios en el diseño y corregir errores durante el montaje y a menor costo, se reduce el tiempo de fabricación, producen conexiones lisas sin obstrucciones, es más silencioso que otro tipo de formas de conexión, es el único procedimiento de conexión de placas que produce uniones impermeables.

Por otro lado, la soldadura posee pocas desventajas en comparación con otro tipo de procesos; éstas son: requerimiento de trabajadores expertos y capacitados en soldadura tanto en taller como en el campo, exige considerable experiencia y práctica para la inspección y por último, las tolerancias de fabricación son más estrictas que las conexiones apernadas.

2.2.10 Clasificación de las soldaduras.

1. Clasificación según el tipo de soldadura.

Las soldaduras se pueden dividir según los perfiles que se desean unir. Estas se pueden clasificar de la siguiente manera: penetración profunda, filete, penetración parcial y, soldadura de tapón y ranura. (Ver figura 2)

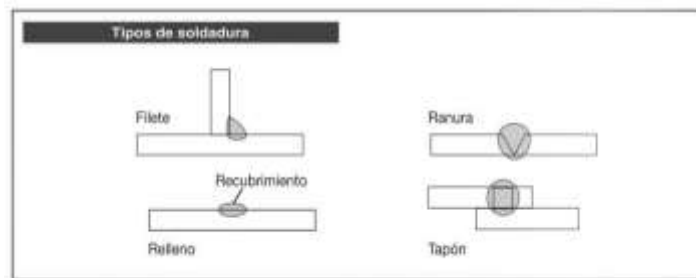


Figura 2.- Tipos de soldadura

Fuente: el Manual de Aceros Inoxidables para Soldadores, INDURA S.A. (2010).

2. Clasificación según la posición de la soldadura.

Se pueden clasificar como soldadura de filete plano, horizontal, vertical o de penetración de cabeza y soldadura de ranura en plancha plano, en plancha horizontal, en plancha vertical o penetración de cabeza. (Ver figura 3)

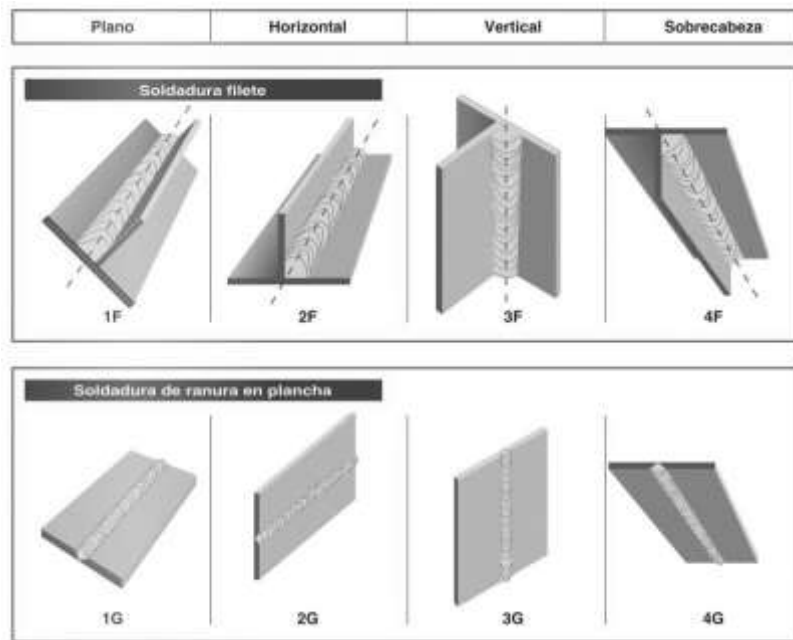


Figura 3.- Posiciones de soldadura

Fuente: el Manual de Aceros Inoxidables para Soldadores, INDURA S.A. (2010).

3. Clasificación según el tipo de unión.

Esta se caracteriza por separar de adecuado a el tipo de conexión a emplear, es decir, si la unión es traslape, tipo T, a tope, borde o esquina. (Ver figura 4)

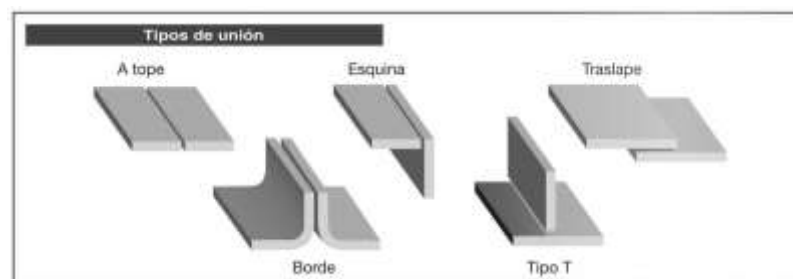


Figura 4.- Tipo de unión de soldadura

Fuente: el Manual de Aceros Inoxidables para Soldadores, INDURA S.A. (2010).

2.2.11 Clasificación y características de los electrodos revestidos.

Según el Manual de Soldadura de Exsa (1995) indican que los materiales de aporte son propiamente los electrodos, alambres, flujos, entre otros. Asimismo, según Vinnakota, S., (2006), los electrodos para soldadura deben cumplir con las especificaciones de la American Welding Society (AWS). La nomenclatura del electrodo, según Chazaro C., (2019), se divide en: E que significa “electrodo”, los dos primeros números que pertenecen a la resistencia a la ruptura de tensión, tercer número que representa el tipo del electrodo y el cuarto y último número que indica el tipo de corriente a utilizar.

2.2.12 Costos en la industria de la construcción.

Por consiguiente, según el Salinas M., (2014) define que “los costos y presupuestos son dos términos estrechamente relacionados dado que no puede haber presupuesto sin costos por sí solo, aplicado a una cantidad o metrato de determinada unidad, constituye ya un presupuesto”. Así mismo, costo es un término que se refiere al valor de un proceso de producción en particular y cubre una amplia gama de recursos, dependiendo de cómo se realice el trabajo, lo que a su vez, sumados da como resultado el valor económico llamado “precio” con que hay que contar para la ejecución de la obra. En este mismo orden de ideas, el precio se conoce como la suma del costo directo con el costo indirecto de cada reglón. Por su parte, tanto el tiempo de ejecución de la obra y la integración de los costos indirectos, como la agilidad con la que cuente la empresa para sistemas constructivos y uso racional de los recursos, deben significar un porcentaje que influya considerablemente en el precio final.

Seguidamente, la suma de los costos directos e indirectos, como se mencionó anteriormente, conforman el precio unitario, el cual multiplicado por una cantidad de trabajo estimado para ejecutar, da el valor total del flujo de trabajo. Así mismo, según el Salinas M. (2014), explica que existen dos tipos de costos, los costos directos que se refiere al resultado de la suma de los materiales, equipos y mano de obra con sus correspondientes prestaciones, y los costos indirectos que está conformado por los gastos de supervisión, comisiones de venta, gastos de capacitación, publicidad,

impuestos, financiamiento, utilidades, transporte, construcciones provisionales, comunicaciones, seguros, fianzas, contratos y todos los costos en general que no estén ligados directamente al proceso constructivo.

2.2.13 Estimación de costos en la industria de la construcción en acero.

El costo es transversal a cualquier fase del proyecto, brindando información substancial para la toma de decisiones, la programación de los costos y la gestión de los recursos (Doloi, H. K. 2011). Por tanto, una estimación de costos deficiente puede convertirse en una de las principales razones por las cuales el proyecto puede fallar incurriendo en sobrecostos o ser declarado financieramente inviable. La estimación forma parte fundamental para la cotización que deben realizar las empresas fabricantes de estructuras metálicas, montajes del acero estructural, encargados del levantamiento de la estructural, las empresas contratistas, entre otros. (Ramírez, L. 2015)

Al momento de estimar el costo de una estructura de acero para una obra, el contratista debe enviar un conjunto especificaciones para la estructura a un fabricante especializado en acero estructural para así obtener una cotización. El mismo, realizará una estimación, comprendidos los miembros clave y las partidas varias, a los que aplicará los costos de fábrica de fabricación, soldadura, tornillos, revestimientos, cargos fijos y otros costos. (Peurifoy, R. 1986).

El costo de soldar acero estructural incluirá el costo de los electrodos, la electricidad, la mano de obra y los costos fijos del trabajo. Cabe señalar que para estimar el costo de un conjunto soldado, se debe tener en cuenta el tipo de soldadura, el tipo de unión, la posición de la soldadura, y otros factores que afectan el procedimiento de cálculo, de acuerdo a Peurifoy, R. (1986). Por otro lado, para determinar el costo real de un cordón de la soldadura, se debe estimar previamente el consumo de consumibles en función de dicho cordón, tanto para electrodos como para alambres de soldadura microwire.

Propósito de la estimación de costos

El proceso de estimación de costos requerido para construir una obra civil tiene una importancia primordial para el buen control administrativo. Es por ello que el

principal propósito de las estimaciones de costos consiste en determinar los costes que se requieren para realizar una obra, siendo así el precio propuesto de un proyecto, lo suficientemente razonable como para permitirle a la empresa obtener un margen de ganancias, con la condición de que dicho precio esté dentro del presupuesto del contratante. En este mismo orden de ideas, la estimación está a cargo de dos tareas importantes, determinar un costo razonable y probable real y, establecer el tiempo probable en el que se construirá la estructura. Dado que las estimaciones de construcción se preparan antes de la construcción del proyecto, la mejor estimación es una estimación aproximada de los costos reales. (Ramírez, L. 2015)

Técnicas de estimación de costos

La fabricación de una nave industrial diseñada en acero se puede emplear cualquiera de las tres opciones o un conjunto de ellas, definidas a continuación: la estimación paramétrica que según MacDonald, R. (2013), es una técnica que genera estimaciones de costos en base de examinar y validar las relaciones que existen entre las características técnicas y programáticas en un proyecto. Seguidamente la estimación de precios unitarios que como lo indica Merritt, S., Loftin, K. y Ricketts, J. (1999), se basa en los datos contenidos en el contrato y se obtienen sumando los productos obtenidos multiplicando el precio unitario de cada artículo por la cantidad requerida. Por otro lado, la estimación de desarrollo del personal que se basa en el costo de personal y equipo requerido para cada componente en cada etapa de fabricación y/o construcción. Como resultado, el uso de recursos variará según el estado del proyecto, las condiciones del sitio y la disponibilidad de mano de obra, materiales y equipos. Los datos de estimación se pueden obtener del manual del fabricante.

2.2.14 Tipos de estimación de costos.

Según lo define Ramírez, L. (2015), previamente de que se realice el diseño, se debe preparar una estimación preliminar por parte del contratista para reflejar los costos esperados basados en datos más apegados al proyecto definitivo. De tal manera, se presentan los tipos de estimaciones: estimación conceptual, preliminar, del ingeniero y para cotización. Asimismo, estos cuatro niveles de precisión “reflejan el hecho de que

a medida que avanza el proyecto desde el diseño conceptual y pasa por el preliminar hasta llegar al diseño final y la fase de cotización, aumentando el nivel de detalle permitiendo una estimación más exacta”. (Rodríguez (2011), et. al Ramírez, L. 2015).

2.2.15 Programas de cálculo.

La base de datos EXCEL, es un programa perteneciente a una marca registrada, que permite a través de una hoja de cálculo manipular datos numéricos y alfanuméricos dispuestos en forma de tablas (filas y columnas). Actualmente, con EXCEL es posible realizar cálculos complejos con fórmulas y funciones y, dibujar distintos tipos de gráficas. (Hernández, E., Farias, Y. y Rincón, A. 2012). Adicional a esta, se conoce el programa MATHCAD como un software de computadora perteneciente a una marca registrada llamada PTC, diseñado principalmente para la verificación, validación, documentación y reúso de cálculos de ingeniería.

2.2.16 Análisis de Precios Unitarios (APU).

Según Amaíz, D. y Loján, J. (2011) describen el análisis de precios unitarios como “un modelo matemático que adelanta o predice el costo de una obra, el cual a su vez está dividida en varias partidas”, luego definen la partida, como “actividad a realizar en donde se indica su alcance, su unidad de medición y la cantidad a realizar; entre otras características importantes que son tomadas en cuenta en el análisis de precio”. Por consiguiente, se deben tener en cuenta los siguientes criterios: precio de los insumos, cantidad de insumos en cada partida, tipo de insumos incluidos en una partida, rendimiento utilizado en las partidas, precio de los equipos, tipo y cantidad de equipos utilizados, valor y cantidad de la mano de obra. Por consiguiente, los componentes necesarios que se deben tomar en cuenta para un análisis de precios unitarios son los siguientes: materiales, equipos, mano de obra, rendimiento, Factor de Costos Asociados al Salario (FCAS), Costos Directos, Costos Indirectos, Utilidad, administración y gastos generales.

2.2.17 Factor de Costos Asociados al Salario (FCAS).

Según el Dpto. de análisis y costos en el Colegio de Ingenieros de Venezuela (2018), define el FCAS como un número porcentual producto de un modelo matemático que interpreta y estima en base a las condiciones esperadas en la obra, la

aplicabilidad o no de las diferentes cláusulas y/o leyes, y por lo tanto los diferentes beneficios consagrados tanto en la Convención Colectiva Socialista de las Trabajadoras y los Trabajadores de la Industria de la Construcción como en las leyes.

2.2.18 Estadística.

Según Murray, R. y Larry, J. (2009), “la estadística se ocupa de los métodos científicos que se utilizan para recolectar, organizar, resumir, presentar y analizar datos así como para obtener conclusiones válidas y tomar decisiones razonables con base en este análisis. El término estadística también se usa para denotar los datos o los números que se obtienen de esos datos; por ejemplo, los promedios”. Gracias a la obra de Puertas, E. Urbina, J. ... y Chiquito, A. titulada “Bioestadística, herramienta de la investigación” (1998), se especifican los siguientes conceptos:

- **Variabilidad:** es una medida de la dispersión de los datos en una distribución, sea esta teórica o de una muestra; medidas de variabilidad son la varianza, la desviación estándar, cuartiles o deciles, y rango. Se representa como pq.
- **Población:** conjunto completo de individuos, objetos o unidades que poseen alguna característica común observable. Se denomina con la letra N.
- **Muestra:** es un subconjunto o parte de la población o del universo que refleja las características del mismo. Se denomina con la letra n. Existen fórmulas que permiten calcular el tamaño adecuado de una muestra:

$$n = \frac{Nz^2pq}{Ne^2 + z^2pq}$$

Ecuación 1

- **Nivel de confianza:** la experiencia del investigador suele permitirle elegir el valor más común: para nivel de confianza del 90% - Z = 1.65, nivel del 95% - Z = 1.96 y nivel del 99% - Z = 2.576.
- **Margen de error:** el investigador puede demostrarlo basándose en su experiencia o en los datos recogidos en investigaciones anteriores. Por lo general, se usaría el 5%, pero en muchos casos se usa el 10% o el 1%. Así, este valor no complementa el nivel de confianza establecido por el investigador. (Ramírez L., 2015).

- **Rango:** el rango de un conjunto de números es la diferencia entre el número mayor y el número menor del conjunto. Se puede calcular mediante la ecuación 2:

$$R = L_s - L_i$$

Ecuación 2

- **Ancho del intervalo:** cuando los datos se organizan en intervalos de tiempo, es porque el nivel de confianza del investigador se utiliza en un alto grado. Asimismo, el resultado obtenido debe ser redondeado con el mismo número de cifras decimales que tengan los datos.

$$T = \frac{R}{\sqrt{n}}$$

Ecuación 3

- **Promedios o Medidas de tendencia central:** según Murray, R. y Larry, J. (2009), es un valor típico o representativo de un conjunto de datos. Se pueden definir varios tipos de promedios:

- **La media aritmética:** la media aritmética o la media, de un conjunto de n números X_1, X_2, \dots, X_N . Se denota así: \bar{X} y está definida como:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Ecuación 4

- **La mediana:** es el valor central que se puede hallar con la siguiente fórmula si los datos están agrupados o no:

$$Me = Lr_{inf} + IC * \frac{\left(\frac{n}{2}\right) - Fi \text{ acu. anterior}}{Fi}$$

Ecuación 5

- **Intervalo de Clase:** hace referencia al ancho o tamaño que puede tener un rango de valores.

$$IC = \frac{\text{Rango}}{1 + 3.322[\text{LOG}(\text{F. abs. acumulada})]}$$

Ecuación 6

- **La moda:** es el valor más frecuente. Puede no haber moda y cuando la hay, puede no ser única. se expresa mediante la ecuación 6:

$$M_o = \bar{X} - 3(\bar{X} - m_e)$$

Ecuación 7

- **Relación empírica entre la media, la mediana y la moda:**

Asimismo, cuando los datos son distribuidos normalmente los 3 parámetros son iguales, cuando Media < Moda < Mediana los datos son cargados a la derecha, y cuando Media > Moda > Mediana los datos son cargados a la izquierda. (Ver figura 5)

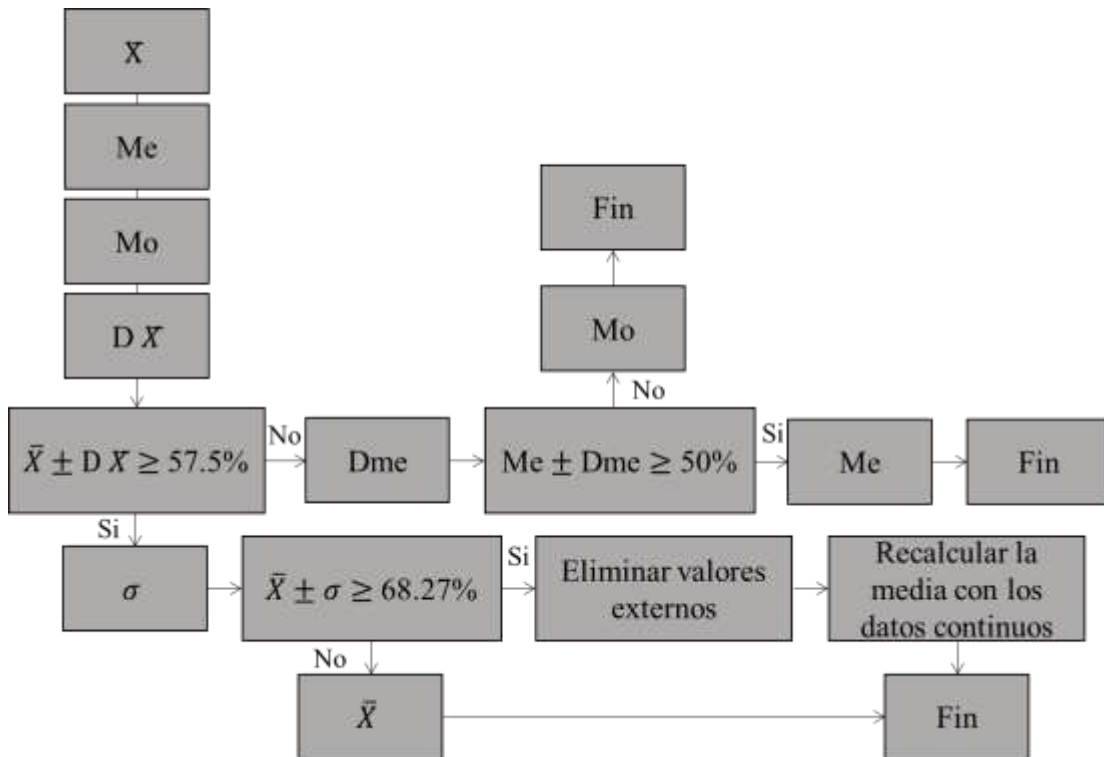


Figura 5.- Definición de la medida de tendencia central

Fuente: Ramírez L., (2015) citando al Prof. Piol R. (1996)

- **Varianza:** este es el cuadrado medio de las diferencias que tienen los datos sobre la media. Se puede calcular usando las ecuaciones 8 y 9:

- **Para la muestra:** Se usa para datos < 30.

$$s^2 = \frac{\sum(\bar{X} - x_i)^2}{n-1}$$

Ecuación 8

- **Para la población:** Se usa para datos > 30.

$$\sigma^2 = \frac{\sum(\bar{X} - x_i)^2}{N}$$

Ecuación 9

- **Desviación estándar:** indica cuándo los datos se desvían de la media multiplicada por la frecuencia y se convierte en la raíz cuadrada de la varianza. Esta indica la varianza en todos los datos. Se calcula utilizando las ecuaciones 10 y 11:

- **Para la muestra:**

$$s = \sqrt{s^2}$$

Ecuación 10

- **Para la población:**

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Ecuación 11

- **Desviación media:** Indica cuando los datos se desvían de la media. Esta es quizás la medida más importante y útil en la mayoría de los casos, ya que indica la varianza en todos los datos. Se obtiene mediante la ecuación 12:

$$D\bar{X} = \frac{|x_i - \bar{X}| \times f_i}{N}$$

Ecuación 12

- **Desviación mediana:** La desviación mediana de una distribución de datos es una medida del valor absoluto de la desviación de una distribución de la mediana de la tendencia central. De esta forma, está representado por la Ecuación 13:

$$D_{me} = \frac{|x_i - me| \times f_i}{N}$$

Ecuación 13

2.3 Bases legales.

Martins y Pallela (2012) indican que las bases legales “Se refieren a la normativa jurídica que sustenta el estudio. Desde la Carta Magna, las Leyes Orgánicas, las resoluciones, decretos, entre otros”.

1. Norma Venezolana FONDONORMA 1755-2016. Código de prácticas normalizadas para la fabricación y construcción de estructuras de acero.

Esta norma proporciona prácticas técnicas desarrolladas en la industria de la construcción de acero para la adquisición de estructuras de acero, así como para el diseño, fabricación e instalación de edificios a partir de estos materiales. Su propósito es proporcionar una guía a los propietarios, ingenieros, arquitectos, fabricantes, constructores, contratistas y otros profesionales involucrados en la construcción de estructuras de acero. Para este estudio, los Capítulos 2, 5 y 6 corresponden a la clasificación de materiales y materiales y se utilizan la fabricación y entrega final.

2. Norma Venezolana FONDONORMA 1618-2016. Edificaciones. Estructuras metálicas. Parte 1: Especificaciones generales para el diseño.

La siguiente norma establece los requisitos mínimos para el diseño, fabricación, construcción, inspección y mantenimiento de estructuras de acero de edificios, así como elementos, miembros, juntas y sus conexiones. Asimismo, se aplica tanto a las edificaciones nuevas como a la evaluación, modificación, rehabilitación, reforzamiento y reparación de las edificaciones existentes. En este contexto, depende del método del caso específico, por lo que la estructura de acero se diseñará para al menos estos casos. Además, especifica todos los procedimientos de diseño y verificación utilizados en esta investigación, en particular el Capítulo B correspondiente a requisitos de diseño.

3. Norma Venezolana COVENIN 803-1989. Aceros. Definiciones y clasificación.

Incluye definiciones y clasificaciones del acero, según su composición química, proceso de fabricación, grado de oxidación y su aplicación principal. Esta Norma se utiliza para verificar y respaldar el concepto de las propiedades que deben cumplir las estructuras de acero y se utiliza principalmente en las páginas 1, 2, 3 y 4.

4. Norma Venezolana COVENIN 2000-II-1999, suplemento de la norma COVENIN 2000-II-1992, Medición y codificación de partidas para estudios, proyectos y construcción

El estudio se sustenta en la consulta de esta norma, ya que contiene toda la información detallada relacionada con la selección de elementos, la realización de

cálculos métricos, elaboración de presupuestos para mejor control de la ejecución de proyectos y construcción de edificaciones en el sector público y, los fundamentos y legislación relacionada con la estimación de costos y el análisis presupuestario. Por otro lado, la norma 2000-II-1999 es el suplemento de la 2000-II-1992 que sustituyó a la versión 2000-91, incorporándose así las observaciones necesarias.

5. Norma Americana ANSI/AISC 360-16. Specification for Structural Steel Buildings.

Las especificaciones de esta norma forman la base de todas las normas utilizadas en la construcción de estructuras de acero. Contienen las pruebas, los procedimientos y los horarios utilizados en esta encuesta. La información que proporciona ha sido preparada de acuerdo con los principios de ingeniería aceptados y proporciona un tratamiento integrado de los métodos de diseño para las tensiones permisibles y el diseño de factores de carga y resistencia.

De manera similar, el uso de esta norma en esta propuesta de investigación consta del Capítulo A con referencia al Reglamento General con Referencias; y el capítulo B trata sobre las propiedades de las columnas y, finalmente, el capítulo J trata sobre el tamaño de los bloques.

6. Norma venezolana COVENIN 2003 – 1986. Acciones del viento sobre las construcciones.

Tal como lo indica la norma vigente 2003-1986, se puede citar las mejoras más resaltantes, la cual es la selección de las velocidades del viento para muchas localidades del país, la clasificación de las construcciones en cuanto a su uso y características de respuesta, y el tratamiento de las acciones según sean sistemas resistentes o cerramientos de la construcción. De esta forma, la importancia de esta norma radica en la utilización de las velocidades, cálculos de viento, entre otros, a emplear en el proyecto en cuestión.

7. Norma Venezolana COVENIN 2002-1988. Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.

De esta norma se obtiene toda la información necesaria correspondiente a los

critérios y consideraciones de las acciones mínimas a considerar en los proyectos de edificaciones. Se describen las acciones como los fenómenos que producen cambios en el estado de las estructuras, es decir, en ella se establecen las cargas que se consideran en el diseño de dichas estructuras, tales como cargas permanentes, cargas variables, pesos propios, acciones sísmicas, acciones accidentales, acciones permanentes, entre otros factores que inciden directa o indirectamente en la estructura.

8. Ley orgánica del trabajo, los trabajadores y trabajadoras.

La Ley orgánica del trabajo, los trabajadores y trabajadoras define diversos artículos asociados al salario, uno de ellos es el Artículo 122. El salario base para el cálculo de lo que corresponda al trabajador y trabajadora por concepto de prestaciones sociales, y de indemnizaciones por motivo de la terminación de la relación de trabajo, será el último salario devengado, calculado de manera que integre todos los conceptos salariales percibidos por el trabajador o trabajadora. Aunado a esto, el trabajo de grado en cuestión requiere de estimaciones de salarios a aplicar en utilidades y prestaciones sociales, por lo que el artículo presente asiste a desarrollar dichas evaluaciones.

2.4 Definición de términos básicos.

Acciones permanentes: Representa las cargas gravitatorias debidas al peso de todos los componentes estructurales y no estructurales, tales como muros, pisos, techos, tabiques, equipos de servicio unidos a la estructura y cualquiera otra carga de servicio fija. (Norma COVENIN 1756-1:2001. Edificaciones Sismorresistentes. Parte 1).

Aleación: material con propiedades añadidas al mezclar varios elementos, de los cuales por lo general, siempre es un metal que lo califica. (Salegui J., y Urdaneta A., et. al 2011).

ASTM: organismo norteamericano que desarrolla estándares normativos para diversas clases de materiales, (American Society For Testing and Materials). (Araujo G., y Burneo J., et. al, 2009).

Conexión: se conoce como la combinación de juntas para transmitir fuerzas entre dos o más miembros en una estructura de acero. (Hernández P. y González J., 2011).

Nodo: la zona completa de intersección de columnas y vigas, incluyendo las planchas

de continuidad y las planchas adosadas. El nodo comprende las conexiones. (Abellana E., y Hernández E., et. al 2008)

Perfiles: elementos utilizados en la fabricación de las estructuras de acero obtenidos mediante laminado en caliente de lingotes de hierro. Tienen diferentes formas tales como I, H, U, T, L, entre otros. Los perfiles L son llamados ángulos. (Gutiérrez A., 1982, citado por Ramírez L., 2015)

Resistencia: es la capacidad que tienen los elementos estructurales de aguantar los esfuerzos a los que están sometidos sin romper.

Soldadura: es un proceso de manufactura en donde se realiza la unión de dos materiales, esto es logrado a través de la fusión, en la cual las piezas se unirán al ser derretidas o agregando un material de relleno derretido. (García P., 2009)

Solicitaciones: son conocidas como las fuerzas u otras acciones que afectan la estructura debido al peso propio de la misma, de los elementos no estructurales, de sus ocupantes y sus posesiones, entre otros. (Paredes, 2009, citado por Ramírez L., 2015).

Tensión: puede ser definido como la fuerza interna por unidad de área de una sección de unión. Estas tensiones pueden ser de tracción o compresión dependiendo de sus tendencias a alargar o acortar el material sobre el cuál actúa. (Hibbeler, citado por Bakhos A., y Bitoni G., 2011)

Torsión: es un esfuerzo producido por retorcer o girar un material sobre sí mismo, ejerciéndose en sus dos pares de giro en sentido contrario.

Tracción: cuando sobre él actúan fuerzas que tienden a estirarlo. Los tensores son elementos resistentes que aguantan muy bien este tipo de esfuerzos. La tracción es lo contrario a la compresión: intentar “estirar”, alargar un elemento.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico según lo establece Tamayo y Tamayo (2012) está definido como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento” (P.37). Por consiguiente, esta técnica se basa en la formulación de hipótesis ya que, pueden ser confirmadas o descartadas mediante una serie de investigaciones relacionadas al problema.

3.1 Tipo de investigación.

Cuando se va a resolver un problema de forma científica, existen diversas maneras y autores que definen el tipo de investigación a usar. Según Balestrini (2002), expone el proyecto factible como “Aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas, entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer.”

Con relación a la información expuesta anteriormente, se entiende que para este caso de estudio el tipo de investigación se encuentra enmarcado dentro de un proyecto factible, ya que en el mismo se pretende realizar un análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, siendo una herramienta útil para múltiples empresas fabricantes, contratistas, ingenieros, entre otros, resolviendo así un problema práctico y satisfaciendo una necesidad.

3.2 Diseño de la investigación.

Según Tamayo y Tamayo M. (2003), el diseño de la investigación se define como, “La estructura a seguir en una investigación ejerciendo el control de la misma a fin de encontrar resultados confiables y su relación con los interrogantes surgidos de la hipótesis”. Por otra parte, según Arias (2006), una investigación documental “Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e investigación de los

datos secundarios, es decir, los datos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales”. Igualmente, se considera la presente investigación dentro de la modalidad de campo que según Arias (2006), se define como aquella que “Consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular variable alguna”.

Por consiguiente, el presente trabajo de grado posee un diseño documental de campo, puesto que además de realizar búsquedas de información en documentos ya existentes y analizar la misma, no se alterarán las condiciones presentes en la recolección de datos obtenidos en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio, por ello su carácter de investigación no experimental.

3.3 Nivel de la investigación.

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno de estudio. Aquí se indicará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa. Es así como Morles V. (1994) citado por Arias F. (1999), explica que existen varios tipos de investigación científica dependiendo del método y de los fines que se persiguen.

Por consiguiente, Baray H. (2006), expone que “Una investigación descriptiva es aquella que describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés. Asimismo, los investigadores recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento”.

En relación con el concepto ya definido, se puede decir que la investigación es de carácter descriptivo ya que busca analizar el costo de fabricación de una conexión soldada para una nave industrial de acero estructural diseñada con perfiles de alma llena y tubulares, y así poder establecer un análisis comparativo de costos para la fabricación de dichas conexiones dependiendo del perfil con que será construida.

3.4 Población.

Para Arias (2012), la población “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.”

Asimismo, “La población finita es aquella cuyos elementos en su totalidad son identificables por el investigador, mientras que, la población infinita es aquella cuyos elementos es imposible tener un registro identificable”. Arias (2006). En relación con lo expuesto anteriormente, la población establecida para esta investigación está comprendida por la información recolectada de forma documental sobre las conexiones de naves industriales existentes para perfiles de alma llena y tubulares.

3.5 Muestra.

Para Balestrini (1997), la muestra “Es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población”.

Considerando lo anteriormente citado, la muestra para este trabajo de investigación estará dada por una parte significativa de la población correspondiente a las conexiones soldadas por arco con electrodo metálico revestido (S.M.A.W).

3.6 Técnicas de Recolección de Datos.

Es una de las etapas más importantes de la investigación porque por mediante ella se obtendrán los datos y los resultados del estudio. De acuerdo con Arias (2012), “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información.” (P.112). Como se mencionó anteriormente, las técnicas de recolección de datos son todos aquellos medios que se utilizan para obtener la información necesaria de un determinado tema.

Asimismo, según los autores Hernández, Fernández y Baptista (2010) “La observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta” (P. 316). Mediante la cual se examinan los datos recopilados con el objetivo de realizar una selección y organización de estos, para el proceso de análisis y evaluación de los planos tanto arquitectónicos como estructurales de los proyectos, con el objetivo de desarrollar mediciones estadísticas de

una manera más acorde y lógica para brindar una solución a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

Conforme a lo establecido por Hart (1998) se define la revisión bibliográfica como "La selección de los documentos disponibles sobre el tema, que contienen información, ideas, datos y evidencias por escrito sobre un punto de vista en particular para cumplir ciertos objetivos o expresar determinadas opiniones sobre la naturaleza del tema y la forma en que se va a investigar, así como la evaluación eficaz de estos documentos en relación con la investigación que se propone". A través de la que se recopilara información sobre diversas normas y reglamentos que establecen los pasos a seguir para la verificación de conexiones soldadas y el diseño de estructuras en acero estructural.

Según Hurtado (2008) afirma que una revisión documental "Es una técnica en donde se recolecta información escrita sobre un determinado tema, teniendo como fin proporcionar variables que se relacionan indirectamente o directamente con el tema establecido, vinculando esta relaciones, posturas o etapas, en donde se observe el estado actual de conocimiento sobre ese fenómeno o problemática existente". Es de gran utilidad debido que ayuda a recolectar información útil que permita profundizar los conocimientos sobre el área o campo relacionado con el tema de la investigación, favoreciendo el desarrollo de la misma.

3.7 Instrumentos de Recolección de datos.

Según Arias (2012), "Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información" (p. 112).

Debido a los datos requeridos en este trabajo de investigación se requiere de varios instrumentos para la recolección de datos, como lo son, una tabla para la anotación de los datos recopilados sobre el rendimiento, tiempo y espesores de soldadura, para lo que se hará uso además de un cronometro para medir el tiempo, y de una cinta métrica para tomar la longitud del cordón de soldadura.

3.8 Técnicas de Análisis de Recolección de Datos.

Las técnicas de análisis de datos, según Arias (2012), “Describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan” (p. 111).

Por lo que, una vez aplicado los instrumentos de recolección de datos se procede a analizar la información obtenida haciendo uso de métodos comparativos como tablas, gráficos e histogramas que según Fideli (1998), se define como “Un método para confrontar dos o varias propiedades enunciadas en dos o más objetos, en un momento preciso o en un arco de tiempo más o menos amplio”.

3.9 Fases Metodológicas.

Fase I: Recopilar la información asociada a la fabricación de conexiones soldadas para perfiles de alma llena y tubulares en naves industriales de acero estructural para edificaciones con nivel de diseño 1 (ND1), en relación a costos estimados a través de las técnicas de recolección de dicha información.

- Búsqueda de material bibliográfico relacionado con el tema de investigación, como por ejemplo las comprobaciones que se deben realizar a las conexiones soldadas, planos, así como también cálculos estructurales para estructuras de acero estructural modelo y cotizaciones de materiales requeridos para su realización.
- Recolección de datos en campo, sobre el rendimiento de soldadura por arco con electrodo metálico revestido (S.M.A.W).

Fase II: Análisis de la información recopilada definiendo los parámetros que verifican la viabilidad del proyecto, cumpliendo con las normativas venezolanas vigentes.

- Análisis de las variables que interfieren en el proceso de verificación de las conexiones soldadas para perfiles de alma llena y tubulares para estructuras de acero estructural, mediante la examinación de planos y cálculos estructurales según lo establecido en las Normas Venezolanas COVENIN y las internacionales AISC y LRFD.
- Diseño de nave industrial de acero estructural modelo, para perfiles de alma llena y tubulares, mediante la utilización del software de cálculo estructural SAP2000,

según lo establecido en las Normas Venezolanas COVENIN y las internacionales AISC y LRFD.

- Verificación de la viabilidad de la propuesta.

Fase III: Realizar la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

- Estimar los costos de fabricación de las conexiones soldadas para naves industriales modelo diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

Fase IV: Comparar la estimación de costos en naves industriales de acero estructural para conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

- Realizar un análisis comparativo de la estimación de costos para conexiones soldadas para naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.
- Concluir de acuerdo los resultados obtenidos del análisis comparativo que cumple con los rangos establecidos en las normativas a un menor coste de fabricación, en función al perfil utilizado para su construcción.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

En el presente capítulo, se desarrollan las fases metodológicas descritas en el capítulo III, tales como: Fase I (Recopilación de datos), Fase II (Análisis de la información recopilada), Fase III (Realización de la estimación de costos), y por último la Fase IV (Comparación de la estimación de costos). Asimismo, estas fases ordenadas de forma secuencial, auxilian a la obtención de los datos necesarios para llevar a cabo el Análisis Comparativo de la Estimación de Costos para la Fabricación de Conexiones Soldadas en Naves Industriales de acero estructural para edificaciones con nivel de diseño 1 (ND1) y diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, aplicando la norma Fondonorma 1618-2016 y Fondonorma 1755-2016.

4.1 Recopilar la información asociada a la fabricación de conexiones soldadas para perfiles de alma llena y tubulares en naves industriales de acero estructural para edificaciones con nivel de diseño 1 (ND1), en relación a costos estimados a través de las técnicas de recolección de dicha información.

En esta fase se procedió a la recopilación de toda la información necesaria sobre el rendimiento de soldadura por arco con electrodo metálico revestido (S.M.A.W), mediante técnicas e instrumentos de recolección de datos, las mismas formaron parte del fundamento para determinar las características de la investigación. Por otra parte, soldadores, ayudantes y empleados de la empresa CAMICEM, C.A. prestaron su servicio para aplicar la técnica de la observación directa mientras realizaban trabajos de fabricación de las estructuras. No obstante, mediante los instrumentos de inspección visual, registro fotográfico, observación estructurada y documental relacionado con las comprobaciones que se deben realizar a las conexiones soldadas, así como también cálculos estructurales para estructuras de acero estructural modelo y cotizaciones de materiales requeridos para su realización, además de la aplicación de software; se identificaron las características inherentes del proyecto a estudiar.

Así mismo, durante la ejecución de los trabajos de fabricación de estructuras de acero estructural, se tomaron como datos estadísticos para la elaboración del análisis comparativo, lo siguiente: el rendimiento de diversos soldadores en campo, tiempos de soldadura con equipos de arco con electrodo metálico revestido, calidad de los cordones de soldadura, espesor y longitud de los cordones de soldadura, entre otros datos fundamentales.

Cabe señalar, que la empresa CAMICEM, C.A. está dedicada al oficio de construcciones de obras civiles y fabricación y ensamblaje de estructuras de acero, tanto para organizaciones del sector privado como público. La misma, trabaja arduamente para satisfacer las necesidades de los clientes más exigentes, por consiguiente, presta un excelente servicio y calidad puesto que cuentan con personal calificado. Por otro lado, su política de seguridad y calidad se centra en proporcionar a los empleados todo el equipo necesario para realizar su trabajo y proteger la vida humana con el menor riesgo posible. En otro sentido, las construcciones se realizan con los mejores materiales del mercado, asegurando la calidad del proceso constructivo. Del mismo modo, la dirección de la empresa considera la calidad como un factor estratégico necesario para el desarrollo competitivo del negocio.



Figura 6.- Soldadura de los perfiles IPE-100 con IPE-160.

Fuente: García y Linares, (2022)



Figura 7.- Columnas tipo cajón pertenecientes al proyecto estudiado.

Fuente: García y Linares, (2022).



Figura 8.- Soldadura entre perfiles.

Fuente: García y Linares, (2022).



Figura 9.- Espesor de las soldaduras.

Fuente: García y Linares, (2022).



Figura 10.- Medición de espesores a mano con ayuda de la herramienta Galga para conexión perfil - plancha.

Fuente: García y Linares, (2022).



Figura 11.- Medición de espesores a mano con ayuda de la herramienta Galga para conexión perfil – perfil.

Fuente: García y Linares, (2022).

Propiedades de los perfiles evaluados en el estudio

Las propiedades de los perfiles que se evaluaron durante la investigación de campo son IPE100, IPE120, IPE140, IPE160 y ECO90, que debido a las siguientes especificaciones se pueden visualizar sus características en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2.- Propiedades de los perfiles IPE100, IPE120, IPE140 e IPE160.

Perfil	Material	d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	r (mm)
IPE100	A36	100	55	4.1	5.7	7
IPE120		120	64	4.4	6.3	7
IPE140		140	73	4.7	6.9	7
IPE160		160	82	5.0	7.4	9

Fuente: Catálogo de productos siderúrgicos – Hierrobeco, C.A., (2006).

Cuadro 3.- Propiedades del perfil ECO90.

Perfil	Material	H x B (mm)	e (mm)	R (mm)	A (mm)
ECO90	ASTM500	90	2.5	7.5	8.54

Fuente: Catálogo Unicon – Arcelor Mittal, (2016).

Propiedades del Acero

Para el diseño de las naves industriales evaluadas se requirió emplear acero A36 y ASTM 500, que de acuerdo con las especificaciones de los mismos, sus características y propiedades se visualizan en el cuadro 4.

Cuadro 4.- Propiedades del Acero A36 Y ASTM500.

Material	Peso propio (kgf/m ³)	E (kgf/cm ²)	F _y (kgf/cm ²)	F _u (kgf/cm ²)	F _{ye} (kgf/cm ²)	F _{ue} (kgf/cm ²)
A36	7850	2100000	2530	4080	3795	4488
ASTM500	7850	2100000	3515	4360	4921	5668

Fuente: Catálogo de productos siderúrgicos – Hierrobeco, C.A., (2006).

Procedimientos para la toma de datos

En el proceso de recopilación de la información, se requirió tomar datos de campo mediante tiempos cronometrados y, longitudes y espesor de los cordones de soldadura para definir los rendimientos que inciden directamente en los análisis de precios unitarios específicamente en los equipos y mano de obra. De este modo, fue necesario definir ciertos parámetros con respecto a los soldadores, tipos de perfiles, equipo de trabajo, entre otros.

Primeramente, se evaluaron cuatro soldadores y, se analizaron los equipos y herramientas necesarias para la fabricación de conexiones. En segundo lugar, se procedió a la inspección de los proyectos que estaban siendo ejecutados dentro del taller de la empresa CAMICEM, C.A. visualizando que este cumplía con los requisitos para ser estudiados dentro de este Trabajo Especial de Grado. En tercer lugar, se recopilaron los datos requeridos con la finalidad de ser evaluados estadísticamente y emplearlos en la realización del análisis comparativo para el proyecto en cuestión como:

- Cordon de Soldadura completos (mm).
- Tiempo completo (min).

- Pases de soldadura.
- Espesor del Cordón (mm).
- Conexión entre perfiles.
- Marca del electrodo metálico revestido.
- Material del electrodo metálico revestido.
- Tipo de soldadura.
- Equipo empleado.
- Ubicación del estudio realizado.

Dichos datos se pueden visualizar en la sección de anexo A, mediante los cuadros A1, A2, A3 y A4. En el mismo orden de ideas, se midieron los cordones de soldadura realizados, así como también, se tomaron los tiempos que empleaban los soldadores en realizar dichos cordones. Finalmente, se procedió a tomar la cantidad de consumible correspondiente a los arcos de electrodo metálico revestido que se empleaban en el proyecto definido para ser promediados posteriormente bajo análisis estadísticos en los análisis de precios que se podrá visualizar en la siguiente fase del presente trabajo de investigación.

4.2 Analizar la información recopilada definiendo los parámetros que verifican la viabilidad del proyecto, cumpliendo con las normativas venezolanas vigentes.

Con la finalidad de determinar los parámetros del análisis comparativo, se estudió la información recabada en la fase anterior. En este sentido, se tomaron los datos recolectados en el campo y se fueron procesados con la ayuda y tutela de profesionales en el área, mediante el implemento de diversas herramientas tales como: Hojas de Cálculo del software Microsoft Office Excel en su versión 2016, en las cuales se elaboraron tablas y se llevaron a cabo diversas operaciones que permitieron seguir los cálculos de forma sistemática y organizada. Además, se hizo uso del software de cálculo estructural SAP2000 en su versión 2021 con el fin de diseñar naves industriales de acero estructural modelo con perfiles de alma llena y tubulares, según lo establecido en las Normas Venezolanas COVENIN y las internacionales AISC y LRFD.

Seguidamente, se realizó el análisis estadístico de las variables que interfieren en el proceso de verificación de las conexiones soldadas para perfiles de alma llena y tubulares para estructuras de acero estructural, mediante la examinación de cálculos estructurales según lo establecido en las normas mencionadas anteriormente.

Durante el desarrollo del Capítulo II del presente proyecto, se mencionaron las Bases Legales, dentro de las cuales se analizaron los criterios establecidos por American Institute of Steel Construction (Instituto Americano de la Construcción de Acero, AISC) específicamente 360-16. Especificación para edificios de acero estructural, el Manual de cálculo estructural en acero bajo el método de los Estados Límites Load Resistance Factor Design (Diseño de Factor de Resistencia de Cargas, LRFD), los aspectos de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN); inherentes del análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales, dentro de las cuales se destacan: Para consideraciones Nivel de Diseño 1 correspondiente a la norma COVENIN venezolana 1618-1998; para la codificación de Partidas y Cómputos métricos 2000-II-1992; en cuanto a las verificaciones en acero se emplea la norma 1618-2016, Parte 1 y la norma 2002-88 de acciones mínimas para definir las cargas actuantes, dentro de la cual se consideran los parámetros a estudiar con respecto al análisis de los miembros estructurales.

Dentro de los parámetros exigidos por las normativas vigentes, para objeto de este estudio se consideraron diversos perfiles mencionados anteriormente, debido a las exigencias de diseño y condiciones geométricas de las estructuras estudiadas, así como de los diseños propios del investigador. En este mismo orden de ideas, para el análisis se emplearon soldaduras de arco con electrodo metálico revestido con resistencias de E 7018 - 1/8", marca Hoffman Arc y Temo. Asimismo, el análisis comparativo de la estimación de costos en estructuras de acero para conexiones soldadas se realizó bajo las especificaciones de la Norma AISC 360-16, con la finalidad de establecer cuál conexión es más económica, dentro de los casos estudiados. En concordancia con la información organizada, se procedió a contabilizar el número o cantidad de población

en función de los datos. De este modo, se establece una población N=141257 mm para cordones de soldaduras, de acuerdo a las especificaciones del capítulo II.

En primer lugar para la elaboración del análisis comparativo se determinaron las medidas estadísticas con las cuales se obtuvieron los promedios más relevantes de la información, la moda, la desviación estándar para la verificación y validación de los datos. No obstante, previamente se organizaron dichos datos de forma creciente los cuales se pueden visualizar en los cuadros A5 y A6 en la sección de anexo A.

Se estableció un nivel de confianza del 95% el cual representa en que porcentaje de casos la estimación es certera, con lo cual se obtuvo un valor factorizado de 1.96. Así mismo, los autores consideraron un margen de error del 5% y una variabilidad igual a la unidad. Seguidamente, mediante la ecuación 1, se puede hallar la muestra de la población.

$$n = \frac{141257 \times (1.96)^2 \times 1}{(141257 \times (0.05)^2) + ((1.96)^2 \times 1)} = 1.519,742 \text{ mm}$$

Ecuación 1

Para determinar el rango entre los datos, se empleó la ecuación 2, obteniendo el siguiente resultado:

$$R = 300 \text{ mm} - 1 \text{ mm} = 299 \text{ mm}$$

Ecuación 2

Del mismo modo, se realizó el cuadro 5 correspondiente a las frecuencias para cordones de soldadura para establecer las medidas de tendencia central de la misma.

Cuadro 5.- Frecuencias para cordones de soldadura.

NÚMERO DE CLASE	CORDÓN DE SOLDADURA (mm)		MARCA DE CLASE (mm)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	MARCA DE CLASE X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
	Li	Ls									
1	1	23	12	99	0.99	99	0.99	1188	425104.967	6487.325	5289.57
2	24	46	35	505	5.05	604	6.04	17675	913381.744	21476.913	15367.15
3	47	69	58	373	3.73	977	9.77	21634	142248.726	7284.145	2771.39
4	70	92	81	276	2.76	1253	12.53	22356	3326.085	958.123	4297.32
5	93	115	104	210	2.1	1463	14.63	21840	147155.02	5559.007	8099.7
6	116	138	127	93	0.93	1556	15.56	11811	227610.557	4600.846	5726.01
7	139	161	150	109	1.09	1665	16.65	16350	572480.263	7899.389	9218.13
8	162	184	173	132	1.32	1797	17.97	22836	1203153.555	12602.233	14199.24
9	185	207	196	14	0.14	1811	18.11	2744	196496.815	1658.6	1827.98
10	208	230	219	5	0.05	1816	18.16	1095	100070.87	707.357	767.85
11	231	253	242	2	0.02	1818	18.18	484	54101.722	328.943	353.14
12	254	276	265	0	0	1818	18.18	0	0	0	0
13	277	299	288	0	0	1818	18.18	0	0	0	0
14	300	322	311	4	0.04	1822	18.22	1244	218035.69	933.886	982.28
			Σ	1822	18.22			141257	2306.897	38.692	37.815

Fuente: García y Linares, (2022).

Se determinó la media aritmética, utilizando la ecuación 4:

$$\bar{X} = \frac{141257}{1822} = 77.529 \text{ mm} \quad \text{Ecuación 4}$$

Debido a las especificaciones contempladas en el capítulo II, se obtuvo la mediana en función de los datos agrupados con la ecuación 5, es decir, de acuerdo a la organización se determinó que el valor de la mediana corresponde a:

$$M_e = (47 - 0.5) + 23 * \frac{[(\frac{1822}{2}) - 604]}{373} = 65.43 \text{ mm} \quad \text{Ecuación 5}$$

Siendo 23 mm el valor que representa el intervalo de clase, el cual se halla como lo indica la ecuación 6 a continuación:

$$IC = \frac{[299]}{1 + 3.322[\text{LOG}(1822)]} = 23 \text{ mm} \quad \text{Ecuación 6}$$

Gracias a la tabla anterior, en función de la frecuencia absoluta, se estableció la moda, con respecto al valor que más se repite, en este caso, es el siguiente:

$$M_o = 30 \text{ mm}$$

Según lo establecido en el capítulo II, el comportamiento de los datos es representado por la siguiente expresión:

$$\text{Media aritmética} > \text{Mediana} > \text{Moda}$$

De acuerdo a los valores determinados, se procedió a verificar la variación de los datos con respecto a la población mediante la ecuación 9.

$$\sigma^2 = \frac{4203166}{1822} = 2306.897 \quad \text{Ecuación 9}$$

Debido a que la población supera la cantidad de 30, la desviación estándar en función de la media aritmética se halla con la ecuación 11.

$$\sigma = \sqrt{2306.897} = 48.030 \text{ mm} \quad \text{Ecuación 11}$$

Luego de obtener las medidas estadísticas necesarias, se elaboró un histograma con la finalidad de representar gráficamente los valores obtenidos en el campo, el cual se puede observar mediante el gráfico 1. En el cuadro 6 se visualiza un resumen de los datos obtenidos.

Cuadro 6.- Datos estadísticos en función del cordón de soldadura.

Número de clases	13.000
Intervalo de clase (mm)	23.000
Clase mediana (mm)	911.000
Rango = R (mm)	299.000
Población = N (mm)	138196.000
Muestra = n (mm)	1519.742
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Límite real inferior = Li (mm)	46.500
Límite real superior = Ls (mm)	69.500
Media aritmética (mm)	77.529
Mediana (mm)	65.430
Moda (mm)	30.000
Varianza	2306.897
Desviación media (mm)	38.692
Desviación mediana (mm)	37.815
Desviación estándar (mm)	48.030
Error de la media (mm)	1.125
Número de datos de la muestra	5
Miú (mm)	77.529
Nota: No se eliminaron los extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Por otro lado, se obtuvo la desviación media a través de la ecuación 12 del capítulo II, tal como se refleja a continuación:

$$D_{\bar{x}} = \frac{|12 - 77.529| \times 99}{1822} + \frac{|35 - 77.529| \times 505}{1822} \dots = 38.69 \text{ mm} \quad \text{Ecuación 12}$$

Seguidamente, se obtuvo la desviación mediana, según la ecuación 13 refleja en el capítulo II:

$$D_{Me} = \frac{|12 - 65.43| \times 99}{1822} + \frac{|35 - 65.43| \times 505}{1822} \dots = 37.81 \text{ mm} \quad \text{Ecuación 13}$$

Asimismo, debido a la figura 5 contenida en el capítulo II, se definieron las medidas de tendencia central predominantes de acuerdo a los resultados obtenidos, por tanto se establecieron las siguientes verificaciones:

$$\bar{X} \pm D_{\bar{x}} > 57.5\% \quad \bar{X} + D_{\bar{x}} = 116.22 \text{ mm} \quad \bar{X} - D_{\bar{x}} = 38.84 \text{ mm}$$

Con estos resultados obtenidos, se realiza un descarte de datos, quedando como rango establecido entre 116.22 y 38.84 milímetros, es decir, los valores externos a dicho rango son datos extremos.

Por tanto, de 1822 valores que se visualizan en la frecuencia absoluta acumulada, quedarían 960 datos que representan el 52.70%. En función de ellos, se obtiene el porcentaje para verificar si la muestra es simétrica.

$$52.70\% > 57.5\%$$

En el mismo orden de ideas, siguiendo el diagrama representado en la figura 5, se establece la siguiente verificación, en este caso empleando el valor de la desviación mediana:

$$Me \pm Dme \geq 50\% \quad Me + Dme = 103.25\text{mm} \quad Me - Dme = 27.62\text{mm}$$

Así como se realizó anteriormente con los resultados obtenidos, se efectúa un descarte de datos, quedando como rango establecido entre 103.25 y 27.62 milímetros, es decir, que los valores externos a dicho rango son datos extremos.

Por tanto, de 1822 valores que se visualizan en la frecuencia absoluta acumulada, quedarían 1292 datos que representan el 70.91%. En vista de que el porcentaje es mayor a 50% se debe establecer la medida de tendencia central como la mediana; se pueden visualizar las medidas de tendencia centrales definitivas en el cuadro 7.

$$70.91\% > 50\%$$

Cuadro 7.- Medidas de tendencia Central para cordones de soldadura.

Verificación		Datos extremos		$\bar{X} \pm D_{\bar{X}} > 57.5\%$	Predomina
$\bar{x} + D_{\bar{x}}$ (kg)	116.22	Cantidad	%		-
$\bar{x} - D_{\bar{x}}$ (kg)	38.84	960	52.689352	$52.70\% < 57.5\%$	-
Verificación		Datos extremos		$\bar{x} \pm \sigma \geq 68.27\%$	Predomina
$\bar{x} + \sigma$ (kg)	125.56	Cantidad	%		-
$\bar{x} - \sigma$ (kg)	29.50	1364	74.862788	-	-
Verificación		Datos extremos		$Me \pm Dme \geq 50\%$	Predomina
$Me + Dme$ (kg)	103.25	Cantidad	%		-
$Me - Dme$ (kg)	27.62	1292	70.911087	$70.91\% > 50\%$	Mediana

Fuente: García y Linares, (2022).

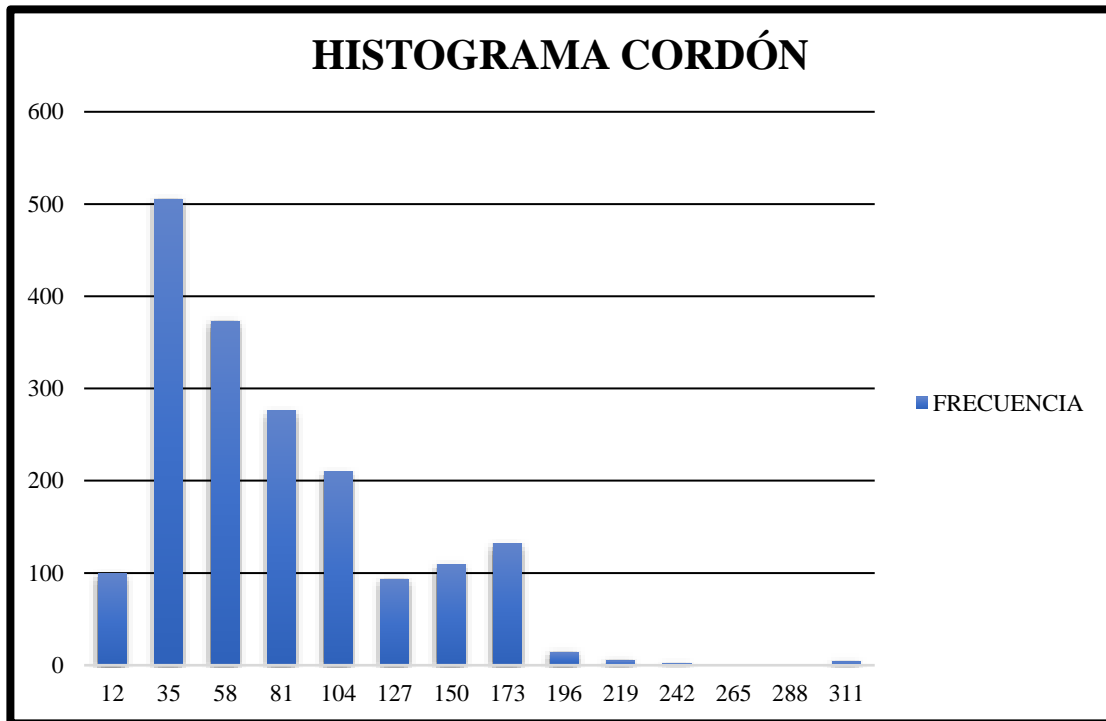


Gráfico 1.- Histograma de cordones de soldadura.

Fuente: García y Linares, (2022).

Con respecto a la organización de datos para tiempos de soldadura, se realizó de igual forma el análisis de la información para obtener las medidas estadísticas, de acuerdo a los siguientes cuadros, desde el 8 hasta el 16.

Cuadro 8.- Frecuencias para tiempos de soldadura.

NÚMERO DE CLASE	TIEMPO DE SOLDADURA (seg)		MARCA DE CLASE (seg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	MARCA DE CLASE X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (seg)	DESVIACIÓN MEDIANA (seg)
	Li	Ls									
1	5	12	8.5	265	2.65	265	2.65	2252.5	145738.488	6214.555	4644.39
2	13	20	16.5	436	4.36	701	7.01	7194	104089.819	6736.703	4153.336
3	21	28	24.5	304	3.04	1005	10.05	7448	16877.981	2265.15	463.904
4	29	36	32.5	206	2.06	1211	12.11	6695	62.054	113.063	1333.644
5	37	44	40.5	170	1.7	1381	13.81	6885	12424.075	1453.304	2460.58
6	45	52	48.5	107	1.07	1488	14.88	5189.5	29303.486	1770.727	2404.718
7	53	60	56.5	89	0.89	1577	15.77	5028.5	53635.486	2184.847	2712.186
8	61	68	64.5	99	0.99	1676	16.76	6385.5	104883.319	3222.336	3808.926
9	69	76	72.5	107	1.07	1783	17.83	7757.5	175930.366	4338.727	4972.718
10	77	84	80.5	21	0.21	1804	18.04	1690.5	49496.802	1019.526	1143.954
11	85	92	88.5	15	0.15	1819	18.19	1327.5	47966.582	848.233	937.11
12	93	100	96.5	0	0	1819	18.19	0	0	0	0
13	101	108	104.5	0	0	1819	18.19	0	0	0	0
14	109	116	112.5	0	0	1819	18.19	0	0	0	0
15	117	124	120.5	3	0.03	1822	18.22	361.5	23522.695	265.647	283.422
Σ				1822	18.19			58215	419.282	16.703	16.092

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 9.- Datos estadísticos en función del tiempo de soldadura.

Número de clases	13.000
Intervalo de clase (seg)	8.000
Clase mediana (seg)	911.000
Rango = R (seg)	115.000
Población = N (seg)	58055.000
Muestra = n (seg)	1497.016
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Límite real inferior = Li (seg)	20.500
Límite real superior = Ls (seg)	28.500
Media aritmética (seg)	31.951
Mediana (seg)	26.026
Moda (seg)	15.000
Varianza (seg)	419.282
Desviación media (mm seg)	16.703
Desviación mediana (seg)	16.092
Desviación estándar (seg)	20.476
Error de la media (seg)	0.480
Número de datos de la muestra	1
Miú	31.951
Nota: No se eliminaron los extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Para obtener el rango, se utiliza la misma ecuación del caso anterior.

$$R = 120 - 5 = 115 \text{ seg} \quad \text{Ecuación 2}$$

Asimismo, para adquirir el intervalo de clase, se emplea una ecuación destinada para establecer el tamaño del mismo:

$$IC = \frac{115}{1 + 3.322(\text{LOG}(1822))} = 8 \text{ seg} \quad \text{Ecuación 6}$$

La medida de tendencia central que predomina para este caso es la mediana, teniendo un valor de 26.026 segundos. A continuación, se visualiza en los datos obtenidos en campo cual de los mismos coincide con el valor de la mediana. Asimismo, como ningún valor coincide, se adquiere un tiempo inferior dentro de los valores de campo de 26 segundos, lo que quiere decir que 65 milímetros que es el valor promedio para cordones de soldadura se sueldan en esa cantidad de segundos.

Cuadro 10.- Medidas de tendencia Central para tiempos de soldadura.

Verificación		Datos extremos		$\bar{X} \pm D_{\bar{x}} > 57.5\%$	Predomina
$\bar{x} + D_{\bar{x}}$ (kg)	48.65	Cantidad	%		54.12% < 57.5%
$\bar{x} - D_{\bar{x}}$ (kg)	15.25	986	54.1163557	-	
Verificación		Datos extremos		$\bar{x} \pm \sigma \geq 68.27\%$	Predomina
$\bar{x} + \sigma$ (kg)	52.43	Cantidad	%		-
$\bar{x} - \sigma$ (kg)	11.47	1280	70.2524698	-	
Verificación		Datos extremos		$Me \pm D_{me} \geq 50\%$	Predomina
$Me + D_{me}$ (kg)	42.12	Cantidad	%		67.23% > 50%
$Me - D_{me}$ (kg)	9.93	1225	67.233809		

Fuente: García y Linares, (2022).

En vista de que el porcentaje 54.12% es menor a 57.5% y que el porcentaje 67.23% es mayor a 50% se debe definir la medida de tendencia central como la mediana. Asimismo, se elaboró un histograma para graficar los valores obtenidos en el campo, este se puede observar gracias al gráfico 2.

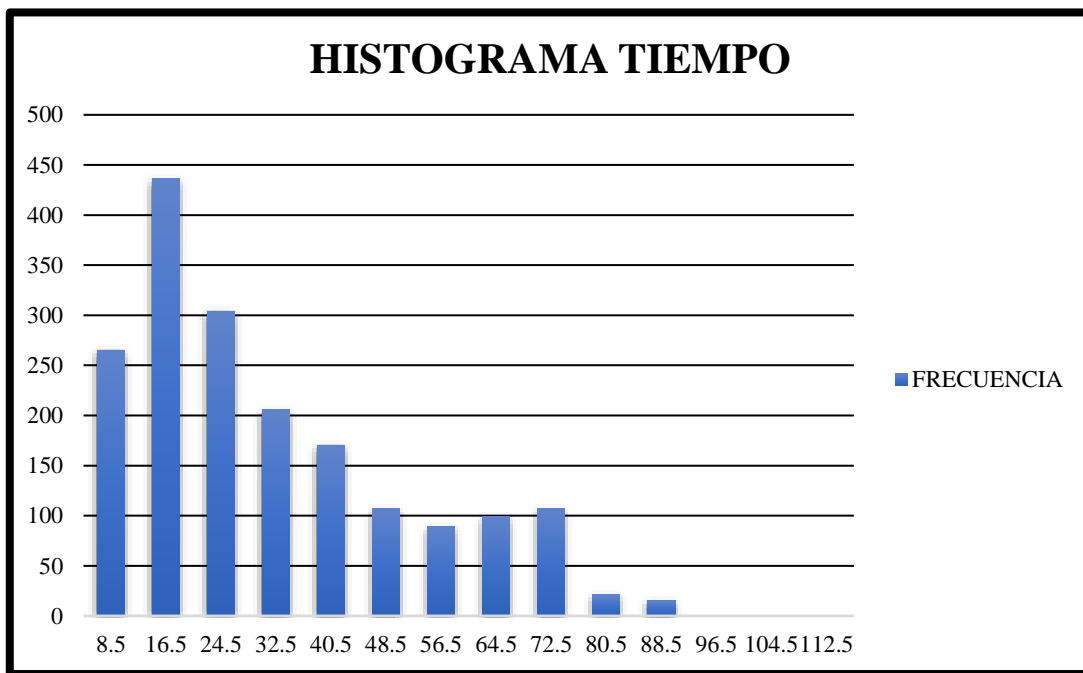


Gráfico 2.- Histograma de tiempos de soldadura.

Fuente: García y Linares, (2022).

Seguidamente, definiendo la organización de datos para espesores de soldadura, se realizó un análisis con los procedimientos explicados anteriormente; estas se pueden visualizar en los cuadros 11, 12 y 13.

Cuadro 11.- Frecuencias para espesores de soldadura.

ESPESOR DE SOLDADURA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	MARCA DE CLASE X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA	DESVIACIÓN MEDIANA
3	118	1.18	118	1.18	354	430.718	225.443	224.79
4	586	5.86	704	7.04	2344	485.84	533.575	530.33
5	511	5.11	1215	12.15	2555	4.09	45.715	48.545
6	566	5.66	1781	17.81	3396	671.801	616.636	619.77
7	36	0.36	1817	18.17	252	157.171	75.221	75.42
8	2	0.02	1819	18.19	16	19.09	6.179	6.19
9	0	0	1819	18.19	0	0	0	0
10	3	0.03	1822	18.22	30	77.708	15.268	15.285
Σ	1822	18.22			8947	1.013	0.833	0.834

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 12.- Datos estadísticos en función del espesor de soldadura.

Intervalo de clase (mm)	1.000
Clase medianal (mm)	911.000
Rango = R (mm)	7.000
Población = N (mm)	8947.000
Muestra = n (mm)	1311.407
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Moda
Límite real inferior = Li (mm)	4.500
Límite real superior = Ls (mm)	5.500
Media aritmética (mm)	4.911
Mediana (mm)	4.905
Moda (mm)	4.000
Varianza (mm)	1.013
Desviación media (mm)	0.833
Desviación mediana (mm)	0.834
Desviación estándar (mm)	1.006
Error de la media (mm)	0.024
Número de datos de la muestra	1
Miú	4.911
Nota: No se eliminaron los extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Encontrando el rango de las frecuencias para espesores de soldadura:

$$R = 10 - 3 = 7 \text{ mm}$$

Ecuación 2

Cuadro 13.- Medidas de tendencia Central para espesores de soldadura.

Verificación		Datos extremos		$\bar{X} \pm D_{\bar{X}} > 57.5\%$	Predomina
$\bar{x} + D_{\bar{x}}$ (kg)	5.74	Cantidad	%		28.05% < 57.5%
$\bar{x} - D_{\bar{x}}$ (kg)	4.08	511	28.046103		
Verificación		Datos extremos		$\bar{x} \pm \sigma \geq 68.27\%$	Predomina
$\bar{x} + \sigma$ (kg)	5.92	Cantidad	%		-
$\bar{x} - \sigma$ (kg)	3.90	1097	60.208562		
Verificación		Datos extremos		$Me \pm D_{me} \geq 50\%$	Predomina
$Me + D_{me}$ (kg)	5.74	Cantidad	%		28.05% < 50%
$Me - D_{me}$ (kg)	4.07	511	28.046103		
Con 2σ					
Verificación		Datos extremos		$Me \pm D_{me} \geq 50\%$	
$Me + 2D_{me}$ (kg)	7.00	Cantidad	%		28.05% < 50%
$Me - 2D_{me}$ (kg)	3.00	511	28.046103		

Fuente: García y Linares, (2022).

Debido a que el porcentaje 28.05% es menor a 57.5% y que el porcentaje 28.05% es menor a 50% se debe definir la medida de tendencia central como la moda. Por consiguiente, se elaboró un histograma para graficar los valores obtenidos en el campo, este se puede observar gracias al gráfico 3.

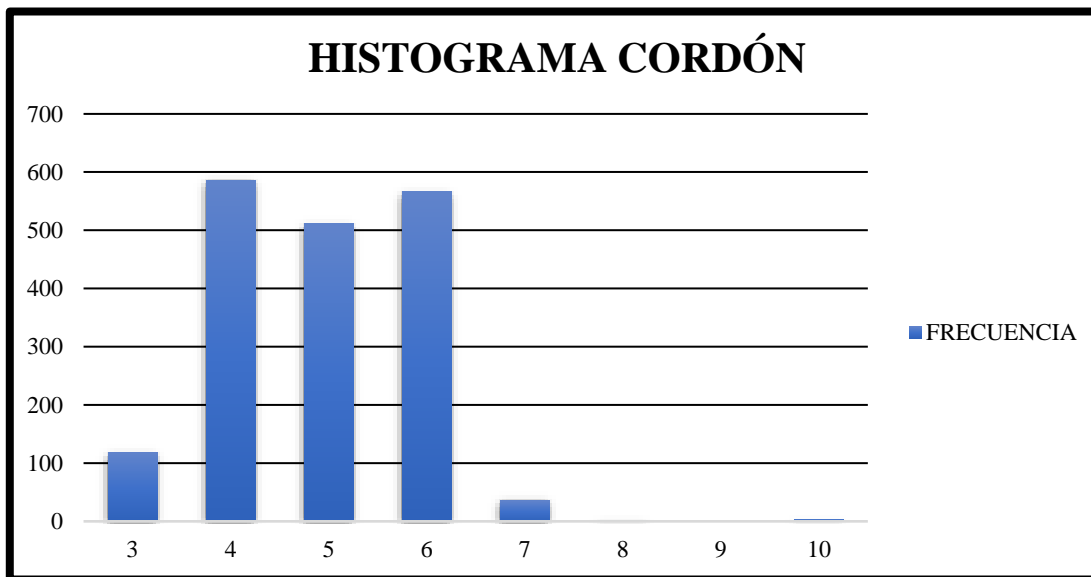


Gráfico 3.- Histograma de espesor de soldadura.

Fuente: García y Linares, (2022).

En el mismo orden de ideas, se realizó un cuadro de frecuencias para cordones de soldadura donde cada cordón representa un electrodo consumido.

Cuadro 14.- Frecuencias para cordones de soldadura por unidad de electrodo.

NÚMERO DE CLASE	TIEMPO DE SOLDADURA Li Ls		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	MARCA DE CLASE X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA	DESVIACIÓN MEDIANA
1	20	65	42.5	38	0.38	38	0.38	1615	594426.308	4752.704	4810.42
2	66	111	88.5	69	0.69	107	1.07	6106.5	431405.246	5455.911	5560.71
3	112	157	134.5	211	2.11	318	3.18	28379.5	230771.183	6978.017	7298.49
4	158	203	180.5	383	3.83	701	7.01	69131.5	64020.228	4951.742	4370.03
5	204	249	226.5	73	0.73	774	7.74	16534.5	253500.311	4301.805	4190.93
6	250	295	272.5	29	0.29	803	8.03	7902.5	319291.721	3042.936	2998.89
7	296	341	318.5	12	0.12	815	8.15	3822	273354.14	1811.146	1792.92
8	342	387	364.5	11	0.11	826	8.26	4009.5	426590.605	2166.217	2149.51
9	388	433	410.5	1	0.01	827	8.27	410.5	59014.416	242.929	241.41
10	434	479	456.5	1	0.01	828	8.28	456.5	83479.869	288.929	287.41
11	480	525	502.5	0	0	828	8.28	0	0	0	0
12	526	571	548.5	1	0.01	829	8.29	548.5	145106.773	380.929	379.41
Σ				829	8.29			138916.5	3475.224	41.464	41.11

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 15.- Datos estadísticos en función del cordón de soldadura por unidad de electrodo.

Número de clases	11.000
Intervalo de clase (mm)	6.000
Clase mediana (mm)	279.500
Rango = R (mm)	75.000
Población = N (mm)	138196.000
Muestra = n (mm)	1519.742
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Límite real inferior = Li (mm)	141.500
Límite real superior = Ls (mm)	147.500
Media aritmética (mm)	166.106
Mediana (mm)	159.144
Moda (mm)	160.000
Varianza (mm)	403.924
Desviación media (mm)	16.218
Desviación mediana (mm)	17.553
Desviación estándar (mm)	20.098
Error de la media (mm)	0.850
Número de datos de la muestra	3
Miú	166.106
Nota: Se eliminaron los extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 16.- Medidas de tendencia Central para cordón de soldadura por unidad de electrodo.

Verificación		Datos extremos		$\bar{X} \pm D_{\bar{x}} > 57.5\%$	Predomina
$\bar{x} + D_{\bar{x}}$ (kg)	182.32	Cantidad	%		-
$\bar{x} - D_{\bar{x}}$ (kg)	149.89	336	60.10733	60.107% > 57.5%	-
Verificación		Datos extremos		$\bar{x} \pm \sigma \geq 68.27\%$	Predomina
$\bar{x} + \sigma$ (kg)	186.20	Cantidad	%		Media
$\bar{x} - \sigma$ (kg)	146.01	347	62.07513	62.075% < 68.27%	Media
Verificación		Datos extremos		$Me \pm D_{me} \geq 50\%$	Predomina
Me + D _{me} (kg)	176.70	Cantidad	%		-
Me - D _{me} (kg)	141.59	551	98.56887	-	-

Fuente: García y Linares, (2022).

Como se puede observar, para el resumen estadístico para el cordón de soldadura que representa un electrodo consumido, la medida de tendencia central, dio como resultado la media aritmética, poseyendo un valor de 166.106 mm, esto quiere decir que el promedio para cordones de soldadura por unidad de electrodo se establece en 165 mm. Seguidamente se puede visualizar en el gráfico 4, la frecuencia del mismo.

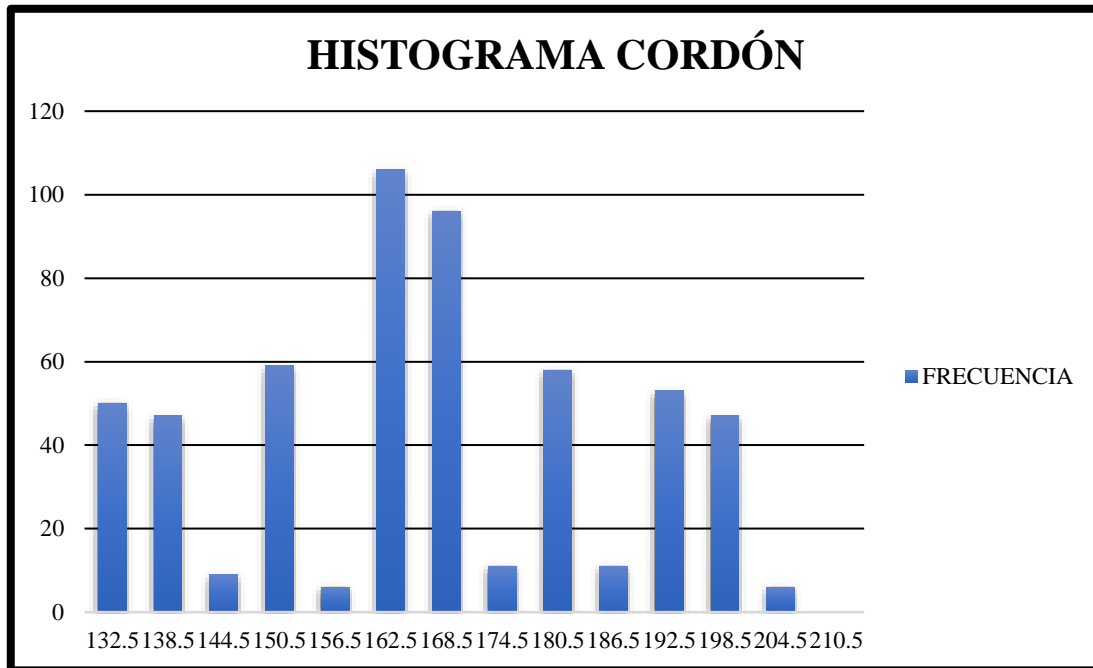


Gráfico 4.- Histograma del cordón de soldadura por unidad de electrodo.

Fuente: García y Linares, (2022).

Especificación de los perfiles dependiendo de las dimensiones de las naves industriales de acero estructural

Primeramente, se establecieron las dimensiones típicas de una nave industrial y los límites del estudio con respecto a los espesores de los elementos, teniendo así un rango de 2,25 hasta 12 milímetros de espesor, debido al estudio de campo realizado. Por esta razón, se procederá a modelar naves industriales con dimensiones típicas, las cuales sus perfiles cumplan con este rango de espesores mencionados.

Nave industrial con perfiles de alma llena

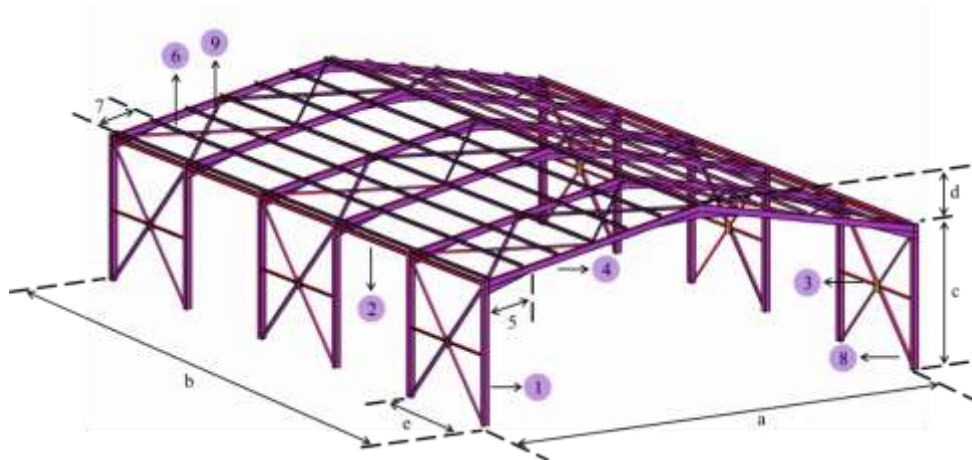


Figura 12.- Dimensiones de una nave industrial típica con perfiles de alma llena.

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 17.- Dimensiones y perfiles para naves industriales (perfiles: alma llena)

Dimensiones	Ancho del pórtico (a)	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros	22 metros
	Profundidad (b)	30 metros				
	Altura de columnas (c)	6 metros				
	Altura de cumbrera (d)	2 metros				
	Separación entre pórticos (e)	6 metros				
Columnas	Perfil (1)	HEA 160	HEA 200	HEA 220	HEA 240	HEA 240
	Tranque de columna (2)	IPE 160	IPE 160	IPE 160	IPE 160	IPE 160
	Soporte de columna (3)	L75x75x7	L75x75x7	L75x75x7	L75x75x7	L75x75x7

Cont. Cuadro 17

Vigas	Perfil (4)	IPE 180	IPE 220	IPE 240	IPE 270	IPE 300
	Longitud de cartela (5)	1,6 metros	1,5 metros	1,8 metros	2 metros	2 metros
Correas	Perfil (6)	IPE 120	IPE 120	IPE 120	IPE 120	IPE 120
	Separación de correas (7)	1,5 metros	1,5 metros	1,8 metros	1,65 metros	1,55 metros
Arriostres	Para columna (8)	L100x100x8	L100x100x8	L100x100x8	L100x100x8	L100x100x8
	Para techo (9)	L90x90x7	L90x90x7	L90x90x7	L90x90x7	L100x100x8

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 18.- Verificación de flechas debido a las acciones variables y de viento (perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico			12 metros	15 metros	18 metros	20 metros	22 metros
Elemento	Tipo de acción	Flecha recomendada	Verificación				
Columnas	Viento	L/240	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Vigas	Variable	L/300	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
correas	Variable	L/180	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Arriostres	Variable	L/180	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Tranque	Variable	L/180	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 19.- Verificación de demanda / capacidad (perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros	22 metros
Condición	DEMANDA/ CAPACIDAD < 1				
Columnas	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
Vigas	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
correas	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Arriostres	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Tranque	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: García y Linares, (2022).

Seguidamente, como se puede visualizar en el cuadro 18 y 19, solo se evaluarán las naves industriales con un ancho de pórtico de 12, 15, 18 y 20 metros, puesto que, el perfil de la columna de la nave modelo de 22 metros no cumple por demanda/ capacidad, lo que quiere decir que se debe aumentar la sección de la misma, dando como resultado el incumplimiento de la condición del límite máximo de espesores estudiados.

Nave industrial con perfiles tubulares

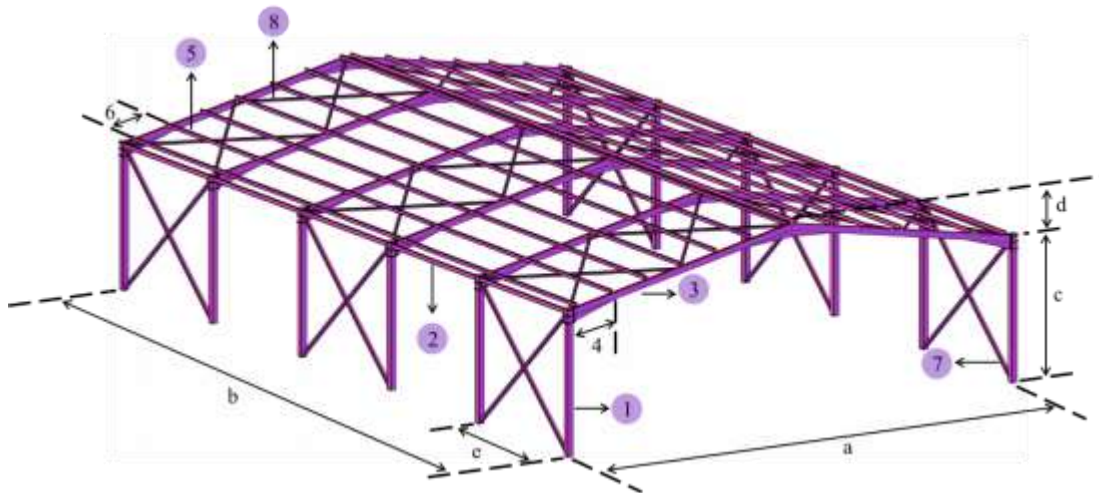


Figura 13.- Dimensiones de una nave industrial típica con perfiles tubulares.

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 20.- Dimensiones y perfiles para naves industriales (perfiles: tubulares)

Dimensiones	Ancho del pórtico (a)	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros	22 metros
	Profundidad (b)	30 metros				
	Altura de columnas (c)	6 metros				
	Altura de cumbrera (d)	2 metros				
	Separación entre pórticos (e)	6 metros				
Columnas	Perfil (1)	175x175x5,5	200X200X5,5	220x220x7	220x220x7	260x260x9
	Tranque de columna (2)	160x65x3,4	160x65x3,4	160x65x3,4	160x65x3,4	160x65x3,4
Vigas	Perfil (3)	220x90x4,5	220x90x4,5	220x90x4,5	260x90x5,5	260x90x5,5
	Longitud de cartela (4)	1,2 metros	1,5 metros	1,8 metros	2 metros	2 metros
Correas	Perfil (5)	140x60x3	140x60x3	140x60x3	140x60x3	140x60x3
	Separación de correas (6)	1,5 metros	1,5 metros	1,8 metros	1,65 metros	1,55 metros

Cont. cuadro 20

Arriostres	Para columna (7)	C100x100	C100x100	C100x100	C100x100	C100x100
	Para techo (8)	C70x70	C70x70	C70x70	C70x70	C70x70

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 21.- Verificación de flechas debido a las acciones variables y de viento (perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico			12 metros	15 metros	18 metros	20 metros	22 metros
Elemento	Tipo de acción	Flecha recomendada	Verificación				
Columnas	Viento	L/240	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Vigas	Variable	L/300	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
correas	Variable	L/180	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Arriostres	Variable	L/180	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Tranque	Variable	L/180	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 22.- Verificación de demanda / capacidad (perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros	22 metros
Condición	DEMANDA/ CAPACIDAD < 1				
Columnas	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Vigas	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
correas	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Arriostres	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Tranque	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: García y Linares, (2022).

Para este caso, todos los modelos con perfiles tubulares cumplen todas las condiciones. Debido a que el estudio se basa en la comparación entre naves industriales con perfiles de alma llena y tubulares con el mismo ancho de pórtico y misma geometría, se descarta el estudio para la nave modelo que posee 22 metros como ancho de pórtico, puesto que no habría comparación pertinente entre los perfiles estudiados.

Conforme a ello, se declara un rango entre 12 y 20 metros, siendo las dimensiones típicas exactas, 12, 15, 18 y 20 metros como ancho de pórtico de naves industriales modelos con perfiles de alma llena y tubulares para poder llevar a cabo la comparación requerida del estudio en cuestión.

Diseño de conexiones soldadas en naves industriales de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares

A continuación, desde el cuadro 23 hasta el 32, se pueden visualizar ciertos parámetros que ayudan a comprender la composición de cada una de las conexiones diseñadas.

Nave industrial con perfiles de alma llena

Conexión a momento Viga – Columna

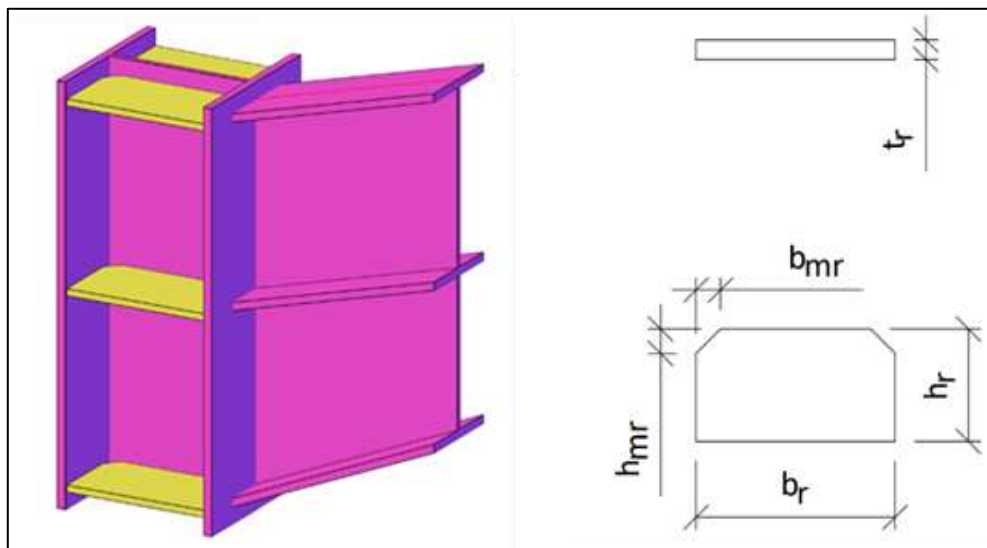


Figura 14.- Conexión a momento Viga – Columna (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 23.- Elementos que componen la conexión a momento Viga - Columna y sus dimensiones (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Rigidizador				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_r	8	8	8	10
b_r	132	168	186	204
h_r	75	94	104	114
b_{mr}	15	15	15	15
h_{mr}	15	15	15	15

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a momento Viga – Viga

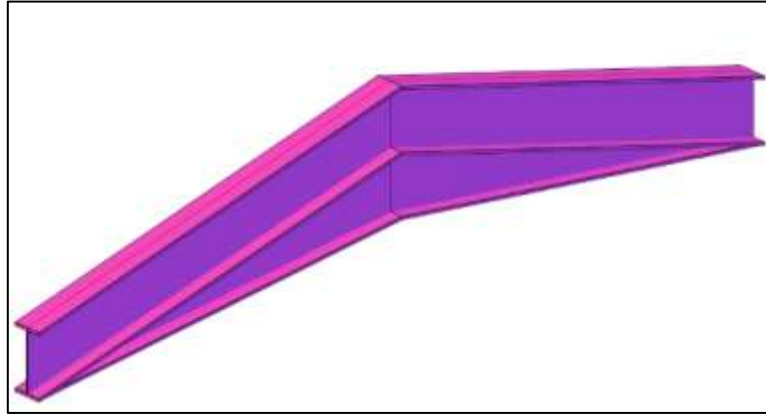


Figura 15.- Conexión a momento Viga – Viga (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre – Techo

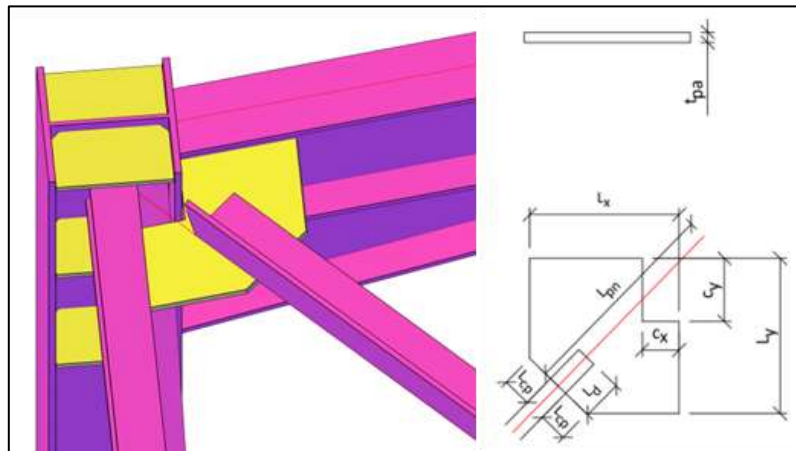


Figura 16.- Conexión a corte Arriostre – Techo (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 24.- Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Techo y sus dimensiones (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	10	10	10	10
L_x	300	290	290	300
L_y	270	280	310	330

Cont. Cuadro 24

L_{pn}	295.11	325.23	341.63	363.99
L_d	150	150	150	150
L_{cp}	40	30	25	25
c_x	80	100	110	125
c_y	80	100	110	120

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre - Columna

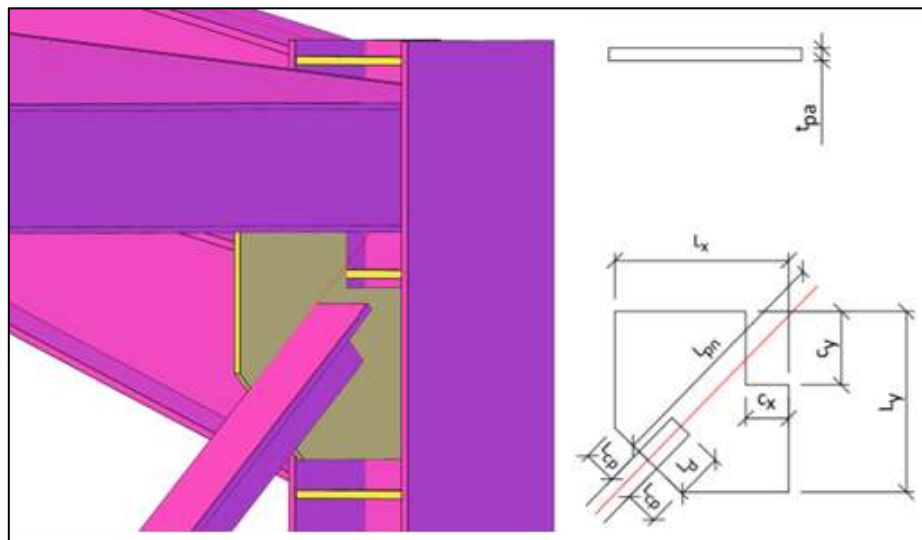


Figura 17.- Conexión a corte Arriostre – Columna (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 25.- Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Columna y sus dimensiones (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	8	8	8	10
L_x	270	270	280	300
L_y	260	260	270	290
L_{pn}	350	350.3	364.44	392.18
L_d	150	150	150	150
L_{cp}	25	25	25	25

Cont. Cuadro 25

c_x	80	100	110	120
c_y	20	40	50	70

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Tranque – Columna

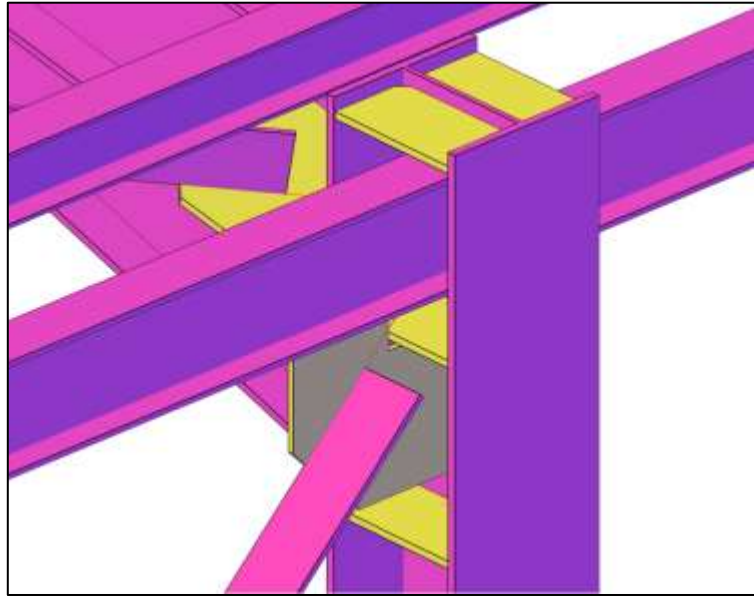


Figura 18.- Conexión a corte Tranque – Columna (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Doble Techo

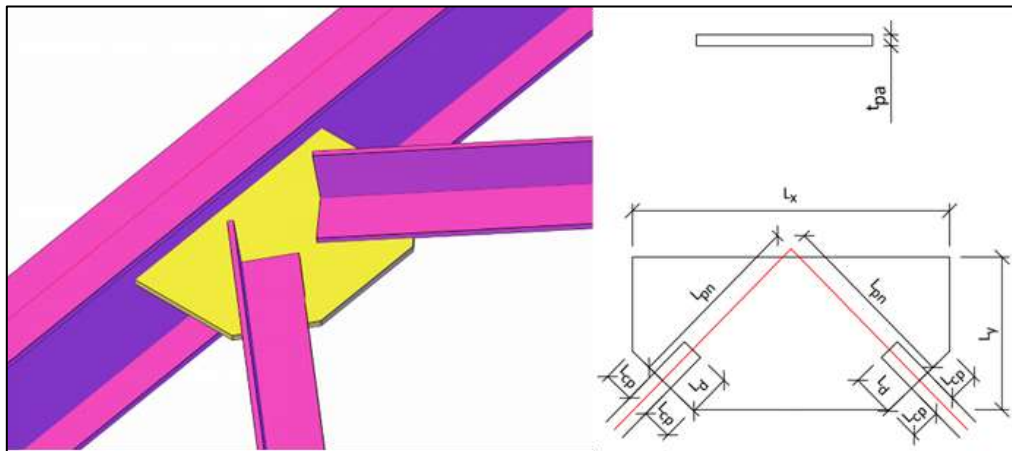


Figura 19.- Conexión a corte Doble Techo (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 26.- Elementos que componen la conexión a corte Doble Techo y sus dimensiones (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetro	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	10	10	10	10
L_x	400	400	410	420
L_y	290	290	290	310
L_{pn}	281.26	287.63	284.36	298.69
L_d	150	150	150	150
L_{cp}	25	20	20	20

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Gusset Plate Central - Columna

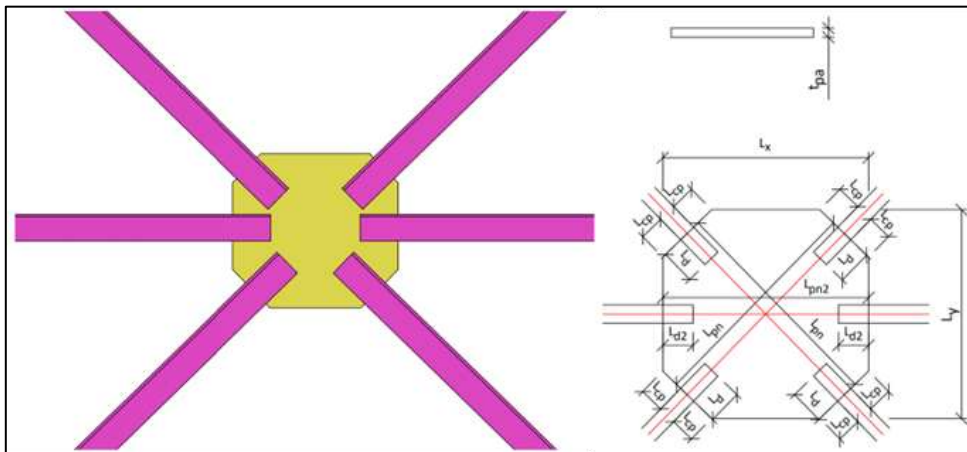


Figura 20.- Conexión a corte Gusset Plate Central – Columna (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 27.- Elementos que componen la conexión a corte Gusset Plate Central – Columna y sus dimensiones (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	10			
L_x	490			

Cont. Cuadro 27

L_y	490
L_{pn}	547.54
L_{pn2}	490
L_d	140
L_{d2}	120
L_{cp}	20

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Gusset Plate Central - Techo

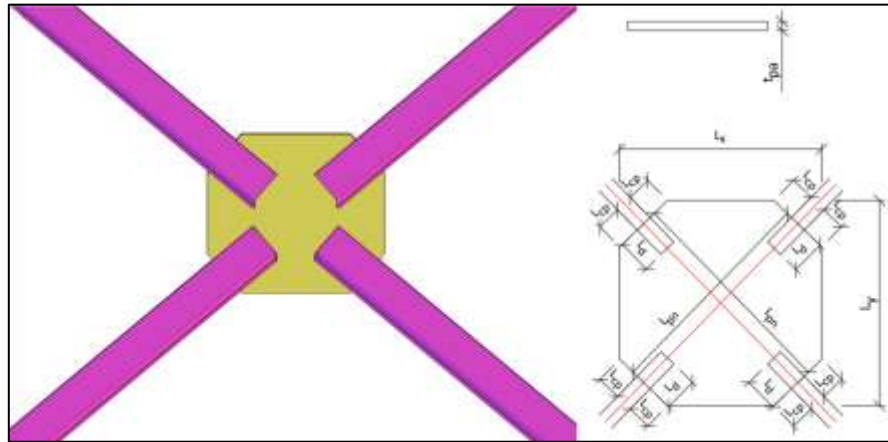


Figura 21.- Conexión a corte Gusset Plate Central - Techo (Perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 28.- Elementos que componen la conexión a corte Gusset Plate Central – Techo y sus dimensiones (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetro	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	10	10	10	10
L_x	520	470	440	440
L_y	360	370	380	400
L_{pn}	516.55	472.79	442.8	458.56
L_d	130	130	130	130
L_{cp}	20	20	20	20

Fuente: García y Linares, (2022).

Nave industrial con perfiles tubulares

Conexión a momento Viga – Columna con diafragma externo

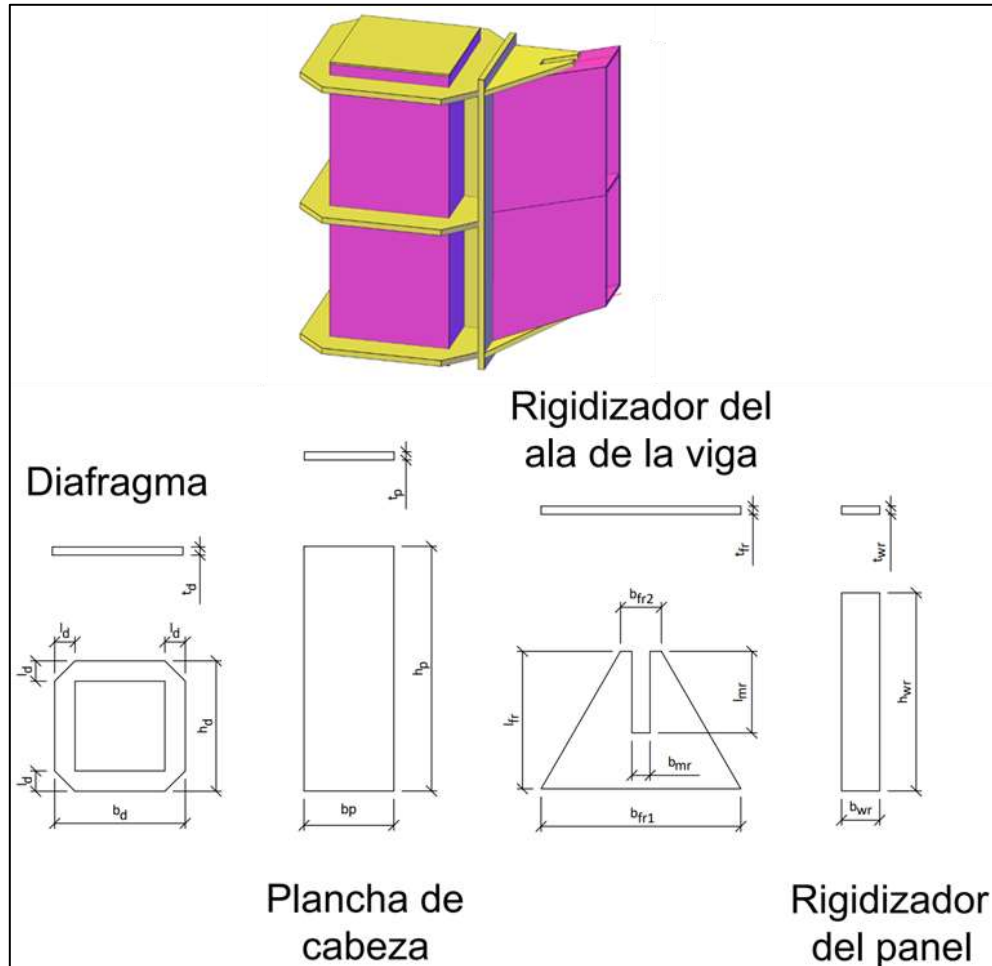


Figura 22.- Conexión a momento Viga – Columna (Perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 29.- Elementos que componen la conexión a momento Viga – Columna y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Diafragma				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_d	8	10	12	12
b_d	275	300	320	320
h_d	275	300	320	320
l_d	50	50	50	50

Cont. Cuadro 29

Plancha de cabeza				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_p	8	10	12	12
b_p	175	200	220	220
h_p	520	520	520	600
Rigidizador del ala de viga				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{fr}	5	8	12	12
b_{fr1}	175	200	220	220
b_{fr2}	45	45	45	45
l_{fr}	120	140	160	160
b_{mr}	20	20	20	20
l_{mr}	10	60	120	90
Rigidizador del panel				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{wr}	8	8	8	8
h_{wr}	230	220	220	260
b_{wr}	50	50	50	50
Tapa de columna				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{tapa}	3	3	3	3
b_{tapa}	175	200	220	220
h_{tapa}	175	200	220	220

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a momento Viga – Viga

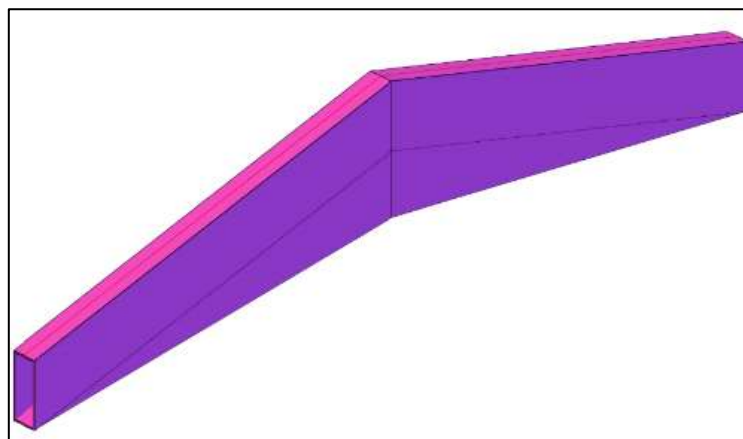


Figura 23.- Conexión a momento Viga – Viga (Perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre - Techo

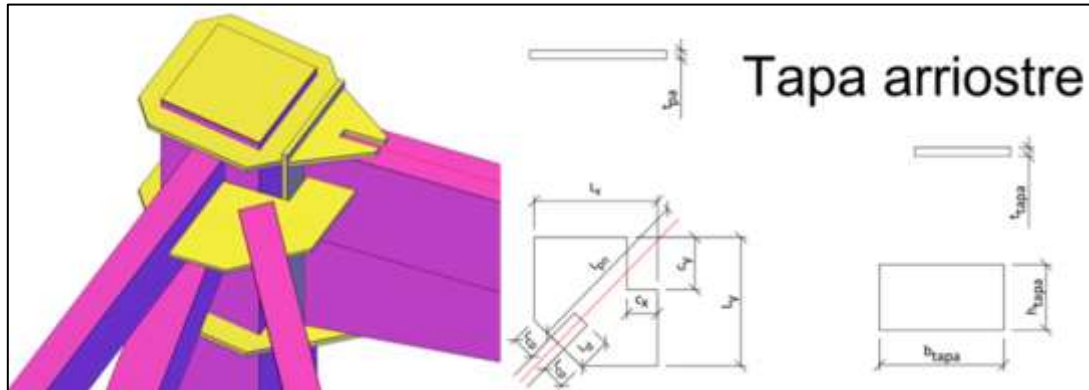


Figura 24.- Conexión a corte Arriostre – Techo (Perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 30.- Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Techo y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	8	8	8	8
L_x	230	240	260	280
L_y	180	200	240	260
L_{pn}	288.03	303.45	336.07	353.18
L_d	120	120	120	120
L_{cp}	30	30	30	50
C_x	50	60	70	70
C_y	130	140	150	150
Tapa de arriostre				
parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{tapa}	3	3	3	3
b_{tapa}	70	70	70	70
h_{tapa}	30	30	30	30

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre - Columna

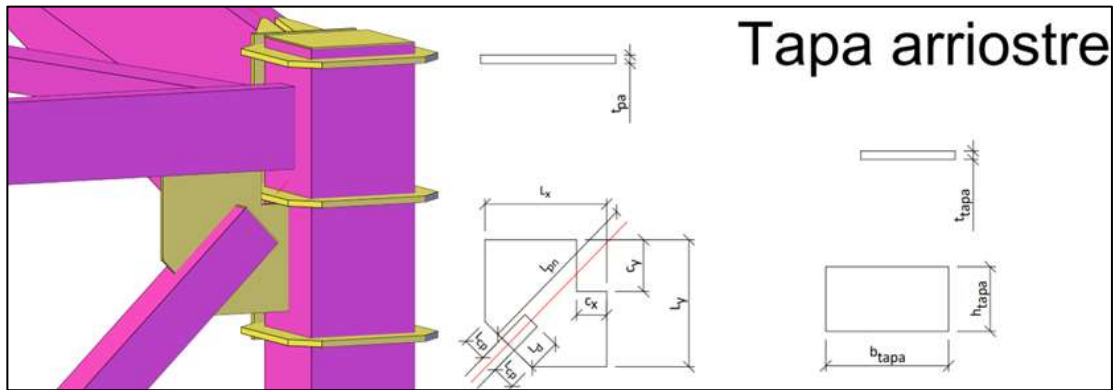


Figura 25.- Conexión a corte Arriostre – Columna (Perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 31.- Elementos que componen la conexión a corte Arriostre – Columna y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	8	8	8	8
L_x	250	250	240	270
L_y	260	260	260	280
L_{pn}	407.06	417.55	424.5	444.94
L_d	180	180	180	180
L_{cp}	20	20	15	25
c_x	60	60	60	60
c_y	50	50	50	70
Tapa de arriostre				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{tapa}	3	3	3	3
b_{tapa}	100	100	100	100
h_{tapa}	45	45	45	45

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Tranque – Columna

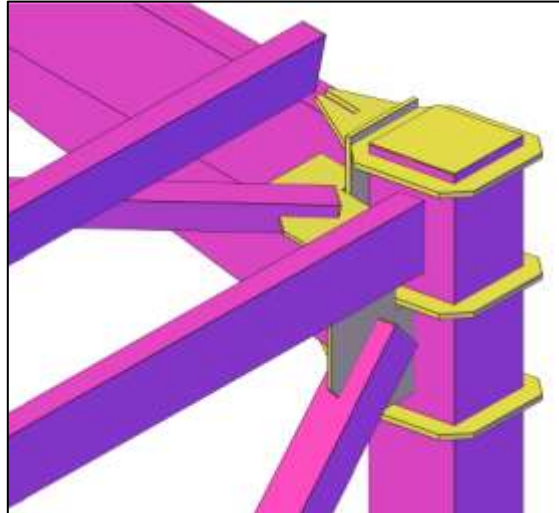


Figura 26.- Conexión a corte Tranque – Columna (Perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Doble Techo

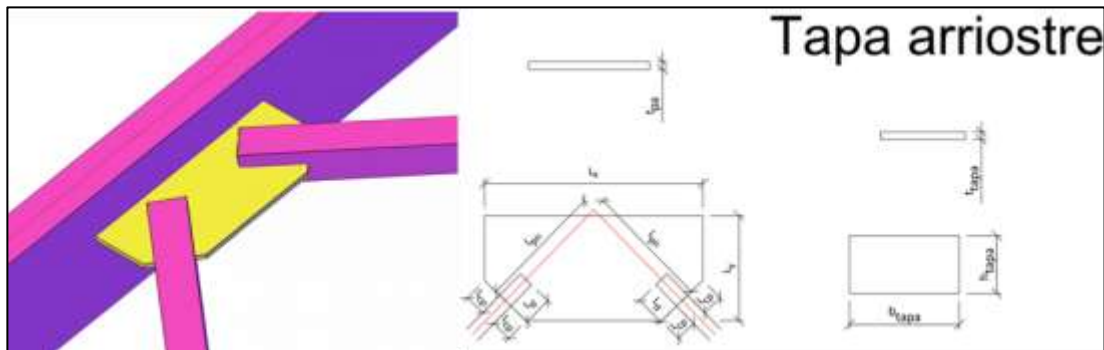


Figura 27.- Conexión a corte Doble Techo (Perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 32.- Elementos que componen la conexión a corte Doble Techo y sus dimensiones (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Plancha Gusset Plate				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{pa}	10	10	10	10
L_x	320	360	400	430

Cont. Cuadro 32

L_y	190	190	190	190
L_{pn}	234.58	243.92	254.13	261.34
L_d	120	120	120	120
L_{cp}	20	20	20	20
Tapa de arriostre				
Parámetros	Dimensiones (mm)			
t_{tapa}	3	3	3	3
b_{tapa}	70	70	70	70
h_{tapa}	30	30	30	30

Fuente: García y Linares, (2022).

Peso y consumo de soldadura por milímetro lineal de las conexiones soldadas en naves industriales típicas de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares

Seguidamente, se establecieron los cuadros, desde el 33 hasta el 44, con la finalidad de definir el peso de cada conexión propuesta, para luego hacer una comparación entre ellos y a su vez, entre los tipos de perfiles a utilizar.

Nave industrial con perfiles de alma llena

Conexión a momento Viga – Columna

Cuadro 33.- Peso de la conexión a momento Viga - Columna (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Columna	HEA160	418	12.7	HEA200	495	21
Viga	IPE180	664	12.5	IPE220	662	17.4
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Rigidizador de ala de columna	PL 8x132x75	132	3.802	PL 8x168x95	6	6.064
Peso total			29.0	Peso total		44.5
Soldadura						

Cont. Cuadro 33

Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	3085	0.586	E70XX	3799	0.722
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.02021159	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01623153
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Columna	HEA220	530	26.8	HEA240	590	35.6
Viga	IPE240	646	19.8	IPE270	650	23.5
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Rigidizador de ala de columna	PL 8x186x105	6	7.428	PL 10x204x115	6	11.163
Peso total			54.0	Peso total		70.3
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	4150	0.788	E70XX	4524	0.859
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.01459288	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01223211

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a momento Viga – Viga

Cuadro 34.- Peso de la conexión a momento Viga - Viga (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Viga	IPE180	6524	122	IPE220	6124	159.8
Peso total			122.0	Peso total		159.8
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)

Cont. Cuadro 34

Soldadura SMAW	E70XX	7836.8	1.489	E70XX	7736.4	1.470
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.01220485	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.00919847
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Viga	IPE240	7256	174.1	IPE270	2078	291.8
Peso total			174.1	Peso total		291.8
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	9085.2	1.726	E70XX	10125.62	1.924
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.00991492	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.0065931

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 35.- Peso de la conexión a corte Arriostre - Techo (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	L 90x90x7	200	1.924	L 90x90x7	200	1.924
Viga (Tranque)	IPE160	300	4.74	IPE160	300	4.74
Viga	IPE180	170	3.196	IPE220	170	4.454
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 10x280x210	1	4.704	PL 10x280x230	1	5.2
Peso total			14.564	Peso total		16.270
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	1330	0.3	E70XX	1370	0.3

Cont. Cuadro 35

Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.017351		Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01599877	
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros			
Perfiles							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Arriostre	L 90x90x7	200	1.924	L 90x90x7	200	1.924	
Viga (Tranque)	IPE160	300	4.74	IPE160	300	4.74	
Viga	IPE240	180	5.526	IPE270	220	7.942	
Planchas							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	
Plancha de nodo	PL 10x280x260	1	5.8	PL 10x310x280	1	6.94	
Peso total			18.014	Peso total			21.550
Soldadura							
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Soldadura SMAW	E70XX	1430	0.3	E70XX	1530	0.3	
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01508271		Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01348956	

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 36.- Peso de la conexión a corte Arriostre - Columna (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros			
Perfiles							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Arriostre	L 100x100x8	220	2.684	L 100x100x8	210	2.562	
Viga (Tranque)	IPE160	260	4.108	IPE160	270	4.266	
Columna	HEA160	430	13.072	HEA200	440	18.612	
Planchas							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	
Plancha de nodo	PL 8x240x230	1	3.533	PL 8x250x240	1	3.8	

Cont. Cuadro 36

Peso total			23.397	Peso total			29.280
Soldadura							
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Soldadura SMAW	E70XX	1640	0.312	E70XX	1680	0.319	
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.01331795	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.01090164
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros			
Perfiles							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Arriostre	L 100x100x8	210	2.562	L 100x100x8	220	2.684	
Viga (Tranque)	IPE160	280	4.424	IPE160	300	4.74	
Columna	HEA220	450	22.725	HEA240	470	28.341	
Planchas							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	
Plancha de nodo	PL 8x260x250	1	4.2	PL 8x280x270	1	4.84	
Peso total			33.871	Peso total			40.603
Soldadura							
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Soldadura SMAW	E70XX	1720	0.327	E70XX	1800	0.342	
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.00964837	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.00842302

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Tranque – Columna

Cuadro 37.- Peso de la conexión a corte Tranque - Columna (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros			
Perfiles							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Columna	HEA160	200	6.08	HEA200	200	8.46	
Tranque	IPE160	20	0.316	IPE160	20	0.316	
Peso total			6.4	Peso total			8.8

Cont. Cuadro 37

Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	254	0.097	E70XX	254	0.097
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.01509068	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01099818
Ancho del pórtico	18 metros		20 metros			
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Columna	HEA220	200	10.1	HEA240	200	12.06
Tranque	IPE160	20	0.316	IPE160	20	0.316
Peso total			10.4	Peso total		12.4
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	254	0.097	E70XX	254	0.097
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.00926651	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.00779897

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 38.- Peso de la conexión a corte Doble Techo (Perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	L 90x90x7	370	3.559	L 90x90x7	380	3.656
Viga	IPE180	400	7.52	IPE220	410	10.742
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 10x360x250	1	7.2	PL 10x370x260	1	7.696
Peso total			18.279	Peso total		22.094
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)

Cont. Cuadro 38

Soldadura SMAW	E70XX	1420	0.270	E70XX	1440	0.274
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.01476011	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01238345
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	L 90x90x7	390	3.752	L 90x90x7	390	3.752
Viga	IPE240	420	12.894	IPE270	430	15.523
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 10x380x250	1	7.6	PL 10x390X280	1	8.736
Peso total			24.246	Peso total		28.011
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	1460	0.277	E70XX	1480	0.281
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.01144106	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01003891

Fuente: García y Linares, (2022).

Nave industrial con perfiles tubulares

Conexión a momento Viga – Columna con diafragma externo

Cuadro 39.- Peso de la conexión a momento Viga - Columna (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Columna	ECO 220x90x4.5	587	12.2	ECO 220x90x4.5	540	11.2
Viga	ECO 175x175x5.5	515	14.6	ECO 200x200x5.5	512	16.8
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)

Cont. Cuadro 39

Diafragma externo	PL 8x275x275	3	14.52	PL 10x300x300	3	21.6
Plancha de cabeza	PL 8x520x175	1	5.824	PL 10x520x200	1	8.32
Rigidizador de ala de viga	PL 5x175x120	2	1.68	PL 8x200x140	2	3.584
Plancha de rigidizador del panel	PL 8x230x50	2	1.472	PL 8x220x50	2	1.408
Tapa superior	PL 3x175x175	1	0.735	PL 3x200x200	1	0.96
Peso total			51.0	Peso total		63.9
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	9283	1.764	E70XX	10221	1.942
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.034562568	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.030402975
Ancho del pórtico	18 metros		20 metros			
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Columna	ECO 220x90x4.5	508	10.5	ECO 260x90x5,5	519	14.8
Viga	ECO 220x220x7	516	23.5	ECO 220x220x7	595	27.1
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Diafragma externo	PL 12x320x320	3	29.5	PL 12x320x320	3	29.5
Plancha de cabeza	PL 12x520x220	1	11.0	PL 12x600x220	1	12.7
Rigidizador de ala de viga	PL 12x220x160	2	6.8	PL 12x220x160	2	6.8
Plancha de rigidizador del panel	PL 8x220x50	2	1.4	PL 8x260x50	2	1.7

Cont. Cuadro 39

Tapa superior	PL 3x220x220	1	1.2	PL 3x220x220	1	1.2
Peso total			83.8	Peso total		93.6
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	11156	2.1197	E70XX	11508	2.1865
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.02529414	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.023347964

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a momento Viga – Viga

Cuadro 40.- Peso de la conexión a momento Viga - Viga (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Viga	ECO 220x90x4,5	4947	102.5	ECO 220x90x4,5	6126	126.9
Peso total			102.5	Peso total		126.9
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	6059.8	1.151362	E70XX	7249.38	1.3773822
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.0112328	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.010854076
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Viga	ECO 220x90x4,5	7313	151.5	ECO 260x90x5,5	8110	230.8
Peso total			151.5	Peso total		230.8
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	8450.74	1.606	E70XX	9410.3	1.788

Cont. Cuadro 40

Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)	0.010598288	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)	0.007746781
--	-------------	--	-------------

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 41.- Peso de la conexión a corte Arriostre - Techo (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	ECO 70x70	190	0.884	ECO 70x70	190	0.884
Viga (Tranque)	ECO 160x65x3,4	210	2.381	ECO 160x65x3,4	210	2.381
Columna	ECO 220x90x4.5	90	1.865	ECO 220x90x4.5	90	1.865
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 8x230x180	1	2.65	PL 8x240x200	1	3.1
tapa de arriostre	PL 3x70x30	1	0.1	PL 3x70x30	2	0.1
Peso total			7.881	Peso total		8.303
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	1700	0.3	E70XX	1760	0.3
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.040984647	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.0402746
Perfiles						
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	ECO 70x70	200	0.93	ECO 70x70	210	0.977
Viga (Tranque)	ECO 160x65x3,4	220	2.495	ECO 160x65x3,4	240	2.722
Columna	ECO 220x90x4.5	120	2.486	ECO 260x90x5,5	140	3.984
Planchas						

Cont. Cuadro 41

Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 8x260x240	1	4.0	PL 8x280x260	1	4.7
tapa de arriostre	PL 3x70x30	2	0.1	PL 3x70x30	2	0.1
Peso total			10.006	Peso total		12.443
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	1880	0.4	E70XX	1960	0.4
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.035698581	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.029928474

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 42.- Peso de la conexión a corte Arriostre - Columna (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	ECO 100x100	260	2.311	ECO 100x100	260	2.311
Viga (Tranque)	ECO 160x65x3,4	270	3.062	ECO 160x65x3,4	270	3.062
Columna	ECO 175x175x5.5	460	13.092	ECO 200x200x5.5	460	15.074
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 8x260x250	1	4.16	PL 8x260x250	1	4.2
tapa de arriostre	PL 3x100x45	2	0.2	PL 3x100x45	2	0.2
Peso total			22.841	Peso total		24.823
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	2640	0.5	E70XX	2640	0.5

Cont. Cuadro 42

Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.02196051	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.020207066
Ancho del pórtico	18 metros			20 metros			
Perfiles							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Arriostre	ECO 100x100	250	2.223	ECO 100x100	260	2.311	
Viga (Tranque)	ECO 160x65x3,4	260	2.948	ECO 160x65x3,4	300	3.402	
Columna	ECO 220x220x7	460	20.93	ECO 220x220x7	480	21.84	
Planchas							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	
Plancha de nodo	PL 8x260x240	1	4.0	PL 8x280x270	1	4.8	
tapa de arriostre	PL 3x100x45	2	0.2	PL 3x100x45	2	0.2	
Peso total			30.311	Peso total			32.607
Soldadura							
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Soldadura SMAW	E70XX	2620	0.5	E70XX	2720	0.5	
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.016423081	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.015849357

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Tranque -Columna

Cuadro 43.- Peso de la conexión a corte Tranque – Columna (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros			
Perfiles							
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
Columna	C175x175	200	5.692	C200X200X5,5	200	6.554	
Tranque	160x65x3,40	20	0.2268	160x65x3,40	20	0.2268	
Peso total			5.9	Peso total			6.8
Soldadura							

Cont. Cuadro 43

Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	320	0.1	E70XX	320	0.1
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.020544705	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.017932987
Ancho del pórtico	18 metros		20 metros			
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Columna	C220x220x7	200	9.1	C220x220x7	200	9.1
Tranque	160x65x3,40	20	0.2268	160x65x3,40	20	0.2268
Peso total			9.3	Peso total		9.3
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	320	0.1	E70XX	320	0.1
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.013037698	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.013037698

Fuente: García y Linares, (2022).

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 44.- Peso de la conexión a corte Doble Techo (Perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros			15 metros		
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	ECO 70x70	340	1.581	ECO 70x70	350	1.628
Viga	ECO 220x90x4.5	360	7.459	ECO 220x90x4.5	400	8.288
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 10x320x190	1	4.864	PL 10x360x190	1	5.472
Tapa de arriostre	PL 3x70x30	2	0.202	PL 3x70x30	2	0.202
Peso total			14.106	Peso total		15.590
Soldadura						

Cont. Cuadro 44

Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	2000	0.380	E70XX	2080	0.395
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.02693889	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.02534958
Ancho del pórtico	12 metros		15 metros			
Perfiles						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
Arriostre	ECO 70x70	350	1.628	ECO 70x70	350	1.628
Viga	ECO 220x90x4.5	440	9.117	ECO 260x90x5,5	470	13.376
Planchas						
Parámetros	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)	Dimensiones (mm)	Cantidad	Peso (kg)
Plancha de nodo	PL 10x400x190	1	6.08	PL 10x430x190	1	6.536
Tapa de arriostre	PL 3x70x30	2	0.202	PL 3x70x30	2	0.202
Peso total			17.027	Peso total		21.742
Soldadura						
Parámetros	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)	Resistencia	Longitud (mm)	Peso (kg)
Soldadura SMAW	E70XX	2160	0.410	E70XX	2220	0.422
Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)			0.0241029	Peso de soldadura por kg de conexión (kg/kgf)		0.01940024

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro comparativo de los pesos de las conexiones soldadas con perfiles de alma llena y tubulares

Cuadro 45.- Cuadro comparativo de los pesos de las conexiones soldadas

Ancho del pórtico	Alma llena	Tubulares
	Viga - Columna	Viga - Columna
12 metros	29.002	51.031
15 metros	44.464	63.872
18 metros	54.028	83.801
20 metros	70.263	93.647

Cont. Cuadro 45

	Viga - Viga	Viga - Viga
12 metros	122.000	102.500
15 metros	159.800	126.900
18 metros	174.100	151.500
20 metros	291.800	230.800
	Arriostre - Techo	Arriostre - Techo
12 metros	14.564	7.881
15 metros	16.270	8.303
18 metros	18.014	10.006
20 metros	21.550	12.443
	Arriostre - Columna	Arriostre - Columna
12 metros	23.397	22.841
15 metros	29.280	24.823
18 metros	33.871	30.311
20 metros	40.603	32.607
	Tranque - Columna	Tranque - Columna
12 metros	6.396	5.919
15 metros	8.776	6.781
18 metros	10.416	9.327
20 metros	12.376	9.327
	Doble Techo	Doble Techo
12 metros	18.279	14.106
15 metros	22.094	15.590
18 metros	24.246	17.027
20 metros	28.011	21.742

Fuente: García y Linares, (2022).

Resultados estadísticos para pesos de conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares

A continuación, se realizaron una serie de estudios estadísticos con la finalidad de determinar el valor promedio que representa el peso de cada conexión.

Asimismo, se determinaron cuadros que resumen esta información, proporcionándole al lector un rápido encuentro de respuestas a las preguntas que se podrían generar.

Seguidamente, se podrán visualizar los cuadro de frecuencias y resultados estadísticos de los pesos de las conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares, desde el cuadro 46 hasta el cuadro 69.

Nave industrial con perfiles de alma llena

Conexión a momento Viga – Columna

Cuadro 46.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
29.002	1	0.25	1	0.25	29.00	417.68	20.44	5.06
44.464	1	0.25	2	0.50	44.46	24.75	4.98	1.20
54.028	1	0.25	3	0.75	54.03	21.06	4.59	1.20
70.263	1	0.25	4	1.00	70.26	433.63	20.82	5.25
Σ	4	1.00	4	1.00	197.76	299.04	12.71	12.71

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 47.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)

Rango (kg)	41.26
Población (kg)	197.76
Muestra (kg)	175.209
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	49.44
Mediana (kg)	49.246
Moda (kg)	48.86
Varianza (kg)	299.04
Desviación media (kg)	12.71
Desviación mediana (kg)	12.71
Desviación estándar (kg)	17.293
Error de la media (kg)	8.647
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

El resultado de la tendencia central que predomine se aproxima al peso de la conexión calculada más cercana. Asimismo, debido a que la mediana de 49.246kg no coincide con ninguno de los valores estudiados para las conexiones, se aproxima al inmediato inferior que corresponde al valor más cercano, es decir, se selecciona el valor 44.464 kg como el peso de la conexión a momento viga – columna.

Conexión a momento Viga – Viga

Cuadro 48.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Viga
(perfiles: alma llena)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
122.000	1	0.25	1	0.25	122.00	4215.26	64.93	11.24
159.800	1	0.25	2	0.50	159.80	735.77	27.13	1.79
174.100	1	0.25	3	0.75	174.10	164.48	12.83	1.79
291.800	1	0.25	4	1.00	291.80	10998.77	104.88	31.21
Σ	4	1.00	4	1.00	747.70	5371.42	52.44	46.03

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 49.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Viga
(perfiles: alma llena)

Rango (kg)	169.80
Población (kg)	747.70
Muestra (kg)	502.966
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	186.93
Mediana (kg)	166.95
Moda (kg)	127.00
Varianza (kg)	5371.42
Desviación media (kg)	52.44
Desviación mediana (kg)	46.03
Desviación estándar (kg)	73.29
Error de la media (kg)	36.645
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Seguidamente, como se explicó anteriormente, se debe establecer un valor que proporcione el peso promedio de la conexión en cuestión, según el resultado que arroje la medida de tendencia central, por lo que para este caso, se estableció la mediana como esa medida. Es así como el valor que representará el peso promedio de esta conexión, lo adquirirá un dato de 159.800kg.

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 50.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo
(perfiles: alma llena)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
14.564	1	0.25	1	0.25	14.56	9.21	3.04	0.65
16.270	1	0.25	2	0.50	16.27	1.77	1.33	0.22
18.014	1	0.25	3	0.75	18.01	0.17	0.42	0.22
21.550	1	0.25	4	1.00	21.55	15.61	3.95	1.10
Σ	4	1.00	4	1.00	70.40	8.92	2.18	2.18

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 51.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo
(perfiles: alma llena)

Rango (kg)	6.99
Población (kg)	70.40
Muestra (kg)	67.314
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	17.60
Mediana (kg)	17.142
Moda (kg)	16.23
Varianza (kg)	8.92
Desviación media (kg)	2.18
Desviación mediana (kg)	2.18
Desviación estándar (kg)	2.987
Error de la media (kg)	1.494
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Debido al cuadro resumen de los resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre – Techo de perfiles de alma llena, se identificó la mediana con un valor de 17.142 kg, como la medida de tendencia central.

Por consiguiente, este resultado da a entender que la conexión presente poseerá un peso promedio de 16.270 kg.

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 52.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
23.397	1	0.25	1	0.25	23.40	70.41	8.39	2.05
29.280	1	0.25	2	0.50	29.28	6.29	2.51	0.57
33.871	1	0.25	3	0.75	33.87	4.34	2.08	0.57
40.603	1	0.25	4	1.00	40.60	77.71	8.82	2.26
Σ	4	1.00	4	1.00	127.15	52.91	5.45	5.45

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 53.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)

Rango (kg)	17.21
Población (kg)	127.15
Muestra (kg)	117.434
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	31.79
Mediana (kg)	31.5755
Moda (kg)	31.15
Varianza (kg)	52.91
Desviación media (kg)	5.45
Desviación mediana (kg)	5.45
Desviación estándar (kg)	7.274
Error de la media (kg)	3.637
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Por otra parte, los cálculos estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre– Columna de perfiles de alma llena, arrojaron como la medida de tendencia central, la mediana.

Por consiguiente, esta conexión estudiada tendrá un peso promedio de 29.280kg.

Conexión a corte Tranque – Columna

Cuadro 54.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: alma llena)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
6.396	1	0.25	1	0.25	6.40	9.58	3.10	0.80
8.776	1	0.25	2	0.50	8.78	0.51	0.72	0.21
10.416	1	0.25	3	0.75	10.42	0.86	0.93	0.21
12.376	1	0.25	4	1.00	12.38	8.32	2.89	0.70
Σ	4	1.00	4	1.00	37.96	6.42	1.91	1.91

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 55.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: alma llena)

Rango (kg)	5.98
Población (kg)	37.96
Muestra (kg)	37.049
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	9.49
Mediana (kg)	9.596
Moda (kg)	9.81
Varianza (kg)	6.42
Desviación media (kg)	1.91
Desviación mediana (kg)	1.91
Desviación estándar (kg)	2.534
Error de la media (kg)	1.267
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

En el mismo orden de ideas, el peso promedio de una conexión de este tipo se establece en 8.776kg, ya que, la medida de tendencia central se identifica con el valor predominante de 9.596kg.

En el mismo orden de ideas, la conexión presenta una distribución simétrica, lo que quiere decir que los valores de la media aritmética, la mediana y la moda son muy similares o cercanos.

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 56.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
18.279	1	0.25	1	0.25	18.28	23.80	4.88	1.22
22.094	1	0.25	2	0.50	22.09	1.13	1.06	0.27
24.246	1	0.25	3	0.75	24.25	1.19	1.09	0.27
28.011	1	0.25	4	1.00	28.01	23.56	4.85	1.21
Σ	4	1.00	4	1.00	92.63	16.56	2.97	2.97

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 57.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)

Rango (kg)	9.73
Población (kg)	92.63
Muestra (kg)	87.364
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	23.16
Mediana (kg)	23.17
Moda (kg)	23.20
Varianza (kg)	16.56
Desviación media (kg)	2.97
Desviación mediana (kg)	2.97
Desviación estándar (kg)	4.069
Error de la media (kg)	2.035
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Como se puede visualizar en el cuadro 57, la medida de tendencia central se estableció como la mediana, dando un valor de 23.17 kg. Por consiguiente, el peso promedio para este tipo de conexión se establecerá en 22.094kg, puesto que es el valor inferior más cercano a la medida de tendencia central en cuestión.

Por otro lado, se visualiza en el mismo cuadro que la distribución no es simétrica, es decir, los valores de las medidas de tendencia central no son similares.

Nave industrial con perfiles tubulares

Conexión a momento Viga – Columna con diafragma externo

Cuadro 58.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
51.031	1	0.25	1	0.25	51.03	486.50	22.06	5.70
63.872	1	0.25	2	0.50	63.87	84.93	9.22	2.49
83.801	1	0.25	3	0.75	83.80	114.77	10.71	2.49
93.647	1	0.25	4	1.00	93.65	422.68	20.56	4.95
Σ	4	1.00	4	1.00	292.35	369.63	15.64	15.64

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 59.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)

Rango (kg)	42.62
Población (kg)	292.35
Muestra (kg)	245.621
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	73.09
Mediana (kg)	73.837
Moda (kg)	75.33
Varianza (kg)	369.63
Desviación media (kg)	15.64
Desviación mediana (kg)	15.64
Desviación estándar (kg)	19.226
Error de la media (kg)	9.613
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Consecuentemente, la medida de tendencia central se estandarizó como la mediana, teniendo esta un valor de 73.837 kg. Por otro lado, se definió el peso promedio de la conexión presente como 63.872 kg.

Asimismo, la distribución de la muestra no es simétrica.

Conexión a momento Viga – Viga

Cuadro 60.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
102.500	1	0.25	1	0.25	102.50	2542.68	50.43	9.18
126.900	1	0.25	2	0.50	126.90	677.30	26.03	3.08
151.500	1	0.25	3	0.75	151.50	2.03	1.43	3.08
230.800	1	0.25	4	1.00	230.80	6064.52	77.88	22.90
Σ	4	1.00	4	1.00	611.70	3095.51	38.94	38.23

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 61.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)

Rango (kg)	128.30
Población (kg)	611.70
Muestra (kg)	437.53
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	152.93
Mediana (kg)	139.2
Moda (kg)	111.75
Varianza (kg)	3095.51
Desviación media (kg)	38.94
Desviación mediana (kg)	38.23
Desviación estándar (kg)	55.637
Error de la media (kg)	27.819
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Como se muestra en el cuadro 61, la mediana siendo la medida de tendencia central, ayuda a establecer el peso promedio de la conexión a momento Viga – Viga con perfiles tubulares.

En tal sentido, el peso establecido como promedio es 126.900 kg. Por otra parte, gracias a la distribución y a la figura 5 expuesta en el capítulo II, no se eliminaron extremos a la hora de realizar la estadística, por lo que, el número de la muestra es 4.

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 62.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
7.881	1	0.25	1	0.25	7.88	3.16	1.78	0.32
8.303	1	0.25	2	0.50	8.30	1.84	1.36	0.21
10.006	1	0.25	3	0.75	10.01	0.12	0.35	0.21
12.443	1	0.25	4	1.00	12.44	7.76	2.79	0.82
Σ	4	1.00	4	1.00	38.63	4.29	1.57	1.57

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 63.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)

Rango (kg)	4.56
Población (kg)	38.63
Muestra (kg)	37.686
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	9.66
Mediana (kg)	9.155
Moda (kg)	8.15
Varianza (kg)	4.29
Desviación media (kg)	1.57
Desviación mediana (kg)	1.57
Desviación estándar (kg)	2.071
Error de la media (kg)	1.036
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Siguiendo las ideas de los cuadros anteriores, para este caso, se determinó el peso promedio gracias a la medida de tendencia central que dio como resultado 9.155kg, siendo predominante la mediana. Aunado a esto, el peso promedio hallado se ha especificado con un valor de 8.303kg.

Además, las medidas de tendencia central no poseen valores cercanos, lo que da como resultado que la distribución de la muestra no sea simétrica.

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 64.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
22.841	1	0.25	1	0.25	22.84	23.08	4.81	1.18
24.823	1	0.25	2	0.50	24.82	7.97	2.82	0.69
30.311	1	0.25	3	0.75	30.31	7.11	2.67	0.69
32.607	1	0.25	4	1.00	32.61	24.62	4.96	1.26
Σ	4	1.00	4	1.00	110.58	20.92	3.81	3.81

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 65.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)

Rango (kg)	9.77
Población (kg)	110.58
Muestra (kg)	103.158
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	27.65
Mediana (kg)	27.567
Moda (kg)	27.41
Varianza (kg)	20.92
Desviación media (kg)	3.81
Desviación mediana (kg)	3.81
Desviación estándar (kg)	4.574
Error de la media (kg)	2.287
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

En definitiva, el resultado de la medida de tendencia central que predomina se aproxima al peso 24.823 kg. debido al resultado estadístico arrojado por el cuadro 65, definiendo la mediana como medida de tendencia central predominante.

En ese mismo contexto, se expresa que la distribución de la muestra es simétrica puesto que la diferencia entre los valores pertenecientes a las medidas de tendencia central posee un margen de error muy reducido.

Conexión a corte Tranque – Columna

Cuadro 66.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: tubulares)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
5.919	1	0.25	1	0.25	5.92	3.68	1.92	0.22
6.781	1	0.25	2	0.50	6.78	1.12	1.06	0.00
9.327	2	0.50	4	1.00	18.65	2.22	2.98	1.27
Σ	4	1.00	4	1.00	31.35	2.34	1.49	1.49

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 67.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Tranque - Columna (perfiles: tubulares)

Rango (kg)	2.55
Población (kg)	25.43
Muestra (kg)	25.02
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Media
Media aritmética (kg)	8.48
Mediana (kg)	8.0538
Moda (kg)	7.21
Varianza (kg)	1.80
Desviación media (kg)	1.13
Desviación mediana (kg)	1.27
Desviación estándar (kg)	1.342
Error de la media (kg)	0.775
Número de datos de la muestra	3
Nota: Se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Debido a la estadística realizada y la figura 5 expuesta en el capítulo II, se determinó que los extremos debían ser eliminados, por lo que quedaría como población los valores 6.781kg y 9.327kg, representado estos a un número de muestra de 3.

Asimismo, el peso promedio para este tipo de conexión es de 9.327 kg. Es necesario resaltar, que así la media aritmética y la mediana tengan valores cercanos, la distribución de la muestra no es simétrica, ya que la moda tiene un valor alejado a estos.

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 68.- Tabla de frecuencias para pesos de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)

PESO (kg)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PESO X FRECUENCIA (kg)	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (kg)	DESVIACIÓN MEDIANA (kg)
14.106	1	0.25	1	0.25	14.11	9.06	3.01	0.55
15.590	1	0.25	2	0.50	15.59	2.33	1.53	0.18
17.027	1	0.25	3	0.75	17.03	0.01	0.09	0.18
21.742	1	0.25	4	1.00	21.74	21.40	4.63	1.36
Σ	4	1.00	4	1.00	68.47	10.93	2.31	2.27

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 69.- Resultados estadísticos para pesos de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)

Rango (kg)	7.64
Población (kg)	68.47
Muestra (kg)	65.545
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (kg)	17.12
Mediana (kg)	16.309
Moda (kg)	14.69
Varianza (kg)	10.93
Desviación media (kg)	2.31
Desviación mediana (kg)	2.27
Desviación estándar (kg)	3.306
Error de la media (kg)	1.653
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

En seguida, debido a los resultados arrojados por la estadística realizada, la medida de tendencia central es representada por la mediana, poseyendo esta un valor de 16.309 kg.

Por consiguiente, el peso promedio de la conexión a corte Doble Techo para este tipo de perfiles se estableció en un valor de 15.590 kg.

Resumen estadístico para pesos de conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

Cuadro 70.- Resumen estadístico para pesos de conexiones soldadas

Alma llena	Tubulares
Viga - Columna (kg)	
44.464	63.872
Viga - Viga (kg)	
159.800	126.900
Arriostre - Techo (kg)	
16.270	8.303
Arriostre - Columna (kg)	
29.280	24.823
Tranque - Columna (kg)	
8.776	6.781
Doble Techo (kg)	
22.094	15.590

Fuente: García y Linares, (2022).

Consumible de electrodo para soldar

A través del siguiente cuadro 71, se muestra la organización de los datos y resumen de las frecuencias con respecto al cordón de soldadura con electrodo revestido para el análisis de las conexiones, mediante datos recopilados en campo.

En función de todas las medidas centrales predominantes en el presente estudio, se determinó cuanto se consume de electrodo para 1 kilogramo de conexión, empleado fórmulas matemáticas.

Cuadro 71.- Organización de datos de consumible de electrodo para soldar

Cordón promedio de soldadura del estudio (mm)	Cordón de soldadura por unidad de pieza (mm)	Tiempo de soldadura (seg)	Espesor de soldadura (mm)	Piezas por caja (und)	Kilos por caja (kg)	Tipo de electrodo
65	165	26	4	32	1	7018 1/8"

Cont. Cuadro 71

Cordón promedio del estudio (mmL)	
65	
Cordón promedio por unidad de electrodo (mmL)	Cantidad de electrodo (pieza/mmL)
165	1
Unidad cordón (mmL)	Consumo de electrodo promedio (pieza/mmL)
1	0.006
Cantidad de electrodos por kilo (pieza)	Peso del electrodo (kg)
32	1
Unidad de electrodos (pieza)	Peso del electrodo (kg/pieza)
1	0.03125
Unidad de electrodo (pieza)	Peso del electrodo (kg/pieza)
1	0.03125
Consumo de electrodo promedio (pieza/mmL)	Consumo por kilos por milímetros de soldadura (kg/mmL)
0.006	0.00019
Cordón promedio del estudio (mmL)	Tiempo promedio del estudio (seg)
65	26
Unidad cordón (mmL)	Tiempo promedio (seg)
1	0.400

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro comparativo de las longitudes de soldadura para conexiones soldadas con perfiles de alma llena y tubulares

Cuadro 72.- Cuadro comparativo de las longitudes de soldadura de las conexiones soldadas

Ancho del pórtico	Alma llena	Tubulares
	Viga - Columna	Viga - Columna
12 metros	3085	9283
15 metros	3799	10221
18 metros	4150	11156
20 metros	4524	11508
	Viga - Viga	Viga - Viga
12 metros	7837	6060
15 metros	7736	7249
18 metros	9085	8451
20 metros	10126	9410

Cont. Cuadro 72

	Arriostre - Techo	Arriostre - Techo
12 metros	1330	1700
15 metros	1370	1760
18 metros	1430	1880
20 metros	1530	1960
	Arriostre - Columna	Arriostre - Columna
12 metros	1640	2640
15 metros	1680	2640
18 metros	1720	2620
20 metros	1800	2720
	Tranque - Columna	Tranque - Columna
12 metros	254	320
15 metros	254	320
18 metros	254	320
20 metros	254	320
	Doble Techo	Doble Techo
12 metros	1420	2000
15 metros	1440	2080
18 metros	1460	2160
20 metros	1480	2220

Fuente: García y Linares, (2022).

Resultados estadísticos de la longitud de soldadura por milímetro lineal de las conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares

Nave industrial con perfiles de alma llena

Conexión a momento Viga – Columna

Cuadro 73.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento

Viga - Columna (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
3085	1	0.25	1	0.25	3085.14	646496.40	804.05	222.23
3799	1	0.25	2	0.50	3798.52	8221.05	90.67	43.89
4150	1	0.25	3	0.75	4149.60	67813.37	260.41	43.89
4524	1	0.25	4	1.00	4523.50	402349.18	634.31	137.36
Σ	4	1.00	4	1.00	15556.76	374960.00	447.36	447.36

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 74.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	1438
Población (mm)	15556.76
Muestra (mm)	1398.501
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	3889.19
Mediana (mm)	3974.06
Moda (mm)	4143.80
Varianza (mm)	374960.00
Desviación media (mm)	447.36
Desviación mediana (mm)	447.36
Desviación estándar (mm)	612.34
Error de la media (mm)	306.17
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Asimismo, la longitud de soldadura promedio sería 3799 mmL.

Conexión a momento Viga – Viga

Cuadro 75.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
7736	1	0.25	1	0.50	7736.40	920841.76	959.61	181.15
7837	1	0.25	2	0.25	7836.80	738233.23	859.21	156.05
9085	1	0.25	3	0.75	9085.20	151472.75	389.20	156.05
10126	1	0.25	4	1.00	10125.62	2043799.05	1429.62	416.16
Σ	4	1.00	4	1.00	34784.02	1284782.26	909.41	909.41

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 76.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	2288.82
Población (mm)	34784.02
Muestra (mm)	1471.628
Distribución de la muestra	No simétrica

Cont. Cuadro 76

Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	8696.01
Mediana (mm)	8461
Moda (mm)	7990.99
Varianza (mm)	1284782.26
Desviación media (mm)	909.41
Desviación mediana (mm)	909.41
Desviación estándar (mm)	1133.482
Error de la media (mm)	566.741
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Seguidamente, se considerará la longitud de soldadura promedio como 7837mmL, para la presente conexión.

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 77.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
1330	1	0.25	1	0.25	1330.00	7225.00	85.00	21.25
1370	1	0.25	2	0.50	1370.00	2025.00	45.00	11.25
1430	1	0.25	3	0.75	1430.00	225.00	15.00	3.75
1530	1	0.25	4	1.00	1530.00	13225.00	115.00	28.75
Σ	4	1.00	4	1.00	5660.00	7566.67	65.00	65.00

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 78.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	200.00
Población (mm)	5660.00
Muestra (mm)	1208.534
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	1415.00
Mediana (mm)	1400
Moda (mm)	1370.00

Cont. Cuadro 78

Varianza (mm)	7566.67
Desviación media (mm)	65.00
Desviación mediana (mm)	65.00
Desviación estándar (mm)	86.987
Error de la media (mm)	43.494
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Al igual que en el estudio realizado para los pesos de cada conexión, se estableció la distribución de muestra como no simétrica, según las medidas de tendencia central. Por otro lado, la longitud de soldadura promedio se establece como 1370mmL, gracias a la mediana que posee un valor de 1400mmL.

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 79.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
1640	1	0.25	1	0.25	1640.00	4900.00	70.00	17.50
1680	1	0.25	2	0.50	1680.00	900.00	30.00	7.50
1720	1	0.25	3	0.75	1720.00	100.00	10.00	2.50
1800	1	0.25	4	1.00	1800.00	8100.00	90.00	22.50
Σ	4	0.75	4	1.00	6840.00	4666.67	50.00	50.00

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 80.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	160.00
Población (mm)	6840.00
Muestra (mm)	1254.753
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	1710.00
Mediana (mm)	1680
Moda (mm)	1620.00

Cont. Cuadro 80

Varianza (mm)	4666.67
Desviación media (mm)	50.00
Desviación mediana (mm)	50.00
Desviación estándar (mm)	68.313
Error de la media (mm)	34.157
Número de datos de la muestra	4
Nota: Se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

El cálculo estadístico arrojó como resultado una extracción de datos, donde la media corresponde a la medida de tendencia central y el valor promedio de longitud de soldadura lineal se establece en 1680mmL.

Conexión a corte Tranque – Columna

Seguidamente, para las conexiones a corte de tranque – columna se especifica que la media de esta es 254mmL de soldadura ya que para todas las naves industriales se determinó que contienen la misma longitud de soldadura.

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 81.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
1420	1	0.25	1	0.25	1420.00	900.00	30.00	7.50
1440	1	0.25	2	0.50	1440.00	100.00	10.00	2.50
1460	1	0.25	3	0.75	1460.00	100.00	10.00	2.50
1480	1	0.25	4	1.00	1480.00	900.00	30.00	7.50
Σ	4	1.00	4	1.00	5800.00	666.67	20.00	20.00

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 82.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	60.00
Población (mm)	5800.00
Muestra (mm)	1214.795
Distribución de la muestra	No simétrica

Cont. Cuadro 82

Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	1450.00
Mediana (mm)	1450
Moda (mm)	1450.00
Varianza (mm)	666.67
Desviación media (mm)	20.00
Desviación mediana (mm)	20.00
Desviación estándar (mm)	25.82
Error de la media (mm)	12.91
Número de datos de la muestra	4
Nota: Se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Consecuentemente, en este caso, la medida de tendencia central es la Media, gracias a la figura 5 explicada en el capítulo II, siendo así 1440 mmL la longitud promedio para este tipo de conexión con perfiles de alma llena.

Nave industrial con perfiles tubulares

Conexión a momento Viga – Columna con diafragma externo

Cuadro 83.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
9283	1	0.25	1	0.25	9282.96	1584791.44	1258.89	351.35
10221	1	0.25	2	0.50	10220.52	103249.76	321.33	116.96
11156	1	0.25	3	0.75	11156.18	377407.49	614.34	116.96
11508	1	0.25	4	1.00	11507.72	932914.52	965.88	204.84
Σ	4	1.00	4	1.00	42167.38	999454.40	790.11	790.11

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 84.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	2224.76
Población (mm)	42167.38
Muestra (mm)	1482.612
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana

Cont. Cuadro 84

Media aritmética (mm)	10541.85
Mediana (mm)	10688.35
Moda (mm)	10981.36
Varianza (mm)	999454.40
Desviación media (mm)	790.11
Desviación mediana (mm)	790.11
Desviación estándar (mm)	999.727
Error de la media (mm)	499.864
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Por otra parte, los cálculos estadísticos para pesos de conexión a momento Viga- Columna para perfiles tubulares, arrojaron como la medida de tendencia central, la mediana.

Por consiguiente, esta conexión estudiada tendrá una longitud de soldadura promedio de 10221 mmL.

Conexión a momento Viga – Viga

Cuadro 85.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
6060	1	0.25	1	0.25	6059.80	3002439.89	1732.76	433.19
7249	1	0.25	2	0.50	7249.38	295039.08	543.18	135.79
8451	1	0.25	3	0.75	8450.74	433207.49	658.19	164.55
9410	1	0.25	4	1.00	9410.30	2617098.89	1617.75	404.44
Σ	4	1.00	4	1.00	31170.22	2115928.45	1137.97	1137.97

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 86.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a momento Viga - Viga (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	3350.50
Población (mm)	31170.22
Muestra (mm)	1464.445
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana

Cont. Cuadro 86

Media aritmética (mm)	7792.56
Mediana (mm)	7850.06
Moda (mm)	7965.07
Varianza (mm)	2115928.45
Desviación media (mm)	1137.97
Desviación mediana (mm)	1137.97
Desviación estándar (mm)	1454.623
Error de la media (mm)	727.312
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Según el cuadro resumen de los resultados estadísticos para pesos de conexión a momento Viga – Viga de perfiles tubulares, se identificó la mediana con un valor de 78500.06mmL, como la medida de tendencia central.

Por consiguiente, este resultado da a entender que la conexión presente poseerá una longitud de soldadura promedio de 7249 mmL.

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 87.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
1700	1	0.25	1	0.25	1700.00	15625.00	125.00	31.25
1760	1	0.25	2	0.50	1760.00	4225.00	65.00	16.25
1880	1	0.25	3	0.75	1880.00	3025.00	55.00	13.75
1960	1	0.25	4	1.00	1960.00	18225.00	135.00	33.75
Σ	4	1.00	4	1.00	7300.00	13700.00	95.00	95.00

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 88.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	260.00
Población (mm)	7300.00
Muestra (mm)	1269.427
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana

Cont. Cuadro 88

Media aritmética (mm)	1825.00
Mediana (mm)	1820
Moda (mm)	1810.00
Varianza (mm)	13700.00
Desviación media (mm)	95.00
Desviación mediana (mm)	95.00
Desviación estándar (mm)	117.047
Error de la media (mm)	58.524
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Como se muestra en el cuadro 88, la mediana siendo la medida de tendencia central, ayuda a establecer el peso promedio de la conexión a corte Arriostre – Techo con perfiles tubulares.

En tal sentido, la longitud establecida como promedio es 1760mmL. Por otra parte, gracias a la distribución y a la figura 5 expuesta en el capítulo II, no se eliminaron extremos a la hora de realizar la estadística, por lo que, el número de la muestra es 4.

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 89.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
2620	1	0.25	1	0.25	2620.00	1225.00	35.00	8.75
2640	2	0.50	3	0.75	5280.00	225.00	30.00	7.50
2720	1	0.25	4	1.00	2720.00	4225.00	65.00	16.25
Σ	4	1.00	4	1.00	10620.00	1891.67	32.50	32.50

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 90.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	80.00
Población (mm)	10620.00
Muestra (mm)	1342.404
Distribución de la muestra	No simétrica

Cont. Cuadro 90

Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	2655.00
Mediana (mm)	2640
Moda (mm)	2610.00
Varianza (mm)	1891.67
Desviación media (mm)	32.50
Desviación mediana (mm)	32.50
Desviación estándar (mm)	43.493
Error de la media (mm)	21.747
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Para este caso, la longitud promedio de soldadura tendrá un valor de 2640mmL, puesto que la mediana siendo la medida de tendencia central posee el mismo valor.

Conexión a corte Tranque – Columna

A continuación, para las conexiones a corte de tranque – columna para naves industriales conformadas por perfiles tubulares, se expone que la media aritmética de la misma es de 320 mmL de soldadura, puesto que para todos los galpones se estableció la misma longitud de soldadura, ya que poseen el mismo perfil de tranque.

Para este tipo de casos, las medidas de tendencia central poseen el mismo valor, y no existe ningún tipo de desviación estándar o error de la media.

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 91.- Tabla de frecuencias para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
2000	1	0.25	1	0.25	2000.00	13225.00	115.00	28.75
2080	1	0.25	2	0.50	2080.00	1225.00	35.00	8.75
2160	1	0.25	3	0.75	2160.00	2025.00	45.00	11.25
2220	1	0.25	4	1.00	2220.00	11025.00	105.00	26.25
Σ	4	1.00	4	1.00	8460.00	9166.67	75.00	75.00

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 92.- Resultados estadísticos para longitudes de soldadura de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	220.00
Población (mm)	8460.00
Muestra (mm)	1300.434
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	2115.00
Mediana (mm)	2120
Moda (mm)	2130.00
Varianza (mm)	9166.67
Desviación media (mm)	75.00
Desviación mediana (mm)	75.00
Desviación estándar (mm)	95.743
Error de la media (mm)	47.872
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

El resultado de la tendencia central que predomina es la mediana. Asimismo, debido a que la mediana de 2120mmL no coincide con ninguno de los valores estudiados para las conexiones, se aproxima al inmediato inferior que corresponde al valor más cercano, es decir, se selecciona el valor 2080mmL como la longitud de soldadura promedio de la conexión a corte Doble Techo.

Resumen estadístico para longitudes de soldaduras de conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

Cuadro 93.- Resumen estadístico para longitudes de soldaduras de conexiones soldadas.

Alma llena	Tubulares
Viga - Columna (mmL)	
3799	10221
Viga - Viga (mmL)	
7736	7249
Arriostre - Techo (mmL)	
1370	1760

Cont. Cuadro 93

Arriostre - Columna (mmL)	
1680	2640
Tranque - Columna (mmL)	
254	320
Doble Techo (mmL)	
1440	2080

Fuente: García y Linares, (2022).

Longitud de corte por milímetro lineal de las conexiones soldadas en naves industriales típicas de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares

A continuación, se crearon los cuadros desde el 94 hasta el 101, con el propósito de definir y comparar las longitudes de corte de cada conexión propuesta.

Cuadro 94.- Longitud de corte de la conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetro	Longitud (mm)			
Longitud de corte	396.43	508.43	564.43	620.43

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 95.- Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetro	Longitud (mm)			
Longitud de corte	924.6	969.16	1028.47	1122.18

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 96.- Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetro	Longitud (mm)			
Longitud de corte	1037.54	926.5	966.35	1034.35

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 97.- Longitud de corte de la conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetro	Longitud (mm)			
Longitud de corte	1114.89	1151.28	1132	1209.95

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 98.- Longitud de corte de la conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetros	Longitud de corte (mm)			
Diafragma (Longitud externa)	982.84	1082.84	1162.84	1162.84
Diafragma (Longitud interna)	700	800	880	880
Plancha de cabeza	1390	1440	1480	1640
Rigidizador del ala de viga	500	675	855	795
Rigidizador del panel	560	540	540	620
Tapa de columna	700	800	880	880
Longitud de corte total	13607.04	15167.04	16527.04	16727.04

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 99.- Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetros	Longitud de corte (mm)			
Gusset plate	773.06	827.31	939.8	1010
Tapa de columna	200	200	200	200
Longitud de corte total	973.06	1027.31	1139.8	1210

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 100.- Longitud de corte de la conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetros	Longitud de corte (mm)			
Gusset plate	960.38	961.65	947.42	1034.98
Tapa de columna	290	290	290	290
Longitud de corte total	1250.38	1251.65	1237.42	1324.98

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 101.- Longitud de corte de la conexión Doble Techo (perfiles: tubulares)

Ancho del pórtico	12 metros	15 metros	18 metros	20 metros
Parámetros	Longitud de corte (mm)			
Gusset plate	931.07	1009.6	1085.13	1133.8
Tapa de columna	200	200	200	200
Longitud de corte total	1331.07	1409.6	1485.13	1533.8

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro comparativo de las longitudes de corte de las planchas externas para conexiones soldadas con perfiles de alma llena y tubulares

Cuadro 102.- Cuadro comparativo de las longitudes de corte de las conexiones soldadas

Ancho del pórtico	Alma llena	Tubulares
	Viga - Columna	Viga - Columna
12 metros	396	13607
15 metros	508	15167
18 metros	564	16527
20 metros	620	16727
	Arriostre - Techo	Arriostre - Techo
12 metros	925	973.06
15 metros	969	1027.31
18 metros	1028	1139.8
20 metros	1122	1210
	Arriostre - Columna	Arriostre - Columna
12 metros	1038	1250.38
15 metros	927	1251.65
18 metros	966	1237.42

Cont. Cuadro 102

20 metros	1034	1324.98
	Doble Techo	Doble Techo
12 metros	1115	1331
15 metros	1151	1410
18 metros	1132	1485
20 metros	1210	1534

Fuente: García y Linares, (2022).

Resultados estadísticos de la longitud de corte de las planchas externas por milímetro lineal de las conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares

Nave industrial con perfiles de alma llena

Conexión a momento Viga – Columna

Cuadro 103.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
396	1	0.25	1	0.25	396.43	15876.00	126.00	35.00
508	1	0.25	2	0.50	508.43	196.00	14.00	7.00
564	1	0.25	3	0.75	564.43	1764.00	42.00	7.00
620	1	0.25	4	1.00	620.43	9604.00	98.00	21.00
Σ	4	1.00	4	1.00	2089.72	9146.67	70.00	70.00

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 104.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	224
Población (mm)	2089.72
Muestra (mm)	885.502
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	522.43
Mediana (mm)	536.43
Moda (mm)	564.43
Varianza (mm)	9146.67

Cont. Cuadro 104

Desviación media (mm)	70.00
Desviación mediana (mm)	70.00
Desviación estándar (mm)	95.638
Error de la media (mm)	47.819
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

A continuación, debido a la estadística realizada, se designa como medida de tendencia central, la mediana, la cual posee un valor de 536.43 mm. Por consiguiente, el valor promedio de longitud de corte para esta conexión es de 508mmL.

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 105.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
925	1	0.25	1	0.50	924.60	7482.68	86.50	18.55
969	1	0.25	2	0.25	969.16	1759.17	41.94	7.41
1028	1	0.25	3	0.75	1028.47	301.63	17.37	7.41
1122	1	0.25	4	1.00	1122.18	12338.21	111.08	30.84
Σ	4	1.00	4	1.00	4044.41	7293.90	64.22	64.22

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 106.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	197.58
Población (mm)	4044.41
Muestra (mm)	1113.554
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	1011.10
Mediana (mm)	999
Moda (mm)	974.24
Varianza (mm)	7293.90
Desviación media (mm)	64.22
Desviación mediana (mm)	64.22

Cont. Cuadro 106

Desviación estándar (mm)	85.404
Error de la media (mm)	42.702
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Asimismo, el valor promedio para la longitud de corte es de 969 mmL.

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 107.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
927	1	0.25	1	0.25	926.50	4184.15	64.69	18.46
966	1	0.25	2	0.50	966.35	616.78	24.84	8.50
1034	1	0.25	3	0.75	1034.35	1863.22	43.17	8.50
1038	1	0.25	4	1.00	1037.54	2148.79	46.36	9.30
Σ	4	1.00	4	1.00	3964.74	2937.64	44.76	44.76

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 108.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	111.04
Población (mm)	3964.74
Muestra (mm)	1107.427
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	991.19
Mediana (mm)	1000.35
Moda (mm)	1018.68
Varianza (mm)	2937.64
Desviación media (mm)	44.76
Desviación mediana (mm)	44.76
Desviación estándar (mm)	54.2
Error de la media (mm)	27.1
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Seguidamente, se obtuvo un valor promedio de 966 mmL gracias a la mediana, calculada mediante estadística para este tipo de conexión con perfiles de alma llena.

Aunado a esto, la distribución de la muestra es simétrica, ya que los valores de las medidas de tendencia central son cercanos o similares.

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 109.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
1115	1	0.25	1	0.25	1114.89	1379.38	37.14	9.29
1151	1	0.25	2	0.50	1151.28	0.56	0.75	0.19
1132	1	0.25	3	0.75	1132.00	401.20	20.03	5.01
1210	1	0.25	4	1.00	1209.95	3354.73	57.92	14.48
Σ	4	1.00	4	1.00	4608.12	1711.96	28.96	28.96

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 110.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: alma llena)

Rango (mm)	95.06
Población (mm)	4608.12
Muestra (mm)	1152.367
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	1152.03
Mediana (mm)	1141.64
Moda (mm)	1120.86
Varianza (mm)	1711.96
Desviación media (mm)	28.96
Desviación mediana (mm)	28.96
Desviación estándar (mm)	41.376
Error de la media (mm)	20.688
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

La estadística refleja un valor de 1141.64mmL como la medida de tendencia central, por ello, el valor promedio se considerará en 1151mmL.

Nave industrial con perfiles tubulares

Conexión a momento Viga – Columna con diafragma externo

Cuadro 111.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
13607	1	0.25	1	0.25	13607.04	3610000	1900.00	560.00
15167	1	0.25	2	0.50	15167.04	115600	340.00	170.00
16527	1	0.25	3	0.75	16527.04	1040400	1020.00	170.00
16727	1	0.25	4	1.00	16727.04	1488400	1220.00	220.00
Σ	4	1.00	4	1.00	62028.16	2084800.00	1120.00	1120.00

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 112.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a momento Viga - Columna (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	3120.00
Población (mm)	62028.16
Muestra (mm)	1499.493
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	15507.04
Mediana (mm)	15847.04
Moda (mm)	16527.04
Varianza (mm)	2084800.00
Desviación media (mm)	1120.00
Desviación mediana (mm)	1120.00
Desviación estándar (mm)	1443.884
Error de la media (mm)	721.942
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

En efecto, la longitud de corte promedio de una conexión de este tipo se establece 15167mmL, ya que, la medida de tendencia central se identifica con el valor predominante de 15847.04mmL. En el mismo orden de ideas, la conexión presenta una distribución no simétrica, lo que quiere decir que los valores de la media aritmética, la mediana y la moda no son cercanos.

Conexión a corte Arriostre – Techo

Cuadro 113.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
973	1	0.25	1	0.25	973.06	13106.24	114.48	28.62
1027	1	0.25	2	0.50	1027.31	3627.95	60.23	15.06
1140	1	0.25	3	0.75	1139.80	2730.85	52.26	13.06
1210	1	0.25	4	1.00	1210.00	14995.84	122.46	30.61
Σ	4	1.00	4	1.00	4350.17	11486.96	87.36	87.36

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 114.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Techo (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	236.94
Población (mm)	4350.17
Muestra (mm)	1135.529
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	1087.54
Mediana (mm)	1083.555
Moda (mm)	1075.58
Varianza (mm)	11486.96
Desviación media (mm)	87.36
Desviación mediana (mm)	87.36
Desviación estándar (mm)	107.177
Error de la media (mm)	53.589
Número de datos de la muestra	4
Nota: No se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Debido a la estadística realizada y la figura 5 expuesta en el capítulo II, se determinó que los extremos no debían ser eliminados, por lo que el número de muestra es de 4. Asimismo, la longitud de corte promedio para este tipo de conexión es de 1027mmL. Es necesario resaltar, que la distribución de la muestra no es simétrica, ya que la moda tiene un valor alejado tanto a la media aritmética como a la mediana.

Conexión a corte Arriostre – Columna

Cuadro 115.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
1237.42	1	0.25	1	0.25	1250.38	822.97	28.69	7.17
1250.38	1	0.25	2	0.50	1251.65	247.35	15.73	3.93
1251.65	1	0.25	3	0.75	1237.42	209.02	14.46	3.61
1324.98	1	0.25	4	1.00	1324.98	3465.97	58.87	14.72
Σ	4	1.00	4	1.00	5064.43	1581.77	29.44	29.44

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 116.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Arriostre - Columna (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	14.23
Población (mm)	3739.45
Muestra (mm)	1089.1
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Media
Media aritmética (mm)	1246.48
Mediana (mm)	1250.38
Moda (mm)	1258.17
Varianza (mm)	62.01
Desviación media (mm)	4.53
Desviación mediana (mm)	4.74
Desviación estándar (mm)	7.875
Error de la media (mm)	4.547
Número de datos de la muestra	3
Nota: Se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Así mismo, el valor promedio que representa la longitud de corte es de 1250.38mmL, ya que posee el mismo valor que la medida de tendencia central para la conexión presente. En el mismo orden de ideas, como se expresa en el cuadro 116, se debieron eliminar los externos, dando como resultado 3 números de datos de la muestra. Además, gracias a la eliminación de datos mencionados, la medida de tendencia central se establece como la media.

Conexión a corte Doble Techo

Cuadro 117.- Tabla de frecuencias para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)

LONGITUD (mmL)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	mmL X FRECUENCIA	VARIANZA	DESVIACIÓN MEDIA (mm)	DESVIACIÓN MEDIANA (mm)
1331	1	0.25	1	0.25	1409.60	11843.97	108.83	27.21
1410	1	0.25	2	0.50	1485.13	918.09	30.30	7.58
1485	1	0.25	3	0.75	1331.07	2045.75	45.23	11.31
1534	1	0.25	4	1.00	1533.80	8817.21	93.90	23.48
Σ	4	1.00	4	1.00	5759.60	7875.01	69.57	69.57

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 118.- Resultados estadísticos para longitudes de corte de conexión a corte Doble Techo (perfiles: tubulares)

Rango (mm)	124.20
Población (mm)	5759.60
Muestra (mm)	1213.013
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	1439.90
Mediana (mm)	1485.13
Moda (mm)	1575.59
Varianza (mm)	7875.01
Desviación media (mm)	69.57
Desviación mediana (mm)	69.57
Desviación estándar (mm)	88.741
Error de la media (mm)	44.371
Número de datos de la muestra	4
Nota: Se eliminaron extremos	

Fuente: García y Linares, (2022).

Consecuentemente, la medida de tendencia central se estandarizó como la mediana, teniendo esta un valor de 1485.13mmL. Por otro lado, se definió la longitud de corte promedio de la conexión presente como 1485mmL.

Asimismo, la distribución de la muestra no es simétrica, ya que los valores de las medidas de tendencia central no son cercanos ni similares.

Resumen estadístico para longitudes de corte de conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

Cuadro 119.- Resumen estadístico para longitudes de corte de conexiones soldadas

Alma llena	Tubulares
Viga - Columna (mmL)	
508	15167
Arriostre - Techo (mmL)	
969	1027
Arriostre - Columna (mmL)	
927	1252
Doble Techo (mmL)	
1151	1410

Fuente: García y Linares, (2022).

Resultados Estadísticos

Continuando con el análisis de la información recopilada definiendo los parámetros que verifican la viabilidad del proyecto, se recopiló información documental del trabajo especial de grado de la Ingeniero Lilian Ramírez, el cual lleva por título “**Análisis comparativo de la estimación de costos en estructuras de acero para conexiones precalificadas empernadas y soldadas, de acuerdo a las especificaciones de la norma AISC 358-10 caso: (4E, 4ES, y WUF-WW)**”; con el objetivo de complementar la información estadística. Asimismo, éste se llevó a cabo en la empresa CAMICEM, C.A., siendo el mismo lugar de estudio del trabajo presente.

Tiempos de Corte en Minutos

Para los tiempos de corte de las planchas se tomaron los cuadro 112, 113 y 114 de la página 311 y 312, correspondiente a los resultados estadísticos del trabajo especial de grado mencionado. Aunado a esto, para la explicación de los cuadros mencionados, se muestran los cuadros 120, 121 y 122, del presente trabajo de grado, donde se expresa el significado de cada cuadro, y como se utiliza.

Dicha información es de gran utilidad, puesto que permite analizar e identificar el tiempo promedio en el que una plancha es cortada mediante el equipo Morrocoy; además de aportar validez al rendimiento por unidad de tiempo.

Cuadro 120.- Resultados Estadísticos para Ancho de la Plancha

Población (mm)	4370
Muestra (mm)	871.76
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética (mm)	218.50
Mediana (mm)	200
Moda (mm)	200
Varianza	739.74
Desviación Media (mm)	25.20
Desviación Mediana (mm)	21.50
Desviación Estándar (mm)	27.20
Número de datos de la muestra (mm)	20
Nota: No se eliminaron valores extremos	

Fuente: Ramírez Lilian, (2015).

Cuadro 121.- Resultados Estadísticos para Alto de la Plancha

Población (mm)	9170
Muestra (mm)	973.40
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Media aritmética
Media aritmética (mm)	458.50
Mediana (mm)	430
Moda (mm)	430
Varianza	3792.37
Desviación Media (mm)	52.35
Desviación Mediana (mm)	49.50
Desviación Estándar (mm)	61.58
Número de datos de la muestra (mm)	20
Nota: No se eliminaron valores extremos	

Fuente: Ramírez Lilian, (2015).

Asimismo, el valor promedio de los perímetros de las planchas entre la población del trabajo especial de grado de la Ingeniero Lilian Ramírez es correspondiente a 200mm x 430mm.

Cuadro 122.- Resultados Estadísticos para Tiempos de Corte en Minutos

Población (min)	57.38
Muestra (min)	54.51
Distribución de la muestra	Simétrica
Medida de tendencia central	Media aritmética
Media aritmética (min)	3.83
Mediana (min)	3.95
Moda (min)	3.50
Varianza	0.19
Desviación Media (min)	0.39
Desviación Mediana (min)	0.36
Desviación Estándar (min)	0.43
Número de datos de la muestra (min)	15
Nota: Se eliminaron valores extremos	

Fuente: Ramírez Lilian, (2015).

Seguidamente, la Ingeniero Lilian Ramírez expresa en su trabajo de grado que el equipo morrocoy se toma 3.83 minutos o 229.8 segundos, para corta una plancha con un perímetro de 200mm x 430mm, es decir 1260 milímetros lineales de longitud de corte.

Por consiguiente, empleado fórmulas matemáticas, se puede decir que para cortar 1mmL, el equipo morrocoy dispone de 0.1838 segundos.

Oxígeno Industrial

Para el caso del oxígeno industrial, se consideraron valores recopilados de proyectos estructurales evaluados en el trabajo de investigación de la Ingeniero Lilian Ramírez, en el cuadro 133 y 134 en la página 326 y 327.

Asimismo, se pueden visualizar los siguientes cuadros 123 y 124, correspondientes al resumen de la estadística del mismo estudio, donde se llegó a la conclusión de que para una estructura promedio que pesa 65498 kg se emplean 21.75kg de oxígeno, es decir, para 1 kg de estructura se utiliza 0.0003 Kg de Oxígeno Industrial para equipos Oxicorte.

Cuadro 123.- Resultados Estadísticos para Oxígeno industrial

Población	100.5
Muestra	92.01
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética	25.13
Mediana	21.75
Moda	15.00
Varianza	730.40
Desviación Media	22.88
Desviación Mediana	22.88
Desviación Estándar	27.03
Número de datos de la muestra	4

Fuente: Ramírez Lilian, (2015).

Cuadro 124.- Resultados Estadísticos para kilogramos de estructuras proyectos estudiados por CAMICEM, C.A.

Población	412756.03
Muestra	1086.13
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética	103189.01
Mediana	65497.695
Moda	9884.93
Varianza	12889915900.54

Cont. Cuadro 124

Desviación Media	81187.94
Desviación Mediana	81187.94
Desviación Estándar	113533.77
Número de datos de la muestra	4

Fuente: Ramírez Lilian, (2015).

Discos de esmerilar

Para este caso, se emplean 104 discos de esmerilar en función de una estructura cuyo peso es de 65498kg, por ello se puede llegar a la conclusión de que para 1kg de estructura se necesitan 0.0016 discos.

Cuadro 125.- Resultados Estadísticos para discos de esmerilar

Población	455
Muestra	320.92
Distribución de la muestra	No simétrica
Medida de tendencia central	Mediana
Media aritmética	113.75
Mediana	103.5
Moda	83.00
Varianza	7482.25
Desviación Media	64.75
Desviación Mediana	64.75
Desviación Estándar	86.50
Número de datos de la muestra	4

Fuente: Ramírez Lilian, (2015).

4.3 Realizar la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales de acero estructural diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

En esta última fase, se realiza la estimación de costos con respecto a los rendimientos de tiempos, tanto para soldadura como para corte de planchas externas.

De igual manera, dichos rendimientos y cálculos estadísticos permiten llegar a los Análisis de Precios Unitarios (APU), los cuales son un examen detallado que se realiza a una unidad de obra con la finalidad de conocer por separado, sus características constructivas y los elementos de costos que lo componen para así sacar conclusiones y establecer su precio previo a la construcción, además de demostrar lógicamente su coste.

Resumen de resultados para rendimientos de tiempos de soldadura para una conexión promedio

Cuadro 126.- Resultados para rendimientos de tiempos de soldadura para una conexión promedio

Conexión	Alma llena		Tubular	
	A momento			
Tiempos de soldadura para una conexión promedio	Viga - Columna			
	1519.408	Seg	4088.208	Seg
	Viga - Viga			
	3094.560	Seg	2899.752	Seg
Conexión	Alma llena		Tubular	
	A corte			
Tiempos de soldadura para una conexión promedio	Arriostre - Techo			
	548.000	Seg	704.000	Seg
	Arriostre - Columna			
	672.000	Seg	1056.000	Seg
	Tranque - Columna			
	101.600	Seg	128.000	Seg
	Doble Techo			
576.000	Seg	832.000	Seg	

Fuente: García y Linares, (2022).

Resumen de resultados para rendimientos de tiempos de corte para una conexión promedio

Cuadro 127.- Resultados para rendimientos de tiempos de cortes para una conexión promedio

Conexión	Alma llena		Tubular	
	A momento			
	Viga - Columna			
Tiempos de corte para una conexión promedio	93.454	Seg	2787.846	Seg

Cont. Cuadro 127

Conexión	Alma llena		Tubular	
	A corte			
	Arriostre - Techo			
Tiempos de Corte para una conexión promedio	178.141	Seg	188.829	Seg
	Arriostre - Columna			
	170.300	Seg	230.065	Seg
	Doble Techo			
	211.616	Seg	259.098	Seg

Fuente: García y Linares, (2022).

Resultado de rendimientos por Jornada Laboral

En congruencia, la Jornada Laboral diurna se fijó en ocho horas de trabajo diarias según lo establecido en el artículo 90 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y el artículo 173 de la Ley Orgánica del Trabajo para los Trabajadores y las Trabajadoras.

Cuadro 128.- Resultados de rendimientos por jornada laboral (Perfiles: alma llena)

Conexión a momento Viga -Columna / Perfiles de Alma llena				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
1613	8	480	28800	17.856
Conexión a momento Viga -Viga / Perfiles de Alma llena				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
3095	8	480	28800	9.307
Conexión a corte Arriostre - Techo / Perfiles de Alma llena				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
726	8	480	28800	39.662
Conexión a corte Arriostre -Columna / Perfiles de Alma llena				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
842	8	480	28800	34.192
Conexión a corte Tranque - Columna / Perfiles de Alma llena				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)

102	8	480	28800	283.465
Conexión a corte Doble Techo / Perfiles de Alma llena				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
788	8	480	28800	36.566

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 129.- Resultados de rendimientos por jornada laboral (Perfiles: tubulares)

Conexión a momento Viga -Columna / Perfiles Tubulares				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
6876	8	480	28800	4.188
Conexión a momento Viga -Viga / Perfiles Tubulares				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
2900	8	480	28800	9.932
Conexión a corte Arriostre - Techo / Perfiles Tubulares				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
893	8	480	28800	32.257
Conexión a corte Arriostre -Columna / Perfiles Tubulares				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
1286	8	480	28800	22.394
Conexión a corte Tranque - Columna / Perfiles Tubulares				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
128	8	480	28800	225.000
Conexión a corte Doble Techo / Perfiles Tubulares				
Sumatoria de rendimientos (seg)	Día Laboral (horas)	Día Laboral (min)	Día Laboral (seg)	Rendimiento (Conexión/ Día)
1091	8	480	28800	26.395

Fuente: García y Linares, (2022).

Es de importancia resaltar, que el factor de costos asociados al salario (FCAS) empleado en los Análisis de Precios Unitarios, es el proporcionado por Datalaing para la fecha de 6 de junio de 2022. Por consiguiente, el porcentaje utilizado es

aproximadamente 790%. Asimismo, se utilizó la misma base de datos para la definición de precios de materiales y equipos, con su correspondiente depreciación y desperdicio. Como se discutió en el Capítulo II, cabe señalar que el FCAS afecta directamente el análisis del precio unitario, por lo que es necesario considerar sus características generales, así como sus características como una proporción significativa del costo total del valor de la mercancía.

Por otro lado, en los Análisis de Precios Unitarios (APU) que se determinaron y mostrados a continuación, para la comparación económica de los tipos de conexiones soldadas estudiadas, según su metodología (a momento y a corte), se emplearon los datos obtenidos de los cuadros correspondientes a los peso de las conexiones soldadas y su consumo de soldadura, además de los cuadros correspondientes a los rendimientos.

Cuadro 130.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Columna (Perfiles: alma llena)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN VIGA - COLUMNA (PERFILES: ALMA LLENA)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
Contratante: CAMICEM, C.A. **Part.N:** 1 **Fecha:** 6/6/2022
Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN VIGA - COLUMNA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES HEA 160 HASTA HEA 240 PARA COLUMNAS Y PERFILES IPE 180 HASTA IPE 270 PARA VIGAS
Código: E-361.2-S/C-2 **Unidad:** kgf **Rendimiento:** 17.856
Cantidad: 44.464

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.016	0.05	56.35	0.9467
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585
4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078
TOTAL MATERIALES:						1.1332

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800

Cont. Cuadro 130

4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068
TOTAL EQUIPOS:					339.3068
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					19.0019

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					15.3719	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					35.5070	
Administración y Gastos Generales:						
SUBTOTAL B:					35.5070	
Imprevisto Utilidad:						
SUBTOTAL C:					35.5070	
Financiamiento:						
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					35.5070	
Impuesto (I.V.A):						
Otros Impuestos:						

790%

SON: (TREINTA Y CINCO BsD. Con CINCUENTA Y UN ctms) **PRECIO UNITARIO (BsD):** **35.51**
 Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 131.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Viga
 (Perfiles: alma llena)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN VIGA - VIGA (PERFILES: ALMA LLENA)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
Contratante: CAMICEM, C.A. **Part.N:** 1 **Fecha:** 6/6/2022
Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN VIGA - VIGA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES IPE 180 HASTA IPE 270
Código: E-361.2-S/C-2 **Unidad:** kgf **Rendimiento:** 9.307
Cantidad: 159.800

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.009	0.05	56.35	0.5325
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
TOTAL MATERIALES:						0.6527

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000

Cont. Cuadro 131

2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
TOTAL EQUIPOS:					306.3200
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					32.9141

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					29.4937	

790%

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	63.0605
Administración y Gastos Generales:	
SUBTOTAL B:	63.0605
Imprevisto Utilidad:	
SUBTOTAL C:	63.0605
Financiamiento:	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	63.0605
Impuesto (I.V.A):	
Otros Impuestos:	

SON: (SESENTA Y TRES BsD. Con SEIS ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): **63.06**

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 132.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Techo
(Perfiles: alma llena)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN ARRIOSTRE - TECHO (PERFILES: ALMA LLENA)

Obra:	TRABAJO ESPECIAL DE GRADO		
Contratante:	CAMICEM, C.A.	Part.N:	1
Descripción:	FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN ARRIOSTRE - TECHO, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES IPE 180 HASTA IPE 270 PARA VIGAS Y L90x90x7 PARA ARRIOSTRES		
Código:	E-361.2-S/C-2	Unidad:	kgf
		Rendimiento:	39.662
		Cantidad:	16.270

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.016	0.05	56.35	0.9340
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585

Cont. Cuadro 132

4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078
TOTAL MATERIALES:						1.1205

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800
4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068
TOTAL EQUIPOS:					339.3068
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					8.5550

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					6.9207	

790%

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	16.5962
Administración y Gastos Generales:	
SUBTOTAL B:	16.5962
Imprevisto Utilidad:	
SUBTOTAL C:	16.5962
Financiamiento:	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	16.5962
Impuesto (I.V.A.):	
Otros Impuestos:	

SON: (DIESEISES BsD. Con SESENTA ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): 16.60

Fuente: García y Linares, (2022)

Cuadro 133.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Columna
(Perfiles: alma llena)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN ARRIOSTRE - COLUMNA (PERFILES: ALMA LLENA)

Obra:	TRABAJO ESPECIAL DE GRADO				
Contratante:	CAMICEM, C.A.	Part.N:	1	Fecha:	6/6/2022
Descripción:	FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN ARRIOSTRE - COLUMNA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES HEA 160 HASTA HEA 240 PARA COLUMNAS, PERFILES IPE 180 HASTA IPE 270 PARA VIGAS Y L100x100x8 PARA ARRIOSTRES				
Código:	E-361.2-S/C-2	Unidad:	kgf	Rendimiento:	34.192
				Cantidad:	29.280

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.011	0.05	56.35	0.6364
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585
4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078
TOTAL MATERIALES:						0.8229

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800
4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068
TOTAL EQUIPOS:					339.3068
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					9.9235

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	

790%

Cont. Cuadro 133

COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA: 8.0278

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A: 18.7743

Administración y Gastos Generales:

SUBTOTAL B: 18.7743

Imprevisto Utilidad:

SUBTOTAL C: 18.7743

Financiamiento:

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO: 18.7743

Impuesto (I.V.A):

Otros Impuestos:

SON: (DIECIOCHO BsD. Con SETENTA Y SIETE ctms) PRECIO UNITARIO (BsD): 18.77

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 134.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Tranque - Columna

(Perfiles: alma llena)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN TRANQUE - COLUMNA (PERFILES: ALMA LLENA)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Contratante: CAMICEM, C.A.

Part.N: 1

Fecha: 6/6/2022

Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN TRANQUE - COLUMNA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES HEA 160 HASTA HEA 240 PARA COLUMNAS Y IPE 160 PARA TRANQUES

Rendimiento: 283.465

Código: E-361.2-S/C-2

Unidad: kgf

Cantidad: 8.776

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.005	0.05	56.35	0.3210
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
TOTAL MATERIALES:						0.4412

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
TOTAL EQUIPOS:					306.3200
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					1.0806

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000

Cont. Cuadro 134

3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:						274.4880
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:						0.9683
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:						2.4902
Administración y Gastos Generales:						
SUBTOTAL B:						2.4902
Imprevisto Utilidad:						
SUBTOTAL C:						2.4902
Financiamiento:						
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:						2.4902
Impuesto (I.V.A):						
Otros Impuestos:						

SON: (DOS BsD. Con CUARENTA Y NUEVE ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): **2.49**

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 135.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Doble Techo
(Perfiles: alma llena)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN DOBLE TECHO (PERFILES: ALMA LLENA)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
Contratante: CAMICEM, C.A. **Part.N:** 1 **Fecha:** 6/6/2022
Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN DOBLE TECHO, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES IPE 180 HASTA IPE 270 PARA VIGAS Y L90x90x7 PARA ARRIOSTRES

Código: E-361.2-S/C-2 **Unidad:** kgf **Rendimiento:** 36.566
MATERIALES **Cantidad:** 22.094

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.012	0.05	56.35	0.7229
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585
4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078
TOTAL MATERIALES:						0.9094

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200

Cont. Cuadro 135

3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800
4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068
TOTAL EQUIPOS:					339.3068
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					9.2793

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					7.5066	

790%

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	17.6953
Administración y Gastos Generales:	
SUBTOTAL B:	17.6953
Imprevisto Utilidad:	
SUBTOTAL C:	17.6953
Financiamiento:	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	17.6953
Impuesto (I.V.A):	
Otros Impuestos:	

SON: (DIESESIEETE BsD. Con SETENTA ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): **17.70**

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 136.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Columna
(Perfiles: tubulares)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN VIGA - COLUMNA (PERFILES: TUBULARES)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO			
Contratante: CAMICEM, C.A.	Part.N: 1	Fecha: 6/6/2022	
Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN VIGA - COLUMNA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES 175x175x5,5 HASTA 220x220x7 PARA COLUMNAS Y PERFILES 220x90x4,5 HASTA 260x90x5,5 PARA VIGAS			
Código: E-361.2-S/C-1	Unidad: kgf	Rendimiento: 4.188	Cantidad: 63.872

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.030	0.05	56.35	1.7748
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202

Cont. Cuadro 136

3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585
4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078
TOTAL MATERIALES:						1.9613

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800
4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068
TOTAL EQUIPOS:					339.3068
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					81.0101

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					65.5345	

790%

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	148.5060
Administración y Gastos Generales:	
SUBTOTAL B:	148.5060
Imprevisto Utilidad:	
SUBTOTAL C:	148.5060
Financiamiento:	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	148.5060
Impuesto (I.V.A.):	
Otros Impuestos:	

SON: (CIENTO CUARENTA Y OCHO BsD. Con CINCUENTA Y UN ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): **148.51**

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 137.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a momento Viga - Viga
(Perfiles: tubulares)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN VIGA - VIGA (PERFILES: TUBULARES)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Contratante: CAMICEM, C.A.

Part.N: 1

Fecha: 6/6/2022

Cont. Cuadro 137

Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN VIGA - VIGA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES 220x90x4,5 HASTA 260x90x5,5

Código: E-361.2-S/C-1 **Unidad:** kgf **Rendimiento:** 9.932
Cantidad: 126.900

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.011	0.05	56.35	0.6508
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
TOTAL MATERIALES:						0.7710

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
TOTAL EQUIPOS:					306.3200
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					30.8421

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					27.6371	

790%

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	59.2502
Administración y Gastos Generales:	
SUBTOTAL B:	59.2502
Imprevisto Utilidad:	
SUBTOTAL C:	59.2502
Financiamiento:	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	59.2502
Impuesto (I.V.A):	
Otros Impuestos:	

SON: (CINCUENTA Y NUEVE Y TRES BsD. Con VEINTICINCO ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): **59.25**

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 138.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Techo
 (Perfiles: tubulares)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN ARRIOSTRE - TECHO (PERFILES: TUBULARES)
Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Cont. Cuadro 138

Contratante: CAMICEM, C.A. **Part.N:** 1 **Fecha:** 6/6/2022
Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN ARRIOSTRE - TECHO, PROMEDIO
 ENTRE UN RANGO DE PERFILES 220x90x4,5 HASTA 260x90x5,5 PARA VIGAS Y
 70x70 PARA ARRIOSTRES

Código: E-361.2-S/C-1 **Unidad:** kgf **Rendimiento:** 32.257
Cantidad: 8.303

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.040	0.05	56.35	2.3511
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585
4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078
TOTAL MATERIALES:						2.5376

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800
4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068
TOTAL EQUIPOS:					339.3068
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					10.5189

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					8.5094	

790%

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	21.5659
Administración y Gastos Generales:	
SUBTOTAL B:	21.5659
Imprevisto Utilidad:	
SUBTOTAL C:	21.5659
Financiamiento:	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	21.5659
Impuesto (I.V.A):	
Otros Impuestos:	

Cont. Cuadro 138

SON: (VEINTIUNO BsD. Con CINCUENTA Y SIETE ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): 21.57

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 139.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Arriostre - Columna

(Perfiles: tubulares)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN ARRIOSTRE - COLUMNA (PERFILES: TUBULARES)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
Contratante: CAMICEM, C.A. **Part.N:** 1 **Fecha:** 6/6/2022
Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN ARRIOSTRE - COLUMNA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES 175x175x5,5 HASTA 220x220x7 PARA COLUMNAS Y PERFILES 220x90x4,5 HASTA 260x90x5,5 PARA VIGAS Y 100x100 PARA ARRIOSTRES
Rendimiento: 22.394
Código: E-361.2-S/C-1 **Unidad:** kgf **Cantidad:** 24.823

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.020	0.05	56.35	1.1796
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585
4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078
TOTAL MATERIALES:						1.3661

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800
4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068
TOTAL EQUIPOS:					339.3068
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					15.1518

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					12.2573	

790%

Cont. Cuadro 139

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	28.7752
Administración y Gastos Generales:	
SUBTOTAL B:	28.7752
Imprevisto Utilidad:	
SUBTOTAL C:	28.7752
Financiamiento:	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	28.7752
Impuesto (I.V.A):	
Otros Impuestos:	

SON: (VEINTIOCHO BsD. Con SETENTA Y OCHO ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): **28.78**

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 140.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Tranque - Columna

(Perfiles: tubulares)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN TRANQUE - COLUMNA (PERFILES: TUBULARES)

Obra:	TRABAJO ESPECIAL DE GRADO		
Contratante:	CAMICEM, C.A.	Part.N:	1
		Fecha:	6/6/2022
Descripción:	FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN TRANQUE - COLUMNA, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES 175x175x5,5 HASTA 220x220x7 PARA COLUMNAS Y 160x65x3,4 PARA TRANQUES		
Código:	E-361.2-S/C-1	Unidad:	kgf
		Rendimiento:	225.000
		Cantidad:	6.781

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.009	0.05	56.35	0.5234
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
TOTAL MATERIALES:						0.6436

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
TOTAL EQUIPOS:					306.3200
COSTO UNITARIOS EQUIPOS:					1.3614

MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500
PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880	

790%

Cont. Cuadro 140

COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA: **1.2199**

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A: **3.2250**

Administración y Gastos Generales:

SUBTOTAL B: **3.2250**

Imprevisto Utilidad:

SUBTOTAL C: **3.2250**

Financiamiento:

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO: **3.2250**

Impuesto (I.V.A):

Otros Impuestos:

SON: (TRES BsD. Con VEINTIDOS ctms)

PRECIO UNITARIO (BsD): **3.22**

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 141.- Análisis de Precios Unitarios para conexión a corte Doble Techo
(Perfiles: tubulares)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CONEXIÓN DOBLE TECHO (PERFILES: TUBULARES)

Obra: TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Contratante: CAMICEM, C.A.

Part.N: 1

Fecha: 6/6/2022

Descripción: FABRICACIÓN EN TALLER DE CONEXIÓN DOBLE TECHO, PROMEDIO ENTRE UN RANGO DE PERFILES 220x90x4,5 HASTA 260x90x5,5 PARA VIGAS Y 70x70 PARA ARRIOSTRES

Rendimiento: 26.395

Código: E-361.2-S/C-1

Unidad: kgf

Cantidad: 15.590

MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	TOTAL
1	ELECTRODOS 7018 1/8"	kg	0.025	0.05	56.35	1.4798
2	DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL DE 7"	Pza	0.0016	0.05	71.54	0.1202
3	BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	Cil	0.0003	0.02	191.1	0.0585
4	BOMBONA DE GAS PROPANO (CONTENIDO)	Cil	0.0001	0	78.4	0.0078

TOTAL MATERIALES: **1.6663**

EQUIPOS

N°	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	TOTAL
1	SOLDADORA LINCON ELECTRIC 220 V - 225 AMP	1	0.050	4480	224.0000
2	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1	0.035	2352	82.3200
3	MORROCOY PARA OXICORTE	1	0.005	4256	21.2800
4	BOMBONAS PARA OXICORTES CON CARRETILLA Y ACCESORIOS	1	0.004181	2800	11.7068

TOTAL EQUIPOS: **339.3068**

COSTO UNITARIOS EQUIPOS: **12.8548**

Cont. Cuadro 141
MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	TOTAL JORNAL	TOTAL BONO	
1	MAESTRO MECÁNICO	0.5	15.12	1.5	7.56	0.7500	
2	SOLDADOR DE 1ERA	1	12.6	1.5	12.6	1.5000	
3	AYUDANTE	1	10.26	1.5	10.26	1.5000	
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					30.42	3.7500	
790%	PRESTACIONES SOCIALES:					240.318	
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA:					274.4880		
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA:					10.3991		
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					24.9202		
Administración y Gastos Generales:							
SUBTOTAL B:					24.9202		
Imprevisto Utilidad:							
SUBTOTAL C:					24.9202		
Financiamiento:							
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					24.9202		
Impuesto (I.V.A):							
Otros Impuestos:							
PRECIO UNITARIO (BsD):					24.92		

SON: (DIESESETE BsD. Con SETENTA ctms)

Fuente: García y Linares, (2022).

4.4 Comparar la estimación de costos en naves industriales de acero estructural para conexiones soldadas diseñadas con perfiles de alma llena y tubulares.

Finalmente, una vez obtenidos los Análisis de Precios Unitarios (APU) para cada tipo de conexión, se estableció el análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales, a través del cuadro 137. Además se definieron cuadros con los pesos generales de las naves industriales con perfiles de alma llena y tubulares para visualizar así cual nave es menos pesada y cual es más pesada según la configuración que la conforma. Asimismo, esta definición se podrá visualizar desde el cuadro 138 hasta el 145.

Seguidamente, se estipuló la cantidad de conexiones que posee cada nave industrial, obteniendo así el cuadro comparativo 146.

Cuadro 142.- Comparación entre conexiones soldadas según su precio

Precio total de conexiones y su diferencial de coste				
Tipo de conexión	Alma llena		Tubulares	
Viga - Columna	18,945.41	BsD	113,824.50	BsD
	Diferencial en BsD para la conexión Viga - Columna			
	0.00	BsD	94,879.09	BsD
	0%		501%	
Viga - Viga	60,462.42	BsD	45,113.08	BsD
	Diferencial en BsD para la conexión Viga - Viga			
	0.00	BsD	15,349.34	BsD
	0%		-25%	
Arriostre - Techo	6,480.49	BsD	4,297.47	BsD
	Diferencial en BsD para la conexión Arriostre - Techo			
	0.00	BsD	2,183.01	BsD
	0%		-34%	
Arriostre - Columna	6,596.52	BsD	8,571.43	BsD
	Diferencial en BsD para la conexión Arriostre - Columna			
	0.00	BsD	1,974.90	BsD
	0%		30%	
Tranque - Columna	87.41	BsD	87.47	BsD
	Diferencial en BsD para la conexión Tranque - Columna			
	0.00	BsD	0.06	BsD
	0%		0.065%	
Doble Techo	4,691.53	BsD	4,662.06	BsD
	Diferencial en BsD para la conexión Doble Techo			
	0.00	BsD	29.47	BsD
	0%		-1%	
Σ	97,263.78		Σ 176,556.01	

Fuente: García y Linares, (2022).

Naves industriales conformada con perfiles de alma llena

Cuadro 143.- Peso general de la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 12 metros					
Miembros resultantes				12 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE160A	12	72,000	2188.8	19%
Vigas de sección variable	IPE 180	36	114,772	1817.2	16%
Tranque	IPE160	10	59,940	947.1	8%
Correas	IPE120	30	300,000	3120	27%
Soporte columnas	L75x75x7	12	34,476	273.7	2%
Arriostre columnas	L100x100x8	24	95,507	1165.2	10%
Arriostre techo	L90x90x7	48	150,046	1441.9	13%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 8		84		82.44585987	1%
PL 10		54		441.7834395	4%
Peso total kgf				11,478.13	100%
Peso por (kg/m2)				31.884	

Fuente: García y Linares, (2022).

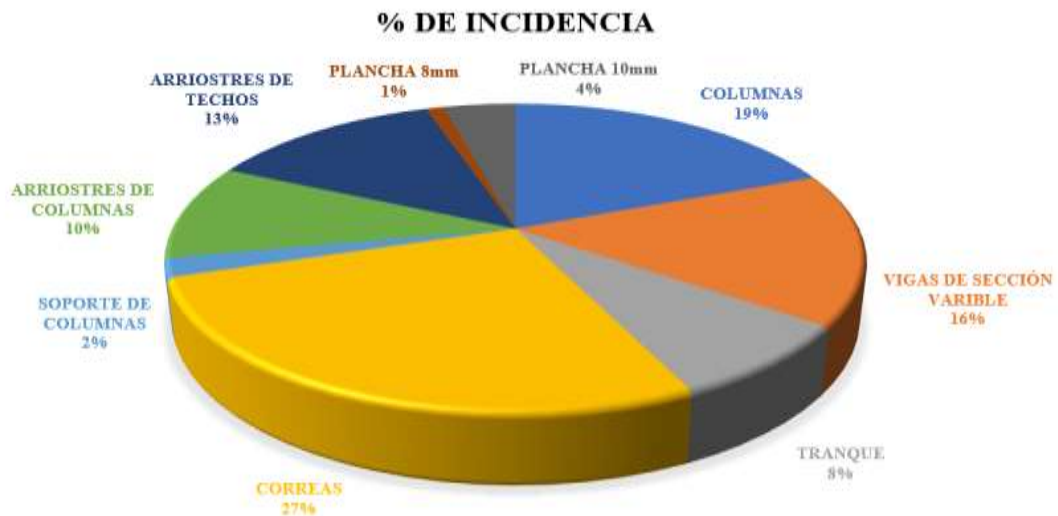


Gráfico 5.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 144.- Peso general de la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 15 metros					
Miembros resultantes				15 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE200A	12	72,000	3,045.60	21%
Vigas de sección variable	IPE 220	36	129,380	2,943.20	21%
Tranque	IPE160	10	59,935	947	7%
Correas	IPE120	36	360,000	3,744	26%
Soporte columnas	L75x75x7	12	34,468	273.7	2%
Arriostre columnas	L100x100x8	24	95,090	1,160.10	8%
Arriostre techo	L90x90x7	48	159,110	1,529	11%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 8		84		113.8343949	1%
PL 10		54		446.5732484	3%
Peso total kgf				14,203.01	100%
Peso por (kg/m2)				31.562	

Fuente: García y Linares, (2022).



Gráfico 6.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 145.- Peso general de la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 18 metros					
Miembros resultantes				18 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE220A	12	72,000	3,636	23%
Vigas de sección variable	IPE 240	36	153,604	4,095	25%
Tranque	IPE160	10	59,930	946.9	6%
Correas	IPE120	36	360,000	3,744	23%
Soporte columnas	L75x75x7	12	34,462	273.6	2%
Arriostre columnas	L100x100x8	24	94,841	1,157.10	7%
Arriostre techo	L90x90x7	48	169,759	1,631.40	10%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 8		84		133.5031847	1%
PL 10		54		448.1019108	3%
Peso total kgf				16,065.61	100%
Peso por (kg/m2)				29.751	

Fuente: García y Linares, (2022).

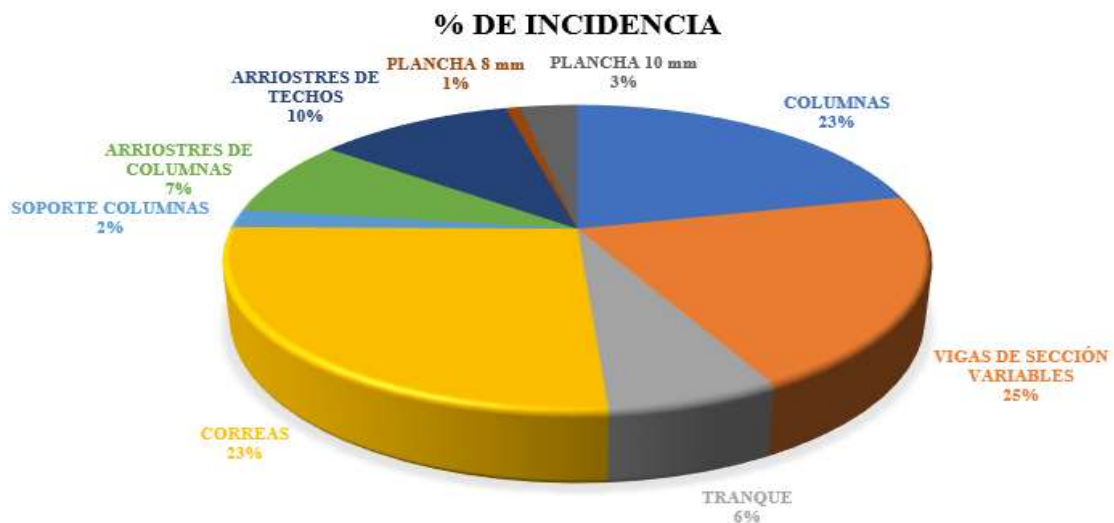


Gráfico 7.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 146.- Peso general de la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 20 metros					
Miembros resultantes				20 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE240A	12	72,000	4,341.60	23%
Vigas de sección variable	IPE 270	36	170,255	5,320.20	28%
Tranque	IPE160	10	59,925	946.8	5%
Correas	IPE120	42	420,000	4,368	23%
Soporte columnas	L75x75x7	12	34,455	273.6	1%
Arriostre columnas-techo	L100x100x8	24	94,545	1,153.50	6%
Arriostre techo	L90x90x7	48	175,553	1,687.10	9%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 8		12		50.03821656	0.27%
PL 10		126		629.910828	3.36%
Peso total kgf				18,770.75	100.00%
Peso por (kg/m2)				31.285	

Fuente: García y Linares, (2022).

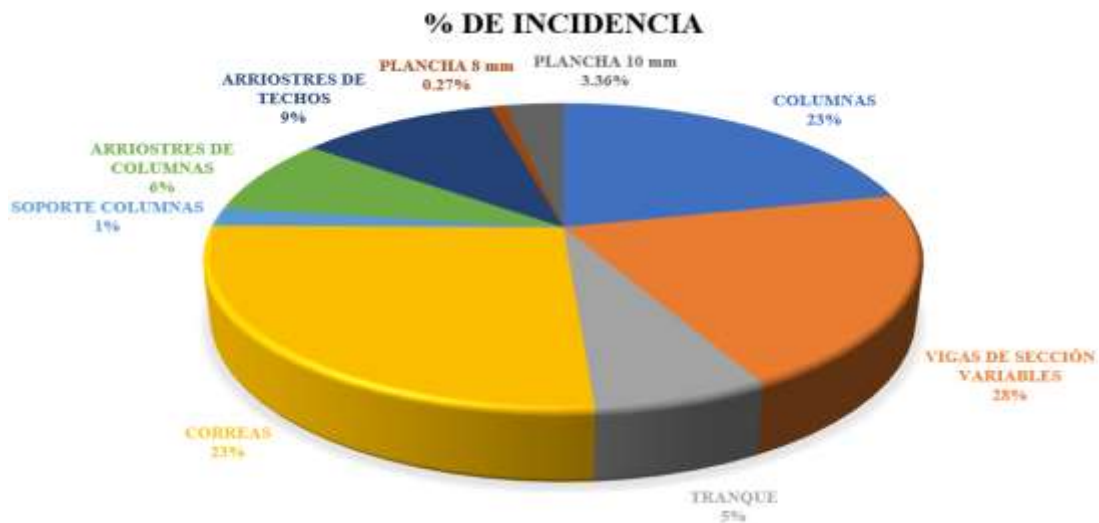


Gráfico 8.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena)

Fuente: García y Linares, (2022)

Naves industriales conformada con perfiles tubulares

Cuadro 147.- Peso general de la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 12 metros					
Miembros resultantes				12	metros
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	C175X175	12	72,000	2,048.90	21%
Vigas de sección variable	220x90x4.5	36	103,739	2,149.50	23%
Tranque	160x65x3.4	10	58,250	660.3	7%
Correas	140x60x3	30	300,000	2,668.40	28%
Arriostre columnas	C100X100	18	97,327	865.7	9%
Arriostre techo	C70X70	36	155,072	721.1	8%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		152		20.38216561	0.21%
PL 5		24		11.92356688	0.12%
PL 8		108		350.6751592	4%
PL 10		12		52.28025478	1%
Peso total kgf				9,549.16	100%
Peso por (kg/m2)				26.525	

Fuente: García y Linares, (2022).

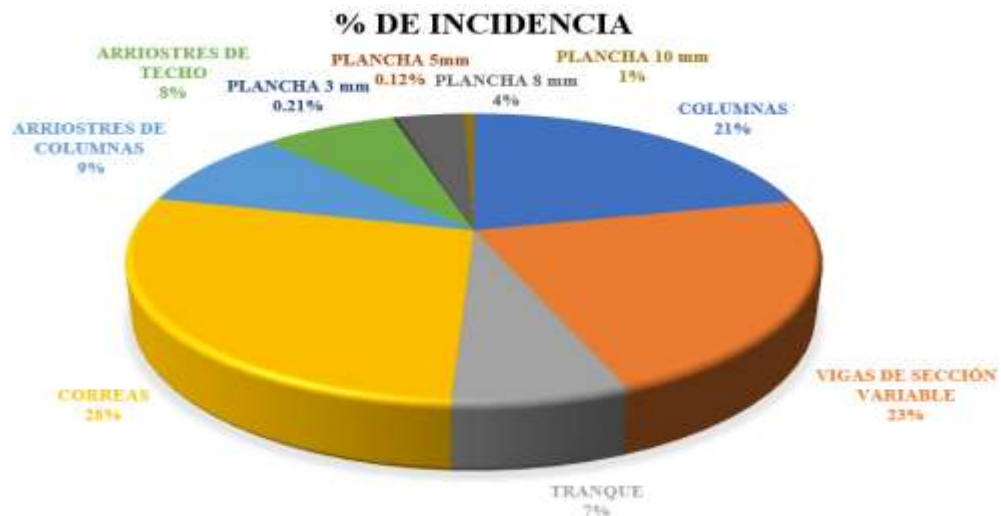


Gráfico 9.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 148.- Peso general de la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 15 metros					
Miembros resultantes				15 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	200x200x5.5	12	72,000	2,359.80	21%
Vigas de sección variable	220x90x4.5	36	127,873	2,649.50	24%
Tranque	160x65x3.4	10	58,000	657.5	6%
Correas	140x60x3	36	360,000	3,202.10	29%
Arriostre columnas	C100X100	18	97,202	864.6	8%
Arriostre techo	C70X70	36	163,581	760.7	7%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		156		23.94904459	0.22%
PL 8		84		152.5605096	1%
PL 10		60		402.955414	4%
Peso total kgf				11,073.66	100%
Peso por (kg/m2)				24.608	

Fuente: García y Linares, (2022).



Gráfico 10.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 149.- Peso general de la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 18 metros					
Miembros resultantes				18 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	220x220x7	12	72,000	3,275.70	26%
Vigas de sección variable	220x90x4.5	36	152,307	3,155.80	25%
Tranque	160x65x3.4	10	57,800	655.2	5%
Correas	140x60x3	36	360,000	3,202.10	25%
Arriostre columnas	C100X100	18	97,107	863.8	7%
Arriostre techo	C70X70	36	172,544	802.3	6%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		156		26.39490446	0.21%
PL 8		60		146.0382166	1%
PL 10		12		66.75159236	1%
PL 12		72		513.6305732	4%
Peso total kgf				12,707.72	100%
Peso por (kg/m2)				23.533	

Fuente: García y Linares, (2022).



Gráfico 11.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 150.- Peso general de la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 20 metros					
Miembros resultantes				20 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	220x220x7	12	72,000	3,275.70	22%
Vigas de sección variable	260x90x5.5	36	168,894	4,806.30	32%
Tranque	160x65x3.4	10	57,800	655.2	4%
Correas	140x60x3	42	420,000	3,735.80	25%
Arriostre columnas	C100X100	18	96,698	860.1	6%
Arriostre techo	C70X70	36	179,275	833.6	6%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		160		27.10828025	0.18%
PL 8		60		170.8025478	1%
PL 10		12		71.13375796	0.48%
PL 12		72		533.7070064	4%
Peso total kgf				14,969.45	100%
Peso por (kg/m2)				24.949	

Fuente: García y Linares, (2022).

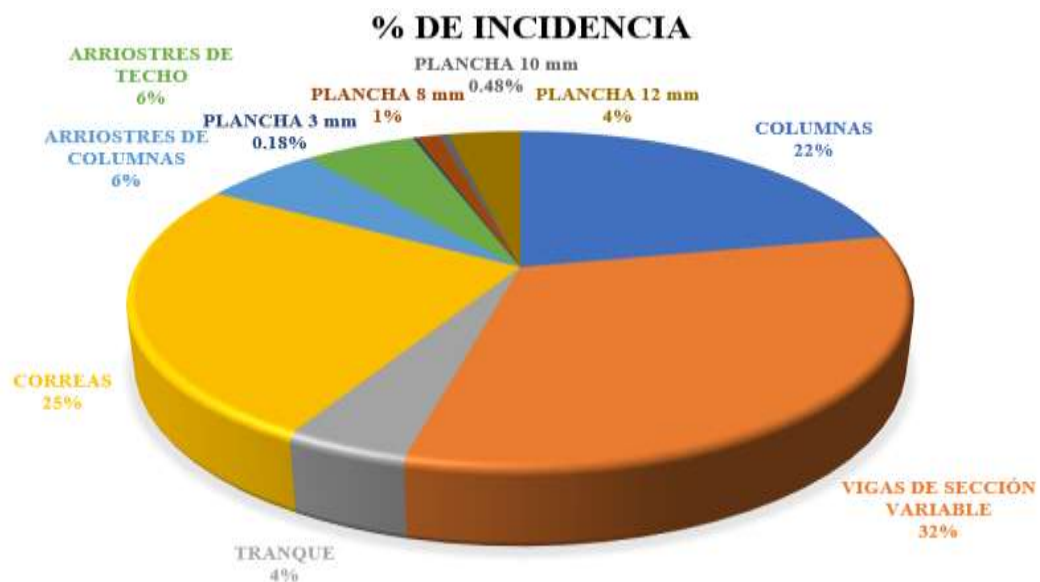


Gráfico 12.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 151.- Comparación entre las naves industriales modelos según los pesos generales (kilos por metro cuadrado)

Pesos generales de las naves industriales		
Ancho del pórtico	Alma llena (kg/m²)	Tubulares (kg/m²)
12 metros	31.884	26.525
15 metros	31.562	24.608
18 metros	29.751	23.533
20 metros	31.285	24.949

Fuente: García y Linares, (2022).

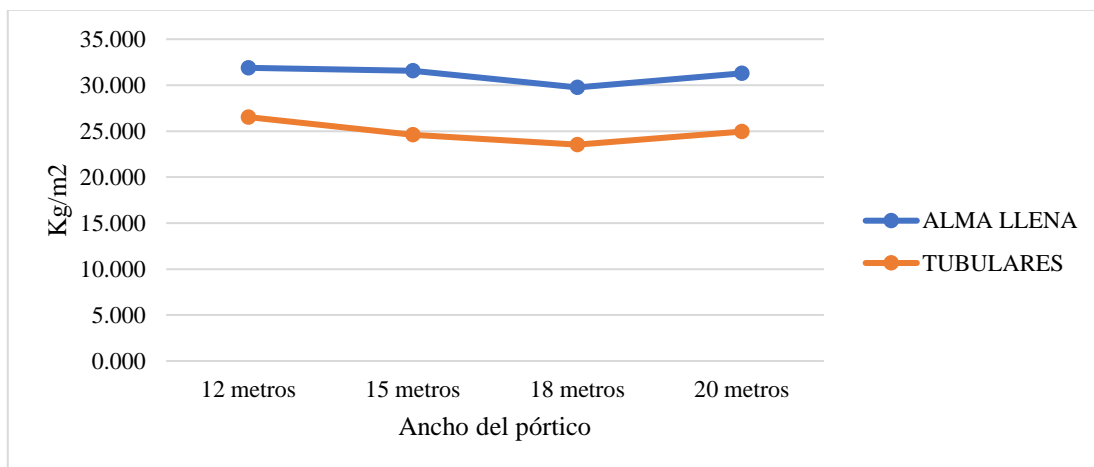


Gráfico 13.- Variación de pesos de las naves industriales modelos

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 152.- Comparación entre las naves industriales modelos según la cantidad de conexiones

Cantidad de Conexiones para 1 nave industrial				
Tipo de conexión	Alma llena		Tubular	
Viga-columna	12	Und.	12	Und.
Viga-viga	6	Und.	6	Und.
Arriostre - Techo	24	Und.	24	Und.
Arriostre - Columna	12	Und.	12	Und.
Tranque - Columna	4	Und.	4	Und.
Doble Techo	12	Und.	12	Und.
Gusset Plate Central - Columna	6	Und.	0	Und.
Gusset Plate Central - Techo	12	Und.	0	Und.

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 153.- Peso general de la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 12 metros					
Miembros resultantes				12	metros
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE160A	12	72,000	2,188.80	22%
Vigas de sección variable	IPE 180	36	114,772	1,817.20	18%
Tranque	IPE160	10	59,940	947.1	10%
Correas	IPE120	30	300,000	3,120	31%
Soporte columnas	70X70X2,25	36	156,285	726.8	7%
Arriostre columnas	70X70X2,25	12	34,476	160.3	2%
Arriostre techo	90X90X2,5	24	95,521	640	6%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		156		13.04458599	0.13%
PL 8		84		85.0955414	1%
PL 10		42		247.133758	2%
Peso total kgf				9,945.47	100%
Peso por (kg/m2)				27.626	

Fuente: García y Linares, (2022).



Gráfico 14.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 12 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 154.- Peso general de la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 15 metros					
Miembros resultantes				15 metros	
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE200A	12	72,000	3,045.60	24%
Vigas de sección variable	IPE 220	36	129,380	2,943.20	23%
Tranque	IPE160	10	59,935	947	7%
Correas	IPE120	36	360,000	3,744	30%
Soporte columnas	70X70X2,25	36	164,698	765.8	6%
Arriostre columnas	70X70X2,25	12	34,468	160.3	1%
Arriostre techo	90X90X2,5	24	95,355	638.9	5%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		156		13.04458599	0.10%
PL 8		84		112.9171975	0.89%
PL 10		42		270.2675159	2.14%
Peso total kgf				12,641.03	100%
Peso por (kg/m2)				28.091	

Fuente: García y Linares, (2022).

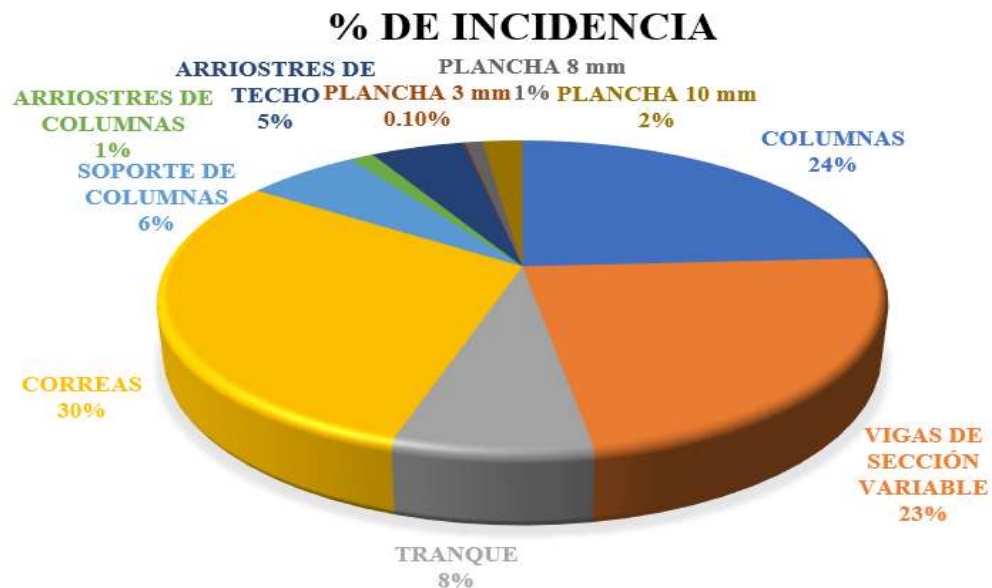


Gráfico 15.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 15 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 155.- Peso general de la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 18 metros					
Miembros resultantes					18 metros
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE220A	12	72,000	3,636	25%
Vigas de sección variable	IPE 240	36	153,604	4,095	28%
Tranque	IPE160	10	59,930	946.9	7%
Correas	IPE120	36	360,000	3,744	26%
Soporte columnas	70X70X2,25	36	173,870	808.5	6%
Arriostre columnas	70X70X2,25	12	34,462	160.3	1%
Arriostre techo	90X90X2,5	24	95,105	637.2	4%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		156		13.04458599	0.09%
PL 8		84		133.910828	0.93%
PL 10		42		298.4968153	2.06%
Peso total kgf				14,473.35	100%
Peso por (kg/m2)				26.803	

Fuente: García y Linares, (2022).

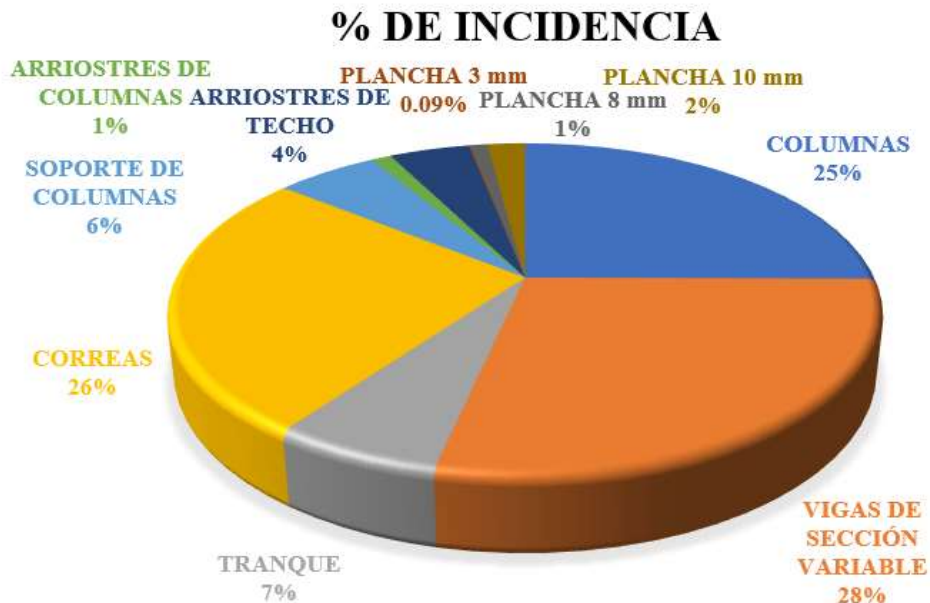


Gráfico 16.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 18 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 156.- Peso general de la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Modelado de la nave industrial con un ancho de pórtico de 20 metros					
Miembros resultantes					20 metros
Miembro	Sección	N° de piezas	Long. Total (mm)	Peso Total (Kgf)	% Incidencia
Columnas	HE240A	12	72,000	4,341.60	25%
vigas de sección variable	IPE 270	36	170,255	5,320.20	31%
Tranque	IPE160	10	59,925	946.8	6%
Correas	IPE120	42	420,000	4,368	25%
Soporte columnas	70X70X2,25	36	180,013	837.1	5%
Arriostre columnas	70X70X2,25	12	34,455	160.2	1%
Arriostre techo	90X90X2,5	24	94,785	635.1	4%
Planchas					
Espesor		N° de piezas			
PL 3		156		13.04458599	0.08%
PL 8		12		48.7133758	0.28%
PL 10		114		468.0764331	2.73%
Peso total kgf				17,138.83	100.00%
Peso por (kg/m2)				28.565	

Fuente: García y Linares, (2022).

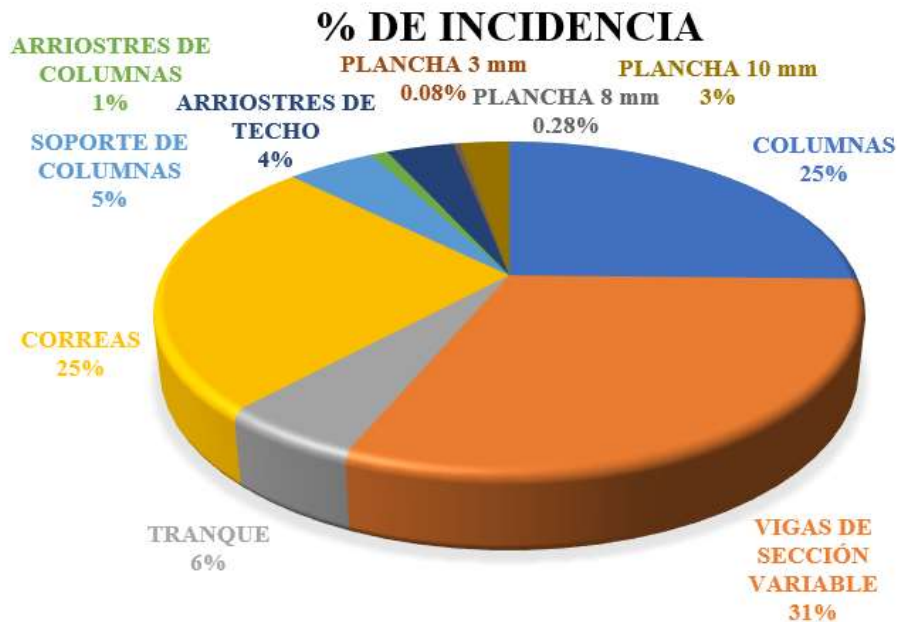


Gráfico 17.- Porcentaje de incidencia para la nave industrial con 20 metros como ancho de pórtico (perfiles: alma llena y tubulares)

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro 157.- Comparación entre las naves industriales modelos con perfiles de alma llena y tubulares según los pesos generales (kilos por metro cuadrado)

Pesos generales para las naves industriales				
Ancho del pórtico	Alma llena	Tubulares	Ambos perfiles	
12 metros	31.884	26.525	27.626	(kg/m ²)
15 metros	31.562	24.608	28.091	(kg/m ²)
18 metros	29.751	23.533	26.803	(kg/m ²)
20 metros	31.285	24.949	28.565	(kg/m ²)

Fuente: García y Linares, (2022).

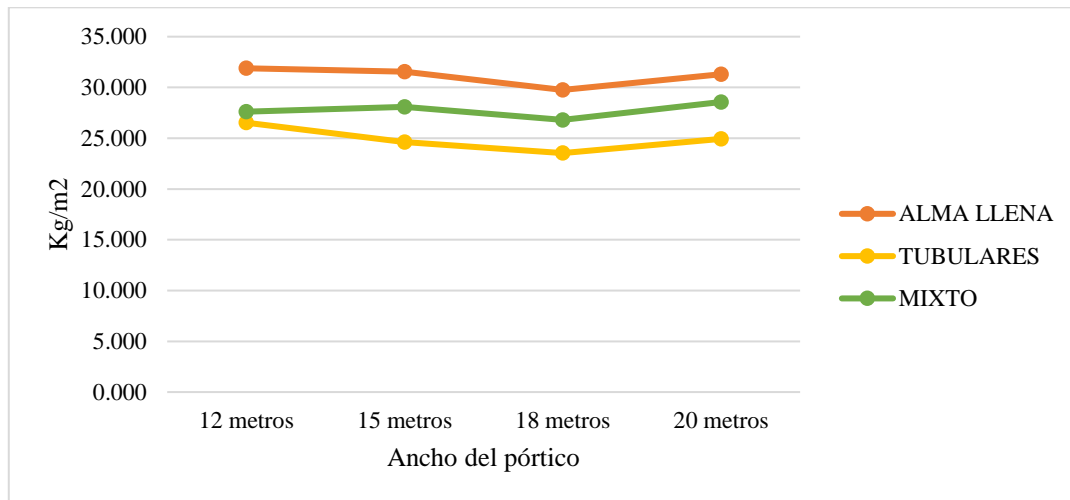


Gráfico 18.- Variación de pesos de las naves industriales modelos utilizando perfiles alma llena y tubulares

Fuente: García y Linares, (2022).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El presente trabajo de grado se fundamenta según lo establecido en las Normas Venezolanas COVENIN las cuales son la Fondonorma 1618-2016 *Edificaciones, estructuras metálicas. Especificaciones generales para el diseño* y la 1755-2016 *Edificaciones, estructuras de acero. Código de prácticas constructivas*; así como también, la norma COVENIN-MINDUR 2003-1986 y 2002-1986, siendo *Acciones del Viento sobre las Construcciones y, Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones*, respectivamente, además de las Normas Internacionales American Institute of Steel Construction (AISC) y el Método Load and Resistance Factor Design (LRFD), con el fin de diseñar naves industriales de acero estructural modelo con perfiles de alma llena y tubulares. Asimismo, estas consideran que el sistema estructural de los galpones corresponde al nivel de diseño 1 (ND1).

De acuerdo al análisis de la información recopilada, se estableció el diseño de las conexiones soldadas Viga – Columna, Viga – Viga, Arriostre – Techo, Arriostre – Columna, Tranque – Columna y Arriostre Doble Techo, para naves industriales fabricadas con perfiles de alma llena y tubulares sometidas a las mismas condiciones de cargas, con un ancho de pórtico de 12, 15, 18 y 20 metros. Asimismo, se destaca que las naves diseñadas con perfiles de alma llena requieren de la correcta colocación de soportes laterales, para el cumplimiento del pandeo lateral torsional que sufren este tipo de perfiles, además de la colocación de planchas centrales en los arriostramientos para el cumplimiento de la esbeltez geométrica de los perfiles, siendo útil en el caso de los arriostramientos de columna para albergar el soporte lateral de las mismas.

Seguidamente, se realizó una serie de cálculos estadísticos con la finalidad conseguir el valor promedio con respecto a la medida de tendencia central para cada caso, además de facilitar la cuantificación de la realidad y disponer de los elementos o datos ya sean tomados en campo o calculados mediante softwares, para luego realizar

análisis de estos, y así poder llegar a valores unitarios con respecto a los pesos de cada conexión y el tiempo de ejecución de soldadura y corte de las mismas.

En congruencia, tomando en cuenta los resultados obtenidos de la comparación de la estimación de costos, se observó una reducción significativa de peso por metro cuadrado, en el caso de las naves industriales fabricadas con perfiles tubulares, destacando que el ancho del pórtico que mejor relación peso por metros cuadrados tiene es el de 18 metros para ambas configuraciones de naves industriales modelos. Dicha diferencia de peso en gran medida es causada debido a que los arriostres y soportes laterales de las columnas en las naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena poseen un gran porcentaje de incidencia sobre el peso total de la estructura el cual va desde 17% hasta 25% en comparación con las naves industriales diseñadas con perfiles tubulares que tienen un rango desde 12% hasta 17% de incidencia, esto se debe a que el tipo de perfil utilizado para los arriostres en las naves diseñadas con perfiles de alma llena es del tipo angular el cual posee un elevado peso propio debido a su geometría. No obstante, al enfocarse en el peso y costos de las conexiones que conforman cada nave industrial por individual, esto varía, teniendo en algunos casos, conexiones más complejas y pesadas como lo es el caso de las naves diseñadas con perfiles tubulares. Un ejemplo de ello, son las conexiones a momento **Viga-Columna** que para el caso de los perfiles tubulares poseen diafragmas externos, y de igual modo, rigidizadores en las alas de las vigas para aumentar la longitud de soldadura a momento, rigidizadores de corte y una tapa en la parte superior de la columna, aumentando su costo un 501% por encima de la misma conexión pero configurada con perfiles de alma llena, la cual solo posee rigidizadores de continuidad de ala de viga.

Por otro lado, las conexiones **Viga - Viga**, al igual que las de **Arriostre - Techo** tienen un menor coste de fabricación al ser diseñadas con perfiles tubulares teniendo una diferencia de 25% y 34% respectivamente, con respecto a las realizadas con perfiles de alma llena, esto se debe a que en el caso del diseño en alma llena se requieren planchas nodo de mayores dimensiones.

En el mismo orden de ideas, para las conexiones **Arriostre - Columna** fabricadas con perfiles tubulares, poseen un coste mayor en comparación a las fabricadas con perfiles de alma llena con una diferencia de un 30%, ya que en el caso del diseño con perfiles tubulares se requieren planchas nodo de menores dimensiones. De igual manera, las conexiones **Tranque – Columna**, a pesar de que poseen una diferencia mínima en su coste de fabricación, para el caso de las diseños con perfiles de alma llena, poseen un coste menor con una diferencia de 0.065% debido a que requiere menor longitud de soldadura en comparación con las conexiones soldadas diseñadas con perfiles tubulares. De forma contraria, las conexiones **Arriostres Doble Techo** posee un costo de fabricación inferior en naves diseñadas con perfiles tubulares con una diferencia de 1% en comparación con las mismas conexiones configuradas con perfiles de alma llena.

Aunado a esto, se hace notar que para las naves industriales diseñadas únicamente con perfiles tubulares, resulta un costo y tiempo de fabricación más elevado, en lo que respecta a la fabricación de la totalidad de las conexiones soldadas estudiadas, que son requeridas para su elaboración, teniendo una elevación de un 81.52% del costo de fabricación y 99.67% en el tiempo de fabricación, con respecto a las naves industriales fabricadas únicamente con perfiles de alma llena.

Por esta razón, se evaluó el peso por metro cuadrado que puede tener un nave industrial usando una combinación de ambos tipos de perfiles, en este caso sustituyendo los perfiles de los arriostres en la naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena, los cuales son los que poseen una mayor incidencia sobre el peso total de la estructura, pasando de perfiles angulares a tubulares de sección cuadrada, reduciendo de esta manera los porcentajes de incidencia de entre 17% y 25%, a un rango desde 6% hasta 9%. Además, disminuye el peso por metro cuadrado de la estructura un 11% con respecto al modelo diseñado solamente con perfiles de alma llena. De esta manera, se logra aprovechar en cuanto a conexiones la simplicidad que posee los perfiles de alma llena y la reducción de peso que pueden ofrecer los perfiles

tubulares al sustituir por estos, los arriostres y soportes laterales de la columna de las naves industriales diseñadas con perfiles de alma llena.

Finalmente, conforme a los Análisis de Precios Unitarios (APU), es importante resaltar que, fueron realizados en función de los costos directos de fabricación de las conexiones, excluyendo el porcentaje relacionado a los costos indirectos, los cuales corresponden a los gastos administrativos y de los imprevistos por utilidad, debido a que estos varían según las condiciones y características del proyecto. Además, los diseños de las conexiones soldadas presentes pueden ser utilizadas para la construcción de cualquier nave industrial conformada con perfiles de alma llena o tubulares, los cuales estén dentro de los rangos preestablecidos y sean sometidos a las mismas condiciones de cargas. Asimismo, para la estimación de costos, cada empresa que haga uso de este tipo de conexiones puede usar el porcentaje de costos indirectos que mejor se adapte a las condiciones de la obra.

5.2 Recomendaciones

- Realizar el estudio para espesores de perfil y planchas más gruesos, para así poder evaluar la luz máxima permitida para naves industriales apunticadas.
- Evaluar la implementación de cerchas para el diseño de naves industriales construidas en acero con grandes luces o ancho de pórtico.
- Diseñar modelos de naves industriales en donde los pórticos estén configurados con perfiles de alma llena, y los arriostres y correas con perfiles tubulares, para comparar su economía con respecto a los diseños establecidos en el presente trabajo de investigación.
- Se recomienda realizar un estudio del rendimiento del corte de los perfiles tanto de alma llena como tubulares con el fin de realizar la estimación de costos fabricación general de estructuras que utilicen este tipo de perfiles.
- Diseñar modelos de naves industriales en donde las columnas estén conformadas por perfiles de alma llena, y las vigas, arriostres y correas por

perfiles tubulares, para comparar su economía con respecto a los diseños establecidos en el presente trabajo de grado.

- Ampliar el estudio para casos en donde se analice la acción de distintos puentes de grúa y la repercusión que tienen en el diseño de la nave industrial.
- En el presente trabajo las velocidades de vientos a las cuales fueron sometidas las naves industriales utilizadas para el diseño fueron de 70km/hr, por lo que se recomienda evaluar la acción que puede tener diferentes velocidades de viento, en el diseño propuesto con el fin de poder ampliar la gama de territorios en donde pueden ser construidas dichas estructuras.
- Realizar el diseño de las fundaciones para los modelos de naves industriales propuestos.
- Diseñar conexiones de plancha base de fundación para los modelos de naves industriales propuestos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AISC, (2010), ANSI/AISC 360-10, **Specification for Structural Steel Buildings**, American Institute of Steel Construction Inc., Chigaco, IL.
- Amaíz, D. y Loján, J. (2011). **Análisis de Precios Unitarios. Manual APU**. Puerto La Cruz, Venezuela.
- American Welding Society (AWS). **Welding Hanbook**, Vol. 27 th edition. 2010; USA
- Aponte, E. y Pujol, L. (2012). **Manejo del tiempo académico en jóvenes que inician estudios en la Universidad Simón Bolívar**. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud.
- Araque de los Ríos, O. y Arzola de la Peña, N. (2013). **Estado del arte sobre la integridad estructural de uniones soldadas y modelos de propagación de grietas para la gestión de vida en estructuras**. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería
- Araujo G., y Burneo J., (2009). **Diseño de Conexiones Empernadas en Estructuras de Acero bajo la Norma COVENIN 1618-98. Y el StAAD.PRO DESIGN**. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo.
- Arias F. (2006). **El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología**. Científica. (Quinta edición). Caracas- Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- Arias F., (2012). **El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica**. Sexta edición. Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- Arias, F. (1999). **Mitos y errores en la elaboración de tesis y proyectos de investigación**. Editorial Espisteme,
- ASCE (2010), ASCE /SEI 7. **Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures**. Publicado por American Society of Civil Engineers. Reston, Virginia.
- Bakhos, A. y Bitoni, G. (2011) **Comportamiento Sismorresistente de Conexiones Tipo Empalme en Viga de Acero como Variante de Conexión Precalificada Viga-Columna Tipo Flange Plate**. Universidad de Nueva Esparta, Caracas.
- Balestrini, M. (1997) **Como se Elabora un Proyecto de Investigación**. Primera edición.

- Balestrini, M. (2002) **Como se Elabora un Proyecto de Investigación**. Sexta edición. Caracas: Editorial Consultores y Asociados.
- Baptista P., Fernández C., y Hernández R. (2014). **Metodología de la investigación**. 6a edición. México D.F., México: McGraw - Hill Education / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Baray H. (2006). **Introducción a la metodología de la investigación**. México: Editorial Eumed.net.
Caracas: Editorial Consultores y Asociados.
- Chazaro C., (2019). **Diseño de conexiones**. Revista Gerdau Corsa. México D.F. (P.6) Consultado 2021; noviembre 10. Disponible en: https://www.gerdaucorsa.com.mx/sites/mx_gerdau/files/PDF/DISENO%20DE%20CONEXIONES_2019-min-min.pdf
- Chazaro C., (2021). **Tipos de conexiones para estructuras de Acero**. Revista Gerdau Corsa. México D.F. Consultado 2021; noviembre 15. Disponible en: <https://www.gerdaucorsa.com.mx/blog/tipos-de-conexiones-para-estructuras-de-acero>
- Chiavenato, I. (1999) **Administración de los Recursos Humanos**. 5ª Edición. Noviembre de 1999. Editorial Mc Graw Hill Argentina.
- Chiavenato, I. (2007). **Administración de Recursos Humanos: El capital humano de las organizaciones** (8va edición). McGraw-Hill Interamericana
- Definición ABC, Página web <https://www.definicionabc.com/negocios/hoja-de-calculo.php> (Consultado 2021; noviembre 20)
- Doloi, H. K. (2011). **Comprender la perspectiva de las partes interesadas sobre la estimación de costos en la gestión de proyectos**. International Journal of Project Management, 29(5), <http://doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.06.001>
- Dpto. de análisis y costos del Colegio de Ingenieros de Venezuela. (2018). **Importancia de la correcta aplicación y cálculo del Factor de costos asociados al salario (F.C.A.S.)**. Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://distribuidora3hp.com/Biblioteca/index.htm#fcas>
- Fideli, R. (1998). **La comparazione**. Milán, Agneli.

- Fratelli, M. (2003). **Diseño de Estructuras Metálicas. Estados Límites LRFD**. Caracas: Unive.
- García P., (2009). **Guía comparativa de procesos de fusión con depósitos de material**. Trabajo de grado. Institución Politécnico Nacional. México, D.F.
- Gimón G., (2019) **¿Qué es infraestructura?** Página web. Disponible en: <http://unellez.edu.ve/portalweb/public/departamentos/270/informacion/577>
(Consultado 2021; noviembre 19)
- González F., (2011). **Diseño de estructuras de acero con perfiles tubulares**. UNICON. Caracas, Venezuela.
- González, J. (2014) **Guía para el Cálculo Estandarizado de Conexiones Simples y Precalificadas en Estructuras de Acero**. Curso INESA.
- Guerrero D. (2019). **Análisis técnico y económico del diseño por desempeño de edificios con estructura de acero utilizando arriostramientos concéntricos**. Revista Gaceta Técnica. Artículo de Investigación. Revista Latinoamericana.
- Hernández A., Linarez D., Soriano E., (2012). et. al **guía de análisis y diseño para vigas de alma abierta y armaduras metálicas en estructuras de soporte de techos y entrepisos**. Universidad de el salvador. San Salvador, El Salvador.
- Hernández P., y González J., (2011). **Diseño de Conexiones en Estructuras Metálicas por el Método de los Estados Límites Usando Perfiles Tubulares**. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo.
- Hernández R, Fernández C. y Baptista P. (2010). **Metodología de la investigación**. (Cuarta edición). España: Editorial McGraw-Hill Educación.
- Hernández, E. (2011). **Análisis y Diseño Sismorresistente de Edificaciones**. INESA. (Ingenieros Estructurales Asociados).
- Hernández, E. (2011). **Estructuras de Acero, Introducción y Conceptos Básicos**. INESA. (Ingenieros Estructurales Asociados).
- Hernández, E., Farias, Y. y Rincón, A. (2012). **Breve reseña del Excel**. Universidad Politécnica del “Oeste Mariscal Sucre”. Territorial de Caracas Mariscal Sucre. Caracas, Venezuela.

- Herrera R. (2006) et. al **programa de apoyo a la enseñanza de la Construcción en Acero**. Métodos de diseño. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Hierrobeco, C.A. (2016). **Catálogo de productos siderúrgicos**. Caracas, Venezuela.
- Hornngren, C., Datar, M. y Foster, G. (2008). **Contabilidad de costos, un enfoque gerencial**. (12ª ed.). México: Pearson.
- Hurtado, J. (2008). **Guía para la comprensión Holística de la ciencia**, Unidad III, Capitulo 3, PP. 45 a 65. Disponible en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092769/cap03.pdf>. Consultado 2021; noviembre 23)
- Illarregui L., (2021). **Advance Steel de Autodesk ¿Qué es Advance Steel?** Espacio BIM. Consultado 2021; noviembre 20. Disponible en: <https://www.espaciobim.com/advance-steel>
- INDURA S.A. (2010). **Manual de Aceros Inoxidables para Soldadores**. Chile. Consultado 2021; noviembre 22. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14758510/manual-de-aceros-inoxidables-para-soldadores-indura>
- Industrias Unicon, C.A. (2016). **Información general de productos**. Av. Beethoven, Torre Financiera, Piso 9, Colinas de Bello Monte, Caracas 1050, Venezuela.
- Jaramillo O., Cando W., Bucheli, J., y Enderica, P. (2018). **Análisis de una conexión metálica soldada entre una viga “I” y una columna tubular a escala reducida**. RECIMUNDO, Vol. 2 núm., Editorial Saberes del Conocimiento. Quito, Ecuador. Disponible en: <https://doi.org/10.26820/recimundo/2.1.2018.302-324>
- JMM (2010). **Módulo de Uniones Empernadas y Soldadas**. Alacero Departamento de Ingeniería. Macro Steel Project.
- Johnson, B. y Onwuegbuzie, A. (2004). **Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come [Los métodos de investigación mixtos: un paradigma de investigación cuyo tiempo ha llegado]**. Educational Researcher.
- Ley orgánica del trabajo, los trabajadores y las trabajadoras. **Ministerio del Poder Popular para el Proceso Social de Trabajo Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista (Inces)**. Publicado en Gaceta Oficial N°. 6.076 de fecha 07/05/2012.

Caracas, Venezuela.

Llano C., (2009). **Soldadura G.M.A.W - MIG/MAG. Un proceso rápido, limpio y versátil.**

Revista Metal Actual. N°10 (P. 18-24). Bogotá, Colombia.

MacDonald, R. (2013). **Estimaciones paramétricas de costes.** Reino Unido. Consultado 2021; noviembre 23. Disponible en:

<https://www.benchmarkestimating.com/solutions/estimating-software/different-methods-of-estimating/>

Martins, F., y Palella, S. (2012). **Metodología de la Investigación Cuantitativa.** Consultado 2021; noviembre 21. Disponible en:

<https://es.calameo.com/read/000628576f51732890350>

McCormac, J. (1994). **Manual de Soldadura de Exsa EXSA-OERLIKON.** (P.18-90).

McCormac, J. (2006). **Diseño de Estructuras de Acero. Método LRFD** (2ed.) México, D.F:

MCGraw-Hill Interamericana (Ing. De La Cera A. J., trad.), (Original publicado en 1994, Structural Steel Design: LRFD Method. 2nd ed).

Merritt, S., Loftin, K. y Ricketts, J. (1999). **Manual del Ingeniero Civil** (4ed.) México, D.F:

MCGraw-Hill Interamericana.

Murray, R. y Larry, J. (2009), **Estadística Schaum.** 4° edición. Mc graw-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. México, D. F.

Norma COVENIN (2000). **Mediciones y Codificaciones de Partidas para Estudios, Proyectos y Construcciones. Parte II A Edificaciones.** Caracas, Venezuela.

Norma COVENIN 1618-98 (1998). **Estructuras de Acero para Edificaciones.** Método de los Estados Límites. (1ra. Revisión). Caracas. FONDONORMA.

Norma FONDONORMA, (2016). **Edificaciones. Estructuras metálicas. Parte 1: Especificaciones generales para el diseño.** AISC 360-16. Venezuela.

Norma FONDONORMA. (2010). **Edificaciones. Estructuras metálicas. Parte 1: Especificaciones generales para el diseño.** (2da. Revisión). NTF 1618-1. Equivalente AISC 360-10. enezuela.

Norma venezolana. (FONDONORMA) - COVENIN 1756-1:2001. **Edificaciones sismorresistentes parte 1: articulado.** FUNVISIS. Caracas, Venezuela.

- Norma venezolana. **Normas y especificaciones para estudios, proyectos construcción e instalaciones**. Tomo I. (2015). Volumen 4. Seguridad Estructural. Disponible en: https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/normateca/INIFED/03_Normatividad_T%C3%A9cnica/02_Normas_y_Especificaciones_para_Estudios/04_Volumen_4_Seguridad_Estructural/Volumen_4_Tomo_I.pdf . (Consultado 2021; noviembre 19)
- Peurifoy, R. (1986). **Estimación de los Costos de Construcción**. (2ed.) México, D.F: McGraw-Hill Interamericana.
- Project Management Institute. (2021). **Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK)**. (Quinta edi, Vol. 87). Project Management Institute, Inc
- Puertas, E. Urbina, J. Blanck, M. Granadillo, D. Blanchard, M. García, J. Vargas, P. y Chiquito, A. (1998). **Bioestadística, herramienta de la investigación**. Consejo del desarrollo Científico, humanístico y tecnológico. Valencia, Venezuela
- Ramírez L. (2015). **Análisis comparativo de la estimación de costos en estructuras de acero para conexiones precalificadas empernadas y soldadas. de acuerdo a las especificaciones de la norma AISC 358-10 caso: (4E, 4ES, y WUF-WW)**. Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”. Carabobo, Venezuela.
- Ramírez, M. (2004). **Modelo de Diseño Preliminar y Estimación de Costos para Edificios Prefabricados de Concreto**. Instituto Tecnológico de Costa Rica. (P.3). Costa Rica.
- Rodríguez, H. y Rojas, P. (2015). **Técnicas de estimación de costos para proyectos**. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- Romero, C., y Portillo, A. (2019). **Comportamiento elastoplástico de conexiones soldadas en tubos de acero de sección cuadrada sometidos a carga monotónica**. (P. 41-59). Revista Gaceta Técnica. Artículo de Investigación. Revista Latinoamericana.
- Salegui J., y Urdaneta A., (2011). **Consideraciones Sismorresistentes en el Análisis y Detallado de Conexiones Precalificadas Plancha Extrema Tipos 4E, 4ES y 8ES según la Guía AISC 358-05**. Universidad de Nueva Esparta, Caracas.
- Salinas M., (2014). **Costos y presupuestos de obra. Instituto de la construcción y la gerencia**. Editorial ICG. (8va Edición).

- San Zapata J., (2013). **Diseño de elementos de Máquinas I**. Universidad Nacional de Piura. (pág. 5). Perú.
- Sócola P., (2015). **Análisis estructural y económico de alternativas de pórticos para estructuras industriales de acero de alma llena conformado por placas soldadas**. Trabajo de grado. Institución Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Tamayo y Tamayo M. (2000). **El proceso de la investigación científica**. México: Editorial Limusa, S. A de C. V.
- Tamayo y Tamayo M. (2003). **El proceso de la investigación científica**. México: Editorial Limusa, S. A de C. V.
- Tamayo y Tamayo M. (2012). **El proceso de la investigación científica**. México: Editorial Limusa, S. A de C. V.
- Uribe M, R. (2011). **Costos para la toma de decisiones**. Colombia: McGraw-Hill. (P. 2)
- Vázquez, A. (2014). **Estadística Descriptiva**. Edición para Iphone, Ipad, y sistemas iOS de Apple.
- Vinnakota, S. (2006) **Estructuras de Acero: Comportamiento y LRFD**. México, D.F: MCGraw-Hill Interamericana.
- Wikipedia, Página web. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mathcad> (Consultado 2021; noviembre 19)

ANEXOS

**ANEXO A – HOJAS DE CAMPO PARA
CÁLCULO ESTADÍSTICO**

Cuadro A1.- Datos del soldador #1

Cordón de Soldadura (mm)	Tiempo (seg)	Pases Soldadura	Espesor del Cordón (mm)	Conexión	Marca	Material	Tipo de soldadura	Posición	Equipo	Ubicación
170	1.31	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.24	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.40	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.40	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
300	1.14	1	4	ECO 90 - Plancha 3 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.57	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.29	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.52	1	4	ECO 90 - Plancha 3 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.20	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.00	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.30	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
110	1.28	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
300	1.19	1	4	ECO 90 - Plancha 3 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.28	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.11	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.28	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.51	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.38	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.22	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.59	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.29	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.10	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.20	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
300	1.16	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.06	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.58	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.23	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.20	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.26	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

120	0.55	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
240	1.02	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.17	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.17	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.00	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.29	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	1.00	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.23	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.16	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.15	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.08	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.20	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.57	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.27	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.36	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
300	1.11	1	4	ECO 90 - Plancha 3 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.26	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

90	0.45	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.29	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.32	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.26	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.17	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.29	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.00	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
240	0.53	1	4	ECO 90 - Plancha 3 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.25	1	4	ECO 90 - Plancha 3 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.23	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.25	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.56	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.21	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.28	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.42	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.42	1	4	ECO 90 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro A2.- Datos del soldador #2

Cordón de Soldadura (mm)	Tiempo (min)	Pases Soldadura	Espesor del Cordón (mm)	Conexión	Marca	Material	Tipo de soldadura	Posición	Equipo	Ubicación
140	0.50	1	7	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	7	IPE 140 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.53	1	6	IPE 140 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE 140 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.17	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.11	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.13	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.12	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.10	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.04	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

180	1.11	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.11	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	0.58	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.10	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.04	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.02	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.08	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.57	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.02	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.13	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.05	1	5	IPE 120 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.03	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

160	1.14	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.06	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.05	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.13	1	6	IPE 140 - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.14	1	6	IPE 140 - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.08	1	5	IPE 160 - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	5	IPE 160 - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.11	1	5	IPE 160 - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	5	IPE 160 - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.08	1	8	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

150	1.15	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.20	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.13	1	7	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.02	1	4	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.30	1	4	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.09	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.49	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.33	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.15	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.28	1	4	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.40	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.29	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	4	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.07	1	6	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.07	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.47	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.59	1	7	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.28	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.10	1	6	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.24	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.30	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.43	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.53	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.25	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.41	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.10	1	7	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.44	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.15	1	6	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.35	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.20	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.55	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.35	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.09	1	6	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.09	1	6	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.12	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.11	1	5	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.12	1	5	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.56	1	5	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.07	1	5	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.39	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.36	1	6	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.41	1	6	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

180	1.20	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.08	1	5	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.00	1	5	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.30	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.01	1	6	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.38	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.10	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.53	1	6	IPE 120D - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.15	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.01	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.32	1	6	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.40	1	5	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.18	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.43	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.35	1	6	IPE 140 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.45	1	6	IPE 140 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.25	1	6	IPE 140 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.10	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	7	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.57	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

140	1.21	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.40	1	5	IPE 140 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.22	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.15	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.35	1	5	Plancha 10 mm - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.15	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.46	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.16	1	6	IPE 140 - Plancha 16 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.17	1	5	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.08	1	5	IPE 120D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.24	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.42	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.30	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.14	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.04	1	5	IPE 120D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.44	1	7	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.14	1	5	IPE 120D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.23	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.20	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.30	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.09	1	5	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.14	1	5	IPE 120D- IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	5	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.22	1	5	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.13	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.43	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.24	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

140	1.06	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.17	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.10	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.48	1	5	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.26	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.07	1	5	IPE 120 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.04	1	6	IPE 120D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.14	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.00	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

20	0.15	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.05	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.58	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.27	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.10	1	7	IPE 120D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.38	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	0.49	1	7	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.10	1	6	IPE 120D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.50	1	7	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.20	1	7	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.16	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.55	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.06	1	5	IPE 120 D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.41	1	5	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.40	1	5	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.09	1	5	IPE 120D - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

80	0.30	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.26	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.15	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.05	1	7	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.22	1	7	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.09	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.44	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.31	1	6	IPE 120 - IPE 140	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	4	IPE 120 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.39	1	4	IPE 120 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.37	1	4	IPE 120 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.55	1	3	IPE 120 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE 120 - IPE 160	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	4	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.12	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.04	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.43	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Hoffman Arc	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.23	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.56	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.16	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.07	1	7	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.09	1	5	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.03	1	5	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	5	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	5	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.54	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.33	1	7	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.20	1	7	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

100	1.07	1	5	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.47	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.42	1	5	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	5	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.08	1	6	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.28	1	5	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.07	1	7	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.32	1	4	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.25	1	4	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.43	1	5	IPE 140 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.44	1	5	IPE 140 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.57	1	5	IPE 140 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.24	1	5	IPE 140 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.10	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.14	1	5	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.01	1	5	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.05	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.44	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.14	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.13	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.53	1	4	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.58	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.09	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.48	1	6	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.20	1	5	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.20	1	5	IPE 160 - Plancha 12 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

160	1.11	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.10	1	5	IPE 160 - Plancha 12 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.10	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.12	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.00	1	6	IPE 160 - Plancha 12 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.27	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.36	1	7	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
200	1.11	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.19	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.16	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.19	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.08	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	6	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.48	1	6	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	6	IPE 160 - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.43	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.13	1	5	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.02	1	4	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	4	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	4	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.47	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.34	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.04	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.47	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.30	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.47	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.49	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.13	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.14	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.12	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.30	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.37	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.37	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.46	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.07	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.37	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.11	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.00	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.07	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	1.08	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.23	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.48	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	1.12	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.33	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.10	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.36	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.32	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.04	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

120	0.57	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.05	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.50	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.18	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.15	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.33	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.33	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.48	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

170	0.52	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.41	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.34	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.40	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.20	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.15	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.22	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.30	1	6	IPE 120 - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.00	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.01	1	6	IPE 120D - IPE 160	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	0.46	1	10	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	10	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	10	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.35	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.15	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.20	1	7	IPE 120 - IPE 140	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.04	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.00	1	5	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
220	1.15	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

200	1.14	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.22	1	7	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.11	1	7	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.06	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.14	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
200	1.12	1	5	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
120.5	0.52	1	7	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.12	1	6	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.16	1	7	IPE 120 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
180.5	1.17	1	8	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

70	1.07	1	6	IPE 140 - Plancha 10 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.33	1	6	Plancha 10 mm - Plancha 16 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.17	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.18	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.17	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.26	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.27	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.24	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.27	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

20	0.10	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.38	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.13	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.35	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.35	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.32	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.31	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.30	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.15	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.24	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

50.5	0.37	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.40	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70.5	0.22	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70.5	0.27	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70.5	0.24	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70.5	0.24	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.23	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.40	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

50.5	0.14	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.30	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.17	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.27	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.17	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.10	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.37	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.21	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

50.5	0.29	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.20	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.26	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.24	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.28	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.28	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.10	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50.5	0.51	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.25	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.26	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.20	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.15	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.13	1	6	IPE 140 - Plancha 7 mm	Temo	E 7018 - 1/8"	Penetración completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.43	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.32	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.3	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.44	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.35	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.36	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

25	0.09	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.41	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.08	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.47	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.33	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	1	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.5	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.04	2	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.58	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.08	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	1.05	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.39	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.19	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.32	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.41	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.3	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.08	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.08	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.45	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.1	1	3	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.11	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.42	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.34	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.44	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.06	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.39	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.35	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.2	1	3	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.22	1	3	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.49	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.47	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.27	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.42	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.3	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.08	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.08	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.44	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.16	1	3	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.08	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.53	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.06	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.33	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.32	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.56	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.07	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.06	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.15	1	3	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.31	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.37	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.31	1	4	ECO90 - Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.09	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.07	1	3	ECO90 - Plancha 3mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro A3.- Datos del soldador #3

Cordón de Soldadura (mm)	Tiempo (min)	Pases Soldadura	Espesor del Cordón (mm)	Conexión	Marca	Material	Tipo de soldadura	Posición	Equipo	Ubicación
130	0.58	1	6	IPE 140 - Plancha 15mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
134	1.05	1	6	IPE160-Plancha 15mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.05	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.07	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
134	1.01	1	6	IPE160-Plancha 15mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.5	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.06	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
1	0.37	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1.1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1.2	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.07	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.14	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.15	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.03	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.13	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.25	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.05	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.09	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.02	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.24	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.3	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.04	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.07	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.22	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.31	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.01	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.52	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.36	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.09	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.11	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.49	1	5	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	5	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.54	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.07	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.42	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	5	IPE120-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.54	1	6	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

120	0.55	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.16	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.25	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.56	1	5	IPE140- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.07	1	5	IPE140- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.58	1	5	IPE140- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.5	1	6	IPE140- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
180	0.3	1	5	IPE140- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE140- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE140- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.15	1	5	IPE160- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE160- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.19	1	6	IPE160- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.17	1	6	IPE160- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.2	1	6	IPE160- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE160- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.42	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.21	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.45	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.36	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.26	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.48	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.49	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.26	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.06	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.03	1	5	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.18	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.55	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.32	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.3	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.1	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.36	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.17	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.22	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.39	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

150	1.02	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.2	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.36	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.41	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.19	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.21	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.56	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.52	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.39	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.12	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.2	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.45	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	5	IPE120D-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.12	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.38	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.47	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.36	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.42	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.25	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.45	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.25	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.15	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.11	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.37	1	5	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.56	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.38	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.51	1	5	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.29	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.3	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.27	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.1	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.19	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.56	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.45	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.58	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.21	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.23	1	6	IPE140- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.37	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.2	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.45	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.24	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.5	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.36	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.16	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.2	1	6	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	6	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.39	1	6	IPE140- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	5	IPE140- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.54	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.1	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	1.03	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.15	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

80	0.24	1	5	IPE140- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.33	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.08	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.09	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.15	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.28	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.58	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.45	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.07	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.52	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.15	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.12	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.29	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	0.48	2	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.02	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.11	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.59	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

140	1.08	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.51	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.47	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.18	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.23	1	6	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.35	1	6	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.03	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.46	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.43	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.44	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.45	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.22	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.25	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.31	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.26	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.05	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.17	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.3	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.26	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.44	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.39	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.17	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.31	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.16	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.31	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.1	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.21	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.06	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
55	0.18	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
5	0.05	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.41	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.26	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.01	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.05	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.25	2	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.21	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.21	2	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.22	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.23	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.34	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.56	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.26	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.39	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.27	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.39	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.25	1	6	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.09	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.26	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.31	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.2	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.37	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.1	1	6	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.2	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.2	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.06	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.21	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.11	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.28	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.57	1	6	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.45	1	6	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.25	1	6	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.09	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.21	1	6	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.3	1	6	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.23	1	6	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	6	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.27	1	6	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.22	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.09	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.33	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.24	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

20	0.13	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.2	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.28	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.12	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.43	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
55	0.14	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.01	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
5	0.05	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.2	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.45	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.27	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.12	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.25	1	5	IPE120-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.03	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.53	1	5	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.39	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.57	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.17	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.22	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

10	0.08	1	5	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.05	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.36	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.33	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.35	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.35	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.27	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.41	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.33	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.43	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.22	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	1.11	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.07	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.46	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.33	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

110	0.38	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.11	1	5	IPE140- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.34	1	5	IPE140- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.34	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.54	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.4	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

130	0.53	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.1	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.1	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.59	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.1	1	5	IPE160- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.12	1	5	IPE160- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.05	1	5	IPE160- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.07	1	5	IPE160- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.04	1	5	IPE160- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro A4.- Datos del soldador #4

Cordón de Soldadura (mm)	Tiempo (min)	Pases Soldadura	Espesor del Cordón (mm)	Conexión	Marca	Material	Tipo de soldadura	Posición	Equipo	Ubicación
170	1.15	1	6	IPE120D-IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.34	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.23	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.17	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

140	1.2	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.36	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.51	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.01	1	6	IPE140-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.14	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.42	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.42	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.56	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

160	1.12	1	6	IPE120- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.09	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	1.08	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.29	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.42	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.52	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.13	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.29	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.21	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

55	0.24	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.29	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.2	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.59	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120-IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.59	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.17	1	6	IPE140- IPE160	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.53	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.14	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.46	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.18	1	7	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
135	0.46	1	7	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.15	1	7	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.56	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.13	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.35	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.36	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.13	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.17	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.55	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
230	1.13	1	4	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.15	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.41	1	6	IPE140-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE140-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.24	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.51	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.49	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.17	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
210	1.12	1	5	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
230	1.1	1	4	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.54	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.26	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.1	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.23	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.03	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	1.01	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.59	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.41	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	5	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.39	1	5	Plancha 10mm- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

200	1.11	1	5	Plancha 10mm- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	6	Plancha 10mm- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	6	Plancha 10mm- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	5	IPE140- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.25	1	5	IPE140- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.3	1	6	Plancha 10mm- Plancha 16mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.44	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
95	0.35	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.24	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.34	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.32	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.03	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.38	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.33	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.08	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.35	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
125	0.42	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
210	1.16	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.3	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.22	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.15	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.41	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.17	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.57	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.18	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.22	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.49	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.18	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.29	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.32	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.07	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.3	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.37	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.38	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
205	1.1	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.45	1	5	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.33	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.37	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.37	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.46	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.31	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.38	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.33	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

170	0.56	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	2	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
135	0.57	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.09	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.49	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.09	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.15	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.1	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
135	0.56	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.21	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.24	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.26	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.26	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.38	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.18	1	6	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.38	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.28	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.15	1	5	IPE140- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.19	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.44	1	5	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.45	1	6	IPE120-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.19	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.03	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	0.59	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.14	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.23	2	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.28	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.31	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.38	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.32	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.41	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.38	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

130	0.56	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.09	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.1	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.49	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
180	0.55	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.16	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.15	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.35	1	6	IPE120D-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.26	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.3	1	5	IPE120-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
115	0.48	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.26	1	5	IPE120-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.49	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.48	1	5	IPE120-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	6	IPE140-Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	6	IPE120-IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.13	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.22	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.06	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.16	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.59	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.19	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.11	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

150	1.03	1	6	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.24	1	6	IPE120D- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.4	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.35	1	6	IPE120- IPE140	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
190	1.15	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Hoffman Arc	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

170	1.02	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.25	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.36	1	6	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.01	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.13	1	4	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	4	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.18	1	4	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.11	1	4	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.27	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.23	1	4	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.47	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.12	1	4	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.24	1	4	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.49	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.28	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.27	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.18	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	1.01	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

10	0.1	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.06	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.05	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.2	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.41	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.31	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.19	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	4	IPE120- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.15	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.27	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.19	1	6	IPE140- Plancha 16mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.18	1	5	IPE140- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.18	1	5	IPE140- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	5	IPE140- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	5	IPE140- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.41	2	5	IPE140- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.35	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.29	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.49	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.17	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.56	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.09	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.59	1	5	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	5	IPE160- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.19	1	5	IPE160- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.21	1	5	IPE160- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.1	1	5	IPE160- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.26	1	5	IPE160- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	5	IPE160- Angulo 6mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.23	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.26	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.22	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.2	1	5	IPE120D- IPE140	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.25	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.23	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.48	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.19	1	5	IPE160- Plancha 16mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.35	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.33	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.4	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.42	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.27	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.12	1	4	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
160	1.15	1	5	IPE120-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.25	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.49	1	5	IPE120D-IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

80	0.33	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.4	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.24	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.21	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.05	1	4	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.58	1	4	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.1	1	4	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.58	1	4	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.18	1	4	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

95	0.47	1	4	IPE120- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.2	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.27	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.46	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.35	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.17	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.12	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.26	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.15	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.28	1	5	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

65	1.05	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.12	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
180	1.14	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.06	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.24	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.25	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.28	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.03	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.07	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

120	0.5	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.49	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.22	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.2	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.26	1	5	IPE160- Plancha 16mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.14	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.24	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.44	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.28	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.15	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.29	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.12	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.28	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.37	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.17	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.53	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.15	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.06	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.46	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.14	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.1	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.12	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.23	1	5	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.37	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.48	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.27	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.25	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.33	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.16	1	4	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	1.05	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.25	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.1	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.18	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.2	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.08	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.01	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	1.15	1	5	IPE120- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
200	1.11	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

30	0.22	1	4	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.18	1	5	IPE140- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.25	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.21	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.48	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.53	1	6	IPE120D- IPE160	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.15	1	6	IPE140- Plancha 10mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.35	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
25	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

25	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
10	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

20	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.33	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
10	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
105	0.32	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.14	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
180	0.43	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.26	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.32	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
100	0.44	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

80	0.17	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.13	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

65	0.16	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.18	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

25	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

25	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.22	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.24	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.2	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.29	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.27	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
55	0.19	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.26	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.16	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.25	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.26	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.24	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.18	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.3	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.23	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.24	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.21	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

85	0.17	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.37	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.07	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.17	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.41	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
10	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.22	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

80	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
140	0.55	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.18	1	5	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.15	1	5	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.17	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.32	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
70	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

65	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.27	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.2	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.31	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.4	1	5	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.23	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.46	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.05	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.15	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.38	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.36	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

90	0.36	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.41	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
130	0.36	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

35	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.34	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.34	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.11	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

65	0.33	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.15	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
30	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.38	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

80	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
55	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.33	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.38	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.41	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
70	0.28	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.37	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.15	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.1	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

25	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
165	0.59	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.17	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.35	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
155	1.02	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.2	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

75	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.17	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.2	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.26	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.31	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

60	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
75	0.4	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.21	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.26	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

20	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.28	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.32	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.17	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.26	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.37	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
20	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.34	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

75	0.36	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.15	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
55	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.16	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
35	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.16	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.39	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
10	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
55	0.36	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
10	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.2	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

20	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.35	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
75	0.36	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
45	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.09	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.46	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
135	0.45	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
75	0.31	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.45	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
70	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.59	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.36	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.17	1	3	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

95	1.05	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.14	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.56	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
60	0.1	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.31	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.37	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.2	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.1	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.38	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.16	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.41	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
10	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
70	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.07	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

100	0.41	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.15	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.14	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.08	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
150	0.57	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.08	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.33	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.07	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
70	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
135	0.49	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.16	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
135	0.43	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

125	0.51	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
60	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.4	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
25	0.11	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
55	0.21	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
10	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.14	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.16	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

75	0.43	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
75	0.14	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.16	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	1.06	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.14	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
170	1.11	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.44	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.14	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.33	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

75	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.17	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.16	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.4	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.2	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.33	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.32	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.08	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.2	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.33	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

40	0.09	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.15	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.27	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.25	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.11	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.14	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.16	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.14	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.37	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

75	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.2	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.16	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.17	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.54	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
25	0.23	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.41	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.25	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

120	0.41	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.3	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
120	0.38	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

15	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
135	0.49	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.11	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.1	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.15	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
20	0.08	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.31	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

55	0.08	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
145	0.48	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
35	0.23	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.43	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.28	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.08	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.08	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.18	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
145	0.42	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
115	0.39	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.18	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.21	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
45	0.07	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.09	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
130	0.55	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

150	0.23	1	3	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
145	0.42	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
95	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
125	0.23	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
125	0.19	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.15	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

70	0.2	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
25	0.06	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.16	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.36	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.34	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.07	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.09	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.15	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.11	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

50	0.3	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.36	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.11	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.26	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
75	0.32	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.19	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.26	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

50	0.12	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
85	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
25	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
75	0.26	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
145	0.43	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
70	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.19	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
145	0.45	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

80	0.14	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.1	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
145	0.5	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
100	0.22	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
90	0.23	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
65	0.17	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
65	0.25	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

10	0.05	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.17	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.16	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.31	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.07	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.15	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
105	0.36	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.34	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

45	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.22	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.09	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.21	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
95	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
100	0.26	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
90	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

130	0.5	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
80	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
95	0.37	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
80	0.29	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.13	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
95	0.32	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
90	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
100	0.2	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.31	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

75	0.24	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
145	0.44	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
70	0.18	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.1	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.23	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
120	0.42	1	4	IPE100- Plancha 12mm	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.27	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
40	0.06	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
110	0.14	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
40	0.05	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller

90	0.13	1	3	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
25	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
145	0.44	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
50	0.12	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
50	0.14	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
70	0.23	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Plana	SMAW	Taller
75	0.26	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller
145	0.46	1	4	IPE100- IPE100	Temo	E7018 - 1/8"	Penetracion completa	Vertical	SMAW	Taller

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro A5.- Organización de datos para cordones de soldadura.

ORDEN DE DATOS DE CORDÓN DE SOLDADURA (mm)																		
1	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	80	100	100	120	140	170	180
5	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	140	170	180
5	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	140	170	180
10	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	140	170	180
10	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	140	170	180
10	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	140	170	180
10	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	140	170	180
10	25	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	145	170	180
10	25	30	30	30	40	45	50	60	60	70	75	85	100	100	120	145	170	180
10	25	30	30	30	40	45	50.5	60	60	70	75	85	100	100	120	145	170	180
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	75	85	100	100	120	145	170	180
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	85	100	100	120	145	170	180
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	85	100	100	120	145	170	180
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	120	145	170	180
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	120	145	170	181
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	120	145	170	190
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	120	150	170	190
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	120	150	170	190
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	120	150	170	190
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	121	150	170	190
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	125	150	170	190

10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	125	150	170	190
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	125	150	170	200
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	125	150	170	200
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	200
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	200
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	200
10	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	205
15	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	210
20	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	210
20	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	220
20	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	230
20	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	230
20	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	240
20	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	240
20	25	30	30	30	40	50	50.5	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	300
20	25	30	30	30	40	50	55	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	300
20	25	30	30	30	40	50	55	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	300
20	25	30	30	30	40	50	55	60	60	70	80	90	100	100	130	150	170	300
20	25	30	30	30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	100	130	150	170	
20	25	30	30	30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	100	130	150	170	
20	25	30	30	30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	100	130	150	170	
20	25	30	30	30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	100	130	155	170	
20	25	30	30	30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	100	130	160	170	
20	25	30	30	30	40	50	60	60	65	70	80	90	100	100	130	160	170	

20	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	80	100	100	120	140	170	180	
20	30	30	30	35	45	50	60	60	70	75	80	100	100	120	140	170	180	

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro A6.- Organización de datos para tiempos de soldadura

ORDEN DE DATOS DE TIEMPOS DE SOLDADURA (seg)																		
5	9	11	13	15	16	18	21	23	26	29	32	37	41	46	55	64	71	91
5	9	11	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	64	71	117
5	9	11	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	64	71	119
5	9	11	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	64	71	120
5	9	11	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	64	71	
5	9	11	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	64	71	
5	9	12	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	64	71	
6	9	12	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	65	71	
6	9	12	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	41	46	56	65	72	
6	9	12	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	42	47	56	65	72	
6	9	12	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	42	47	56	65	72	
6	9	12	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	42	47	56	65	72	
6	9	12	13	15	16	18	21	24	26	29	32	37	42	47	56	65	72	
6	10	12	13	15	16	18	21	24	26	29	33	37	42	47	56	65	72	
6	10	12	13	15	16	18	21	24	26	29	33	37	42	47	56	65	72	
6	10	12	13	15	16	19	21	24	26	29	33	37	42	47	56	65	72	
6	10	12	13	15	16	19	21	24	26	29	33	37	42	47	56	65	72	
6	10	12	13	15	17	19	21	24	26	29	33	37	42	47	57	65	72	

6	10	12	13	15	17	19	21	24	26	29	33	37	42	47	57	65	72	
6	10	12	13	15	17	19	21	24	26	29	33	37	42	47	57	65	72	
6	10	12	13	15	17	19	22	24	26	29	33	37	42	48	57	65	72	
6	10	12	13	15	17	19	22	24	26	29	33	38	42	48	57	65	72	
6	10	12	13	15	17	19	22	24	26	29	33	38	42	48	57	65	72	
6	10	12	13	15	17	19	22	24	26	29	33	38	42	48	57	65	72	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	26	29	33	38	42	48	57	65	73	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	26	29	33	38	42	48	57	66	73	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	26	29	33	38	43	48	57	66	73	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	26	29	33	38	43	48	58	66	73	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	26	29	33	38	43	48	58	66	73	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	27	29	33	38	43	48	58	66	73	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	27	29	33	38	43	48	58	66	73	
6	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	48	58	66	73	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	48	58	66	73	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	49	58	66	73	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	49	58	66	73	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	49	58	67	73	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	49	58	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	49	58	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	33	38	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	38	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	

7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	24	27	30	34	39	43	49	59	67	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	25	27	30	34	39	43	49	60	68	74	
7	10	12	14	15	17	19	22	25	27	30	34	39	43	50	60	68	75	
7	10	12	14	15	17	19	22	25	27	30	34	39	44	50	60	68	75	
7	10	12	14	15	17	19	22	25	27	30	35	39	44	50	60	68	75	
7	10	12	14	15	17	19	22	25	27	30	35	39	44	50	60	68	75	
7	10	12	14	15	17	19	22	25	27	30	35	40	44	50	60	68	75	
7	10	12	14	15	17	20	22	25	27	30	35	40	44	50	60	68	75	
8	10	12	14	15	17	20	22	25	27	30	35	40	44	50	60	68	75	
8	10	12	14	16	17	20	22	25	27	30	35	40	44	50	60	68	75	
8	10	12	14	16	17	20	22	25	27	30	35	40	44	50	60	68	75	
8	10	12	14	16	17	20	22	25	27	30	35	40	44	51	60	69	75	
8	11	12	14	16	18	20	22	25	27	30	35	40	44	51	60	69	76	
8	11	12	14	16	18	20	22	25	27	30	35	40	44	51	61	69	76	
8	11	13	14	16	18	20	22	25	27	30	35	40	44	51	61	69	76	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	27	30	35	40	44	51	61	69	76	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	27	30	35	40	44	51	61	69	77	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	27	30	35	40	44	52	61	69	77	

8	11	13	14	16	18	20	23	25	27	30	35	40	45	52	61	69	77	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	27	31	35	40	45	52	61	69	77	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	35	40	45	52	61	69	77	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	35	40	45	52	61	70	78	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	35	40	45	52	61	70	78	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	35	40	45	52	61	70	79	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	35	40	45	53	61	70	79	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	79	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	79	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	80	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	80	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	80	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	80	
8	11	13	14	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	81	
8	11	13	15	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	81	
8	11	13	15	16	18	20	23	25	28	31	36	40	45	53	62	70	83	
8	11	13	15	16	18	20	23	25	28	31	36	40	46	54	63	70	83	
8	11	13	15	16	18	20	23	25	28	31	36	40	46	54	63	70	84	
8	11	13	15	16	18	20	23	25	28	31	36	40	46	54	63	70	85	
8	11	13	15	16	18	20	23	25	28	31	36	41	46	54	63	70	86	
8	11	13	15	16	18	20	23	26	28	31	36	41	46	54	63	70	86	
8	11	13	15	16	18	20	23	26	28	31	36	41	46	54	63	70	86	
9	11	13	15	16	18	20	23	26	28	31	36	41	46	54	63	70	86	
9	11	13	15	16	18	20	23	26	28	31	36	41	46	55	63	70	87	

9	11	13	15	16	18	20	23	26	28	31	36	41	46	55	63	71	88	
9	11	13	15	16	18	20	23	26	28	31	36	41	46	55	63	71	88	
9	11	13	15	16	18	21	23	26	28	32	36	41	46	55	63	71	88	
9	11	13	15	16	18	21	23	26	29	32	36	41	46	55	63	71	88	
9	11	13	15	16	18	21	23	26	29	32	36	41	46	55	64	71	89	
9	11	13	15	16	18	21	23	26	29	32	36	41	46	55	64	71	89	
9	11	13	15	16	18	21	23	26	29	32	36	41	46	55	64	71	90	
9	11	13	15	16	18	21	23	26	29	32	37	41	46	55	64	71	90	

Fuente: García y Linares, (2022).

Cuadro A7.- Organización de datos para espesores de soldadura

ORDEN DE DATOS DE ESPESOR DE SOLDADURA (mm)																		
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7

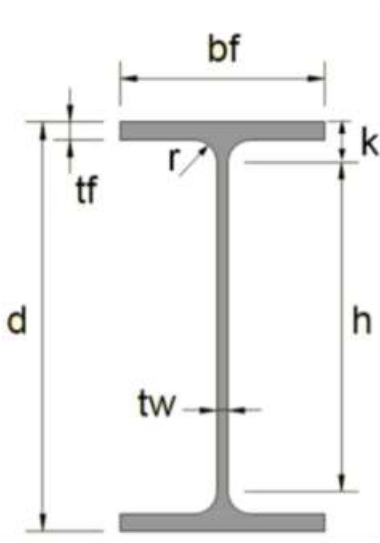
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	
3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	

Fuente: García y Linares, (2022).

**ANEXO B – HOJAS DE CÁLCULO PARA LA
VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES
SOLDADAS**

Anexo B1.- Cálculo de conexión a momento Viga – Columna para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a momento con alas de columnas rigidizadas



NOTA: Para perfiles de alma llena.

Medidas: (Solo si posee cartela)

Luz entre columnas: $a := 20 \text{ m}$

Pendiente (Hcolumna - Hcumbreira): $d := 2 \text{ m}$

$d_b := 270 \text{ mm}$

$$d_b := \frac{2 \cdot d_b}{\cos(\alpha)} = 550.694 \text{ mm}$$

$$\alpha := \text{atan}\left(\frac{d}{\frac{a}{2}}\right) = 11.31 \text{ deg}$$

Propiedades de la viga (IPE 270):

$d_b := d_b = 550.694 \text{ mm}$

$b_{fb} := 135 \text{ mm}$

$$t_{wb} := 6.6 \text{ mm}$$

$$t_{fb} := 10.2 \text{ mm}$$

$$r_b := 15 \text{ mm}$$

Propiedades de la columnas (HEA 240):

$$d_c := 230 \text{ mm}$$

$$b_{fc} := 240 \text{ mm}$$

$$t_{wc} := 7.5 \text{ mm}$$

$$t_{fc} := 12 \text{ mm}$$

$$r_c := 21 \text{ mm}$$

$$k = t_{fc} + r_c$$

Distancia desde la cara exterior del ala hasta el pie del filete del alma, según temas especiales:

$$k = d_f = t_{fc} + t_{wc}$$

Para perfiles HEA: $k := t_{fc} + t_{wc} = 19.5 \text{ mm}$

Materiales:

Acero (A36)

$$E := 2.1 \cdot 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del acero:

$$F_y := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión de fluencia mínima específica del ala:

Material de aporte del electrodo

TABLA 1.11 Resistencia del Electrodo y Valor Coeficiente C_1

Electrodo	F_{EXX} (ksi)	F_{EXX} (kgf/cm ²)	C_1
E60	60	4220	0,86
E70	70	4900	1,00
E80	80	5600	1,03
E90	90	6300	1,16
E100	100	7000	1,21
E110	110	7740	1,34

Resistencia limite a tracción del metal de aporte. (Resistencia de clasificación del

$$F_{EXX} := 70 \text{ ksi} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

metal de relleno):

Factor de minoración de resistencia: $\phi := 0.75$

Tensión nominal del metal de soldadura kgf/cm² (MPa): $F_{nw} := 0.60 \cdot F_{EXX}$

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot F_{nw} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante de diseño de la soldadura:

Cargas aplicadas

Momento:

Momento aplicado en el borde del alma de la columna, tomándose del SAP2000 a

una distancia $\frac{d_c}{2} = 0.115 \text{ m}$ ya que el programa modela los elementos a eje.

Momento en la junta. (SAP2000): $M_u := 13107.77 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

C_u = Fuerza a resistir por la soldadura a momento: $C_u := \frac{M_u}{d_b - t_{fb}} = 24251.458 \text{ kgf}$

Corte:

Reacción perpendicular a la viga (corte) (SAP2000): $R_u := 4092.06 \text{ kgf}$

Diseño de soldaduras para momento

Área de la soldadura del ala de la viga:

$$\text{LRFD: } \phi := 0.90$$

$$A_{we} = \frac{C_u}{\phi \cdot F_y}$$

$\phi \cdot F_y$ = Resistencia minorada del acero de miembro

$$A_{we} := \frac{C_u}{\phi \cdot F_y} = 10.651 \text{ cm}^2$$

Área efectiva de soldadura:

Según la AISC 360-16 en el capítulo "J" (2.a) el área efectiva de las soldaduras de filete será la longitud efectiva multiplicada por la garganta efectiva.

$$A_{we} = L_w \cdot t_g$$

Longitud de soldadura:

La soldadura que soportara las cargas de momento estarán ubicadas en el ala del perfil por lo que la longitud de soldadura será:

$$L_w := b_{fb} + (b_{fb} - 2 \cdot r_b - t_{wb}) = 23.34 \text{ cm}$$

Espesor requerido:

$$(J2-4): R_n = F_{nw} \cdot A_{we}$$

Resistencia de diseño de soldadura: $\phi R_n = \phi F_{nw} \cdot t_s \cdot L_w$

Espesor de garganta requerido: $t_s = D \cdot 0.707$

Sustituyendo en la fórmula de resistencia $\phi R_n = \phi F_{nw} \cdot t_g \cdot L_w$ tenemos:

$$D_{nw} := C_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.6636035827398191595 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{nw} = 6.636 \text{ mm}$$

$$t_{ns} := D_{nw} \cdot 0.707 = 4.692 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha más delgado

Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Dimensión de la Sección del Canto		Tipo de electrodos	
Tamaño Nominal	Garganta Efectiva	E60XX	E70XX
0	1	43.5	47.5
3	2.12	433	470
4	2.88	538	527
5	3.54	672	763
6	4.24	806	940
7	4.95	940	1096
8	5.66	1075	1253
9	6.36	1209	1409
10	7.07	1343	1566
11	7.78	1478	1723
12	8.49	1612	1879
13	9.19	1746	2036
14	9.90	1880	2192
15	10.61	2013	2349

Valores de ϕ 0.60 para ϕ 0.75

Fuente: AISC 360-16

Plancha más delgada a unir:

$$t_{min} := \min(t_{fc}, t_{fb}) = 10.2 \text{ mm}$$

$$t_{max} := \max(t_{fc}, t_{fb}) = 12 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla J2.4:

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \quad \parallel & \\ \quad \text{3 mm} & \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & \\ \quad \text{5 mm} & \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & \\ \quad \text{6 mm} & \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \\ \quad \text{8 mm} & \end{cases}$$

Nota: El tamaño mínimo de las soldaduras de filete no debe ser menor que el tamaño requerido para transmitir las fuerzas calculadas, ni menor que el tamaño que se muestra en la Tabla J2.4.

2b. Limitaciones: (AISC 360) CAP J

(a) Espesor de soldadura requerido en el ala según el espesor de plancha mas

grueso y espesor calculado: $D_{w_ala} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 6.636 \text{ mm}$

$$D_{w_ala} := \text{ceil} \left(\frac{D_{w_ala}}{\text{mm}} \right) \cdot \text{mm} = 7 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura a usar:

$$(b) \text{ if } (D_{w_ala} > t_{min}, \text{ "No cumple", "Cumple" }) = \text{ "Cumple" }$$

Longitud de soldadura efectiva:

$$L_{we} := C_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_ala} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \xrightarrow{\text{solve, } L_{we}} \frac{2.2126439458781973105 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{kgf} \cdot \text{mm}}$$

$$L_{we} = 221.264 \text{ mm}$$

$$L_w = 233.4 \text{ mm}$$

$$\text{if } (L_{we} \leq L_w, \text{ "OK", "Error" }) = \text{ "OK" }$$

Longitud de soldadura a utilizar: $L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 233.4 \text{ mm}$

$$L_{w_momento} := L_{we}$$

$$(c) \text{ if } (L_{we} < 4 \cdot D_{w_ala}, \text{ "No cumple", "Cumple" }) = \text{ "Cumple" }$$

(d)

$$\beta := \begin{cases} \text{if } L_{we} \leq 100 \cdot D_{w_ala} & = 1 \\ \parallel 1 \\ \text{else if } L_{we} \leq 300 \cdot D_{w_ala} & \\ \parallel 1.2 - 0.002 \cdot \left(\frac{L_{we}}{D_{w_ala}} \right) \\ \parallel \\ \text{else} & \\ \parallel \text{ " (3) Lefectiva = 180w" } & \end{cases}$$

Caso = "(1) Lefectiva = Lreal"

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{C_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_ala} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.948$$

$$\text{if } (D.C \leq 1, \text{ "Cumple", "No cumple" }) = \text{ "Cumple" }$$

Diseño de soldaduras para corte

Longitud de soldadura:

La longitud de soldadura por corte viene dada por el alma del perfil siendo esta:

Al ser cartela es 3: $L_w := 2 \cdot (d_b - 3 \cdot t_{fb} - 3 \cdot r_b) = 95.019 \text{ cm}$

Longitud redondeada: $L_w = 94.96 \text{ cm}$

Espesor requerido:

$$D_{nw} := R_u = \phi F_{nw} \cdot D \cdot 0.707 \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.027521557768737362942 \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$D_{nw} = 0.275 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha mas delgado

Plancha más delgada a unir:

$$t_{min} := \min(t_{fc}, t_{wb}) = 6.6 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla J2.4:

$$D_{w_min} = 5 \text{ mm}$$

(a) Espesor de soldadura requerido para el alma del perfil:

$$D_{w_alma} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 5 \text{ mm}$$

$$D_{w_alma} := \text{ceil}\left(\frac{D_{w_alma}}{\text{mm}}\right) \cdot \text{mm} = 5 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura a usar:

(b) **if**($D_{w_alma} > t_{min}$, “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

Longitud de soldadura efectiva:

clear(L_{we})

$$L_{we} := R_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \xrightarrow{\text{solve, } L_{we}} \frac{0.52268942514385999699 \cdot \text{cm}^2}{\text{mm}}$$

$$L_{we} = 52.269 \text{ mm}$$

$$L_w = 949.6 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura a utilizar: $L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 949.6 \text{ mm}$

$$L_{w_corte} := L_{we}$$

(c) $\text{if}(L_{we} < 4 \cdot D_{w_alma}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Factor de reducción para la longitud de soldadura

(d) $\beta = 0.82$ Caso = "(2) Se aplica la formula (J2-1)"

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{R_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.067$$

$\text{if}(D.C \leq 1, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Tamaño de soldadura a utilizar en todo el perfil:

Espesor de soldadura a usar en todo el perfil: $D_{viga} := \max(D_{w_ala}, D_{w_alma}) = 7 \text{ mm}$

Plancha más delgada a unir entre todas:

$$t_{min} := \min(t_{fc}, t_{wb}, t_{fb}) = 6.6 \text{ mm}$$

$\text{if}(D_{viga} < t_{min}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"No cumple"}$

Verificación de la columna

1. Flexión local del ala (patín)

(LRFD): $\phi_1 := 0.90$

La resistencia de diseño ϕR_n , o la resistencia admisible, $\frac{R_n}{\Omega}$ para el estado límite de flexión local del ala se determina como se indica a continuación:

$$R_n = 6.25 \cdot F_{yf} \cdot t_{fc}^2$$

$$R_{n_1} := 6.25 \cdot F_y \cdot t_{fc}^2 = 22770 \text{ kgf}$$

$$\phi_1 \cdot R_{n_1} = 20493 \text{ kgf}$$

$$\phi_1 \cdot R_{n_1} = 20493 \text{ kgf}$$

if($\phi_1 \cdot R_{n_1} < C_u$, "No cumple", "Cumple") = "No cumple"

if($\phi_1 \cdot R_{n_1} < C_u$, "rigidizar el patin (ala)", "OK") = "rigidizar el patin (ala)"

Por lo que es necesario rigidizar el patín (ala de la columna)

2. Fluencia local del alma:

(LRFD): $\phi_2 := 1$

La resistencia, R_n , se debe determinar como se muestra a continuación:

(a) Cuando la carga concentrada debe ser resistida es aplicada a una distancia desde el extremo del miembro mayor que la profundidad del miembro d .

$$R_n = F_{yw} \cdot t_w \cdot (5 \cdot k + l_b)$$

(b) Cuando la carga concentrada que debe ser resistida es aplicada a una distancia desde el extremo del miembro menor o igual a la profundidad del miembro d .

$$R_n = F_{yw} \cdot t_w \cdot (2.5 \cdot k + l_b)$$

Donde:

k = Distancia desde la cara exterior del ala hasta el pie del filete alma, cm (mm)

F_{yw} = Tensión de fluencia mínima específica del alma, kgf/cm² (MPa)

l_b = Longitud del apoyo (no menor que para reacciones extremas de viga), cm (mm)

t_w = espesor del alma, cm (mm)

Cuando se necesite, se debe disponer de un par de atiesadores de carga o planchas de refuerzo

$$l_b := b_{fb} = 135 \text{ mm}$$

$$R_{n_2} := F_y \cdot t_{wc} \cdot (5 \cdot k + l_b) = 44116.875 \text{ kgf}$$

$$\phi_2 \cdot R_{n_2} = 44116.875 \text{ kgf}$$

if ($\phi_2 \cdot R_{n_2} < C_u$, “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

3. Aplastamiento del alma:

(LRFD): $\phi_3 := 0.75$

(a) Cuando la fuerza concentrada a compresión que debe ser resistida es aplicada a una distancia desde el extremo del miembro que es mayor o igual a $d/2$:

$$R_n = 0.80 \cdot t_w^2 \cdot \left(1 + 3 \cdot \left(\frac{L_b}{d} \right) \cdot \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot F_{yw} \cdot t_f}{t_w}} \cdot Q_f \quad Ecu(J10-4)$$

(b) Cuando la fuerza concentrada a compresión que debe ser resistida es aplicada a una distancia desde el extremo del miembro que es mayor o igual a $d/2$:

(i) Para $\frac{l_b}{d} \leq 0.2$

$$R_n = 0.40 \cdot t_w^2 \cdot \left(1 + 3 \cdot \left(\frac{L_b}{d} \right) \cdot \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot F_{yw} \cdot t_f}{t_w}} \cdot Q_f \quad Ecu(J10-5a)$$

(ii) Para $\frac{l_b}{d} > 0.2$

$$R_n = 0.40 \cdot t_w^2 \cdot \left(1 + \left(\frac{4 \cdot l_b}{d} - 0.2 \right) \cdot \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot F_{yw} \cdot t_f}{t_w}} \cdot Q_f \quad Ecu(J10-5b)$$

$Q_f := 1.0$ para secciones de ala ancha y secciones tubulares.

d = es la profundidad total el miembro

Distancia desde el extremo del miembro donde la fuerza concentrada a compresión

debe ser resistida: $x := 0 \text{ m}$

$$\frac{d_c}{2} = 4.528 \text{ in}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } x \geq \frac{d_c}{2} & = \text{"(J10-5b)"} \\ \parallel & \text{"(J10-4)"} \\ \text{else if } \frac{l_b}{d_c} \leq 0.2 & \\ \parallel & \text{"(J10-5a)"} \\ \text{else if } \frac{l_b}{d_c} > 0.2 & \\ \parallel & \text{"(J10-5b)"} \end{array}$$

$$\frac{l_b}{d_c} = 0.587$$

$$R_{n_3} := 0.40 \cdot t_{wc}^2 \cdot \left(1 + \left(\frac{4 \cdot l_b}{d_c} - 0.2 \right) \cdot \left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}} \right)^{1.5} \right) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot F_y \cdot t_{fc}}{t_{wc}}} \cdot Q_f = 42760.603 \text{ kgf}$$

$$\phi_3 \cdot R_{n_3} = 70703.245 \text{ lbf}$$

$$\text{if } (\phi_3 \cdot R_{n_3} < C_u, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Diseño de atiesador

Fuerza horizontal aplicada al rigidizador: $C_u \cdot \cos(\alpha) = 23780.511 \text{ kgf}$

$$\Delta P_u := C_u - \phi_1 \cdot R_{n_1} = 3758.458 \text{ kgf}$$

ΔP_u = Fuerza a resistir por el rigidizador, para aportar la resistencia necesaria al patín (ala de la columna) para que pueda resistir la fuerza $C_u = 24251.458 \text{ kgf}$ aplicada al mismo.

$$A_{requerida} := \frac{\Delta P_u}{F_y} = 1.486 \text{ cm}^2$$

Área requerida para el atiesador:

$$b_{r_min} := \frac{b_{fb}}{3} - \frac{t_{wc}}{2} = 4.125 \text{ cm}$$

Ancho mínimo del atiesador:

$$t_r := \frac{A_{requerida}}{b_{r_min}} = 3.601 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de los atiesadores:

DIMENSIONES DISPONIBLES DE STOCK

Calidad ASTM-A-36.	Peso Teórico por Lamina kg											
ESPELOR (mm) ANCHO X LARGO	5	6	8	10	13	16	19	22	25	31	38	50
2.400 x 6.000	576.0	691.2	921.6	1152.0	1497.6	1843.2	2188.8	2534.4	2880.0	3571.2	4377.6	5760.0
2.400 x 12.000	1152.0	1382.4	1843.2	2304.0	2995.2	3686.4	4377.6	5068.8	5760.0	-----	-----	-----

$$t_{fb} = 10.2 \text{ mm}$$

Se coloca un espesor de rigidizar cercano al espesor del ala de la viga para, que exista una continuidad en el elemento:

$$t_r := 10 \text{ mm}$$

Espesor del atiesador: $\text{if}(t_r \leq t_{fb}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$

$$b_{r_requerido} := \frac{A_{requerida}}{t_r} = 1.486 \text{ cm}$$

Ancho requerido del atiesador:

$$b_{r_max} := \frac{b_{fc} - t_{wc}}{2} = 11.625 \text{ cm}$$

Ancho máximo del atiesador:

$$\text{if}\left(b_{r_requerido} < \left(\frac{b_{fc} - t_{wc}}{2}\right), \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}\right) = \text{"Cumple"}$$

Ancho del atiesador (completo hasta el borde): $b_r := b_{r_max} - 2 \cdot (1 \text{ mm}) = 11.425 \text{ cm}$

$$b_r := \text{Trunc}(b_r, 1 \text{ mm}) = 11.4 \text{ cm}$$

$\text{if}(b_r > b_{r_requerido}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$

$$l_{r_minimo} := \frac{d_c}{2} - t_{fc} = 10.3 \text{ cm}$$

longitud mínima de los atiesadores:

Longitud libre en el alma de la columna: $l_{r_max} := d_c - 2 \cdot t_{fc} = 20.6 \text{ cm}$

Longitud del atiesador (Llega completo al final): $l_r := l_{r_max} - 2 \cdot (1 \text{ mm}) = 204 \text{ mm}$

$$l_r := \text{Trunc}(l_r, 1 \text{ mm}) = 204 \text{ mm}$$

$$\text{if}(l_r \geq l_{r_m\underline{m}i\underline{n}i\underline{m}o}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

$$\text{if}(l_r < l_{r_m\underline{a}x}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Diseño de soldadura de las placas atiesadoras

Tamaño mínimo de la soldadura que requiere según TABLA J2.4

Esesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete ^(a) , mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

(a) Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Plancha más delgada a unir: $t_{min} := \min(t_r, t_{wc}, t_{fc}) = 7.5 \text{ mm}$

Plancha más gruesa a unir: $t_{max} := \max(t_r, t_{wc}, t_{fc}) = 12 \text{ mm}$

$$D_{w_plancha} := D_{min} = 5 \text{ mm}$$

Espeor de garganta efectiva: $t_s := D_{min} \cdot 0.707 = 3.535 \text{ mm}$

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia limite a tracción del material de aporte:

$$\phi F_{nw} = \phi \cdot (0.60 \cdot F_{EXX})$$

$$\phi F_{nw} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante de diseño de la soldadura:

Longitud de soldadura requerida. (para el alma y ala de la columna con el

rigidizador):

$$L_{w_plancha} := \frac{\Delta P_u}{\phi F_{nw} \cdot t_s} = 4.801 \text{ cm}$$

$$L_{w_plancha} := \text{ceil} \left(\frac{L_{w_plancha}}{cm} \right) \cdot cm = 50 \text{ mm}$$

Longitud máxima de soldadura: $L_{w_max} := (l_{r_max} - 2 \cdot r_c) + 2 \cdot (b_r - r_c) = 350 \text{ mm}$

if($L_{w_plancha} \leq L_{w_max}$, “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

(b) if($D_{min} > t_{min}$, “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

(c) if($L_{w_plancha} < 4 \cdot D_{min}$, “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

Resumen de datos

Viga/Columna:

Tamaño de soldadura:

$$D_{w_alma} = 5 \text{ mm}$$

$$D_{w_ala} = 7 \text{ mm}$$

$$D_{w_viga_columna} := D_{viga} = 7 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura:

$$L_{w_momento} = 233.4 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte} = 949.6 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte_real} = 950.188 \text{ mm}$$

$$L_{total_viga_columna} := L_{w_momento} + L_{w_corte} = 1183 \text{ mm}$$

Plancha/columna:

Tamaño de soldadura:

$$D_{w_plancha_columna} := D_{w_plancha} = 5 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura:

$$L_{total_plancha_columna} := L_{w_plancha} = 50 \text{ mm}$$

Dimensiones de la plancha:

Espesor del atiesador: $t_r = 10 \text{ mm}$

Ancho requerido del atiesador: $b_r = 114 \text{ mm}$

longitud mínima de los atiesadores: $l_r = 204 \text{ mm}$

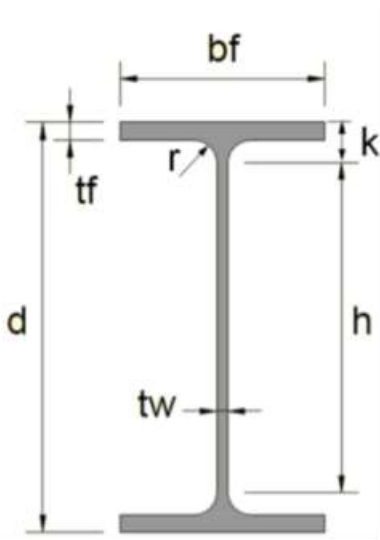
Longitud de soldadura total

$$L_{w_total} := L_{total_viga_columna} + L_{w_max} = 1533 \text{ mm}$$

Tamaño de soldadura total $D_{w_total} := \max(D_{w_viga_columna}, D_{w_plancha_columna}) = 7 \text{ mm}$

Anexo B2.- Cálculo de conexión a momento Viga – Viga para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a momento (cubrerera "alma llena")



Medidas: (Solo si posee cartela)

Luz entre columnas: $a := 20 \text{ m}$

Pendiente (Hcolumna-Hcubrerera): $d := 2 \text{ m}$

$d_b := 270 \text{ mm}$

$$d_b := \frac{2 \cdot d_b}{\cos(\alpha)} = 550.694 \text{ mm}$$

$$\alpha := \text{atan}\left(\frac{d}{\frac{a}{2}}\right) = 11.31 \text{ deg}$$

Propiedades de la viga (IPE 270):

$d_b := d_b = 550.694 \text{ mm}$

$b_{fb} := 135 \text{ mm}$

$$t_{wb} := 6.6 \text{ mm}$$

$$t_{fb} := 10.2 \text{ mm}$$

$$r_b := 15 \text{ mm}$$

$$r_b := 15 \text{ mm}$$

Materiales:

Acero (A36)

$$E := 2.1 \cdot 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del acero:

$$F_y := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión de fluencia mínima específica del ala:

Material de aporte del electrodo

Resistencia límite a tracción del metal de aporte. (Resistencia de clasificación del

$$F_{EXX} := 70 \text{ ksi} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

metal de relleno):

Factor de minoración de resistencia: $\phi := 0.75$

Esfuerzo cortante de diseño de la soldadura:

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cargas aplicadas

Momento:

Momento en la junta. (SAP2000): $M_u := 5735.57 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

$$C_u := \frac{M_u}{d_b - t_{fb}} = 10611.716 \text{ kgf}$$

Corte:

Reacción perpendicular a la viga (corte) (SAP2000): $R_u := 698.81 \text{ kgf}$

Diseño de soldaduras para momento

$$L_w := b_{fb} + (b_{fb} - 2 \cdot r_b - t_{wb}) = 23.34 \text{ cm}$$

Espesor requerido:

Sustituyendo en la fórmula de resistencia $\phi R_n = \phi F_{nw} \cdot t_g \cdot L_w$ tenemos:

$$D_{nw} := C_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.29037317568549221101 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{nw} = 2.904 \text{ mm}$$

$$t_{ns} := D_{nw} \cdot 0.707 = 2.053 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha mas delgado

Plancha más delgada a unir:

$$t_{min} := t_{fb} = 10.2 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4): $D_{w_min} = 5 \text{ mm}$

$$(a) D_{w_ala} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 5 \text{ mm}$$

$$D_{w_ala} := \text{ceil} \left(\frac{D_{w_ala}}{\text{mm}} \right) \cdot \text{mm} = 5 \text{ mm}$$

Espesor a usar:

$$(b) \text{if}(D_{w_ala} > t_{min}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Longitud de soldadura efectiva:

$$L_{we} := C_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_ala} \cdot 0.707) \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve, } L_{we}} \frac{1.3554619840998778152 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{kgf} \cdot \text{mm}}$$

Longitud de soldadura efectiva: $L_{we} = 135.546 \text{ mm}$

$$L_w = 233.4 \text{ mm}$$

$$\text{if}(L_{we} \leq L_w, \text{"OK"}, \text{"Error"}) = \text{"OK"}$$

Longitud de soldadura a utilizar: $L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 233.4 \text{ mm}$

$$L_{w_momento} := L_{we}$$

(c) $\text{if}(L_{we} < 4 \cdot D_{w_ala}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Factor de reducción para la longitud de soldadura

(d) $\beta = 1$ Caso = "(1) Lefectiva = Lreal"

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{C_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_ala} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.581$$

$\text{if}(D.C \leq 1, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Diseño de soldaduras para corte

La longitud de soldadura por corte viene dada por el alma del perfil siendo esta:

Al ser cartela es 3: $L_w := 2 \cdot (d_b - 3 \cdot t_{fb} - 3 \cdot r_b) = 95.019 \text{ cm}$

Longitud redondeada: $L_w = 94.96 \text{ cm}$

$$D_{nw} := R_u = \phi F_{nw} \cdot D \cdot 0.707 \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve}, D} \frac{0.0046999163708184524658 \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$D_{nw} = 0.047 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha mas delgado

Plancha más delgada a unir:

$$t_{min} := \min(t_{wb}, t_{wb}) = 6.6 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4): $D_{w_min} = 5 \text{ mm}$

(a) Espesor de soldadura requerido para el alma del perfil:

$$D_{w_alma} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 5 \text{ mm}$$

$$D_{w_alma} := \text{ceil} \left(\frac{D_{w_alma}}{mm} \right) \cdot mm = 5 \text{ mm}$$

Espesor a usar:

$$(b) \text{ if}(D_{w_alma} > t_{min}, \text{“No cumple”}, \text{“Cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

Longitud de soldadura efectiva: $\text{clear}(L_{we})$

$$L_{we} := R_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \xrightarrow{\text{solve}, L_{we}} \frac{0.089260811714584049231 \cdot cm^2}{mm}$$

$$L_{we} = 8.926 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura efectiva: $L_w = 949.6 \text{ mm}$

Longitud de soldadura a utilizar: $L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 949.6 \text{ mm}$ $L_{w_corte} := L_{we}$

$$(c) \text{ if}(L_{we} < 4 \cdot D_{w_alma}, \text{“No cumple”}, \text{“Cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

Factor de reducción para la longitud de soldadura

$$(d) \beta = 0.82 \quad \text{Caso} = \text{“(2) Se aplica la formula (J2-1)”}$$

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{R_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.011$$

$$\text{if}(D.C \leq 1, \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

Tamaño de soldadura a utilizar en todo el perfil:

Espesor de soldadura a usar en todo el perfil: $D_{viga} := \max(D_{w_ala}, D_{w_alma}) = 5 \text{ mm}$

Plancha más delgada a unir entre todas:

$$t_{min} := \min(t_{wb}, t_{fb}) = 6.6 \text{ mm}$$

$$\text{if}(D_{viga} < t_{min}, \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

Resumen de datos

Viga/Viga:

Tamaño de soldadura:

$$D_{w_alma} = 5 \text{ mm}$$

$$D_{w_ala} = 5 \text{ mm}$$

$$D_{w_viga_columna} := D_{viga} = 5 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura:

$$L_{w_momento} = 233.4 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte} = 949.6 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte_real} = 950.188 \text{ mm}$$

$$L_{total_viga_columna} := L_{w_momento} + L_{w_corte} = 1183 \text{ mm}$$

Anexo B3.- Cálculo de conexión a corte Arriostre - Techo para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Arriostre - techo "alma llena")

1. DATOS GENERALES:

Altura de piso:

$$h := 5099 \text{ mm} = 5.099 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 3.937 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 49.641^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 40.359 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la viga del pórtico se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arriostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.1. Viga a utilizar: IPE 160

Altura de la sección: $d_b := 160 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fb} := 7.4 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_{fb} := 82 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wb} := 5 \text{ mm}$

Radio: $r_b := 9 \text{ mm}$

Peso: $PP_b := 15.8 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Modulo Plástico (Z):

$$Z_{xb} := b_{fb} \cdot t_{fb} \cdot (d_b - t_{fb}) + t_{wb} \cdot \left(\frac{d_b}{2} - t_{fb} \right)^2 + 0.8584 r_b^2 \left(\frac{d_b}{2} - t_{fb} - 0.2234 r_b \right) = 123.86 \text{ cm}^3$$

2.2. Viga de pórtico a utilizar IPE 270

Altura de la sección: $d_c := 270 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fc} := 10.2 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_c := 135 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wc} := 6.6 \text{ mm}$

Radio: $r_c := 15 \text{ mm}$

Peso: $PP_c := 36.1 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Modulo Plástico (Z):

$$Z_x := b_c \cdot t_{fc} \cdot (d_c - t_{fc}) + t_{wc} \cdot \left(\frac{d_c}{2} - t_{fc} \right)^2 + 0.8584 r_c^2 \left(\frac{d_c}{2} - t_{fc} - 0.2234 r_c \right) = 483.997 \text{ cm}^3$$

2.2. Arriostramiento a utilizar: L 90x90x7mm

Altura de la sección: $d_a := 90 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 7 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $A_{ga} := 12.20 \text{ cm}^2$

Área gruesa: $b_a := 90 \text{ mm}$

Inercia: $I_a := 92.50 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 9.62 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Radio de giro: $r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 2.75 \text{ cm}$

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

Módulo de elasticidad: $E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

Tensión cedente de la viga: $F_{yb} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión ultima en arriostramientos: $F_{ua} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente en columna: $F_{yc} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión ultima en planchas: $F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente del arriostramiento: $F_{ya} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$F_{yp1} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas:

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último: $R_t := 1.3$

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente: $R_y := 1.4$

Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas: $R_{yp1} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{EXX} :

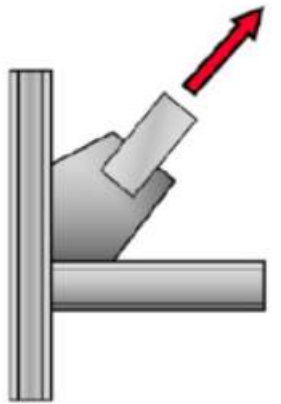
$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4. CARGAS DE DISEÑO:



Fuerza de diseño a tracción.

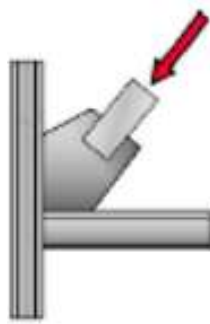
4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$\phi R_n := 0.9 \cdot F_{ya} A_{ga} = 27779.4 \text{ kgf}$$

$$P_{u_tracc} := \phi R_n = 27779.4 \text{ kgf}$$

4.2. Fuerza de diseño a compresión:



Fuerza de diseño a compresión.

Según el Apéndice C y la Sección 15.5.2 de la Norma **COVENIN 1618:1998**

$$\lambda_c = \frac{kL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{195}{\pi} \sqrt{\frac{3500}{2.1 \times 10^6}} = 2.534 > 1.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y = 478 \text{ kgf / cm}^2$$

$$\phi_c N_t = 0.9 \times 6.36 \times 478 = 2736 \text{ kgf.}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostamiento:

$$L_{ba} := 0.9 L_a = 3.543 \text{ m}$$

Resistencia elástica al pandeo:

$$\lambda := \frac{K \cdot L_{ba}}{\pi \cdot r_a} \cdot \sqrt{\frac{F_{ya}}{E}} = 1.422$$

Tensión crítica a compresión del arriostamiento:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda^2} \cdot F_{ya} = 1097.704 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

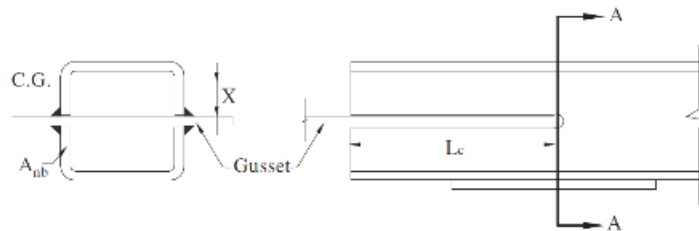
$$\phi_c N_t := 0.90 \cdot F_{cr} \cdot A_{ga} = 12052.789 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp} := \phi_c N_t = 12052.789 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción: $T_u := P_{u_tracc} = 27779.4 \text{ kgf}$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Longitud mínima de desarrollo del arriostramiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot t_a)} = 8.313 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 9 \text{ cm}$$

$$L_d := 13 \text{ cm} = 130 \text{ mm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.639$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostramiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := 2 \cdot L_d + b_a = 35 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.50690496148434296645 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 5.069 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_a = 7 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{w_min} = 5 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 5.069 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 1$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.845$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

Longitud de plancha en X: $L_x := 280 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y := 310 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} := 10 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP:

$$L_{pn} := 348.61 \text{ mm}$$

NOTA: L_{pn} Valor que debe ser determinado en función de la geometría, ver siguiente figura.

Separación entre el arriestre y la cara del elemento vertical: $l_{x_columna} := 105 \text{ mm}$

Longitud de ubicación aproximada de resultantes de fuerza de plancha nodo:

$$\alpha' := \frac{L_x}{2} = 140 \text{ mm}$$

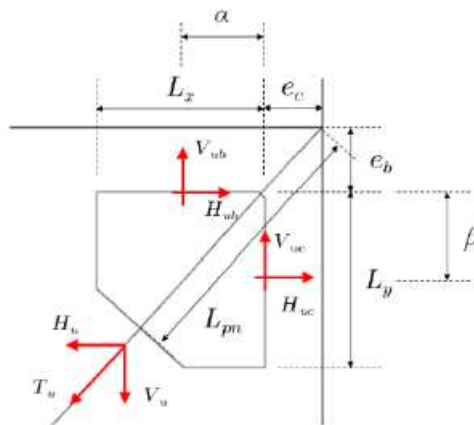
$$\beta' := \frac{L_y}{2} = 155 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de columna y PL nodo:

$$e_c := \frac{t_{wc}}{2} = 3.3 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de viga y PL nodo:

$$e_b := \frac{t_{fb}}{2} = 3.7 \text{ mm}$$



Geometría de la plancha nodo y fuerzas transferidas.

Chequeo de bloque de Whitmore:

Angulo de Whitmore

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{arriostre} = 40.359 \text{ deg}$$

$$\theta = 49.641 \text{ deg}$$

$$\text{if}(\alpha_{arriostre} \geq 30 \text{ deg}, \text{"Ok"}, \text{"Comprobar Whitmore"}) = \text{"Ok"}$$

$$\text{if}(\theta \geq 30 \text{ deg}, \text{"Ok"}, \text{"Comprobar Whitmore"}) = \text{"Ok"}$$

Dichas longitudes deben llevarse a los valores para los cuales se produzcan fuerzas uniformes. Para ello se toma:

$$\beta := \beta' = 155 \text{ mm}$$

Por lo tanto el valor de α debe ser:

$$\alpha := e_b \cdot \tan(\theta) - e_c + \beta \cdot \tan(\theta) = 183.442 \text{ mm}$$

Verificando la excentricidad:

NOTA: De verificarse que la excentricidad α es despreciable, considerar $\alpha = \alpha'$

$$\alpha - \alpha' = 43.442 \text{ mm}$$

5.3.2. Cálculo de las fuerzas en la interfaz de l a plancha nodo:

$$r := \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} = 245.068 \text{ mm}$$

$$H_{uc} := \frac{e_c}{r} \cdot T_u = 374.067 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en columna:

$$V_{uc} := \frac{\beta}{r} \cdot T_u = 17569.827 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en columna:

$$H_{ub} := \frac{\alpha}{r} \cdot T_u = 20793.891 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en viga:

$$V_{ub} := \frac{e_b}{r} \cdot T_u = 419.409 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en viga:

5.3.3. Cálculo de la soldadura en conexión plancha nodo-viga y plancha nodo-

columna:

Resistencia límite a tracción del metal de aporte:

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$P_{uc} := \sqrt{H_{uc}^2 + V_{uc}^2} = 17573.809 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$\theta_c := \text{atan}\left(\frac{H_{uc}}{V_{uc}}\right) = 1.22^\circ$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$P_{ub} := \sqrt{H_{ub}^2 + V_{ub}^2} = 20798.12 \text{ kgf}$$

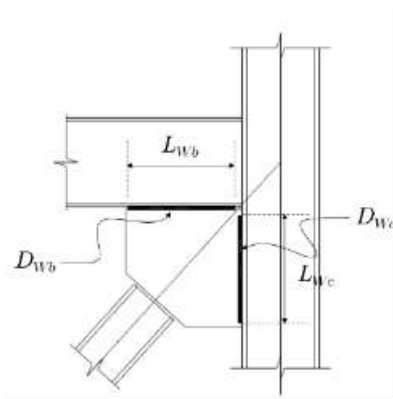
Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$\theta_b := \text{atan}\left(\frac{V_{ub}}{H_{ub}}\right) = 1.155^\circ$$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

$$\phi F_w = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado de diseño de la soldadura:



Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnc} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_c))^{1.5}\right) = 2218.108 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_b para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnb} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_b))^{1.5}\right) = 2217.84 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Espesor propuesto de soldadura en viga, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_b} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 7.4 \text{ mm}$$

Espesor propuesto de soldadura en columna, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_c} := \min(t_{fc}, t_{pn}) = 10 \text{ mm}$$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{wb_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_b} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \quad \parallel & \\ \quad 3 \text{ mm} & \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & \\ \quad 5 \text{ mm} & \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & \\ \quad 6 \text{ mm} & \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & \\ \quad 8 \text{ mm} & \end{cases}$$

$$D_{wc_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_c} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 13 \text{ mm} \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 19 \text{ mm} \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

(a) $D_{wb} := D_{wb_min} = 5 \text{ mm}$ $D_{wc} := D_{wc_min} = 5 \text{ mm}$

Longitud de soldadura en viga, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$$Clip := 125 \text{ mm}$$

$$L_{wb} := \text{Floor}(L_x - Clip, 10 \text{ mm})$$

$$L_{wb} = 150 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura en columna, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$$L_{wc} := \text{Floor}(L_y - Clip, 10 \text{ mm})$$

$$L_{wc} = 180 \text{ mm}$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{L_{wc}}{D_{wc}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wc}}{D_{wc}} \right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nc} := \frac{2 \cdot \phi F_{unc} \cdot L_{wc} \cdot D_{wc} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 28231.905 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en columna:

$$\frac{P_{uc}}{\phi R_{nc}} = 0.622$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{L_{wb}}{D_{wb}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wb}}{D_{wb}} \right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nb} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnb} \cdot L_{wb} \cdot D_{wb} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 23523.748 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en viga:

$$\frac{P_{ub}}{\phi R_{nb}} = 0.884$$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 240.111 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 24.011 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

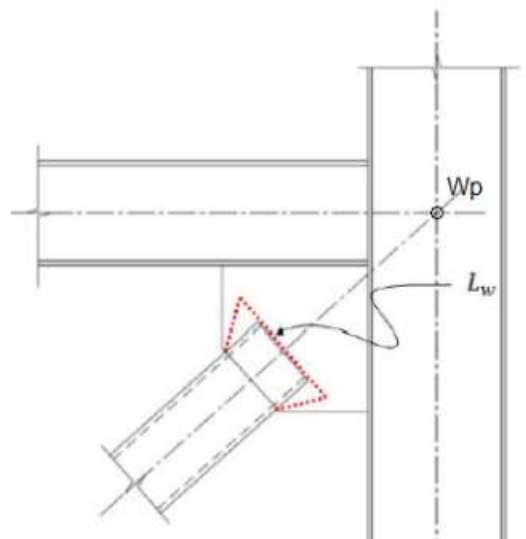
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 54673.291 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.508$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 130 \text{ mm}$$

$$T_u = 27779.4 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción: $U_{bs} := 1.0$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 9 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostramiento), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arriostramiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 52 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 52 \text{ cm}^2$$

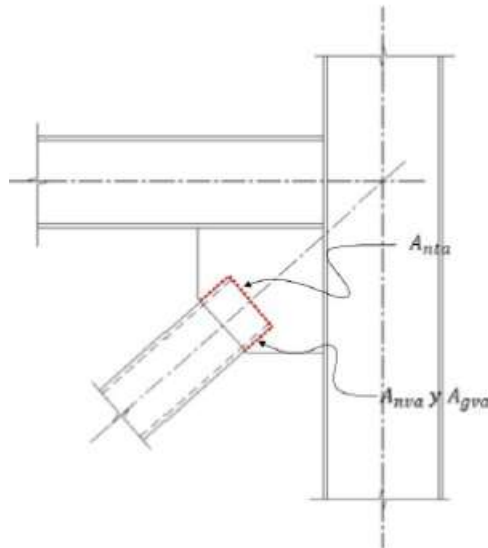
Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 59202 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.469$$



5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pm} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 213.652 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva: $K := 1$

$$r := \frac{t_{pm}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo:

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 74.011$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 3783.756 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1912.395 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

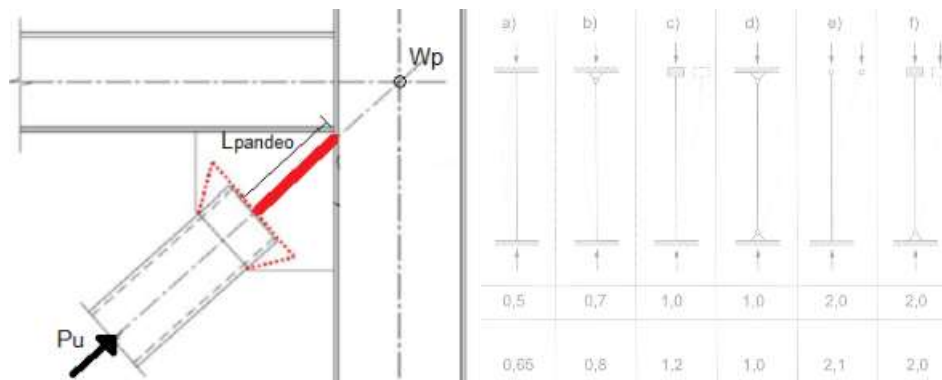
Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 45918.729 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 41326.856 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u, comp}}{\phi R_n} = 0.204$$



5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e_max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 216.078 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría $L_{x1} := 188.58 \text{ mm}$

Longitud libre en Y de la geometría $L_{y2} := 202.42 \text{ mm}$

if ($L_{x1} \leq L_{e_max}$, “Esbeltez Ok”, “Aumentar t”) = “Esbeltez Ok”

if ($L_{y2} \leq L_{e_max}$, “Esbeltez Ok”, “Aumentar t”) = “Esbeltez Ok”

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo: $l_1 := L_{pn} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 213.652 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC: $K := 1.2$

Área crítica: $A_{ef} = 24.011 \text{ cm}^2$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 88.814$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 2627.608 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_c} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1690.826 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

Resistencia a compresión: $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 40598.595 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión: $\phi \cdot P_n = 36538.736 \text{ kgf}$

$$P_u := P_{u_comp} = 12052.789 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.33$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

Geometría:

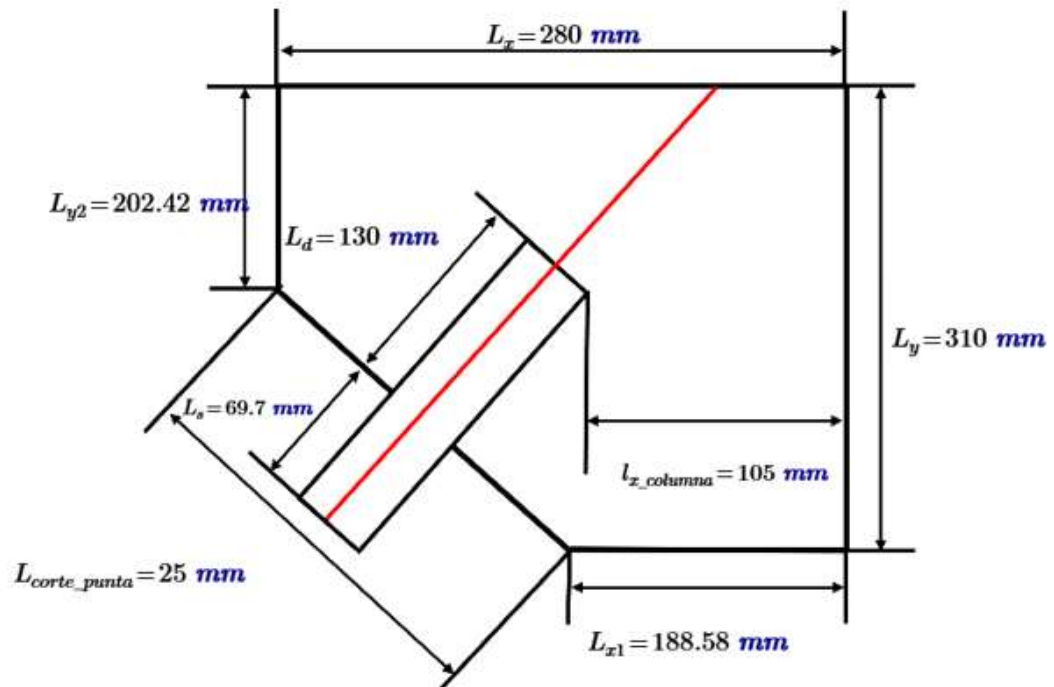
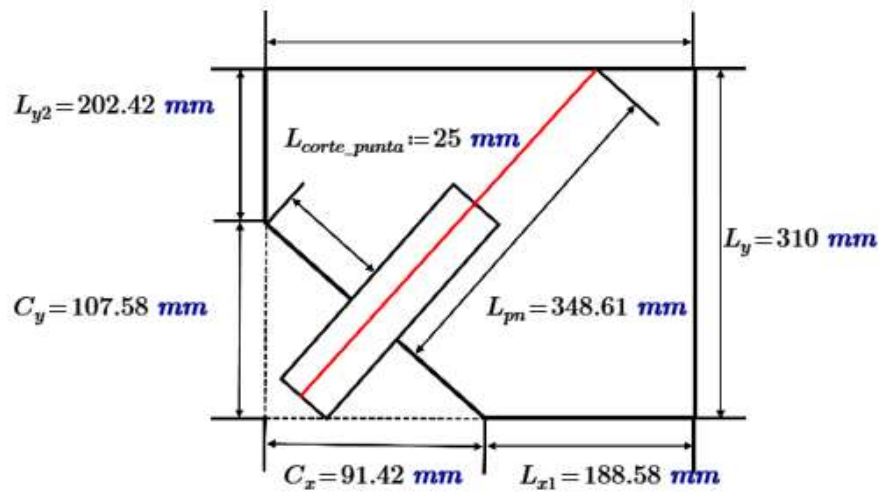
$$C_x := L_x - L_{x1} = 91.42 \text{ mm}$$

$$C_y := L_y - L_{y2} = 107.58 \text{ mm}$$

$$L_{corte_punta} := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 141.177 \text{ mm}$$

$$L_s := C_x \cdot \cos(\alpha_{arriostre}) = 69.662 \text{ mm}$$

$$L_{sobrante} := L_s$$



Espesor: $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Peso materiales:

$$\gamma_{planchas_a36} = 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Arriostre:

$$PP_a = 9.62 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_a = 90 \text{ mm}$$

$$b_a = 90 \text{ mm}$$

$$t_a = 7 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := L_d + L_{\text{sobrante}} = 199.662 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := \text{ceil} \left(\frac{L_{\text{arriostre}}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 200 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{arriostre}} := PP_a \cdot L_{\text{arriostre}} = 1.924 \text{ kgf}$$

Viga (tranque):

$$d_b = 160 \text{ mm}$$

$$b_{fb} = 82 \text{ mm}$$

$$t_{fb} = 7.4 \text{ mm}$$

$$t_{wb} = 5 \text{ mm}$$

$$L_{\text{tranque}} := L_x - (t_{wc} - t_{wb}) = 278.4 \text{ mm}$$

$$L_{\text{tranque}_F} := L_{\text{tranque}} + 20 \text{ mm} = 298.4 \text{ mm}$$

$$L_{\text{tranque}_F} := \text{ceil} \left(\frac{L_{\text{tranque}_F}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 300 \text{ mm}$$

$$PP_b = 15.8 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$PP_{\text{viga}_\text{tranque}} := PP_b \cdot L_{\text{tranque}_F} = 4.74 \text{ kgf}$$

Viga p3rtico:

$$PP_c = 36.1 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_c = 270 \text{ mm}$$

$$b_c = 135 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 10.2 \text{ mm}$$

$$t_{wc} = 6.6 \text{ mm}$$

Sacada del plano $dist_b := 197.27 \text{ mm}$

$$L_{viga_portico} := dist_b + (20 \text{ mm}) = 217.27 \text{ mm}$$

$$L_{viga_portico} := \text{ceil} \left(\frac{L_{viga_portico}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 220 \text{ mm}$$

$$PP_{viga_portico} := PP_c \cdot L_{viga_portico} = 7.942 \text{ kgf}$$

Plancha:

Espesor de la plancha. $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Longitud en X de la plancha $L_x = 280 \text{ mm}$

Longitud en Y de la plancha $L_y = 310 \text{ mm}$

$$PP_{plancha} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{planchas_a36} = 6.944 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{total} := PP_{arriostre} + PP_{viga_tranque} + PP_{viga_portico} + PP_{plancha} = 21.55 \text{ kgf}$$

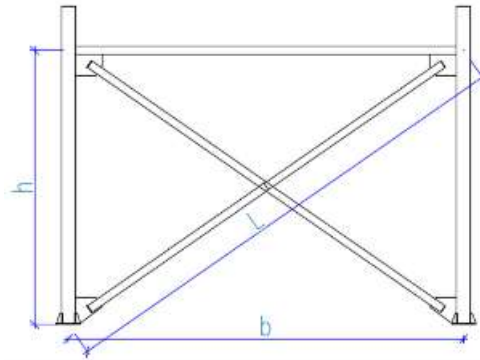
Longitud de soldadura:

Longitud de soldadura de arriostre $l_w = 350 \text{ mm}$

$$L_{wT} := 2 \cdot (L_x + L_y) + l_w = 1530 \text{ mm}$$

Anexo B4.- Cálculo de conexión a corte Arriostre - Columna para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Arriostre - Columna "alma llena")



1. DATOS GENERALES:

Altura de piso:

$$h := 5842 \text{ mm} = 5.842 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 4.187 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 45.764^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 44.236 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la columna se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arrostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.1. Viga a utilizar: IPE 160

Altura de la sección: $d_b := 160 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fb} := 7.4 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_{fb} := 82 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wb} := 5 \text{ mm}$

Radio: $r_b := 9 \text{ mm}$

Peso: $PP_b := 15.8 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Modulo Plástico (Z)

$$Z_{xb} := b_{fb} \cdot t_{fb} \cdot (d_b - t_{fb}) + t_{wb} \cdot \left(\frac{d_b}{2} - t_{fb} \right)^2 + 0.8584 r_b^2 \left(\frac{d_b}{2} - t_{fb} - 0.2234 r_b \right) = 123.86 \text{ cm}^3$$

2.2. Columna a utilizar: HEA240

Altura de la sección: $d_c := 230 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fc} := 12 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_c := 240 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wc} := 7.5 \text{ mm}$

Radio: $r_c := 21 \text{ mm}$

Peso: $PP_c := 60.3 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Modulo Plástico (Z)

$$Z_x := b_c \cdot t_{fc} \cdot (d_c - t_{fc}) + t_{wc} \cdot \left(\frac{d_c}{2} - t_{fc} \right)^2 + 0.8584 r_c^2 \left(\frac{d_c}{2} - t_{fc} - 0.2234 r_c \right) = 744.623 \text{ cm}^3$$

2.2. Arriostramiento a utilizar: L 100x100x8mm

Altura de la sección: $d_a := 100 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 8 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $A_{ga} := 15.5 \text{ cm}^2$

Área gruesa: $b_a := 100 \text{ mm}$

Inercia: $I_a := 145 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 12.2 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Radio de giro: $r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 3.06 \text{ cm}$

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

Modulo de elasticidad: $E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

Tensión cedente de la viga $F_{yb} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$F_{ua} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en arriostramientos

$$F_{yc} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en columna

$$F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en planchas

$$F_{ya} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente del arriostramiento

$$F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último: $R_t := 1.3$

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente: $R_y := 1.4$

Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas: $R_{ypl} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{exx} :

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

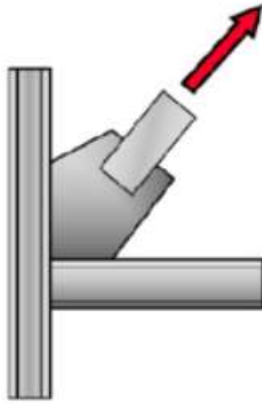
4. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$\phi R_n := 0.9 \cdot F_{ya} A_{ga} = 35293.5 \text{ kgf}$$

$$P_{u_tracc} := \phi R_n = 35293.5 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción.

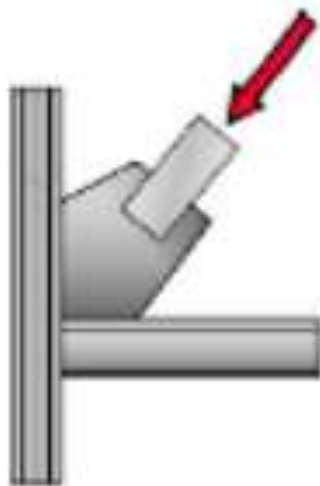
4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 \quad L_a = 3.768 \text{ m}$$



Fuerza de diseño a compresión.

Resistencia elástica al pandeo:

Según el Apéndice C y la Sección 15.5.2 de la Norma **COVENIN 1618:1998**

$$\lambda_c = \frac{kL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{195}{\pi} \sqrt{\frac{3500}{2.1 \times 10^6}} = 2.534 > 1.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y = 478 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\phi_c N_t = 0.9 \times 6.36 \times 478 = 2736 \text{ kgf.}$$

$$\lambda := \frac{K \cdot L_{ba}}{\pi \cdot r_a} \cdot \sqrt{\frac{F_{ya}}{E}} = 1.361$$

Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda^2} \cdot F_{ya} = 1197.381 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

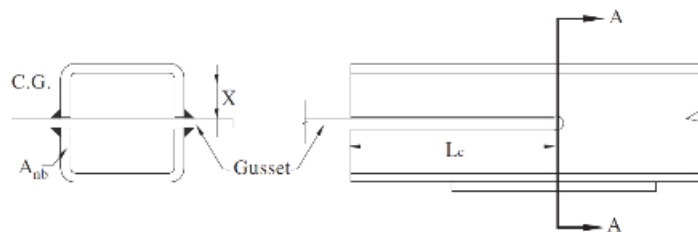
$$\phi_c N_t := 0.90 \cdot F_{cr} \cdot A_{ga} = 16703.47 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp} := \phi_c N_t = 16703.47 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_u := P_{u_tracc} = 35293.5 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostamiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot t_a)} = 9.242 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$

$$L_d := 14 \text{ cm} = 140 \text{ mm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.66$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostamiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := 2 \cdot L_d + b_a = 38 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.59317502503290784965 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 5.932 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto: $t_{min} := t_a = 8 \text{ mm}$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \text{|| } 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \text{|| } 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \text{|| } 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \text{|| } 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} = 5 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 5.932 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 1$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.989$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

Longitud de plancha en X: $L_x := 280 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y := 270 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} := 8 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP:

NOTA: L_{pn} Valor que debe ser determinado en función de la geometría, ver siguiente figura.

$$L_{pn} := 368.22 \text{ mm}$$

Separación entre el arriostre y la cara del elemento vertical: $l_{x_columna} := 90 \text{ mm}$

Longitud de ubicación aproximada de resultantes de fuerza de plancha nodo:

$$\alpha' := \frac{L_x}{2} = 140 \text{ mm}$$

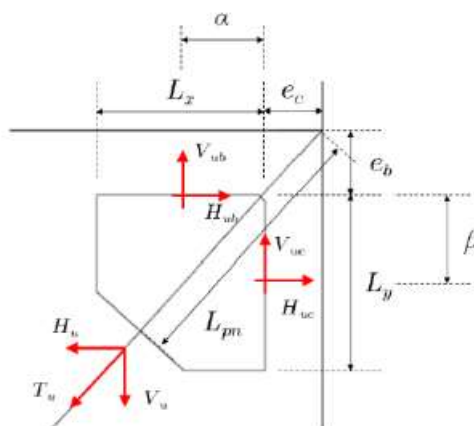
$$\beta' := \frac{L_y}{2} = 135 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de columna y PL nodo:

$$e_c := \frac{t_{wc}}{2} = 3.75 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de viga y PL nodo:

$$e_b := \frac{b_{fb}}{2} = 41 \text{ mm}$$



Geometría de la plancha nodo y fuerzas transferidas.

Chequeo de bloque de Whitmore:

Angulo de Whitmore

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{arriostre} = 44.236 \text{ deg}$$

$$\theta = 45.764 \text{ deg}$$

if($\alpha_{arriostre} \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"

if($\theta \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"

Dichas longitudes deben llevarse a los valores para los cuales se produzcan fuerzas uniformes. Para ello se toma:

$$\beta := \beta' = 135 \text{ mm}$$

Por lo tanto el valor de α debe ser:

$$\alpha := e_b \cdot \tan(\theta) - e_c + \beta \cdot \tan(\theta) = 177.01 \text{ mm}$$

Verificando la excentricidad:

NOTA: De verificarse que la excentricidad α es despreciable, considerar $\alpha = \alpha'$

$$\alpha - \alpha' = 37.01 \text{ mm}$$

5.3.2. Cálculo de las fuerzas en la interfaz de l a plancha nodo:

$$r := \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} = 252.29 \text{ mm}$$

$$H_{uc} := \frac{e_c}{r} \cdot T_u = 524.597 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en columna:

$$V_{uc} := \frac{\beta}{r} \cdot T_u = 18885.508 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en columna:

$$H_{ub} := \frac{\alpha}{r} \cdot T_u = 24762.4 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en viga:

$$V_{ub} := \frac{e_b}{r} \cdot T_u = 5735.599 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en viga:

5.3.3. Cálculo de la soldadura en conexión plancha nodo-viga y plancha nodo-columna:

Resistencia límite a tracción del metal de aporte:

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$P_{uc} := \sqrt{H_{uc}^2 + V_{uc}^2} = 18892.793 \text{ kgf}$$

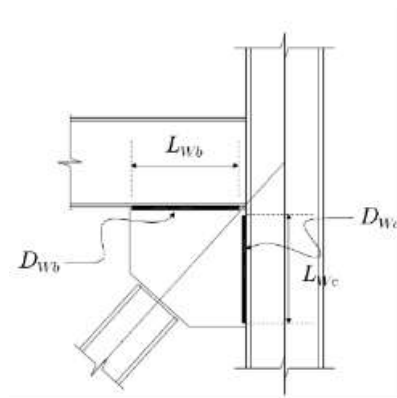
Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$\theta_c := \text{atan} \left(\frac{H_{uc}}{V_{uc}} \right) = 1.591^\circ$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$P_{ub} := \sqrt{H_{ub}^2 + V_{ub}^2} = 25417.977 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:



$$\theta_b := \text{atan} \left(\frac{V_{ub}}{H_{ub}} \right) = 13.041^\circ$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Esfuerzo cortante minorado de diseño de la soldadura:

$$\phi F_w = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnc} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_c))^{1.5}\right) = 2219.793 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_b para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnb} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_b))^{1.5}\right) = 2333.365 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Espesor propuesto de soldadura en viga, a ambos lados de la plancha:

Espesor propuesto de soldadura en columna, a ambos lados de la plancha:

$$t_{\min_b} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 7.4 \text{ mm}$$

$$t_{\min_c} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 7.4 \text{ mm}$$

TABLA J2.4	
Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{wb_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_b} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 13 \text{ mm} & \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 19 \text{ mm} & \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{wc_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_c} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 13 \text{ mm} & \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 19 \text{ mm} & \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

(a) $D_{wb} := D_{wb_min} = 5 \text{ mm}$ $D_{wb} := 6 \text{ mm}$

$D_{wc} := D_{wc_min} = 5 \text{ mm}$ $D_{wc} := 6 \text{ mm}$

Longitud de soldadura en viga, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$Clip := 120 \text{ mm}$

$L_{wb} := \text{Floor}(L_x - Clip, 10 \text{ mm})$

$L_{wb} = 160 \text{ mm}$

Longitud de soldadura en columna, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$L_{wc} := \text{Floor}(L_y - Clip, 10 \text{ mm})$

$L_{wc} = 150 \text{ mm}$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{L_{wc}}{D_{wc}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wc}}{D_{wc}} \right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nc} := \frac{2 \cdot \phi F_{unc} \cdot L_{wc} \cdot D_{wc} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 28253.349 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en columna:

$$\frac{P_{uc}}{\phi R_{nc}} = 0.669$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{L_{wb}}{D_{wb}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wb}}{D_{wb}} \right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nb} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnb} \cdot L_{wb} \cdot D_{wb} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 31678.814 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en viga:

$$\frac{P_{ub}}{\phi R_{nb}} = 0.802$$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 261.658 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 20.933 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

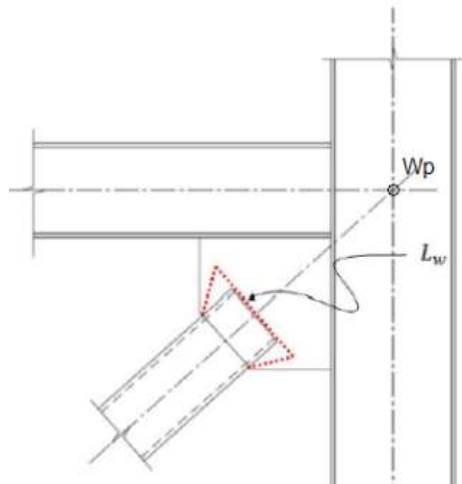
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 47663.635 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.74$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 140 \text{ mm}$$

$$T_u = 35293.5 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 8 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arrojamiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 44.8 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 44.8 \text{ cm}^2$$

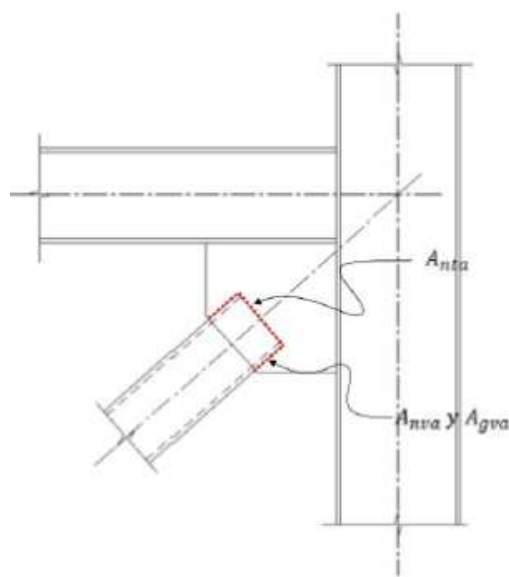
Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 51004.8 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.692$$



5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pn} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 187.049 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.309 \text{ mm}$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 80.995$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 3159.422 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1809.504 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

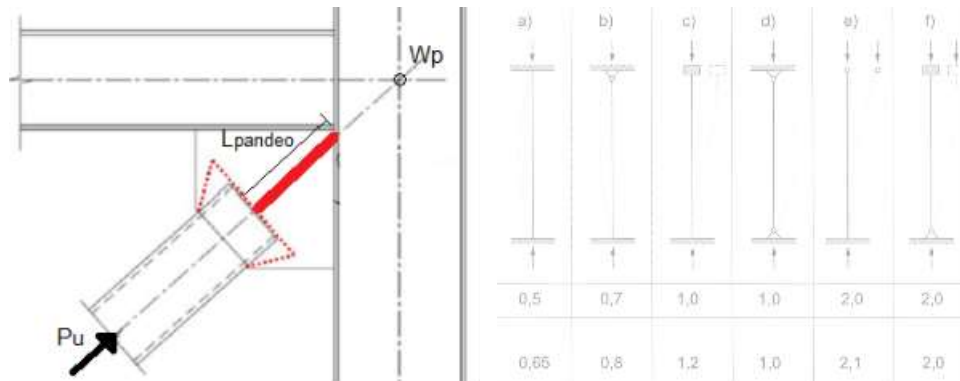
Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 37877.708 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 34089.937 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u,comp}}{\phi R_n} = 0.327$$



5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e,max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 172.862 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría $L_{x1} := 169.4 \text{ mm}$

Longitud libre en Y de la geometría $L_{y2} := 156.41 \text{ mm}$

$$\text{if}(L_{x1} \leq L_{e,max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

$$\text{if}(L_{y2} \leq L_{e,max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo: $l_1 := L_{pn} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 187.049 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC: $K := 1.2$

Área crítica: $A_{ef} = 20.933 \text{ cm}^2$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.309 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 97.193$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 2194.043 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_c}\right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1561.395 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

Resistencia a compresión: $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 32684.125 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión: $\phi \cdot P_n = 29415.713 \text{ kgf}$

$$P_u := P_{u_comp} = 16703.47 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.568$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

Geometría:

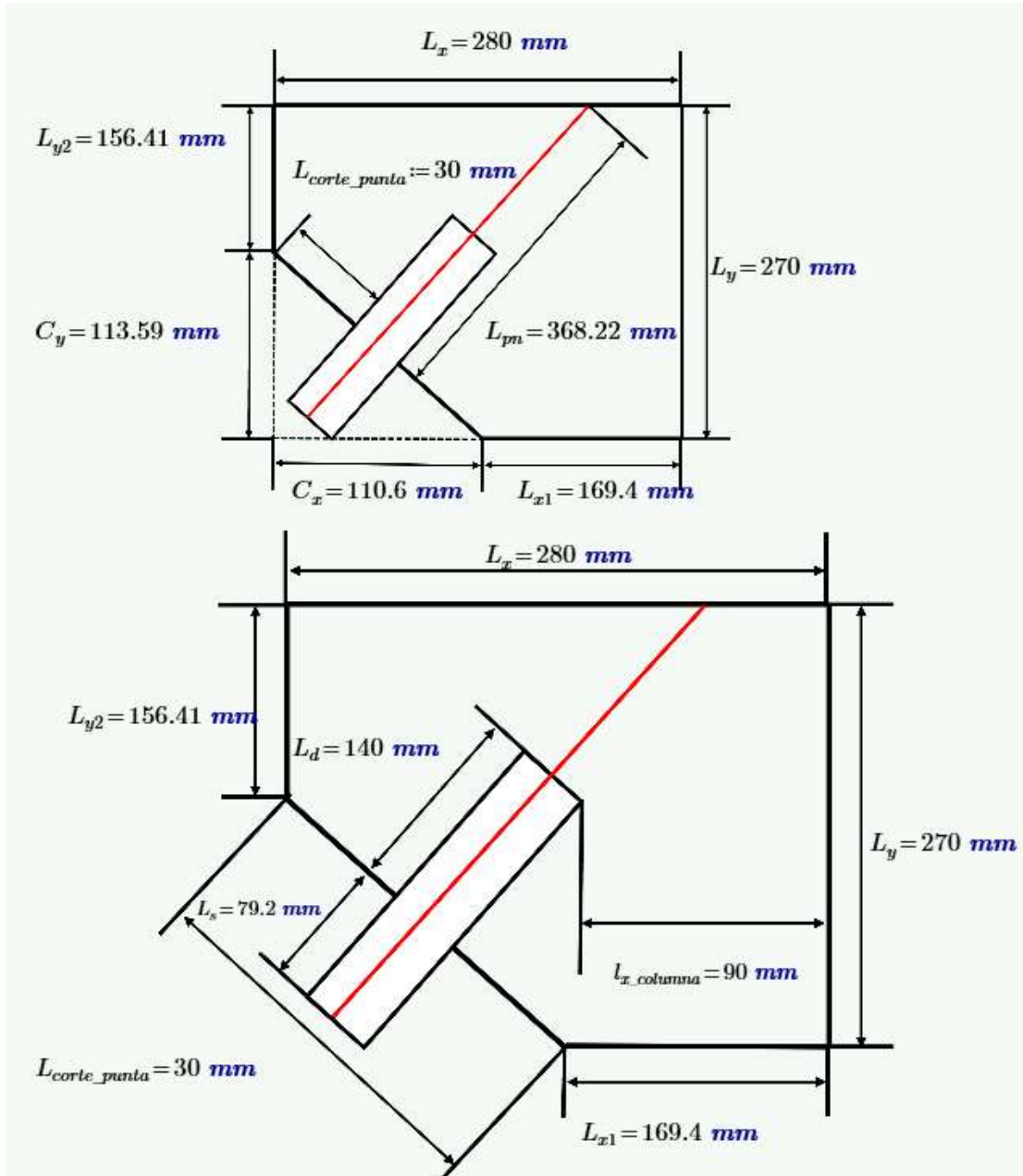
$$C_x := L_x - L_{x1} = 110.6 \text{ mm}$$

$$C_y := L_y - L_{y2} = 113.59 \text{ mm}$$

$$L_{corte_punta_T} := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 158.54 \text{ mm}$$

$$L_s := C_x \cdot \cos(\alpha_{arriostre}) = 79.242 \text{ mm}$$

$$L_{sobrante} := L_s$$



Espesor: $t_{pn} = 8 \text{ mm}$

Peso materiales: $\gamma_{planchas_a36} := 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Arriostre:

$$PP_a = 12.2 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_a = 100 \text{ mm}$$

$$b_a = 100 \text{ mm}$$

$$t_a = 8 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := L_d + L_{\text{sobrante}} = 219.242 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := \text{ceil}\left(\frac{L_{\text{arriostre}}}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 220 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{arriostre}} := PP_a \cdot L_{\text{arriostre}} = 2.684 \text{ kgf}$$

Viga (tranque):

$$d_b = 160 \text{ mm}$$

$$b_{fb} = 82 \text{ mm}$$

$$t_{fb} = 7.4 \text{ mm}$$

$$t_{wb} = 5 \text{ mm}$$

$$L_{\text{viga}} := L_x + 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$$

$$PP_b = 15.8 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$PP_{\text{viga_tranque}} := PP_b \cdot L_{\text{viga}} = 4.74 \text{ kgf}$$

Columna:

$$d_c = 230 \text{ mm}$$

$$b_c = 240 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 12 \text{ mm}$$

$$t_{wc} = 7.5 \text{ mm}$$

$$PP_c = 60.3 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$L_{columna} := L_y + d_b + 2 \cdot (20 \text{ mm}) = 470 \text{ mm}$$

$$PP_{columna} := PP_c \cdot L_{columna} = 28.341 \text{ kgf}$$

Plancha:

Espesor de la plancha: $t_{pn} = 8 \text{ mm}$

Longitud en X de la plancha: $L_x = 280 \text{ mm}$

Longitud en y de la plancha: $L_y = 270 \text{ mm}$

$$PP_{plancha} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{planchas_a36} = 4.838 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{total} := PP_{arriostre} + PP_{viga_tranque} + PP_{columna} + PP_{plancha} = 40.603 \text{ kgf}$$

Longitud de soldadura:

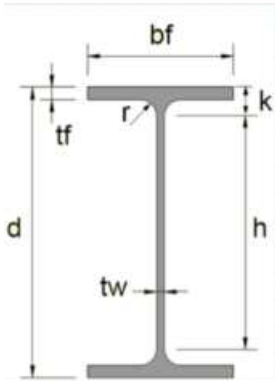
$$l_w = 38 \text{ cm}$$

Longitud de soldadura de arriostre

$$L_{wT} := 2 \cdot (L_x + L_y) + l_w + (2 \cdot d_b) = 1800 \text{ mm}$$

Anexo B5.- Cálculo de conexión a corte Tranque – Columna para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Tranques columnas "alma llena")



Propiedades de la viga (IPE 160):

$$d_t := 160 \text{ mm}$$

$$b_{ft} := 82 \text{ mm}$$

$$t_{wt} := 5 \text{ mm}$$

$$t_{ft} := 7.4 \text{ mm}$$

$$r_t := 9 \text{ mm}$$

$$PP_t := 15.8 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Propiedades de la columnas (HEA 240):

$$d_c := 230 \text{ mm}$$

$$b_{fc} := 240 \text{ mm}$$

$$t_{wc} := 7.5 \text{ mm}$$

$$t_{fc} := 12 \text{ mm}$$

Materiales:

Acero (A36)

$$E := 2.1 \cdot 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del acero:

$$F_y := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión de fluencia mínima específica del ala:

Material de aporte del electrodo

Resistencia límite a tracción del metal de aporte. (Resistencia de clasificación del

$$F_{EXX} := 70 \text{ ksi} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

metal de relleno):

Factor de minoración de resistencia: $\phi := 0.75$

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante de diseño de la soldadura:

Cargas aplicadas

Corte debido al peso propio:

$$S_{porticos} := 6 \text{ m}$$

$$R_u := \frac{1.2 PP_t \cdot S_{porticos}}{2} = 56.88 \text{ kgf}$$

Reacción perpendicular a la viga (corte):

Diseño de soldaduras para corte

Longitud de soldadura

La longitud de soldadura por corte viene dada por el alma del perfil siendo esta:

$$L_w := 2 \cdot (d_t - 2 \cdot t_{ft} - 2 \cdot r_t) = 254.4 \text{ mm}$$

Longitud redondeada: $L_w = 254 \text{ mm}$

Tamaño de soldadura

$$D_{nw} := R_u = \phi F_{nw} \cdot D \cdot 0.707 \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve}, D} \frac{0.0014302027085881601292 \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$D_{nw} = 0.014 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha mas delgado

Plancha más delgada a unir:

$$t_{min} := \min(t_{wc}, t_{wt}) = 5 \text{ mm}$$

$$t_{wc} = 7.5 \text{ mm}$$

$$t_{wt} = 5 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla J2.4: $D_{w_min} = 3 \text{ mm}$

(a) Espesor de soldadura requerido para el alma del perfil

$$D_{w_alma} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 3 \text{ mm}$$

$$D_{w_alma} := \text{ceil}\left(\frac{D_{w_alma}}{\text{mm}}\right) \cdot \text{mm} = 3 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura a usar:

(b) $\text{if}(D_{w_alma} > t_{min}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Longitud de soldadura efectiva: $\text{clear}(L_{we})$

$$L_{we} := R_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve}, L_{we}} \frac{0.012109049599379755761 \cdot \text{cm}^2}{\text{mm}}$$

$$L_{we} = 1.211 \text{ mm}$$

$$L_w = 254 \text{ mm}$$

$\text{if}(L_{we} \leq L_w, \text{"OK"}, \text{"Error"}) = \text{"OK"}$

Longitud de soldadura a utilizar $L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 254 \text{ mm}$ $L_{w_corte} := L_{we}$

(c) $\text{if}(L_{we} < 4 \cdot D_{w_alma}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Factor de reducción para la longitud de soldadura

(d) $\beta = 1$ *Caso* = "(1) Lefectiva = Lreal"

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{R_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.005$$

$\text{if}(D.C \leq 1, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Resumen de datos

Tranque/Columna:

Longitud de soldadura:

$$L_{w_corte} = 254 \text{ mm}$$

$$L_{total_tranque_columna} := L_{w_corte} = 254 \text{ mm}$$

Tamaño de soldadura:

$$D_{w_alma} = 3 \text{ mm}$$

$$D_{w_viga_columna} := D_{w_alma} = 3 \text{ mm}$$

Anexo B6.- Cálculo de conexión a corte Doble Techo para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Doble Techo "alma llena")

1. DATOS GENERALES:

Altura de piso:

$$h := 5099 \text{ mm} = 5.099 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 3.937 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 49.641^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 40.359 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la columna se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arriostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.1. Viga a utilizar: IPE 270

Altura de la sección: $d_c := 270 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fc} := 10.2 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_c := 135 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wc} := 6.6 \text{ mm}$

Radio: $r_c := 15 \text{ mm}$

Peso: $PP_c := 36.1 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Modulo Plástico (Z)

$$Z_x := b_c \cdot t_{fc} \cdot (d_c - t_{fc}) + t_{wc} \cdot \left(\frac{d_c}{2} - t_{fc} \right)^2 + 0.8584 r_c^2 \left(\frac{d_c}{2} - t_{fc} - 0.2234 r_c \right) = 483.997 \text{ cm}^3$$

2.2. Arriostramiento a utilizar: L 90x90x7mm

Altura de la sección: $d_a := 90 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 7 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_a := 90 \text{ mm}$

Área gruesa: $A_{ga} := 12.20 \text{ cm}^2$

Inercia: $I_a := 92.50 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 9.62 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Radio de giro: $r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 2.75 \text{ cm}$

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

$$E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad:

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

$$F_{yb} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente de la viga

$$F_{ua} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en arriostramientos

$$F_{yc} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en columna

$$F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en planchas

$$F_{ya} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente del arriostramiento

$$F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último: $R_t := 1.3$

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente: $R_y := 1.4$

Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas. $R_{ypl} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{exx} :

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

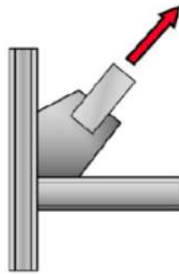
4. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$\phi R_n := 0.9 \cdot F_{ya} A_{ga} = 27779.4 \text{ kgf}$$

$$P_{u_tracc} := \phi R_n = 27779.4 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción.

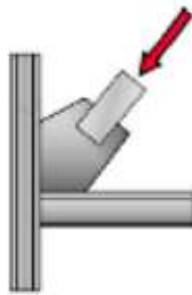
4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 L_a = 3.543 \text{ m}$$



Fuerza de diseño a compresión.

Resistencia elástica al pandeo:

Según el Apéndice C y la Sección 15.5.2 de la Norma COVENIN 1618:1998

$$\lambda_c = \frac{kL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{195}{\pi} \sqrt{\frac{3500}{2.1 \times 10^6}} = 2.534 > 1.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y = 478 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\phi_c N_t = 0.9 \times 6.36 \times 478 = 2736 \text{ kgf.}$$

$$\lambda := \frac{K \cdot L_{ba}}{\pi \cdot r_a} \cdot \sqrt{\frac{F_{ya}}{E}} = 1.422$$

Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda^2} \cdot F_{ya} = 1097.704 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

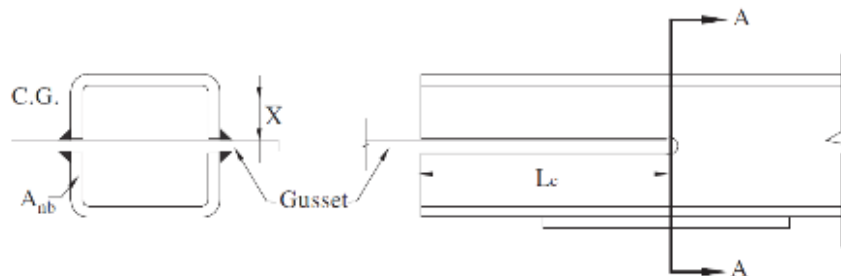
$$\phi_c N_t := 0.90 \cdot F_{cr} \cdot A_{ga} = 12052.789 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp} := \phi_c N_t = 12052.789 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_u := P_{u_tracc} = 27779.4 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostamiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot t_a)} = 8.313 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 9 \text{ cm}$$

$$L_d := 13 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.639$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostamiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := 2 \cdot L_d + b_a = 35 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.50690496148434296645 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 5.069 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto: $t_{min} := t_a = 7 \text{ mm}$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{w_min} = 5 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 5.069 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 1$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.845$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

$$L_{xn} := L_x$$

$$L_x := 382.92 \text{ mm}$$

$$L_y := 275.29 \text{ mm}$$

$$L_{yn} := L_y$$

$$L_x := \text{ceil}\left(\frac{L_x}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 390 \text{ mm}$$

$$L_y := \text{ceil}\left(\frac{L_y}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 280 \text{ mm}$$

Longitud de plancha en X: $L_x = 390 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y = 280 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP:

NOTA: L_{pn} Valor que debe ser determinado en función de la geometría, ver siguiente figura.

$$L_{pn} := 272.13 \text{ mm}$$

Separación entre el arrioste y la cara del elemento vertical

$$l_{y_viga} := 105 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de viga y PL nodo:

$$e_c := \frac{t_{wc}}{2} = 3.3 \text{ mm}$$

Chequeo de bloque de Whitmore:

Angulo de Whitmore

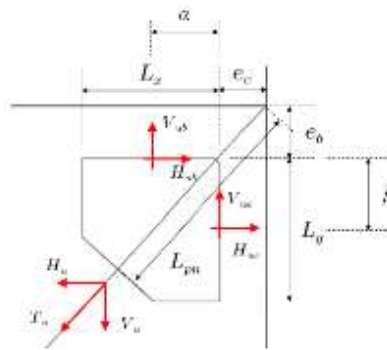
$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{arriostre} = 40.359 \text{ deg}$$

$$\theta = 49.641 \text{ deg}$$

if($\alpha_{arriostre} \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"

if($\theta \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"



Geometría de la plancha nodo y fuerzas transferidas.

5.3.3. Cálculo de la soldadura en conexión plancha nodo-viga y plancha nodo-columna:

Resistencia límite a tracción del metal de aporte:

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$P_{uc} := 2 \cdot T_u = 55558.8 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$\theta_c := 0 \text{ deg}$$

Por ser mas desfavorable.

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Esfuerzo cortante minorado de diseño de la soldadura:

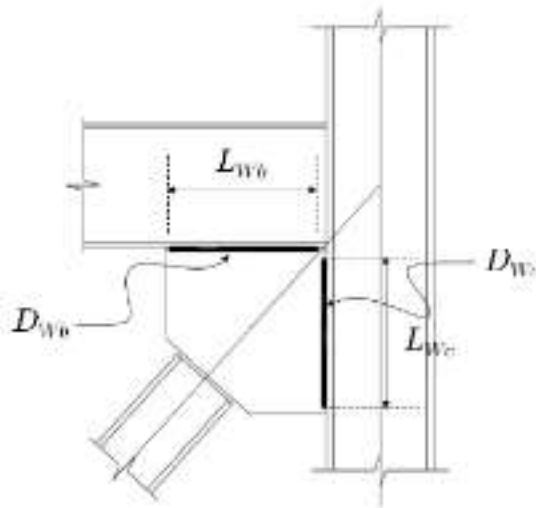
$$\phi F_w = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnc} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_c))^{1.5}\right) = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Espesor propuesto de soldadura en viga, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_c} := \min(t_{fc}, t_{pm}) = 10 \text{ mm}$$



$$D_{wc_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_c} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 13 \text{ mm} \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 19 \text{ mm} \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

(a) $D_{wc} := D_{wc_min} = 5 \text{ mm}$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

Longitud de soldadura en viga, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$Clip := 0 \text{ mm}$

$L_{wc} := \text{Floor}(L_x - Clip, 10 \text{ mm}) = 390 \text{ mm}$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{L_{wc}}{D_{wc}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wc}}{D_{wc}}\right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nc} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnc} \cdot L_{wc} \cdot D_{wc} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 61074.296 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en columna:

$\frac{P_{uc}}{\phi R_{nc}} = 0.91$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 240.111 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 24.011 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

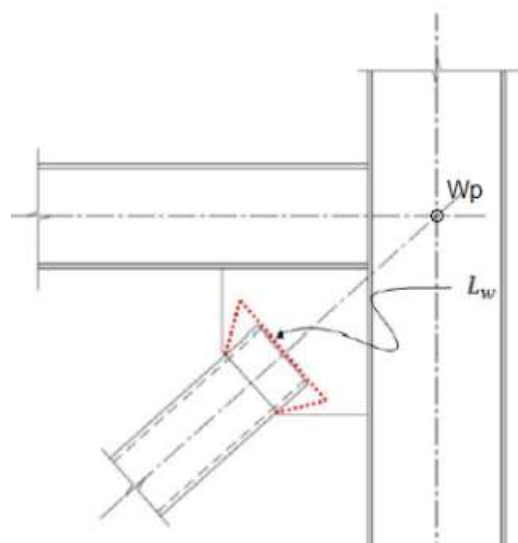
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 54673.291 \text{ kgf}$$

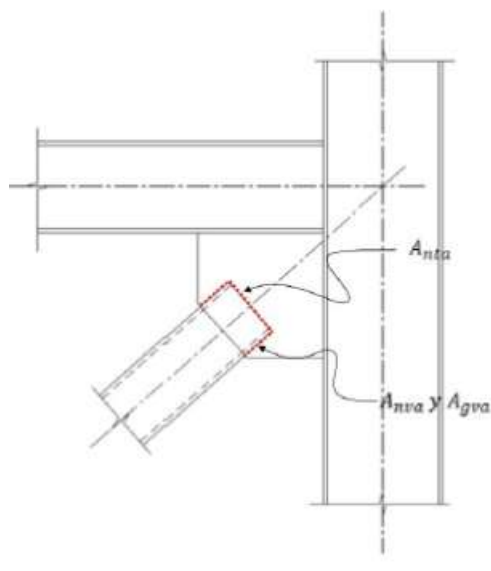
Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.508$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .



$$L_d = 130 \text{ mm}$$

$$T_u = 27779.4 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 9 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arrostramiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 52 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 52 \text{ cm}^2$$

Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 59202 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.469$$

5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pm} - \sqrt{e_c^2} - L_d = 138.83 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pm}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 48.092$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 8961.303 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 2248.025 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

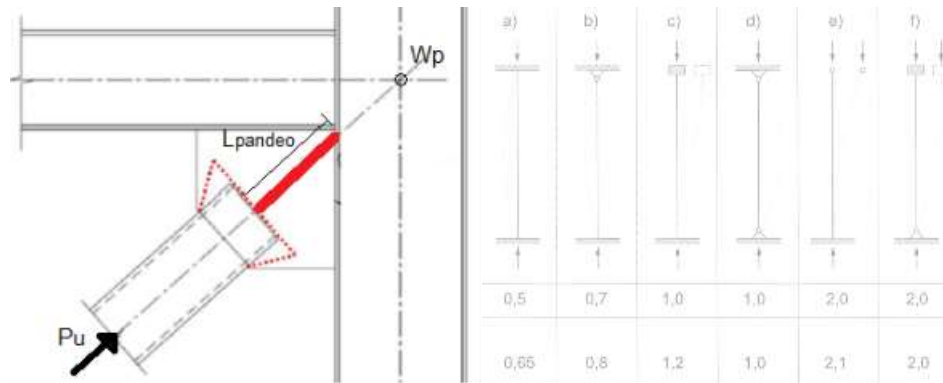
Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 53977.569 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 48579.813 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u,comp}}{\phi R_n} = 0.204$$



5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e,max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 216.078 \text{ mm}$$

$$L_{XT} := 184.80 \text{ mm}$$

$$L_{x1} := \frac{L_{XT}}{2} = 92.4 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría:

Longitud libre en Y de la geometría: $L_{y2} := 191.11 \text{ mm}$

$\text{if}(L_{x1} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$

$\text{if}(L_{y2} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo: $l_1 := L_{pn} - \sqrt{e_c^2} - L_d = 138.83 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC: $K := 1.2$

Área crítica: $A_{ef} = 24.011 \text{ cm}^2$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 57.711$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 6223.127 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if}\left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_c}\right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e\right) = 2134.129 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

Resistencia a compresión: $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 51242.794 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión: $\phi \cdot P_n = 46118.514 \text{ kgf}$

$$P_u := P_{u_comp} = 12052.789 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.261$$

if $\left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$

Geometría:

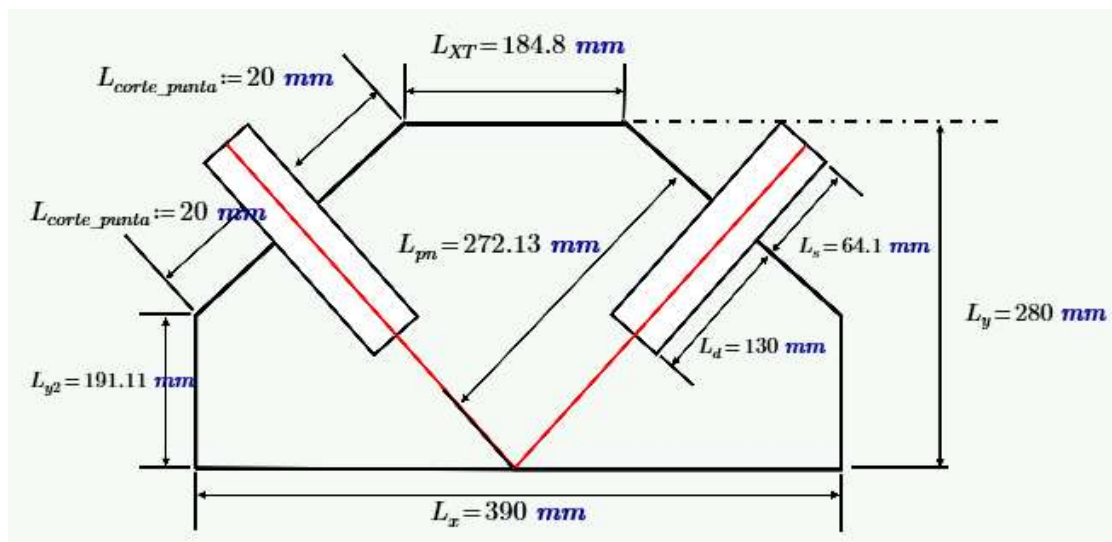
$$C_x := \frac{L_{xm} - L_{XT}}{2} = 99.06 \text{ mm}$$

$$C_y := L_{ym} - L_{y2} = 84.18 \text{ mm}$$

$$L_{\text{corte_punta}} := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 129.997 \text{ mm}$$

$$L_s := C_x \cdot \sin(\alpha_{\text{arriostre}}) = 64.149 \text{ mm}$$

$$L_{\text{sobrante}} := L_s$$



Espesor: $t_{pm} = 10 \text{ mm}$

Peso materiales:

$$\gamma_{\text{planchas_a36}} := 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Arriostre:

$$N_a := 2$$

$$d_a = 90 \text{ mm}$$

$$b_a = 90 \text{ mm}$$

$$t_a = 7 \text{ mm}$$

$$PP_a = 9.62 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$L_{\text{arriostre}} := L_d + L_{\text{sobrante}} = 194.149 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := \text{ceil} \left(\frac{N_a \cdot L_{\text{arriostre}}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 390 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{arriostre}} := PP_a \cdot L_{\text{arriostre}} = 3.752 \text{ kgf}$$

Viga pórtico:

$$PP_c = 36.1 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_c = 270 \text{ mm}$$

$$b_c = 135 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 10.2 \text{ mm}$$

$$t_{wc} = 6.6 \text{ mm}$$

$$L_{\text{viga_portico}} := L_x + 2 \cdot (20 \text{ mm}) = 430 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{viga_portico}} := PP_c \cdot L_{\text{viga_portico}} = 15.523 \text{ kgf}$$

Plancha:

Espesor de la plancha. $t_{pm} = 10 \text{ mm}$

Longitud en X de la plancha $L_x = 390 \text{ mm}$

Longitud en y de la plancha $L_y = 280 \text{ mm}$

$$PP_{\text{plancha}} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{\text{planchas_a36}} = 8.736 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{\text{total}} := PP_{\text{arriostre}} + PP_{\text{viga_portico}} + PP_{\text{plancha}} = 28.011 \text{ kgf}$$

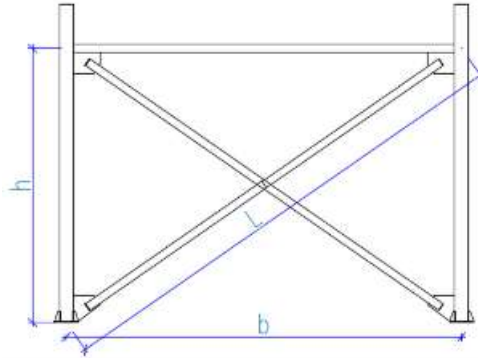
Longitud de soldadura:

Longitud de soldadura de arriostre $l_w = 35 \text{ cm}$

$$L_{wT} := 2 \cdot (L_x) + 2 \cdot l_w = 1480 \text{ mm}$$

Anexo B7.- Cálculo de conexión a corte Gusset Plate Central - Columna para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Gusset Plate Central - Columna "alma llena")



1. DATOS GENERALES:

Altura de piso:

$$h := 5842 \text{ mm} = 5.842 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 4.187 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 45.764^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 44.236 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la columna se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arrostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.3. Arriostramiento a utilizar: L 100x100x8mm

Altura de la sección: $d_a := 100 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 8 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_a := 100 \text{ mm}$

Área gruesa: $A_{ga} := 15.50 \text{ cm}^2$

Inercia: $I_a := 145 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 12.20 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Radio de giro: $r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 3.06 \text{ cm}$

2.4. Arriostramiento a utilizar: L 75x75x7mm

Altura de la sección: $d_{ah} := 75 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_{ah} := 7 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_{ah} := 75 \text{ mm}$

Área gruesa: $A_{gah} := 10.10 \text{ cm}^2$

Inercia: $I_{ah} := 52.40 \text{ cm}^4$

$$PP_{ah} := 7.94 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Peso:

$$r_{ah} := \sqrt{\frac{I_{ah}}{A_{gah}}} = 2.28 \text{ cm}$$

Radio de giro:

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

$$E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad:

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

$$F_{yb} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente de la viga

$$F_{ua} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en arriostramientos

$$F_{yc} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en columna

$$F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en planchas

$$F_{ya} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente del arriostramiento

$$F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas

$$\text{Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último } R_t := 1.3$$

$$\text{Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente } R_y := 1.4$$

$$\text{Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas. } R_{ypl} := 1.5$$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{EXX} :

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Para diagonales

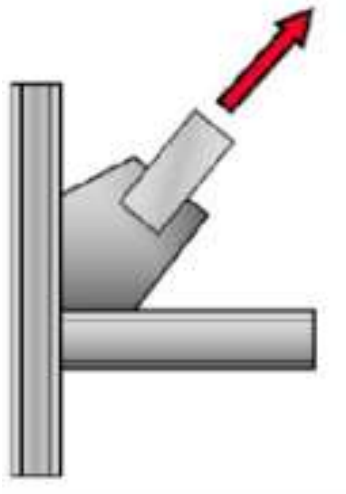
5. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$\phi R_n := 0.9 \cdot F_{ya} A_{ga} = 35293.5 \text{ kgf}$$

$$P_{u_tracc} := \phi R_n = 35293.5 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción.

4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 \quad L_a = 3.768 \text{ m}$$

Resistencia elástica al pandeo:

Según el Apéndice C y la Sección 15.5.2 de la Norma COVENIN 1618:1998

$$\lambda_c = \frac{kL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{195}{\pi} \sqrt{\frac{3500}{2.1 \times 10^6}} = 2.534 > 1.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y = 478 \text{ kgf / cm}^2$$

$$\phi_c N_t = 0.9 \times 6.36 \times 478 = 2736 \text{ kgf.}$$

$$\lambda := \frac{K \cdot L_{ba}}{\pi \cdot r_a} \cdot \sqrt{\frac{F_{ya}}{E}} = 1.361$$

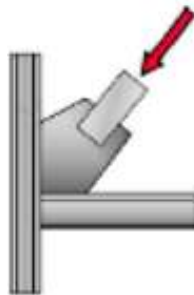
Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda^2} \cdot F_{ya} = 1197.381 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

$$\phi_c N_t := 0.90 \cdot F_{cr} \cdot A_{ga} = 16703.47 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp} := \phi_c N_t = 16703.47 \text{ kgf}$$

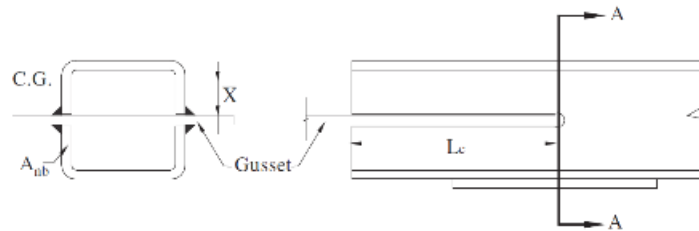


Fuerza de diseño a compresión.

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_u := P_{u_tracc} = 35293.5 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostramiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot t_a)} = 9.242 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$

$$L_d := 14 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.66$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostramiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := 2 \cdot L_d + b_a = 38 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.59317502503290784965 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 5.932 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_a = 8 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & 6 \text{ mm} \\ \text{else} & 8 \text{ mm} \end{cases} = 5 \text{ mm}$$

$$D_{w_min} = 5 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 5.932 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 1$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.989$$

Para horizontales

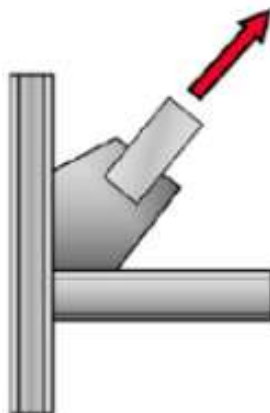
4. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$\phi R_n := 0.9 \cdot F_{ya} A_{gah} = 22997.7 \text{ kgf}$$

$$P_{u_tracc_h} := \phi R_n = 22997.7 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción.

4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 \quad L_a = 3.768 \text{ m}$$

Resistencia elástica al pandeo:

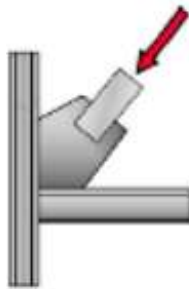
Según el Apéndice C y la Sección 15.5.2 de la Norma COVENIN 1618:1998

$$\lambda_c = \frac{kL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{195}{\pi} \sqrt{\frac{3500}{2.1 \times 10^6}} = 2.534 > 1.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y = 478 \text{ kgf / cm}^2$$

$$\phi_c N_t = 0.9 \times 6.36 \times 478 = 2736 \text{ kgf.}$$

$$\lambda := \frac{K \cdot L_{ba}}{\pi \cdot r_{ah}} \cdot \sqrt{\frac{F_{ya}}{E}} = 1.828$$



Fuerza de diseño a compresión.

Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda^2} \cdot F_{ya} = 664.058 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

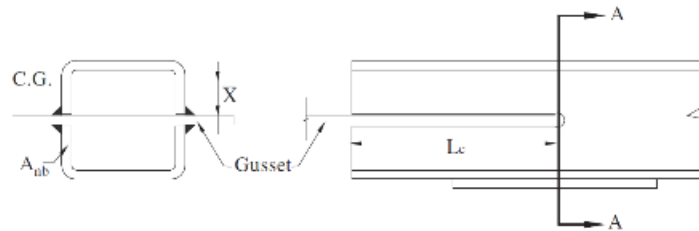
$$\phi_c N_t := 0.90 \cdot F_{cr} \cdot A_{gah} = 6036.288 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp_h} := \phi_c N_t = 6036.288 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_{u_h} := P_{u_tracc_h} = 22997.7 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostramiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_{u_h}}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot t_{ah})} = 6.882 \text{ cm}$$

$$L_{dh} := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$

$$L_{dh} := 12 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_{u_h}}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot L_{dh} \cdot t_{ah})} = 0.574$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostramiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_{wh} := 2 \cdot L_{dh} + b_{ah} = 31.5 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_{u_h} = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_{wh} \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.46627869863313882784 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 4.663 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_{ah} = 7 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{w_min} = 5 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 5 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 5 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_{wh}}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_{wh}}{D_w}\right) = 1$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_{u,h}}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_{wh} \cdot D_w \cdot \beta} = 0.933$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

$$L_x := 489.96 \text{ mm}$$

$$L_{xn} := L_x$$

$$L_y := 482.29 \text{ mm}$$

$$L_{yn} := L_y$$

$$L_x := \text{ceil}\left(\frac{L_x}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 490 \text{ mm}$$

$$L_y := \text{ceil}\left(\frac{L_y}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 490 \text{ mm}$$

Longitud de plancha en X: $L_x = 490 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y = 490 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP:

$$L_{pn} := 547.54 \text{ mm}$$

NOTA: L_{pn} medido por la diagonal que forma un extremo del ángulo con otro.

$$L_{pnh} := L_x = 490 \text{ mm}$$

NOTA: L_{pn} medido por la horizontal que forma un extremo del ángulo con otro.

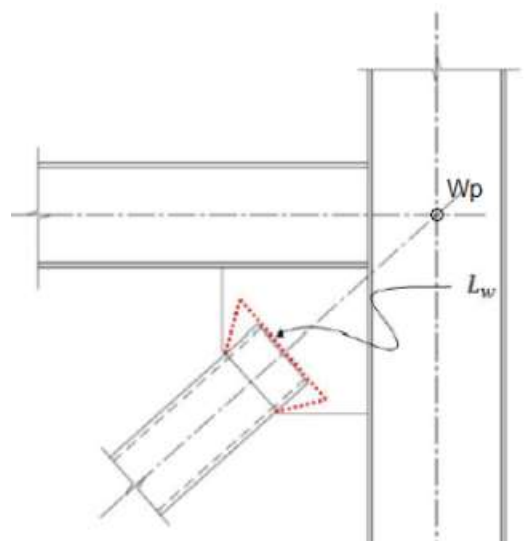
Separación entre la punta del arriostre y el centro de la plancha

$$l_{centro} := 115 \text{ mm}$$

Para diagonales

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:



Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 261.658 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 26.166 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

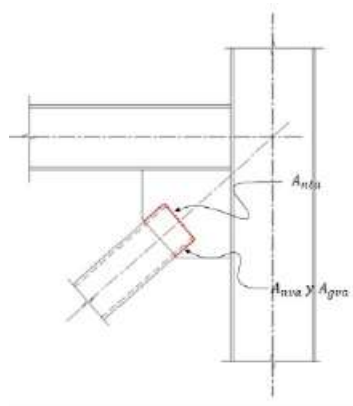
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 59579.544 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.592$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 140 \text{ mm}$$

$$T_u = 35293.5 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 10 \text{ cm}^2$$

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

Área gruesa a corte en el contacto del arrostramiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pm} = 56 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 56 \text{ cm}^2$$

Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 63756 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.554$$

5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pm} - 2 \cdot L_d = 267.54 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pm}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 92.679$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 2413.017 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if}\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_c}\right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e\right) = 1631.301 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

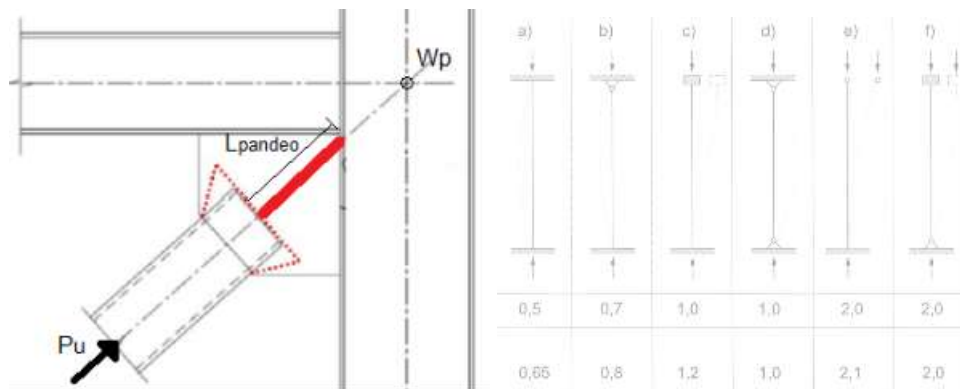
Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 42684.298 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u,comp}}{\phi R_n} = 0.262$$



Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 38415.868 \text{ kgf}$$

5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e_max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 216.078 \text{ mm}$$

$$L_{XT} := 291.89 \text{ mm}$$

$$L_{x1} := \frac{L_{XT}}{2} = 145.945 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría

Longitud libre en Y de la geometría

$$L_{y2} := 106.22 \text{ mm}$$

if ($L_{x1} \leq L_{e_max}$, "Esbeltez Ok", "Aumentar t") = "Esbeltez Ok"

if ($L_{y2} \leq L_{e_max}$, "Esbeltez Ok", "Aumentar t") = "Esbeltez Ok"

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo $l_1 := L_{pn} - 2 \cdot L_d = 267.54 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC $K := 1.2$

Área crítica $A_{ef} = 26.166 \text{ cm}^2$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 111.214$$

Esbeltez de la plancha nodo

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 1675.706 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1344.856 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\text{Resistencia a compresión } P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 35189.255 \text{ kgf}$$

$$\text{Resistencia Nominal minorada a compresión } \phi \cdot P_n = 31670.329 \text{ kgf}$$

$$P_u := P_{u_comp} = 16703.47 \text{ kgf}$$

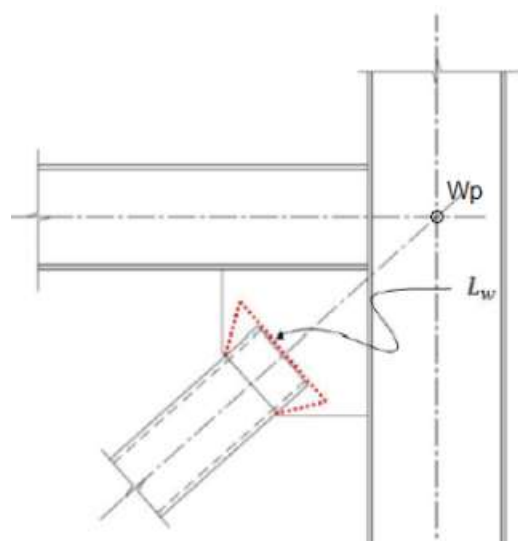
$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.527$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{“Cumple”}, \text{“No Cumple”} \right) = \text{“Cumple”}$$

Para horizontales

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:



Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_{wh} := |d_{ah} + 2 \cdot L_{dh} \cdot \tan(30^\circ)| = 213.564 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_{wh} \cdot t_{pn} = 21.356 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

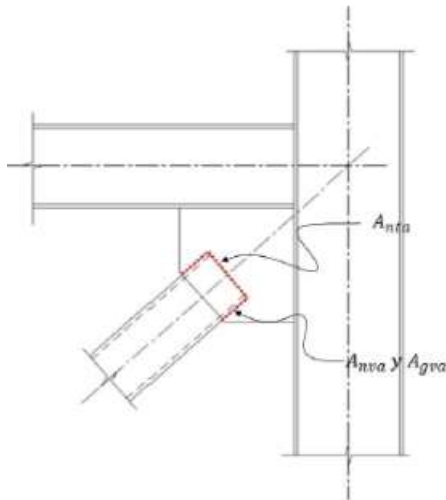
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 48628.538 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_{u,h}}{\phi R_n} = 0.473$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_{dh} = 120 \text{ mm}$$

$$T_{u,h} = 22997.7 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_{ah} \cdot t_{pm} = 7.5 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arrostramiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_{dh} \cdot t_{pm} = 48 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 48 \text{ cm}^2$$

Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 54648 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_{u,h}}{\phi R_n} = 0.421$$

5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pmh} - 2 \cdot L_{dh} = 250 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pm}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 86.603$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 2763.489 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1724.665 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

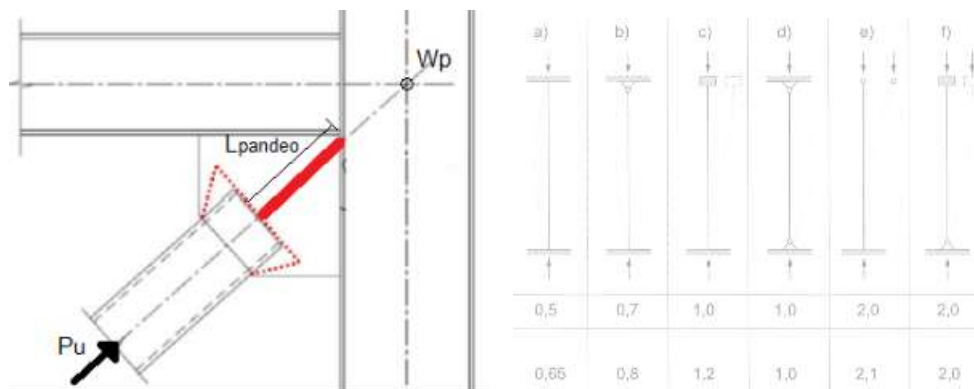
Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 36832.638 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 33149.374 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u_comp_h}}{\phi R_n} = 0.11$$



Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo $l_1 := L_{pnh} - 2 \cdot L_{dh} = 250 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC $K := 1.2$

Área crítica $A_{ef} = 21.356 \text{ cm}^2$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 103.923$$

Esbeltez de la plancha nodo

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 1919.09 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1457.074 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

Resistencia a compresión $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 31117.868 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión $\phi \cdot P_n = 28006.081 \text{ kgf}$

$$P_u := P_{u_comp_h} = 6036.288 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.216$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{“Cumple”}, \text{“No Cumple”} \right) = \text{“Cumple”}$$

Geometría:

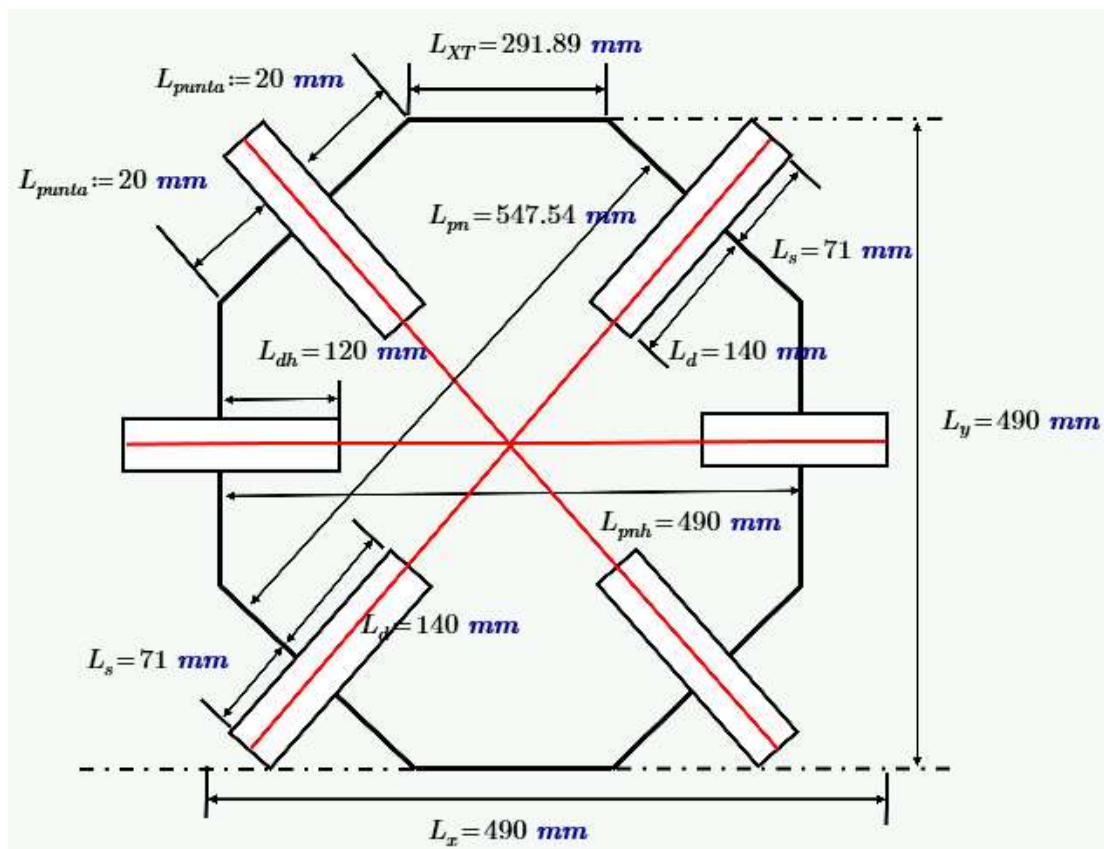
$$C_x := \frac{L_{xn} - L_{XT}}{2} = 99.035 \text{ mm}$$

$$C_y := L_{ym} - L_{y2} = 376.07 \text{ mm}$$

$$L_{\text{corte_punta}} := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 388.891 \text{ mm}$$

$$L_s := C_x \cdot \cos(\alpha_{\text{arriostre}}) = 70.956 \text{ mm}$$

$$L_{\text{sobrante}} := L_s$$



Espesor de plancha: $t_{pm} = 10 \text{ mm}$

$$\gamma_{\text{planchas_a36}} := 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Peso materiales:

Arriostre diagonales:

Numero de arriostre diagonales $N_{a_d} := 4$

$$PP_a = 12.2 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_a = 100 \text{ mm}$$

$$b_a = 100 \text{ mm}$$

$$t_a = 8 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := \text{ceil} \left(\frac{L_{\text{arriostre}}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 220 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := L_d + L_{\text{sobranante}} = 210.956 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{arriostre}} := (N_{a_d} \cdot PP_a \cdot L_{\text{arriostre}}) = 10.736 \text{ kgf}$$

Arriostre horizontales:

Numero de arriostre horizontales $N_{a_h} := 2$

$$PP_{ah} = 7.94 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_{ah} = 75 \text{ mm}$$

$$b_{ah} = 75 \text{ mm}$$

$$t_{ah} = 7 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}_h} := \text{ceil} \left(\frac{L_{\text{arriostre}_h}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 120 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}_h} := L_{dh} = 120 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{arriostre}_h} := (N_{a_h} \cdot PP_{ah} \cdot L_{\text{arriostre}_h}) = 1.906 \text{ kgf}$$

Plancha:

Espesor de la plancha. $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Longitud en X de la plancha $L_x = 490 \text{ mm}$

Longitud en y de la plancha $L_y = 490 \text{ mm}$

$$PP_{plancha} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{planchas_a36} = 19.208 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{total} := PP_{arriostre} + PP_{arriostre_h} + PP_{plancha} = 31.85 \text{ kgf}$$

Longitud de soldadura:

Longitud de soldadura de arriostre $l_w = 38 \text{ cm}$

Longitud de soldadura de arriostre horizontal $l_{wh} = 31.5 \text{ cm}$

$$L_{wT} := (N_{a_d} \cdot l_w) + (N_{a_h} \cdot l_{wh}) = 2150 \text{ mm}$$

Anexo B8.- Cálculo de conexión a corte Gusset Plate Central - Techo para la nave industrial más desfavorable conformada por perfiles de alma llena (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Gusset Plate Central - Techo "alma llena")

1. DATOS GENERALES:

Altura de piso:

$$h := 5099 \text{ mm} = 5.099 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 3.937 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 49.641^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 40.359 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la columna se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arriostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.2. Arriostramiento a utilizar: L 90x90x7mm

Altura de la sección: $d_a := 90 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 7 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_a := 90 \text{ mm}$

Área gruesa: $A_{ga} := 12.20 \text{ cm}^2$

Inercia: $I_a := 92.50 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 9.62 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Radio de giro: $r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 2.75 \text{ cm}$

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

Modulo de elasticidad $E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

Tensión cedente de la viga $F_{yb} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión ultima en arriostramientos $F_{ua} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente en columna $F_{yc} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión ultima en planchas $F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$F_{ya} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente del arriostramiento

$$F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último $R_t := 1.3$

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente $R_y := 1.4$

Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas. $R_{ypl} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{exx} :

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

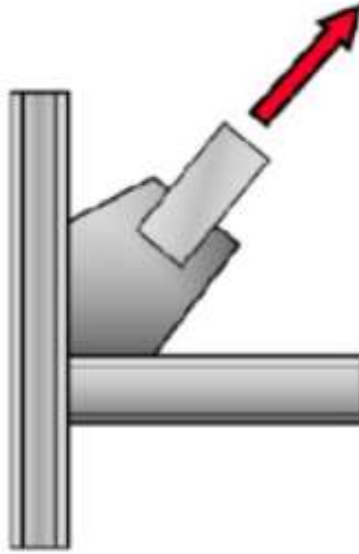
4. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$\phi R_n := 0.9 \cdot F_{ya} A_{ga} = 27779.4 \text{ kgf}$$

$$P_{u_tracc} := \phi R_n = 27779.4 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción

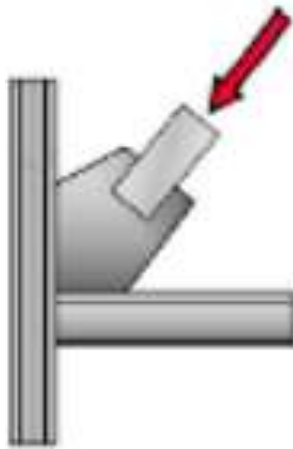
4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 \quad L_a = 3.543 \text{ m}$$



Fuerza de diseño a compresión.

Resistencia elástica al pandeo:

Según el Apéndice C y la Sección 15.5.2 de la Norma **COVENIN 1618:1998**

$$\lambda_c = \frac{kL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{195}{\pi} \sqrt{\frac{3500}{2.1 \times 10^6}} = 2.534 > 1.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y = 478 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\phi_c N_t = 0.9 \times 6.36 \times 478 = 2736 \text{ kgf.}$$

$$\lambda := \frac{K \cdot L_{ba}}{\pi \cdot r_a} \cdot \sqrt{\frac{F_{ya}}{E}} = 1.422$$

Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda^2} \cdot F_{ya} = 1097.704 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

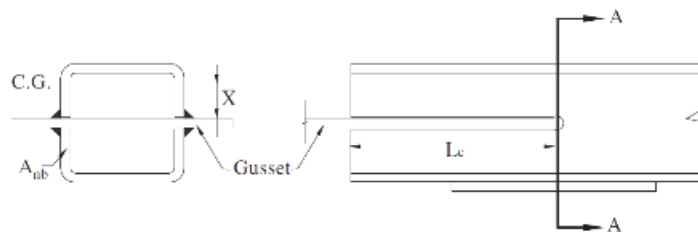
$$\phi_c N_t := 0.90 \cdot F_{cr} \cdot A_{ga} = 12052.789 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp} := \phi_c N_t = 12052.789 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_u := P_{u_tracc} = 27779.4 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostamiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot t_a)} = 8.313 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 9 \text{ cm}$$

$$L_d := 13 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.639$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostamiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := 2 \cdot L_d + b_a = 35 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.50690496148434296645 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 5.069 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_a = 7 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{w_min} = 5 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 5.069 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 1$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.845$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

$$L_x := 433.60 \text{ mm}$$

$$L_{xn} := L_x$$

$$L_y := 396.01 \text{ mm}$$

$$L_{yn} := L_y$$

$$L_x := \text{ceil}\left(\frac{L_x}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 440 \text{ mm}$$

$$L_y := \text{ceil}\left(\frac{L_y}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 400 \text{ mm}$$

Longitud de plancha en X: $L_x = 440 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y = 400 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} := 10 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP:

$$L_{pn} := 458.56 \text{ mm}$$

NOTA: L_{pn} medido por la diagonal que forma un extremo del ángulo con otro.

Separación entre la punta del arriestre y el centro de la plancha

$$l_{\text{centro}} := 60 \text{ mm}$$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{\text{whitmore}} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 240.111 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 24.011 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

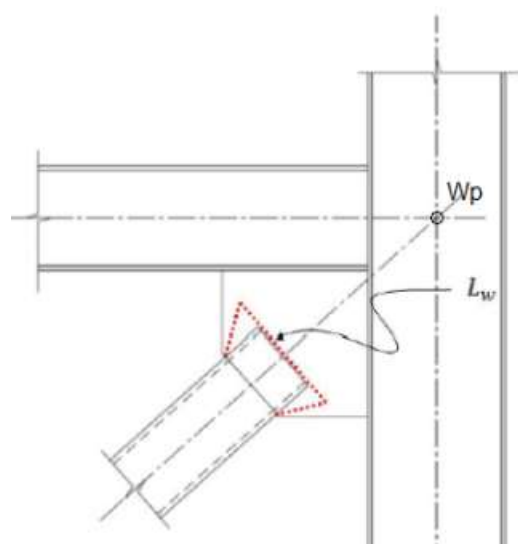
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 54673.291 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.508$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 130 \text{ mm}$$

$$T_u = 27779.4 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 9 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arrojamiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 52 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 52 \text{ cm}^2$$

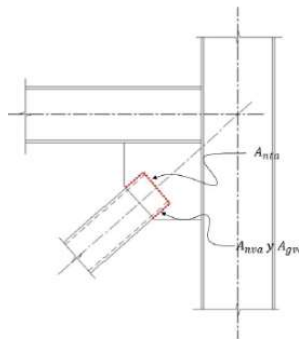
Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 59202 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.469$$



5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pn} - 2 \cdot L_d = 198.56 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 68.783$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 4380.808 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1986.747 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

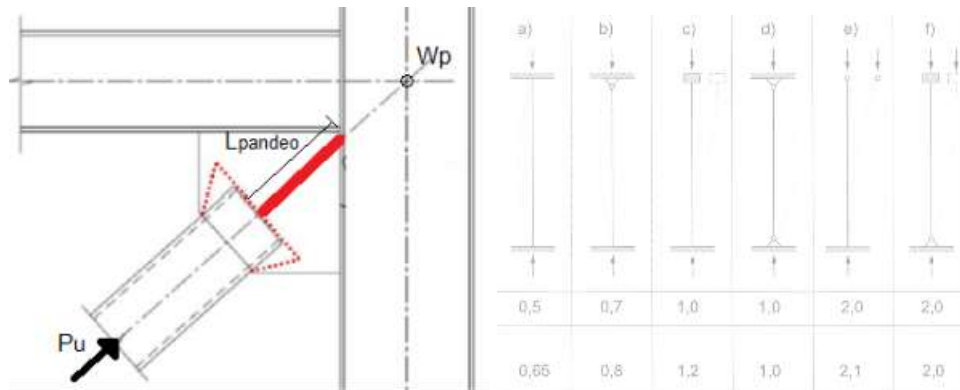
Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 47703.99 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 42933.591 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u,comp}}{\phi R_n} = 0.204$$



5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e,max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 216.078 \text{ mm}$$

$$L_{XT} := 265.24 \text{ mm}$$

$$L_{x1} := \frac{L_{XT}}{2} = 132.62 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría

$$L_{y2} := 197.89 \text{ mm}$$

Longitud libre en Y de la geometría

if ($L_{x1} \leq L_{e,max}$, "Esbeltez Ok", "Aumentar t") = "Esbeltez Ok"

if ($L_{y2} \leq L_{e,max}$, "Esbeltez Ok", "Aumentar t") = "Esbeltez Ok"

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo $l_1 := L_{pn} - 2 \cdot L_d = 198.56 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC $K := 1.2$

Área crítica $A_{ef} = 24.011 \text{ cm}^2$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 82.54$$

Esbeltez de la plancha nodo

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 3042.228 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1786.291 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

Resistencia a compresión $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 42890.824 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión $\phi \cdot P_n = 38601.742 \text{ kgf}$

$$P_u := P_{u_comp} = 12052.789 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.312$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

Arriostre:

Numero de arriostre diagonales $N_{a_d} := 4$

Numero de arriostre horizontales $N_{a_h} := 2$

$$d_a = 90 \text{ mm}$$

$$b_a = 90 \text{ mm}$$

$$t_a = 7 \text{ mm}$$

$$PP_a = 9.62 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$L_{\text{arriostre}} := \text{ceil} \left(\frac{L_{\text{arriostre}}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 200 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := L_d + L_{\text{sobranante}} = 194.145 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{arriostre}} := (N_{a_d} \cdot PP_a \cdot L_{\text{arriostre}}) + (N_{a_h} \cdot PP_a \cdot L_d) = 10.197 \text{ kgf}$$

Plancha:

Espesor de la plancha. $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Longitud en X de la plancha $L_x = 440 \text{ mm}$

Longitud en y de la plancha $L_y = 400 \text{ mm}$

$$PP_{\text{plancha}} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{\text{planchas_a36}} = 14.08 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{\text{total}} := PP_{\text{arriostre}} + PP_{\text{plancha}} = 24.277 \text{ kgf}$$

Longitud de soldadura:

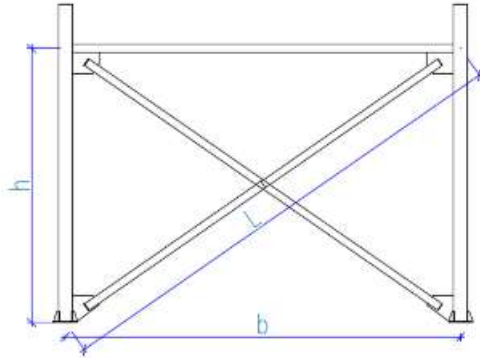
$$l_w = 35 \text{ cm}$$

Longitud de soldadura de arriostre

$$L_{wT} := (N_{a_d} \cdot l_w) + (N_{a_h} \cdot l_w) = 2100 \text{ mm}$$

Anexo B9.- Cálculo de conexión soldada de arriostramiento a la junta Viga – Columna utilizando perfil tubular incrustado en Gusset plate para la nave industrial más desfavorable (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a momento (Viga – Columna "tubulares")



1. DATOS GENERALES:

Altura de piso:

$$h := 5838 \text{ mm} = 5.838 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 4.186 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 45.784^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 44.216 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

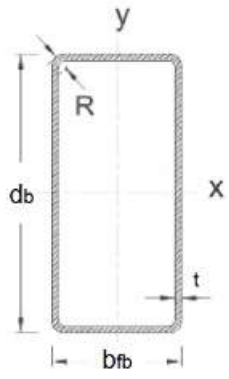
Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la columna se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arrostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.1. Viga a utilizar: ECO 160x65x3.4mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_b := 160 \text{ mm}$

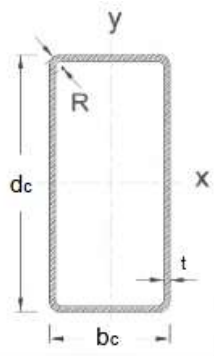
Espesor del ala: $t_{fb} := 3.4 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_{fb} := 65 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wb} := 3.4 \text{ mm}$

Módulo de sección plástico: $Z_{xb} := 66.86 \text{ cm}^3$

2.2. Columna a utilizar: ECO 100x100x7mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_c := 220 \text{ mm}$

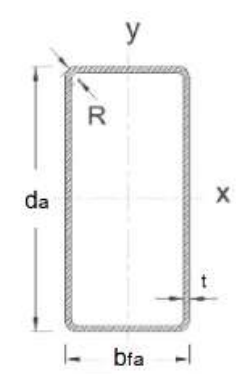
Espesor del ala: $t_{fc} := 7 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_c := 220 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wc} := 7 \text{ mm}$

Módulo de sección plástico: $Z_{xc} := 429.51 \text{ cm}^3$

2.3. Arriostramiento a utilizar: L 75x75x7mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_a := 75 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 7 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $A_{ga} := 10.10 \text{ cm}^2$

Área gruesa: $b_a := 75 \text{ mm}$

Inercia: $I_a := 52.40 \text{ cm}^4$

Radio de giro: $r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 2.28 \text{ cm}$

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

Módulo de elasticidad $E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

Tensión cedente de la viga: $F_{yb} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión última en arriostramientos: $F_{ua} := 4360 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente en columna: $F_{yc} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión última en planchas: $F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente del arriostramiento: $F_{ya} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente en planchas: $F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Factor de sobre - resistencia para esfuerzo último: $R_t := 1.3$

Factor de sobre - resistencia para esfuerzo cedente: $R_y := 1.4$

Factor de sobre - resistencia para la tensión cedente de las plancha: $R_{ypl} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{EXX} :

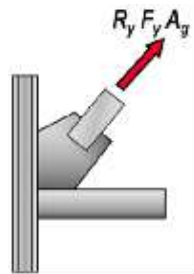
$$F_{EXX} := 4920 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4. CARGAS DE DISEÑO:



Fuerza de diseño a tracción.

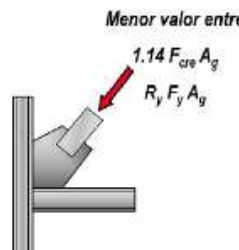
4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$\phi R_n := 0.9 \cdot F_{ya} \cdot 2 A_{ga} = 63902.7 \text{ kgf}$$

$$P_{u_tracc} := \phi R_n = 63902.7 \text{ kgf}$$

4.2. Fuerza de diseño a compresión:



Fuerza de diseño a compresión.

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 L_a = 3.767 \text{ m}$$

Resistencia elástica al pandeo. En este caso siempre se usa el radio de giro menor, ya que tiene la misma longitud no arriostrada en ambos sentidos:

Según el Apéndice C y la Sección 15.5.2 de la Norma COVENIN 1618:1998

$$\lambda_c = \frac{kL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{195}{\pi} \sqrt{\frac{3500}{2.1 \times 10^6}} = 2.534 > 1.5$$

$$F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y = 478 \text{ kgf / cm}^2$$

$$\phi_c N_t = 0.9 \times 6.36 \times 478 = 2736 \text{ kgf.}$$

$$\lambda := \frac{K \cdot L_{ba}}{\pi \cdot r_a} \cdot \sqrt{\frac{F_{ya}}{E}} = 2.154$$

Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda^2} \cdot F_{ya} = 664.501 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

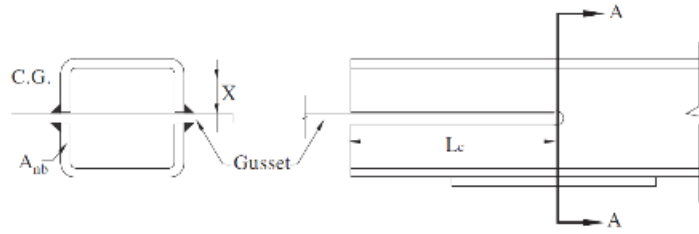
$$\phi_c N_t := 0.90 \cdot F_{cr} \cdot A_{ga} = 6040.312 \text{ kgf}$$

Por ser doble ángulo: $P_{u_comp} := 2 \cdot \phi_c N_t = 12080.625 \text{ kgf}$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre - resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción: $T_u := P_{u_tracc} = 63902.7 \text{ kgf}$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Longitud mínima de desarrollo del arriostamiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (2 \cdot t_a)} = 17.896 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 18 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (4 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.497$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostamiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := L_d \cdot 4 = 72 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.56683732113974213731 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 5.668 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_a = 7 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 5 \text{ mm} \\ \quad \parallel & 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Fuente: AISC 360-16

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4): $D_{w_min} = 5 \text{ mm}$

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 5.668 \text{ mm} \quad D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 0.96$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

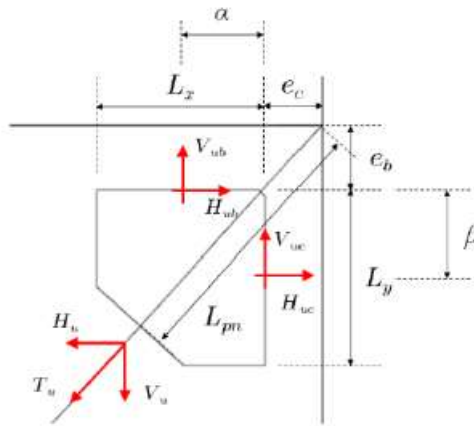
$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.98$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

Longitud de plancha en X: $L_x := 230 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} := 10 \text{ mm}$



Geometría de la plancha nodo y fuerzas transferidas

Distancia entre eje de columna y PL nodo:

$$e_c := \frac{d_c}{2} = 110 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de viga y PL nodo:

$$e_b := \frac{d_b}{2} = 80 \text{ mm}$$

Longitud de plancha nodo al WP:

Longitud en X desde el nodo:

$$L_{Tx} := L_x + e_c = 340 \text{ mm}$$

Longitud en Y desde el nodo:

$$L_{Ty} := \tan(\alpha_{\text{arriostre}}) \cdot L_{Tx} = 330.82 \text{ mm}$$

$$h := \frac{L_{Tx}}{\cos(\alpha_{\text{arriostre}})} = 474.386 \text{ mm} \quad L_{Ty} := h \cdot \sin(\alpha_{\text{arriostre}}) = 330.82 \text{ mm}$$

$$L_{Ty} := \text{ceil}\left(\frac{L_{Ty}}{\text{mm}}\right) \cdot \text{mm} = 331 \text{ mm}$$

Longitud de plancha en Y: $L_y := L_{Ty} - e_b = 251 \text{ mm}$

$$\alpha_a := \text{atan}\left(\frac{L_{Ty}}{L_{Tx}}\right) = 44.232 \text{ deg} \quad \alpha_{\text{arriostre}} = 44.216 \text{ deg}$$

Longitud de ubicación aproximada de resultantes de fuerza de plancha nodo:

$$\alpha' := \frac{L_x}{2} = 115 \text{ mm} \quad \beta' := \frac{L_y}{2} = 125.5 \text{ mm}$$

Distancia entre la cara externa el perfil y el extremo de la plancha

$$L_{\text{extremos}} := 25 \text{ mm} \quad L_{\text{punta}} := 2 \cdot L_{\text{extremos}} + b_a = 125 \text{ mm}$$

$$h_{\text{cuerda}} := \frac{L_{\text{punta}}}{2} \cdot \cos(\alpha_{\text{arriostre}}) = 44.795 \text{ mm}$$

$$b_{\text{cuerda}} := \frac{L_{\text{punta}}}{2} \cdot \sin(\alpha_{\text{arriostre}}) = 43.585 \text{ mm}$$

$$L_{\text{pn_completo}} := \sqrt{L_{Tx}^2 + L_{Ty}^2} = 474.511 \text{ mm}$$

$$L_{\text{pn_sobrante}} := \frac{h_{\text{cuerda}}}{\sin(\alpha_{\text{arriostre}})} = 64.234 \text{ mm}$$

$$L_{\text{pn}} := L_{\text{pn_completo}} - L_{\text{pn_sobrante}} = 410.277 \text{ mm}$$

NOTA: L_{pn} Valor que debe ser determinado en función de la geometría, ver siguiente figura.

Chequeo de bloque de Whitmore:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{\text{whitmore}} := 30 \cdot \text{deg} \quad \alpha_{\text{arriostre}} = 44.216 \text{ deg} \quad \theta = 45.784 \text{ deg}$$

$$\text{if}(\alpha_{\text{arriostre}} \geq 30 \text{ deg}, \text{"Ok"}, \text{"Comprobar Whitmore"}) = \text{"Ok"}$$

$$\text{if}(\theta \geq 30 \text{ deg}, \text{"Ok"}, \text{"Comprobar Whitmore"}) = \text{"Ok"}$$

Dichas longitudes deben llevarse a los valores para los cuales se produzcan fuerzas uniformes. Para ello se toma:

$$\beta := \beta' = 125.5 \text{ mm}$$

Por lo tanto el valor de α debe ser:

$$\alpha := e_b \cdot \tan(\theta) - e_c + \beta \cdot \tan(\theta) = 101.202 \text{ mm}$$

NOTA: De verificarse que la excentricidad α es despreciable, considerar $\alpha = \alpha'$

Verificando la excentricidad:

$$\alpha - \alpha' = -13.798 \text{ mm}$$

5.3.2. Cálculo de las fuerzas en la interfaz de l a plancha nodo:

$$r := \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} = 294.681 \text{ mm}$$

$$H_{uc} := \frac{e_c}{r} \cdot T_u = 23853.942 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en columna:

$$V_{uc} := \frac{\beta}{r} \cdot T_u = 27215.179 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en columna:

$$V_{ub} := \frac{e_b}{r} \cdot T_u = 17348.321 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en viga:

$$H_{ub} := \frac{\alpha}{r} \cdot T_u = 21946.161 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en viga:

5.3.3. Cálculo de la soldadura en conexión plancha nodo-viga y plancha nodo-columna:

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia límite a tracción del metal de aporte:

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$P_{uc} := \sqrt{H_{uc}^2 + V_{uc}^2} = 36189.453 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión

$$\theta_c := \text{atan}\left(\frac{H_{uc}}{V_{uc}}\right) = 41.234^\circ$$

plancha nodo-columna:

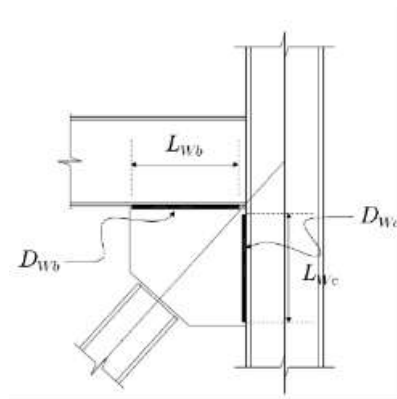
Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$P_{ub} := \sqrt{H_{ub}^2 + V_{ub}^2} = 27974.958 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$\theta_b := \text{atan} \left(\frac{V_{ub}}{H_{ub}} \right) = 38.326^\circ$$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$



Esfuerzo cortante minorado de diseño de la soldadura:

$$\phi F_w = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnc} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_c))^{1.5} \right) = 2807.248 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_b para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnb} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_b))^{1.5} \right) = 2755.437 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Espesor propuesto de soldadura en viga, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_b} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 3.4 \text{ mm}$$

Espesor propuesto de soldadura en columna, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_c} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 3.4 \text{ mm}$$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

$$D_{wb_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_b} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 13 \text{ mm} & \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 19 \text{ mm} & \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{wc_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_c} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 13 \text{ mm} & \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 19 \text{ mm} & \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Fuente: AISC 360-16

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

(a) $D_{wb} := D_{wb_min} = 3 \text{ mm}$ $D_{wc} := D_{wc_min} = 3 \text{ mm}$

$D_{wb} := 7 \text{ mm}$ $D_{wc} := 7 \text{ mm}$

Longitud de soldadura en viga, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$Clip := 130 \text{ mm}$

$L_{wb} := \text{Floor}(L_x - Clip, 10 \text{ mm})$

$L_{wb} = 100 \text{ mm}$

Longitud de soldadura en columna, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$L_{wc} := \text{Floor}(L_y - Clip, 10 \text{ mm})$

$L_{wc} = 120 \text{ mm}$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{L_{wc}}{D_{wc}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wc}}{D_{wc}} \right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nc} := \frac{2 \cdot \phi F_{unc} \cdot L_{wc} \cdot D_{wc} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 33348.404 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en columna:

$$\frac{P_{uc}}{\phi R_{nc}} = 1.085$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{L_{wb}}{D_{wb}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wb}}{D_{wb}} \right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nb} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnb} \cdot L_{wb} \cdot D_{wb} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 27277.435 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en viga:

$$\frac{P_{ub}}{\phi R_{nb}} = 1.026$$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

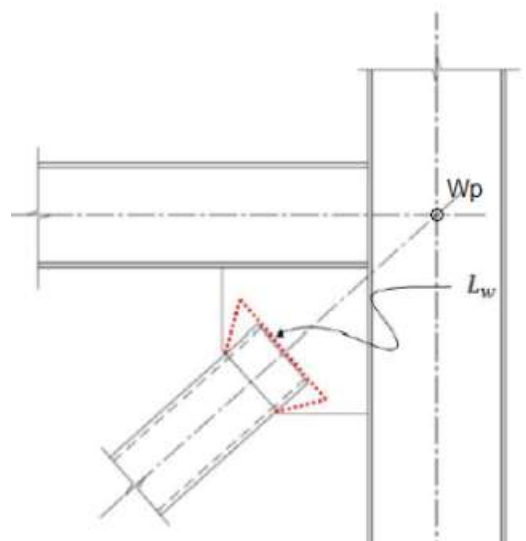
5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 282.846 \text{ mm}$$



Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pm} = 28.285 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración: $\phi := 0.90$

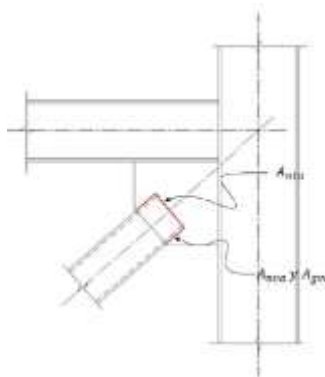
Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 64404.056 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.992$$

5.6.2. Chequeo del bloque cortante:



Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento

con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 180 \text{ mm}$$

$$T_u = 63902.7 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción: $U_{bs} := 1.0$

Factor de minoración: $\phi := 0.75$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 7.5 \text{ cm}^2 \quad A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

Área gruesa a corte en el contacto del arrostramiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 72 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 72 \text{ cm}^2$$

Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

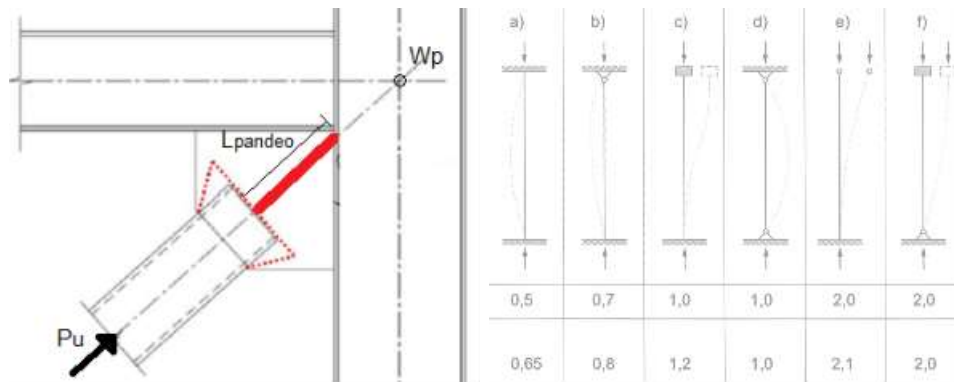
$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 113886 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.561$$

5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:



Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pn} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 94.262 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 32.653$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 19438.456 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e}\right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 2395.862 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 67766.026 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 60989.423 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u_comp}}{\phi R_n} = 0.106$$

5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e_max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 216.078 \text{ mm}$$

Longitud libre en Y: $L_1 := L_y - 2 \cdot h_{cuerda} = 161.41 \text{ mm}$

Longitud libre en X: $L_2 := L_x - 2 \cdot b_{cuerda} = 142.829 \text{ mm}$

$$\text{if}(L_1 \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

$$\text{if}(L_2 \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

5.7. Revisión del área efectiva y área gruesa del arriostramiento:

Según las provisiones sísmicas el área neta efectiva no debe ser menor que el área gruesa del arriostramiento, a fin de prevenir una falla frágil.

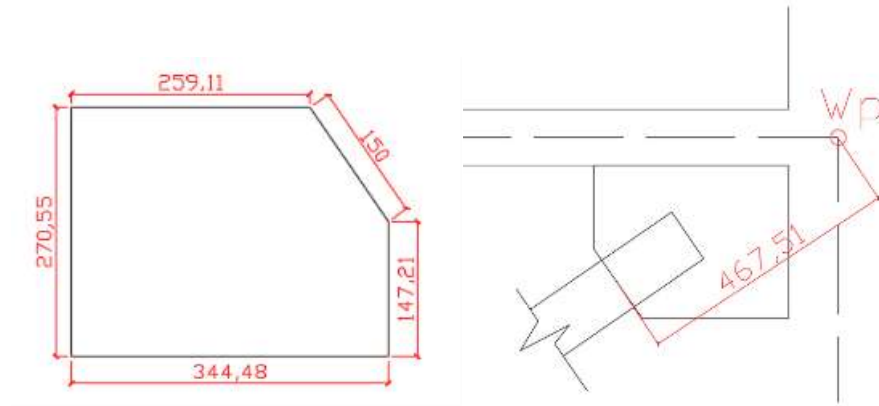
$$A_{na} := A_{ga} - 2 \cdot t_{pn} \cdot t_a = 8.7 \text{ cm}^2$$

$$U := \text{if}\left(L_a \geq 1.3 \cdot d_a, 1, 1 - \frac{d_a}{L_a \cdot \pi}\right) = 1$$

$$A_{ea} := U \cdot A_{na} = 8.7 \text{ cm}^2$$

$$A_{ga} = 10.1 \text{ cm}^2$$

if ($A_{ga} > A_{ea}$, "Generar refuerzo", "Cumple") = "Generar refuerzo"



Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo: $l_1 := L_{pn} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 94.262 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC: $K := 1.2$

Área crítica: $A_{ef} = 28.285 \text{ cm}^2$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 39.184$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 13498.928 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 2339.117 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

Resistencia a compresión: $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 66161.02 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión: $\phi \cdot P_n = 59544.918 \text{ kgf}$

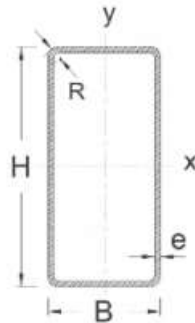
$$P_u := P_{u_comp} = 12080.625 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.203$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{“Cumple”}, \text{“No Cumple”} \right) = \text{“Cumple”}$$

Anexo B10.- Cálculo de conexión soldada de arriostramiento a la junta Viga – Viga utilizando perfil tubular para la nave industrial más desfavorable (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a momento (Viga – Viga "tubulares")



Sección Rectangular

Medidas: (Solo si posee cartela)

Luz entre columnas $a := 20 \text{ m}$

pendiente (Hcolumna-Hcumbreira) $d := 2 \text{ m}$

$d_b := 260 \text{ mm}$

$$d_b := \frac{2 \cdot d_b}{\cos(\alpha)} = 530.298 \text{ mm}$$

$$\alpha := \text{atan}\left(\frac{d}{\frac{a}{2}}\right) = 11.31 \text{ deg}$$

Propiedades de la viga (260x90x5.5):

$d_b := d_b = 530.298 \text{ mm}$

$b_{fb} := 90 \text{ mm}$

$t_b := 5.5 \text{ mm}$

$R_b := 2.5 \cdot t_b = 13.75 \text{ mm}$

Según Unicon:

Materiales:

Acero (A36)

Módulo de elasticidad del acero.

$$E := 2.1 \cdot 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión de fluencia mínima específica del ala.

$$F_y := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Material de aporte del electrodo

Resistencia límite a tracción del metal de aporte.

(Resistencia de clasificación del metal de relleno)

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración de resistencia.

$$\phi := 0.75$$

Esfuerzo cortante de diseño de la soldadura.

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Momento:

Momento en la junta. (SAP2000)

$$M_u := 5148.9 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$C_u := \frac{M_u}{d_b} = 9709.446 \text{ kgf}$$

Corte:

Reacción perpendicular a la viga (corte) (SAP2000)

$$R_u := 708.16 \text{ kgf}$$

Diseño de soldaduras para momento

$$L_w := (b_{fb}) = 9 \text{ cm}$$

Espesor requerido:

Sustituyendo en la fórmula de resistencia $\phi R_n = \phi F_{nw} \cdot t_g \cdot L_w$ tenemos:

$$D_{nw} := C_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.6890070403092383896 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{nw} = 6.89 \text{ mm}$$

$$t_{ns} := D_{nw} \cdot 0.707 = 4.871 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha mas delgado

Plancha mas delgada a unir:

$$t_{min} := t_b = 5.5 \text{ mm}$$

TABLA J2.4	
Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{w_min} = 3 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_{w_ala} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 6.89 \text{ mm}$$

$$D_{w_ala} := \text{ceil}\left(\frac{D_{w_ala}}{\text{mm}}\right) \cdot \text{mm} = 7 \text{ mm}$$

Espesor a usar.

$$(b) \text{if}(D_{w_ala} > t_{min}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"No cumple"}$$

Longitud de soldadura efectiva:

$$L_{we} := C_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_ala} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \xrightarrow{\text{solve}, L_{we}} \frac{0.88586619468330650092 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{kgf} \cdot \text{mm}}$$

Longitud de soldadura efectiva.

$$L_{we} = 88.587 \text{ mm}$$

$$\text{if}(L_{we} \leq L_w, \text{"OK"}, \text{"Error"}) = \text{"OK"}$$

$$L_w = 90 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura a utilizar

$$L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 90 \text{ mm}$$

$$L_{w_momento} := L_{we}$$

$$(c) \text{if}(L_{we} < 4 \cdot D_{w_ala}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Factor de reducción para la longitud de soldadura

$$\begin{array}{l} \text{Caso} := \text{if } L_{we} \leq 100 \cdot D_{w_ala} \\ \quad \parallel \text{"(1) Lefectiva = Lreal"} \\ \quad \text{else if } L_{we} \leq 300 \cdot D_{w_ala} \\ \quad \parallel \text{"(2) Se aplica la formula (J2-1)"} \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{"(3) Lefectiva = 180w"} \end{array} \Bigg| = \text{"(1) Lefectiva = Lreal"}$$

$$\beta := \begin{cases} \text{if } L_{we} \leq 100 \cdot D_{w_ala} \\ \quad \parallel 1 \\ \text{else if } L_{we} \leq 300 \cdot D_{w_ala} \\ \quad \parallel 1.2 - 0.002 \cdot \left(\frac{L_{we}}{D_{w_ala}} \right) \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"(3) Lefectiva = 180w"} \end{cases} = 1$$

$$\beta = 1$$

(d) *Caso* = "(1) Lefectiva = Lreal"

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{C_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_ala} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.984$$

if ($D.C \leq 1$, "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

Diseño de soldaduras para corte

La longitud de soldadura por corte viene dada por el alma del perfil siendo esta:

$$L_w := 2 \cdot (d_b - 2 \cdot R_b) = 100.56 \text{ cm}$$

$$L_{w_total} := L_{w_momento} + L_w = 1095.596 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte_real} := L_w$$

$$L_{w_total} := \text{Trunc}(L_{w_total}, 1 \text{ mm}) = 1095 \text{ mm}$$

$$L_w := L_{w_total} - L_{w_momento} = 100.5 \text{ cm}$$

Longitud redondeada

$$L_w = 100.5 \text{ cm}$$

$$D_{nw} := R_u = \phi F_{nw} \cdot D \cdot 0.707 \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.0045002543003845589808 \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$D_{nw} = 0.045 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha mas delgado

Plancha más delgada a unir:

$$t_{min} := \min(t_b) = 5.5 \text{ mm}$$

$$t_{min} = 5.5 \text{ mm}$$

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$D_{w_min} = 3 \text{ mm}$$

$$(a) \quad D_{w_alma} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 3 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura requerido para el alma del perfil

$$D_{w_alma} := \text{ceil}\left(\frac{D_{w_alma}}{\text{mm}}\right) \cdot \text{mm} = 3 \text{ mm}$$

Espesor a usar.

$$(b) \quad \text{if}(D_{w_alma} > t_{min}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Longitud de soldadura efectiva:

$$L_{we} := R_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \xrightarrow{\text{solve, } L_{we}} \frac{0.15075851906288271086 \cdot \text{cm}^2}{\text{mm}}$$

$$L_{we} = 15.076 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura efectiva. $L_w = 1005 \text{ mm}$

Longitud de soldadura a utilizar $L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 1005 \text{ mm}$

$$L_{w_corte} := L_{we}$$

$$(c) \text{ if } (L_{we} < 4 \cdot D_{w_alma}, \text{“No cumple”}, \text{“Cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

Factor de reducción para la longitud de soldadura

$$\begin{array}{l} \text{Caso} := \text{if } L_{we} \leq 100 \cdot D_{w_alma} \\ \quad \parallel \text{“(1) Lefectiva = Lreal”} \\ \quad \text{else if } L_{we} \leq 300 \cdot D_{w_alma} \\ \quad \quad \parallel \text{“(2) Se aplica la formula (J2-1)”} \\ \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \parallel \text{“(3) Lefectiva = 180w”} \end{array} \quad \Bigg| = \text{“(3) Lefectiva = 180w”}$$

$$\begin{array}{l} \beta := \text{if } L_{we} \leq 100 \cdot D_{w_alma} \\ \quad \parallel 1 \\ \quad \text{else if } L_{we} \leq 300 \cdot D_{w_alma} \\ \quad \quad \parallel 1.2 - 0.002 \cdot \left(\frac{L_{we}}{D_{w_alma}} \right) \\ \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \parallel \text{“(3) Lefectiva = 180w”} \end{array} \quad \Bigg| = \text{“(3) Lefectiva = 180w”}$$

$$\beta = \text{“(3) Lefectiva = 180w”}$$

$$(d) \text{ Caso} = \text{“(3) Lefectiva = 180w”}$$

$$\beta := 1$$

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{R_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.015$$

$$D.C := \frac{R_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_alma} \cdot 0.707) \cdot 180 \cdot D_{w_alma}} = 0.028$$

$$\text{if } (D.C \leq 1, \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

Espesor de soldadura a usar en todo el perfil

$$D_{viga} := \max(D_{w_ala}, D_{w_alma}) = 7 \text{ mm}$$

Resumen de datos

Viga/Viga:

Tamaño de soldadura:

$$D_{w_alma} = 3 \text{ mm}$$

$$D_{w_ala} = 7 \text{ mm}$$

$$D_{w_viga_columna} := D_{viga} = 7 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura:

$$L_{w_momento} = 90 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte} = 1005 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte_real} = 1005.596 \text{ mm}$$

$$L_{total_viga_columna} := L_{w_momento} + L_{w_corte} = 1095 \text{ mm}$$

Anexo B11.- Cálculo de conexión soldada de arriostamiento a la junta Arriostre - Techo utilizando perfil tubular incrustado en Gusset plate para la nave industrial más desfavorable (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Arriostre - Techo "tubulares")

1. DATOS GENERALES:

Longitud entre puntos de arriostre

$$h := 5099 \text{ mm} = 5.099 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostamiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 3.937 \text{ m}$$

Ángulo del arriostamiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 49.641^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 40.359 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

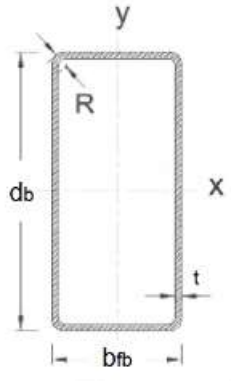
Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la viga del portico se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arriostamiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.1. Viga a utilizar: ECO 160x65x3.4mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_b := 160 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fb} := 3.4 \text{ mm}$

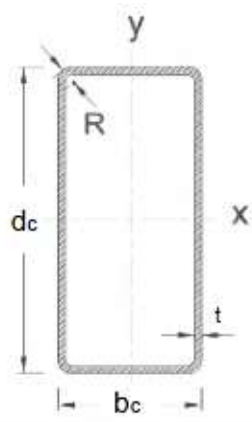
Ancho de la sección: $b_{fb} := 65 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wb} := 3.4 \text{ mm}$

Módulo de sección plástica: $Z_{xb} := 66.86 \text{ cm}^3$

Peso: $PP_b := 11.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

2.2. Viga del pórtico a utilizar: ECO 260x90x5.5mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_c := 260 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fc} := 5.5 \text{ mm}$

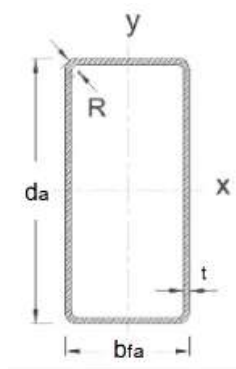
Ancho de la sección: $b_c := 90 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wc} := 5.5 \text{ mm}$

Módulo de sección plástico: $Z_{xc} := 265.35 \text{ cm}^3$

Peso: $PP_c := 28.46 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

2.3. Arriostramiento a utilizar: ECO 70x70x3mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_a := 70 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 2.25 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_a := 70 \text{ mm}$

Área gruesa (Diseño): $A_{ga} := 5.53 \text{ cm}^2$

Inercia: $I_a := 41.91 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 4.65 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

$$r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 2.75 \text{ cm}$$

Radio de giro:

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

$$E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

$$F_{yb} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente de la viga

$$F_{ua} := 4360 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en arriostramientos

$$F_{yc} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en columna

$$F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en planchas

$$F_{ya} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente del arriostramiento

$$F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último $R_t := 1.3$

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente $R_y := 1.4$

Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas. $R_{ypl} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{exx} :

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lb}_f}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

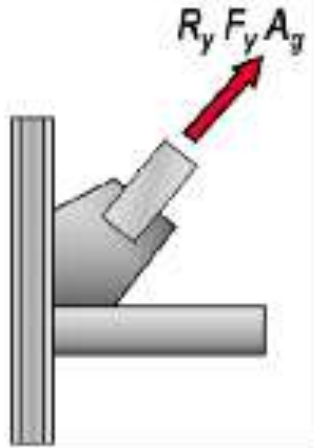
$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$P_{u_tracc} := R_y \cdot F_y \cdot A_g = 27213.13 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción.

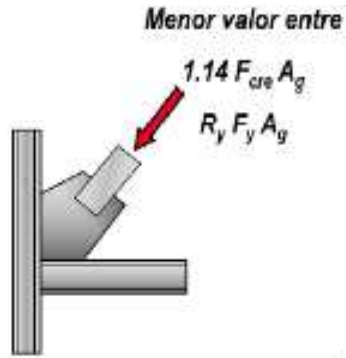
4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 \quad L_a = 3.543 \text{ m}$$



Fuerza de diseño a compresión.

Resistencia elástica al pandeo. En este caso siempre se usa el radio de giro menor, ya que tiene la misma longitud no arriostrada en ambos sentidos:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{ba}}{r_a}\right)^2} = 1251.11 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cre} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{ba}}{r_a} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_{ya}}}, \left(0.658 \frac{R_y \cdot F_{ya}}{F_e} \right) \cdot R_y \cdot F_{ya}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1097.225 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

Criterio n°1:

$$P_{u_comp_1} := 1.14 \cdot F_{cre} \cdot A_{ga} = 6917.128 \text{ kgf}$$

Criterio n°2:

$$P_{u_comp_2} := R_y \cdot F_{ya} \cdot A_{ga} = 27213.13 \text{ kgf}$$

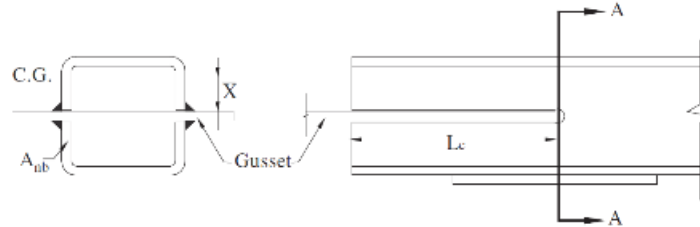
$$P_{u_comp} := \min(P_{u_comp_1}, P_{u_comp_2}) = 6917.128 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla

frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_u := P_{u_tracc} = 27213.13 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostamiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (4 \cdot t_a)} = 11.855 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (4 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.988$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostamiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := L_d \cdot 4 = 48 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.36208370794256461578 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 3.621 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_a = 2.25 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$D_{w_min} = 3 \text{ mm}$$

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 3.621 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 4 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w} \right) = 0.96$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.94$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

Longitud de plancha en X: $L_x := 280 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y := 260 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} := 8 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP: $L_{pn} := 353.18 \text{ mm}$

NOTA: L_{pn} Valor que debe ser determinado en función de la geometría, ver siguiente figura.

Separación entre el arrioste y la cara del elemento vertical

$$l_{x_columna} := 110 \text{ mm}$$

Longitud de ubicación aproximada de resultantes de fuerza de plancha nodo:

$$\alpha' := \frac{L_x}{2} = 140 \text{ mm}$$

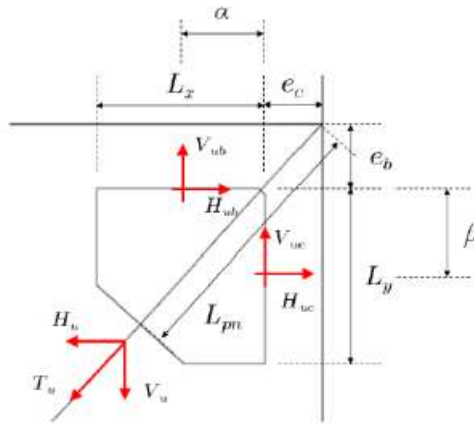
$$\beta' := \frac{L_y}{2} = 130 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de columna y PL nodo:

$$e_c := \frac{b_c}{2} = 45 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de viga y PL nodo:

$$e_b := \frac{b_{fb}}{2} = 32.5 \text{ mm}$$



Geometría de la plancha nodo y fuerzas transferidas.

Chequeo de bloque de Whitmore:

Angulo de Whitmore

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{arriostre} = 40.359 \text{ deg}$$

$$\theta = 49.641 \text{ deg}$$

if($\alpha_{arriostre} \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"

if($\theta \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"

Dichas longitudes deben llevarse a los valores para los cuales se produzcan fuerzas uniformes. Para ello se toma:

$$\beta := \beta' = 130 \text{ mm}$$

Por lo tanto el valor de α debe ser:

$$\alpha := e_b \cdot \tan(\theta) - e_c + \beta \cdot \tan(\theta) = 146.214 \text{ mm}$$

Verificando la excentricidad:

NOTA: De verificarse que la excentricidad α es despreciable, considerar $\alpha = \alpha'$

$$\alpha - \alpha' = 6.214 \text{ mm}$$

5.3.2. Cálculo de las fuerzas en la interfaz de l a plancha nodo:

$$r := \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} = 250.936 \text{ mm}$$

$$H_{uc} := \frac{e_c}{r} \cdot T_u = 4880.086 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en columna:

$$V_{uc} := \frac{\beta}{r} \cdot T_u = 14098.027 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en columna:

$$H_{ub} := \frac{\alpha}{r} \cdot T_u = 15856.373 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en viga:

$$V_{ub} := \frac{e_b}{r} \cdot T_u = 3524.507 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en viga:

5.3.3. Cálculo de la soldadura en conexión plancha nodo-viga y plancha nodo-columna:

Resistencia límite a tracción del metal de aporte:

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$P_{uc} := \sqrt{H_{uc}^2 + V_{uc}^2} = 14918.767 \text{ kgf}$$

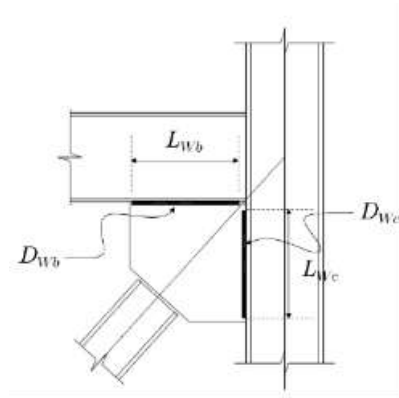
Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$\theta_c := \text{atan}\left(\frac{H_{uc}}{V_{uc}}\right) = 19.093^\circ$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$P_{ub} := \sqrt{H_{ub}^2 + V_{ub}^2} = 16243.359 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión
plancha nodo-viga:



$$\theta_b := \text{atan} \left(\frac{V_{ub}}{H_{ub}} \right) = 12.532^\circ$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Esfuerzo cortante minorado de diseño de la soldadura:

$$\phi F_w = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnc} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_c))^{1.5} \right) = 2421.836 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_b para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnb} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_b))^{1.5} \right) = 2326.59 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Espesor propuesto de soldadura en viga, a ambos lados de la plancha:

$$t_{\min_b} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 3.4 \text{ mm}$$

Espesor propuesto de soldadura en columna, a ambos lados de la plancha:

$$t_{\min_c} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 3.4 \text{ mm}$$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{wb_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_b} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{wc_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_c} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

(a) $D_{wb} := D_{wb_min} = 3 \text{ mm}$ $D_{wb} := 5 \text{ mm}$

$D_{wc} := D_{wc_min} = 3 \text{ mm}$ $D_{wc} := 5 \text{ mm}$

Longitud de soldadura en viga, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$$Clip := 150 \text{ mm}$$

$$L_{wb} := \text{Floor}(L_x - Clip, 10 \text{ mm})$$

$$L_{wb} = 130 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura en columna, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$$L_{wc} := \text{Floor}(L_y - Clip, 10 \text{ mm})$$

$$L_{wc} = 110 \text{ mm}$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{L_{wc}}{D_{wc}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wc}}{D_{wc}}\right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nc} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnc} \cdot L_{wc} \cdot D_{wc} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 18837.465 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en columna:

$$\frac{P_{uc}}{\phi R_{nc}} = 0.792$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{L_{wb}}{D_{wb}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wb}}{D_{wb}}\right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nb} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnb} \cdot L_{wb} \cdot D_{wb} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 21386.922 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en viga:

$$\frac{P_{ub}}{\phi R_{nb}} = 0.759$$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 208.564 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 16.685 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

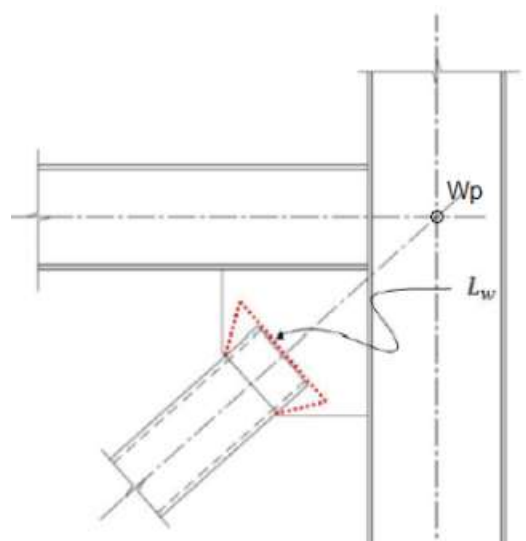
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 37992.03 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.716$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostamiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 120 \text{ mm}$$

$$T_u = 27213.13 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 5.6 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arriostamiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 38.4 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 38.4 \text{ cm}^2$$

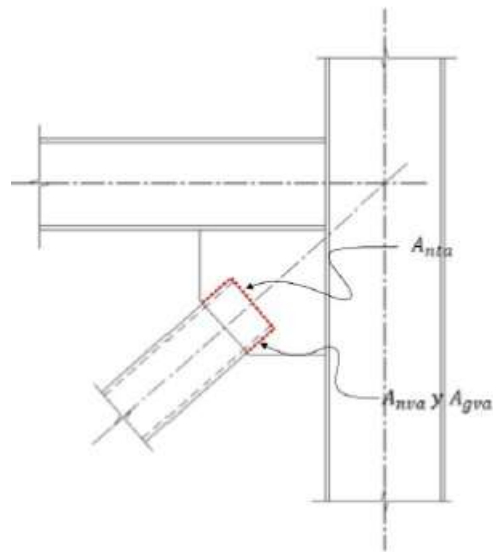
Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 60739.2 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.448$$



5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

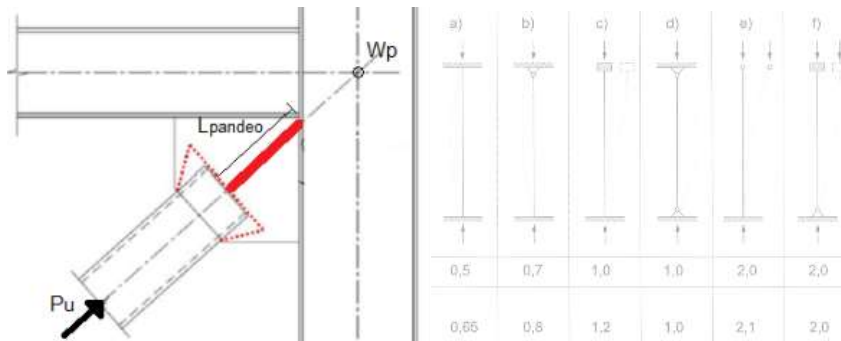
$$L_{pandeo} := L_{pm} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 177.671 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pm}}{\sqrt{12}} = 2.309 \text{ mm}$$



Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 76.934$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 3501.747 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1869.775 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 31197.43 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 28077.687 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u,comp}}{\phi R_n} = 0.114$$

5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e,max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 172.862 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría $L_{x1} := 169.33 \text{ mm}$

Longitud libre en Y de la geometría $L_{y2} := 130.02 \text{ mm}$

$\text{if}(L_{x1} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$

$\text{if}(L_{y2} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

Longitud libre de plancha nodo $l_1 := L_{pn} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 177.671 \text{ mm}$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC $K := 1.2$

Área crítica $A_{ef} = 16.685 \text{ cm}^2$

Radio de giro de la plancha nodo $r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.309 \text{ mm}$

Esbeltez de la plancha nodo $\frac{K \cdot l_1}{r} = 92.321$

$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 2431.768 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión Crítica de Pandeo

$F_{cr} := \text{if}\left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e}\right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e\right) = 1636.83 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$\phi := 0.9$

Resistencia a compresión $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 27310.717 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión $\phi \cdot P_n = 24579.645 \text{ kgf}$

$P_u := P_{u_comp} = 6917.128 \text{ kgf}$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.281$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

Geometría:

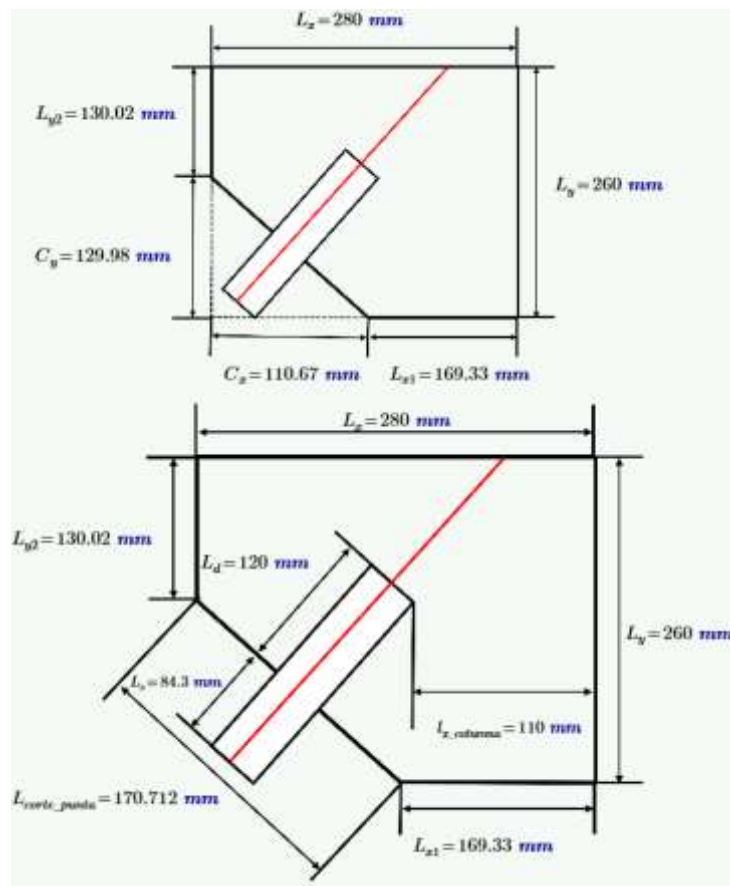
$$C_x := L_x - L_{x1} = 110.67 \text{ mm}$$

$$C_y := L_y - L_{y2} = 129.98 \text{ mm}$$

$$L_{\text{corte_punta}} := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 170.712 \text{ mm}$$

$$L_s := C_x \cdot \cos(\alpha_{\text{arriostre}}) = 84.331 \text{ mm}$$

$$L_{\text{sobrante}} := L_s$$



Espesor: $t_{pn} = 8 \text{ mm}$

Peso materiales:

$$\gamma_{planchas_a36} := 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Arriostre:

$$d_a = 70 \text{ mm}$$

$$b_a = 70 \text{ mm}$$

$$t_a = 2.25 \text{ mm}$$

$$PP_a = 4.65 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$L_{arriostre} := \text{ceil} \left(\frac{L_{arriostre}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 210 \text{ mm}$$

$$L_{arriostre} := L_d + L_{sobrante} = 204.331 \text{ mm}$$

$$PP_{arriostre} := PP_a \cdot L_{arriostre} = 0.977 \text{ kgf}$$

Viga (tranque):

$$d_b = 160 \text{ mm}$$

$$b_{fb} = 65 \text{ mm}$$

$$t_{fb} = 3.4 \text{ mm}$$

$$t_{wb} = 3.4 \text{ mm}$$

$$\text{distancia}_a := 215 \text{ mm}$$

Sacada del plano

$$L_{viga} := \text{ceil} \left(\frac{L_{viga}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 240 \text{ mm}$$

$$L_{viga} := \text{distancia}_a + 20 \text{ mm} = 235 \text{ mm}$$

$$PP_b = 11.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$PP_{\text{viga_tranque}} := PP_b \cdot L_{\text{viga}} = 2.722 \text{ kgf}$$

Viga pórtico:

$$PP_c = 28.46 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_c = 260 \text{ mm}$$

$$b_c = 90 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 5.5 \text{ mm}$$

$$t_{wc} = 5.5 \text{ mm}$$

$$\text{distancia}_b := 116.94 \text{ mm}$$

Sacada del plano

$$L_{\text{viga_portico}} := \text{distancia}_b + (20 \text{ mm}) = 136.94 \text{ mm}$$

$$L_{\text{viga_portico}} := \text{ceil} \left(\frac{L_{\text{viga_portico}}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 140 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{viga_portico}} := PP_c \cdot L_{\text{viga_portico}} = 3.984 \text{ kgf}$$

Plancha:

$$\text{Espesor de la plancha. } t_{pn} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud en X de la plancha } L_x = 280 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud en y de la plancha } L_y = 260 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{plancha}} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{\text{planchas_a36}} = 4.659 \text{ kgf}$$

Plancha (tapa del arriostre)

$$t_{\text{tapa}} := 3 \text{ mm}$$

$$d_a = 70 \text{ mm}$$

$$b_a = 70 \text{ mm}$$

$$h_{tapa} := \left(\frac{d_a - t_{pn}}{2} \right) - 1 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

$$b_{tapa} := b_a = 70 \text{ mm}$$

$$PP_{plancha_tapa} := 2 \cdot (t_{tapa} \cdot h_{tapa} \cdot b_{tapa} \cdot \gamma_{planchas_a36}) = 0.101 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{total} := PP_{arriostre} + PP_{viga_tranque} + PP_{viga_portico} + PP_{plancha} + PP_{plancha_tapa} = 12.443 \text{ kgf}$$

Longitud de soldadura:

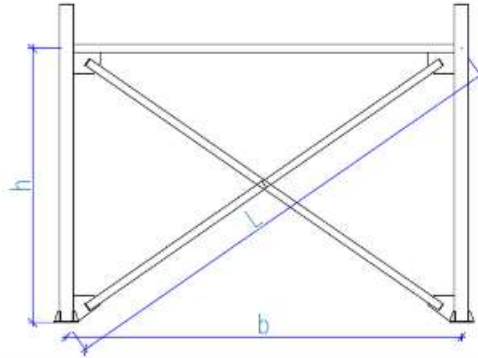
$$L_{wx} := L_{wb} = 130 \text{ mm}$$

$$L_{wy} := L_{wc} = 110 \text{ mm}$$

$$L_{wT} := 2 \cdot (L_x + L_y) + 4 \cdot L_d + 2 \cdot (2 \cdot h_{tapa} + 2 \cdot b_{tapa}) = 1960 \text{ mm}$$

Anexo B12.- Cálculo de conexión soldada de arriostamiento a la junta Arriostre - Columna utilizando perfil tubular incrustado en Gusset plate para la nave industrial más desfavorable (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Arriostre - Columna "tubulares")



1. DATOS GENERALES:

Longitud entre puntos de arriostre

$$h := 5838 \text{ mm} = 5.838 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 4.186 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 45.784^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 44.216 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

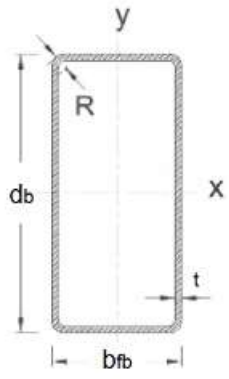
Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la viga del portico se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arrostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.1. Viga a utilizar: ECO 160x65x3.4mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_b := 160 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fb} := 3.4 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_{fb} := 65 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wb} := 3.4 \text{ mm}$

Módulo de sección plástica: $Z_{xb} := 66.86 \text{ cm}^3$

Peso: $PP_b := 11.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

2.2. Columna a utilizar: ECO 220x220x7mm

Altura de la sección: $d_c := 220 \text{ mm}$

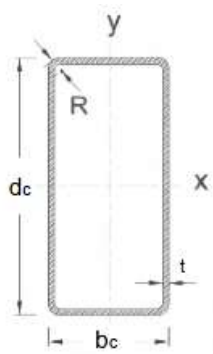
Espesor del ala: $t_{fc} := 7 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_c := 220 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wc} := 7 \text{ mm}$

Módulo de sección plástico: $Z_{xc} := 429.51 \text{ cm}^3$

Peso: $PP_c := 45.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$



Sección transversal perfil tubular rectangular.

2.3. Arriostramiento a utilizar: ECO 100x100x3mm

Altura de la sección: $d_a := 100 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 3 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_a := 100 \text{ mm}$

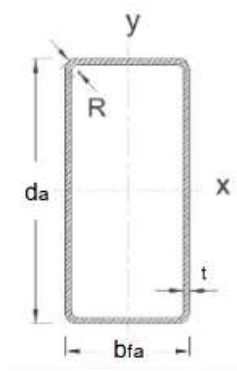
Área gruesa (Diseño): $A_{ga} := 10.58 \text{ cm}^2$

Inercia: $I_a := 164.39 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 8.89 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

$$r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 3.94 \text{ cm}$$

Radio de giro:



Sección transversal perfil tubular rectangular.

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

$$E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

$$F_{yb} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente de la viga

$$F_{ua} := 4360 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en arriostramientos

$$F_{yc} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en columna

$$F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión ultima en planchas

$$F_{ya} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente del arriostramiento

$$F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último $R_t := 1.3$

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente $R_y := 1.4$

Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas. $R_{ypl} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{EXX} :

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

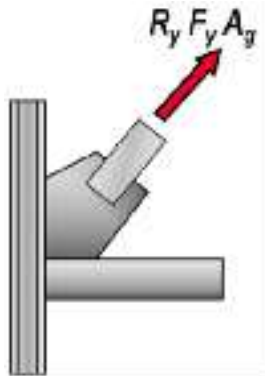
$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$P_{u_tracc} := R_y \cdot F_{ya} \cdot A_{ga} = 52064.18 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción.

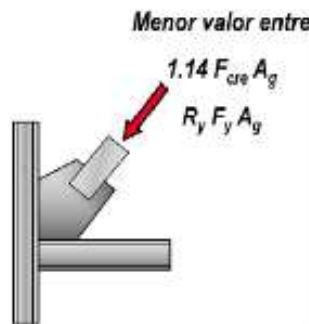
4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostamiento:

$$L_{ba} := 0.9 L_a = 3.767 \text{ m}$$



Fuerza de diseño a compresión.

Resistencia elástica al pandeo. En este caso siempre se usa el radio de giro menor, ya que tiene la misma longitud no arriostada en ambos sentidos:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{ba}}{r_a}\right)^2} = 2269.22 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión crítica a compresión del arriostamiento:

$$F_{cre} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{ba}}{r_a} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_{ya}}}, \left(0.658 \frac{R_y \cdot F_{ya}}{F_e} \right) \cdot R_y \cdot F_{ya}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1985.453 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

Criterio n°1:

$$P_{u_comp_1} := 1.14 \cdot F_{cre} \cdot A_{ga} = 23946.951 \text{ kgf}$$

Criterio n°2:

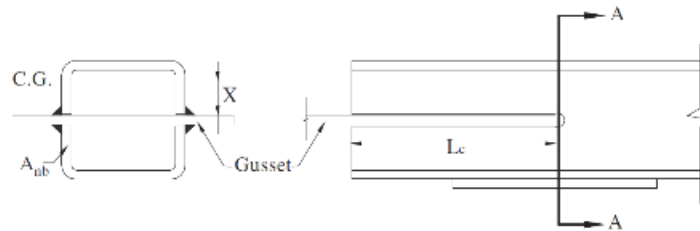
$$P_{u_comp_2} := R_y \cdot F_{ya} \cdot A_{ga} = 52064.18 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp} := \min(P_{u_comp_1}, P_{u_comp_2}) = 23946.951 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_u := P_{u_tracc} = 52064.18 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostramiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (4 \cdot t_a)} = 17.01 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 18 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (4 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.945$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostramiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := L_d \cdot 4 = 72 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.46182587462716504608 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 4.618 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_a = 3 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$D_{w_min} = 3 \text{ mm}$$

$$D_w := 6 \text{ mm}$$

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 4.618 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 5 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 0.96$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.8$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

Longitud de plancha en X: $L_x := 270 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y := 280 \text{ mm}$

Espesor de plancha nodo: $t_{pn} := 8 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP: $L_{pn} := 444.94 \text{ mm}$

NOTA: L_{pn} Valor que debe ser determinado en función de la geometría, ver siguiente figura.

Separación entre el arrioste y la cara del elemento vertical

$$l_{x_columna} := 45 \text{ mm}$$

Longitud de ubicación aproximada de resultantes de fuerza de plancha nodo:

$$\alpha' := \frac{L_x}{2} = 135 \text{ mm}$$

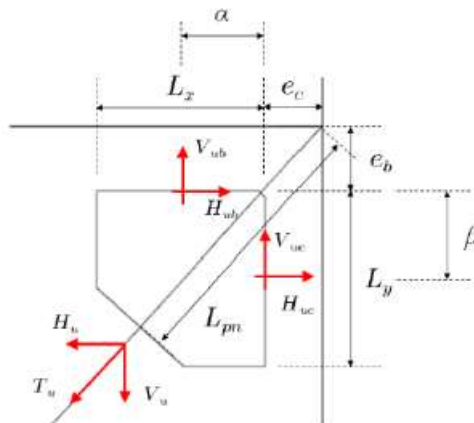
$$\beta' := \frac{L_y}{2} = 140 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de columna y PL nodo:

$$e_c := \frac{b_c}{2} = 110 \text{ mm}$$

Distancia entre eje de viga y PL nodo:

$$e_b := \frac{b_{fb}}{2} = 32.5 \text{ mm}$$



Geometría de la plancha nodo y fuerzas transferidas.

Chequeo de bloque de Whitmore:

Angulo de Whitmore

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{arriostre} = 44.216 \text{ deg}$$

$$\theta = 45.784 \text{ deg}$$

if ($\alpha_{arriostre} \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"

if ($\theta \geq 30 \text{ deg}$, "Ok", "Comprobar Whitmore") = "Ok"

Dichas longitudes deben llevarse a los valores para los cuales se produzcan fuerzas uniformes. Para ello se toma:

$$\beta := \beta' = 140 \text{ mm}$$

Por lo tanto el valor de α debe ser:

$$\alpha := e_b \cdot \tan(\theta) - e_c + \beta \cdot \tan(\theta) = 67.287 \text{ mm}$$

Verificando la excentricidad:

NOTA: De verificarse que la excentricidad α es despreciable, considerar $\alpha = \alpha'$

$$\alpha - \alpha' = -67.713 \text{ mm}$$

5.3.2. Cálculo de las fuerzas en la interfaz de l a plancha nodo:

$$r := \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} = 247.36 \text{ mm}$$

$$H_{uc} := \frac{e_c}{r} \cdot T_u = 23152.757 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en columna:

$$V_{uc} := \frac{\beta}{r} \cdot T_u = 29467.145 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en columna:

$$H_{ub} := \frac{\alpha}{r} \cdot T_u = 14162.487 \text{ kgf}$$

Fuerza horizontal en viga:

$$V_{ub} := \frac{e_b}{r} \cdot T_u = 6840.587 \text{ kgf}$$

Fuerza vertical en viga:

5.3.3. Cálculo de la soldadura en conexión plancha nodo-viga y plancha nodo-columna:

Resistencia límite a tracción del metal de aporte:

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:

$$P_{uc} := \sqrt{H_{uc}^2 + V_{uc}^2} = 37474.829 \text{ kgf}$$

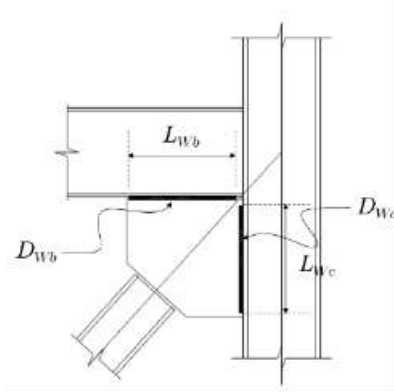
Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión
plancha nodo-columna:

$$\theta_c := \text{atan}\left(\frac{H_{uc}}{V_{uc}}\right) = 38.157^\circ$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$P_{ub} := \sqrt{H_{ub}^2 + V_{ub}^2} = 15727.99 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión
plancha nodo-viga:



$$\theta_b := \text{atan}\left(\frac{V_{ub}}{H_{ub}}\right) = 25.781^\circ$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Esfuerzo cortante minorado de diseño de la soldadura:

$$\phi F_w = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnc} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_c))^{1.5}\right) = 2752.411 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnb} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_b))^{1.5}\right) = 2532.29 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Espesor propuesto de soldadura en viga, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_b} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 3.4 \text{ mm}$$

Espesor propuesto de soldadura en columna, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_c} := \min(t_{fb}, t_{pn}) = 3.4 \text{ mm}$$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{wb_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_b} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_b} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

$$D_{wc_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_c} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$(a) D_{wb} := D_{wb_min} = 3 \text{ mm}$$

$$D_{wb} := 6 \text{ mm}$$

$$D_{wc} := D_{wc_min} = 3 \text{ mm}$$

$$D_{wc} := 6 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura en viga, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$$Clip := 70 \text{ mm}$$

$$L_{wb} := \text{Floor}(L_x - Clip, 10 \text{ mm})$$

$$L_{wb} = 200 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura en columna, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$$L_y - Clip = 210 \text{ mm}$$

$$L_{wc} := \text{Floor}(L_y - Clip, 10 \text{ mm})$$

$$L_{wc} = 210 \text{ mm}$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{L_{wc}}{D_{wc}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wc}}{D_{wc}}\right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nc} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnc} \cdot L_{wc} \cdot D_{wc} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 49045.454 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en columna:

$$\frac{P_{uc}}{\phi R_{nc}} = 0.764$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{L_{wb}}{D_{wb}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wb}}{D_{wb}}\right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nb} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnb} \cdot L_{wb} \cdot D_{wb} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 42974.388 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en viga:

$$\frac{P_{ub}}{\phi R_{nb}} = 0.366$$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

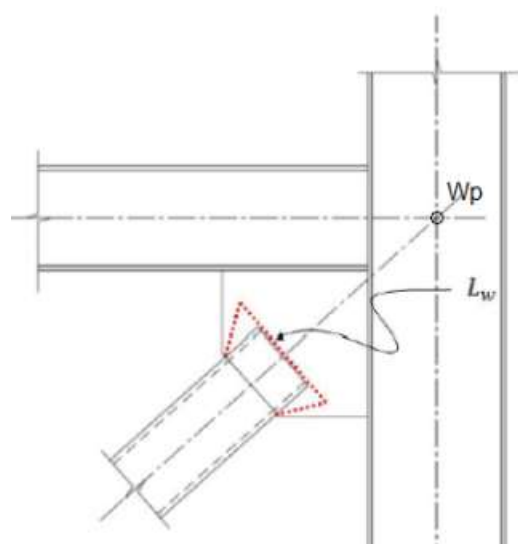
5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 307.846 \text{ mm}$$



Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de

Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 24.628 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

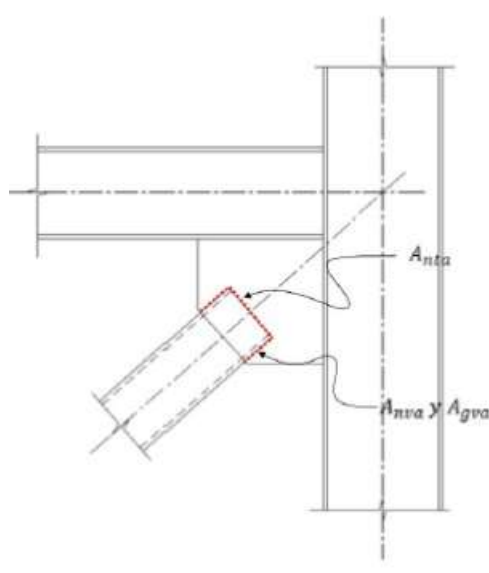
Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 56077.245 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.928$$

5.6.2. Chequeo del bloque cortante:



Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 180 \text{ mm}$$

$$T_u = 52064.18 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 8 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arriostre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arrostramiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 57.6 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 57.6 \text{ cm}^2$$

Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 91108.8 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.571$$

5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

$$L_{pandeo} := L_{pm} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 150.239 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.309 \text{ mm}$$

Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 65.056$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 4897.232 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 2038.04 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

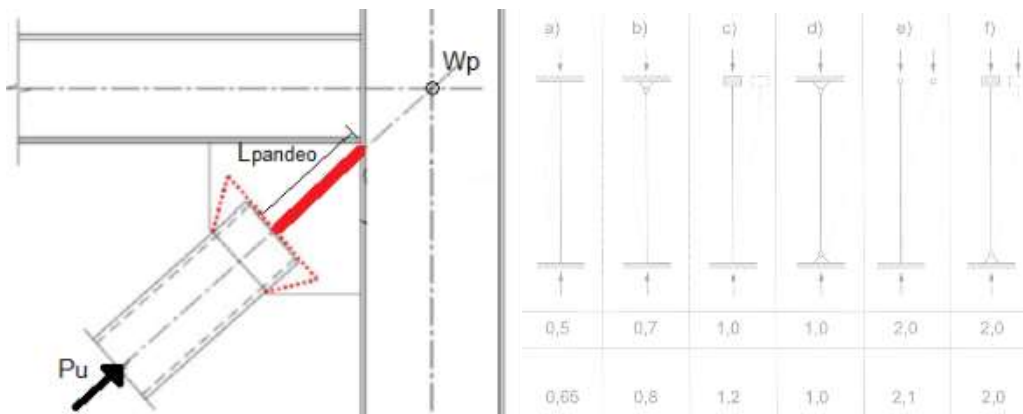
Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 50192.209 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 45172.988 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u_comp}}{\phi R_n} = 0.263$$



5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e_max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 172.862 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría

$$L_{x1} := 160.5 \text{ mm}$$

Longitud libre en Y de la geometría

$$L_{y2} := 167.46 \text{ mm}$$

$$\text{if}(L_{x1} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

$$\text{if}(L_{y2} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

$$\text{Longitud libre de plancha nodo } l_1 := L_{pn} - \sqrt{e_c^2 + e_b^2} - L_d = 150.239 \text{ mm}$$

$$\text{Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC } K := 1.2$$

$$\text{Área crítica } A_{ef} = 24.628 \text{ cm}^2$$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.309 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo

$$\text{Esbeltez de la plancha nodo } \frac{K \cdot l_1}{r} = 78.067$$

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 3400.855 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_c} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 1853.076 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

Resistencia a compresión $P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 45636.976 \text{ kgf}$

Resistencia Nominal minorada a compresión $\phi \cdot P_n = 41073.278 \text{ kgf}$

$$P_u := P_{u_comp} = 23946.951 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.583$$

$$\text{if} \left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{“Cumple”}, \text{“No Cumple”} \right) = \text{“Cumple”}$$

Geometría:

$$C_x := L_x - L_{x1} = 109.5 \text{ mm}$$

$$C_y := L_y - L_{y2} = 112.54 \text{ mm}$$

$$L_{corte_punta} := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 157.021 \text{ mm}$$

$$L_s := C_x \cdot \cos(\alpha_{arriostre}) = 78.48 \text{ mm}$$

$$L_{sobrante} := L_s$$

Espesor: $t_{pn} = 8 \text{ mm}$

Peso materiales:

$$\gamma_{planchas_a36} := 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

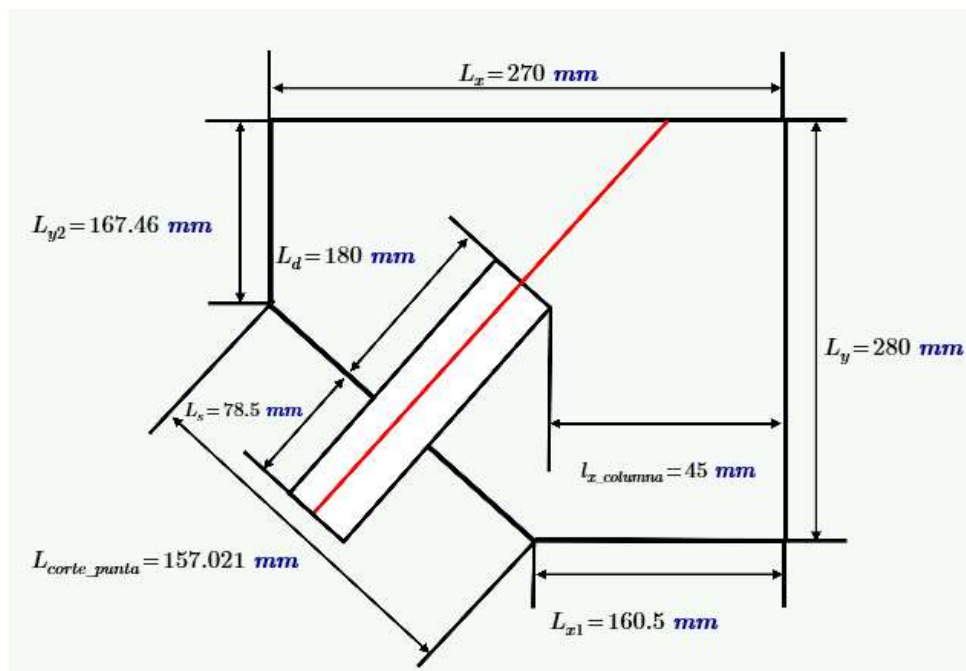
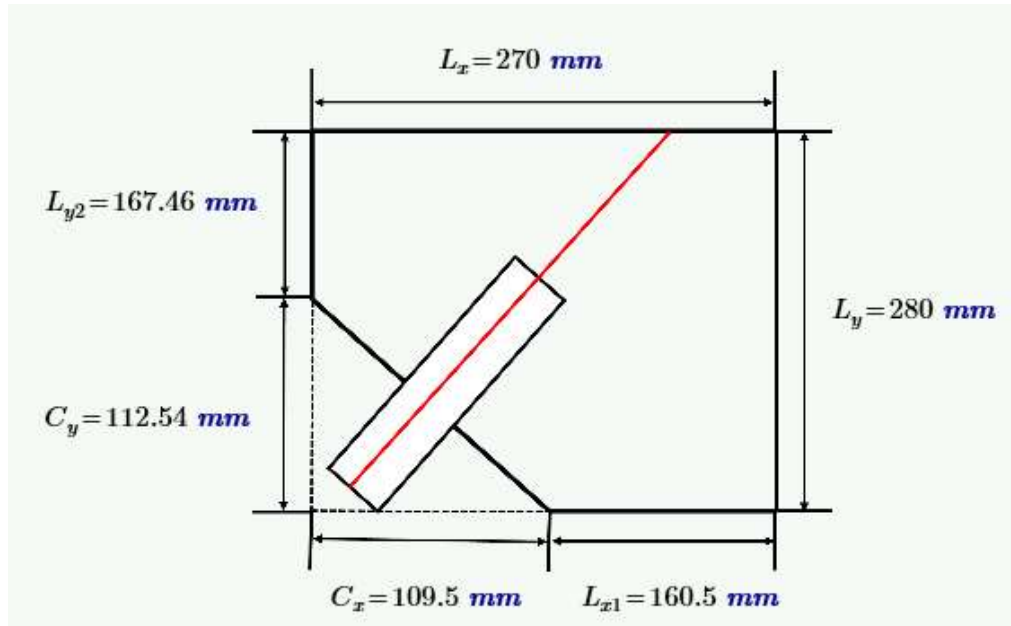
Arriostre:

$$d_a = 100 \text{ mm}$$

$$b_a = 100 \text{ mm}$$

$$t_a = 3 \text{ mm}$$

$$PP_a = 8.89 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$



$$L_{arriostre} := \text{ceil} \left(\frac{L_{arriostre}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 260 \text{ mm}$$

$$L_{arriostre} := L_d + L_{sobrante} = 258.48 \text{ mm}$$

$$PP_{arriostre} := PP_a \cdot L_{arriostre} = 2.311 \text{ kgf}$$

Viga (tranque):

$$d_b = 160 \text{ mm}$$

$$b_{fb} = 65 \text{ mm}$$

$$t_{fb} = 3.4 \text{ mm}$$

$$t_{wb} = 3.4 \text{ mm}$$

$$L_{viga} := \text{ceil} \left(\frac{L_{viga}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 300 \text{ mm}$$

$$L_{viga} := L_x + 20 \text{ mm} = 290 \text{ mm}$$

$$PP_b = 11.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$PP_{viga_tranque} := PP_b \cdot L_{viga} = 3.402 \text{ kgf}$$

Columna:

$$PP_c = 45.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_c = 220 \text{ mm}$$

$$b_c = 220 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 7 \text{ mm}$$

$$t_{wc} = 7 \text{ mm}$$

$$L_{columna} := L_y + d_b + 2 \cdot (20 \text{ mm}) = 480 \text{ mm}$$

$$L_{columna} := \text{ceil}\left(\frac{L_{columna}}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 480 \text{ mm}$$

$$PP_{columna} := PP_c \cdot L_{columna} = 21.84 \text{ kgf}$$

Plancha:

Espesor de la plancha. $t_{pn} = 8 \text{ mm}$

Longitud en X de la plancha $L_x = 270 \text{ mm}$

Longitud en y de la plancha $L_y = 280 \text{ mm}$

$$PP_{plancha} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{planchas_a36} = 4.838 \text{ kgf}$$

Plancha (tapa del arriostre)

$$t_{tapa} := 3 \text{ mm}$$

$$d_a = 100 \text{ mm}$$

$$b_a = 100 \text{ mm}$$

$$h_{tapa} := \left(\frac{d_a - t_{pn}}{2}\right) - 1 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

$$b_{tapa} := b_a = 100 \text{ mm}$$

$$PP_{plancha_tapa} := 2 \cdot (t_{tapa} \cdot h_{tapa} \cdot b_{tapa} \cdot \gamma_{planchas_a36}) = 0.216 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{total} := PP_{arriostre} + PP_{viga_tranque} + PP_{columna} + PP_{plancha} + PP_{plancha_tapa} = 32.608 \text{ kgf}$$

Longitud de soldadura:

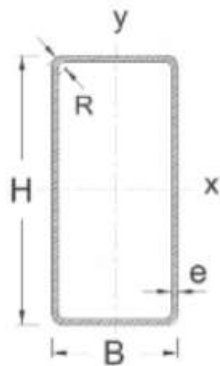
$$L_{wx} := L_{wb} = 200 \text{ mm}$$

$$L_{wy} := L_{wc} = 210 \text{ mm}$$

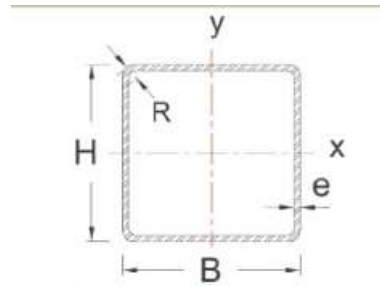
$$L_{wT} := 2 \cdot (L_x + L_y) + 4 \cdot L_d + 2 \cdot (2 \cdot h_{tapa} + 2 \cdot b_{tapa}) + 2 \cdot d_b = 2720 \text{ mm}$$

Anexo B13.- Cálculo de conexión soldada de arriostramiento a la junta Tranque - Columna utilizando perfil tubular incrustado en Gusset plate para la nave industrial más desfavorable (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Tranque - Columna "tubulares")



Sección Rectangular



Sección Cuadrada

Propiedades de la viga (160x65x3.4):

$$d_b := 160 \text{ mm}$$

$$b_{fb} := 65 \text{ mm}$$

$$t_b := 3.4 \text{ mm}$$

$$R_b := 2.5 \cdot t_b = 8.5 \text{ mm}$$

$$A_{gt} := 14.44 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_{acero} := 7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$PP_t := A_{gt} \cdot \gamma_{acero} = 11.335 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Materiales:

Acero (ASTM 500)

$$E := 2.1 \cdot 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del acero.

Propiedades de la columnas (220x220x7):

$$d_c := 220 \text{ mm}$$

$$b_{fc} := d_c$$

$$t_c := 7 \text{ mm}$$

Según Unicon

Tensión de fluencia mínima específica del ala.

$$F_y := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma_{\text{acero}} = 7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Peso específico del acero.

Material de aporte del electrodo

Resistencia límite a tracción del metal de aporte.

(Resistencia de clasificación del metal de relleno)

$$F_{EXX} := 4900 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración de resistencia. $\phi := 0.75$

Esfuerzo cortante de diseño de la soldadura.

$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2205 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cargas aplicadas

Corte debido al peso propio:

$$S_{\text{porticos}} := 6 \text{ m}$$

Reacción perpendicular a la viga (corte)

$$R_u := \frac{1.2 PP_t \cdot S_{\text{porticos}}}{2} = 40.807 \text{ kgf}$$

Diseño de soldaduras para corte

Longitud de soldadura

La longitud de soldadura por corte viene dada por el alma del perfil siendo esta:

$$L_w := 2 \cdot (d_b - 2 \cdot R_b) = 28.6 \text{ cm}$$

Tamaño de soldadura

$$D_{nw} := R_u = \phi F_{nw} \cdot D \cdot 0.707 \cdot L_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.00091526174371193587745 \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$D_{nw} = 0.009 \text{ mm}$$

Espesor mínimo de soldadura según el espesor de plancha mas delgado

Plancha mas delgada a unir:

$$t_{min} := \min(t_b, t_c) = 3.4 \text{ mm}$$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & 8 \text{ mm} \end{cases} = 3 \text{ mm}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla J2.4

$$D_{w_min} = 3 \text{ mm}$$

$$(a) D_{w_corte} := \max(D_{nw}, D_{w_min}) = 3 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura requerido para el alma del perfil

$$D_{w_corte} := \text{ceil} \left(\frac{D_{w_corte}}{\text{mm}} \right) \cdot \text{mm} = 3 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura a usar

(b) $\text{if}(D_{w_corte} > t_{min}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Longitud de soldadura efectiva:

$$L_{we} := R_u = \phi F_{nw} \cdot (D_{w_corte} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \xrightarrow{\text{solve}, L_{we}} \frac{0.0087254952900537886984 \cdot \text{cm}^2}{\text{mm}}$$

$$L_{we} = 0.873 \text{ mm}$$

$$L_w = 286 \text{ mm}$$

$\text{if}(L_{we} \leq L_w, \text{"OK"}, \text{"Error"}) = \text{"OK"}$

Longitud de soldadura a utilizar

$$L_{we} := \max(L_w, L_{we}) = 286 \text{ mm}$$

$$L_{w_corte} := L_{we}$$

(c) $\text{if}(L_{we} < 4 \cdot D_{w_corte}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

Factor de reducción para la longitud de soldadura

$$\text{Caso} := \begin{array}{l} \text{if } L_{we} \leq 100 \cdot D_{w_corte} \\ \quad \parallel \text{"(1) Lefectiva = Lreal"} \\ \text{else if } L_{we} \leq 300 \cdot D_{w_corte} \\ \quad \parallel \text{"(2) Se aplica la formula (J2-1)"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"(3) Lefectiva = 180w"} \end{array} \Bigg| = \text{"(1) Lefectiva = Lreal"}$$

$$\beta := \begin{array}{l} \text{if } L_{we} \leq 100 \cdot D_{w_corte} \\ \quad \parallel 1 \\ \text{else if } L_{we} \leq 300 \cdot D_{w_corte} \\ \quad \parallel 1.2 - 0.002 \cdot \left(\frac{L_{we}}{D_{w_corte}} \right) \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"(3) Lefectiva = 180w"} \end{array} \Bigg| = 1$$

$$\beta = 1$$

(d) *Caso* = "(1) Lefectiva = Lreal"

Demanda capacidad de la resistencia de la soldadura

$$D.C := \frac{R_u}{\phi F_{nw} \cdot (D_{w_corte} \cdot 0.707) \cdot L_{we} \cdot \beta} = 0.003$$

if($D.C \leq 1$, "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

Resumen de datos

Tranque/Columna:

Tamaño de soldadura:

$$D_{w_corte} = 3 \text{ mm}$$

$$D_{w_viga_columna} := D_{w_corte} = 3 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura:

$$L_{w_corte} = 286 \text{ mm}$$

$$L_{total_tranque_columna} := L_{w_corte} = 286 \text{ mm}$$

Anexo B14.- Cálculo de conexión soldada de arriostramiento a la junta Doble Techo utilizando perfil tubular para la nave industrial más desfavorable (20 metros como ancho del pórtico) según la Norma AISC 360.

Diseño de conexión a corte (Doble Techo "tubulares")

1. DATOS GENERALES:

Altura de piso:

$$h := 5099 \text{ mm} = 5.099 \text{ m}$$

Distancia entre pórticos:

$$b := 6 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

Longitud del arriostramiento:

$$L_a := \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$L_a = 3.937 \text{ m}$$

Ángulo del arriostramiento respecto a la vertical:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{b}{h}\right) = 49.641^\circ$$

$$\alpha_{\text{arriostre}} := \text{atan}\left(\frac{h}{b}\right) = 40.359 \text{ deg}$$

Respuesta := if ($\alpha_{\text{arriostre}} \leq 45 \text{ deg}$, "Cumple", "Se debe verificar la suposición de geometría")

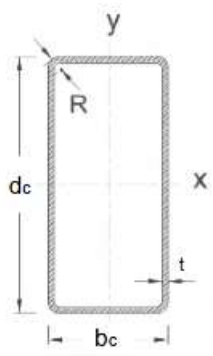
Respuesta = "Cumple"

2. DEFINICIÓN DE PERFILES A UTILIZAR:

NOTA:

- Para el caso de la viga se utiliza el subíndice "b".
- Para el caso de la columna se utiliza el subíndice "c".
- Para el caso del arriostramiento se utiliza el subíndice "a".
- Para el caso de las planchas se utiliza el subíndice "pl".
- Para el caso de la plancha nodo (Gusset plate) se utiliza el subíndice "pn".

2.2. Viga del pórtico a utilizar: ECO 260x90x5.5mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_c := 260 \text{ mm}$

Espesor del ala: $t_{fc} := 5.5 \text{ mm}$

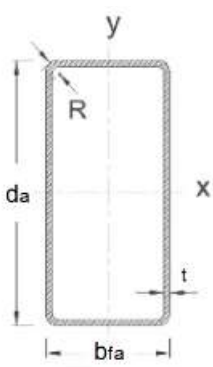
Ancho de la sección: $b_c := 90 \text{ mm}$

Espesor del alma: $t_{wc} := 5.5 \text{ mm}$

Módulo de sección plástica: $Z_{xc} := 265.35 \text{ cm}^3$

Peso: $PP_c := 28.46 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

2.3. Arriostramiento a utilizar: ECO 70x70x3mm



Sección transversal perfil tubular rectangular.

Altura de la sección: $d_a := 70 \text{ mm}$

Espesor del perfil: $t_a := 2.25 \text{ mm}$

Ancho de la sección: $b_a := 70 \text{ mm}$

Área gruesa (Diseño): $A_{ga} := 5.53 \text{ cm}^2$

Inercia: $I_a := 41.91 \text{ cm}^4$

Peso: $PP_a := 4.65 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Radio de giro: $r_a := \sqrt{\frac{I_a}{A_{ga}}} = 2.75 \text{ cm}$

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

Módulo de elasticidad

$$E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

3.1. Propiedades de aceros:

Para perfiles tubulares ASTM A500

Tensión cedente de la viga $F_{yb} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión ultima en arriostramientos $F_{ua} := 4360 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente en columna $F_{yc} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión ultima en planchas $F_{upl} := 4080 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Tensión cedente del arriostramiento $F_{ya} := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$F_{ypl} := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión cedente en planchas

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo último $R_t := 1.3$

Factor de sobre-resistencia para esfuerzo cedente $R_y := 1.4$

Factor de sobre-resistencia para la tensión cedente de las planchas. $R_{ypl} := 1.5$

3.2. Soldadura a utilizar: AWS E70XX

Resistencia límite a corte del metal de aporte F_{EXX} :

$$F_{EXX} := 70000 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

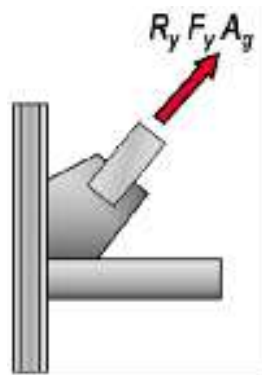
$$\phi F_{nw} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4. CARGAS DE DISEÑO:

4.1. Fuerza de diseño a tracción:

Fuerza de diseño a tracción:

$$P_{u_tracc} := R_y \cdot F_{ya} \cdot A_{ga} = 27213.13 \text{ kgf}$$



Fuerza de diseño a tracción.

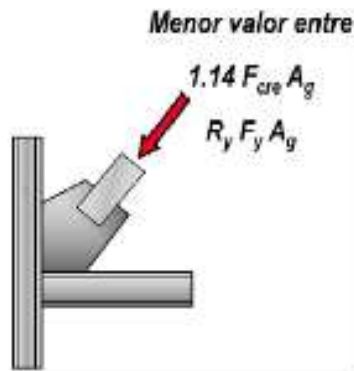
4.2. Fuerza de diseño a compresión:

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.0$$

Longitud libre del arriostramiento:

$$L_{ba} := 0.9 L_a = 3.543 \text{ m}$$



Fuerza de diseño a compresión.

Resistencia elástica al pandeo. En este caso siempre se usa el radio de giro menor, ya que tiene la misma longitud no arriostrada en ambos sentidos:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{ba}}{r_a}\right)^2} = 1251.11 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión crítica a compresión del arriostramiento:

$$F_{cre} := \text{if}\left(\frac{K \cdot L_{ba}}{r_a} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_{ya}}}, \left(0.658 \frac{R_y \cdot F_{ya}}{F_e}\right) \cdot R_y \cdot F_{ya}, 0.877 \cdot F_e\right) = 1097.225 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de diseño a compresión de la conexión:

Criterio nº1:

$$P_{u_comp_1} := 1.14 \cdot F_{cre} \cdot A_{ga} = 6917.128 \text{ kgf}$$

Criterio nº2:

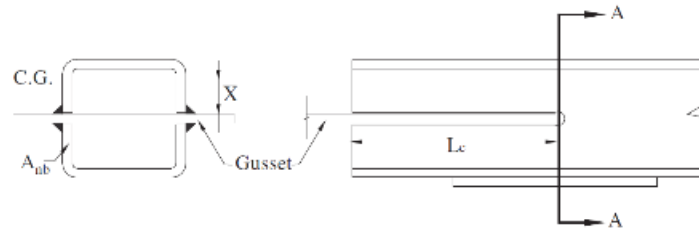
$$P_{u_comp_2} := R_y \cdot F_{ya} \cdot A_{ga} = 27213.13 \text{ kgf}$$

$$P_{u_comp} := \min(P_{u_comp_1}, P_{u_comp_2}) = 6917.128 \text{ kgf}$$

5. DISEÑO DE LA CONEXIÓN:

5.1. Verificación de longitud mínima de desarrollo del arriostramiento en el Gusset Plate.

Se verifica la longitud mínima de desarrollo que debe tener el arriostramiento con el perfil tubular dentro de la plancha nodo (Gusset Plate), tomando en cuenta una falla frágil por ruptura con la sobre-resistencia de la tensión última esperada.



Fuerza de diseño a tracción:

$$T_u := P_{u_tracc} = 27213.13 \text{ kgf}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Longitud mínima de desarrollo del arriostramiento dentro del Gusset Plate:

$$L_{d_min} := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (4 \cdot t_a)} = 11.855 \text{ cm}$$

$$L_d := \text{ceil} \left(\frac{L_{d_min}}{\text{cm}} \right) \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

$$D.C := \frac{T_u}{\phi \cdot 0.60 \cdot R_t \cdot F_{ua} \cdot (4 \cdot L_d \cdot t_a)} = 0.988$$

5.2. Diseño de la soldadura.

Se calculará el espesor de soldadura requerido para la longitud desarrollada entre la plancha nodo y el corte en el arriostramiento.

Resistencia de cálculo minorada de la soldadura:

$$\phi F_w := F_{EXX} \cdot 0.6 \cdot \phi = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de contacto entre la plancha extrema y la plancha nodo:

$$l_w := L_d \cdot 4 = 48 \text{ cm}$$

Espesor de soldadura requerido:

$$D_{w_req} := T_u = \phi F_{nw} \cdot (D \cdot 0.707) \cdot l_w \xrightarrow{\text{solve, } D} \frac{0.36208370794256461578 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kgf}}{\text{cm} \cdot \text{kgf}}$$

$$D_{w_req} = 3.621 \text{ mm}$$

$$t_{min} := t_a = 2.25 \text{ mm}$$

Espesor de soldadura propuesto:

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{w_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel & 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel & 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel & 8 \text{ mm} \end{cases}$$

Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$D_{w_min} = 3 \text{ mm}$$

$$(a) D_w := \max(D_{w_req}, D_{w_min}) = 3.621 \text{ mm}$$

$$D_w := \text{ceil}\left(\frac{D_w}{\text{mm}}\right) \text{ mm} = 4 \text{ mm}$$

factor de reducción para la longitud de soldadura:

$$\beta := \text{if}\left(\frac{l_w}{D_w} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{l_w}{D_w}\right) = 0.96$$

Demanda/Capacidad de la resistencia de la soldadura:

$$D.C := \frac{T_u}{0.707 \cdot \phi F_w \cdot l_w \cdot D_w \cdot \beta} = 0.943$$

5.3. Distribución de fuerzas a la viga y la columna por la plancha nodo, según el método de fuerza uniforme.

5.3.1. Valores propuestos de Geometría de la plancha:

$$L_{xn} := L_x$$

$$L_x := 422.23 \text{ mm}$$

$$L_y := 189.72 \text{ mm}$$

$$L_{yn} := L_y$$

$$L_x := \text{ceil}\left(\frac{L_x}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 430 \text{ mm}$$

$$L_y := \text{ceil}\left(\frac{L_y}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 190 \text{ mm}$$

Longitud de plancha en X: $L_x = 430 \text{ mm}$

Longitud de plancha en Y: $L_y = 190 \text{ mm}$

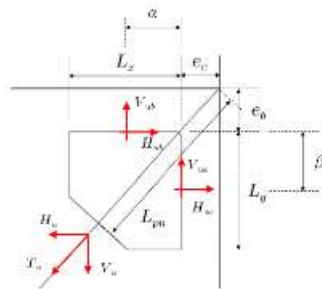
Espesor de plancha nodo: $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Longitud de plancha nodo al WP: $L_{pn} := 261.34 \text{ mm}$

NOTA: L_{pn} Valor que debe ser determinado en función de la geometría, ver siguiente figura.

Separación entre el arriostre y la cara del elemento vertical

$l_{y_viga} := 40 \text{ mm}$



Distancia entre eje de viga y PL nodo:

$$e_c := \frac{t_{wc}}{2} = 2.75 \text{ mm}$$

Chequeo de bloque de Whitmore:

Geometría de la plancha nodo y fuerzas transferidas.

Angulo de Whitmore

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{arriostre} = 40.359 \text{ deg}$$

$$\theta = 49.641 \text{ deg}$$

$$\text{if}(\alpha_{arriostre} \geq 30 \text{ deg}, \text{"Ok"}, \text{"Comprobar Whitmore"}) = \text{"Ok"}$$

$$\text{if}(\theta \geq 30 \text{ deg}, \text{"Ok"}, \text{"Comprobar Whitmore"}) = \text{"Ok"}$$

5.3.3. Cálculo de la soldadura en conexión plancha nodo-viga y plancha nodo-columna:

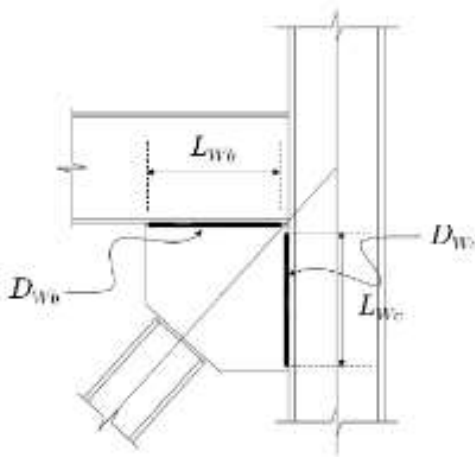
Resistencia límite a tracción del metal de aporte:

$$F_{EXX} = 4921.487 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-viga:

$$P_{uc} := 2 \cdot T_u = 54426.26 \text{ kgf}$$

Ángulo con respecto al cordón de soldadura de la Fuerza en soldadura en conexión plancha nodo-columna:



$$\theta_c := 0 \text{ deg}$$

Por ser mas desfavorable.

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Esfuerzo cortante minorado de diseño de la soldadura:

$$\phi F_w = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo cortante minorado, afectado por el ángulo θ_c para el diseño de la soldadura:

$$\phi F_{wnc} := \phi F_w \cdot \left(1 + 0.5 \cdot (\sin(\theta_c))^{1.5}\right) = 2214.669 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Espesor propuesto de soldadura en viga, a ambos lados de la plancha:

$$t_{min_c} := \min(t_{fc}, t_{pn}) = 5.5 \text{ mm}$$

TABLA J2.4 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

Fuente: AISC 360-16

$$D_{wc_min} := \begin{cases} \text{if } t_{min_c} \leq 6 \text{ mm} & = 3 \text{ mm} \\ \quad \parallel 3 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 13 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 5 \text{ mm} \\ \text{else if } t_{min_c} \leq 19 \text{ mm} & \\ \quad \parallel 6 \text{ mm} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 8 \text{ mm} \end{cases}$$

(a) Tamaño mínimo de soldadura según tabla (J2.4)

$$D_{wc} := D_{wc_min} = 3 \text{ mm}$$

$$D_{wc} := 7 \text{ mm}$$

Longitud de soldadura en viga, redondeada al múltiplo de 10 mm inferior:

$$Clip := 0 \text{ mm}$$

$$L_{wc} := \text{Floor}(L_x - Clip, 10 \text{ mm}) = 430 \text{ mm}$$

Factor de reducción para la longitud de la soldadura:

$$\beta := \text{if} \left(\frac{L_{wc}}{D_{wc}} < 100, 1, 1.2 - 0.002 \cdot \frac{L_{wc}}{D_{wc}} \right) = 1$$

Resistencia de soldadura en columna:

$$\phi R_{nc} := \frac{2 \cdot \phi F_{wnc} \cdot L_{wc} \cdot D_{wc} \cdot \beta}{\sqrt{2}} = 94273.657 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad de soldadura en columna:

$$\frac{P_{uc}}{\phi R_{nc}} = 0.577$$

5.6. Diseño de la plancha nodo:

5.6.1. Chequeo de cedencia por tensión de plancha nodo:

Ángulo de Whitmore:

$$\theta_{whitmore} := 30 \cdot \text{deg}$$

Ancho de Whitmore:

$$L_w := |d_a + 2 \cdot L_d \cdot \tan(30^\circ)| = 208.564 \text{ mm}$$

Área efectiva donde actúa la cedencia en la plancha nodo debido al efecto de

Whitmore:

$$A_{ef} := L_w \cdot t_{pn} = 20.856 \text{ cm}^2$$

Factor de minoración:

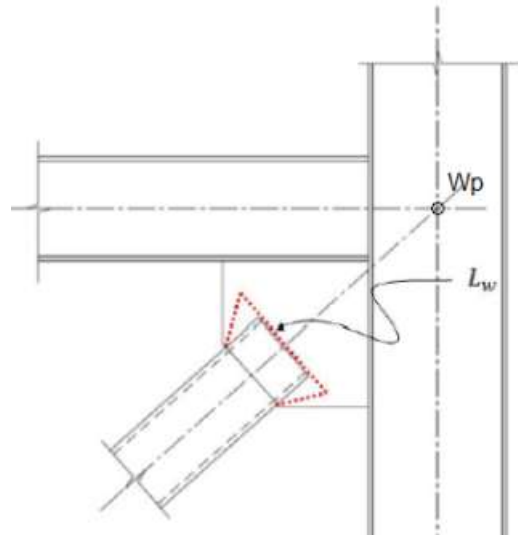
$$\phi := 0.90$$

Resistencia por tensión de la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot F_{ypl} \cdot A_{ef} = 47490.038 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.573$$



5.6.2. Chequeo del bloque cortante:

Se calculará el bloque cortante que puede generarse en la conexión del arriostramiento con la plancha nodo debido a la fuerza T_u .

$$L_d = 120 \text{ mm}$$

$$T_u = 27213.13 \text{ kgf}$$

Factor para el corte en miembros en tracción:

$$U_{bs} := 1.0$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.75$$

Área neta a tracción:

$$A_{nta} := d_a \cdot t_{pn} = 7 \text{ cm}^2$$

NOTA: Considerando que no hay aporte por soldadura del área a tracción (Tapa del arrioestre), se supone como 0 (cero) y la resistencia queda definida por el aporte del área a corte.

$$A_{nta} := 0 \text{ cm}^2$$

Área gruesa a corte en el contacto del arriostramiento y la plancha nodo:

$$A_{gva} := 4 \cdot L_d \cdot t_{pn} = 48 \text{ cm}^2$$

Área neta a corte:

$$A_{nva} := A_{gva} = 48 \text{ cm}^2$$

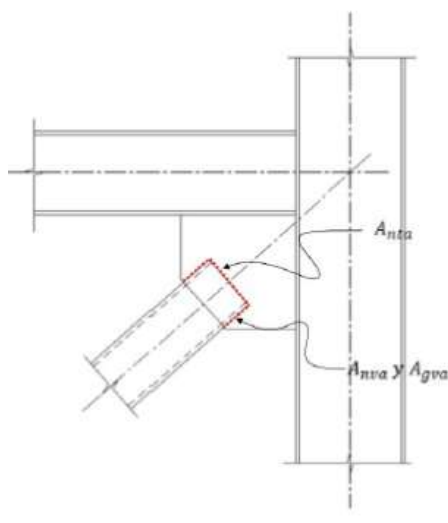
Resistencia por bloque cortante en la plancha nodo:

$$\phi R_n := \phi \cdot (U_{bs} \cdot F_{ua} \cdot A_{nta} + \min(0.6 F_{ua} \cdot A_{nva}, 0.6 F_{ya} \cdot A_{gva}))$$

$$\phi R_n = 75924 \text{ kgf}$$

Demanda/Capacidad:

$$D.C := \frac{T_u}{\phi R_n} = 0.358$$



5.6.3. Chequeo de pandeo en la plancha nodo:

Longitud libre de plancha nodo:

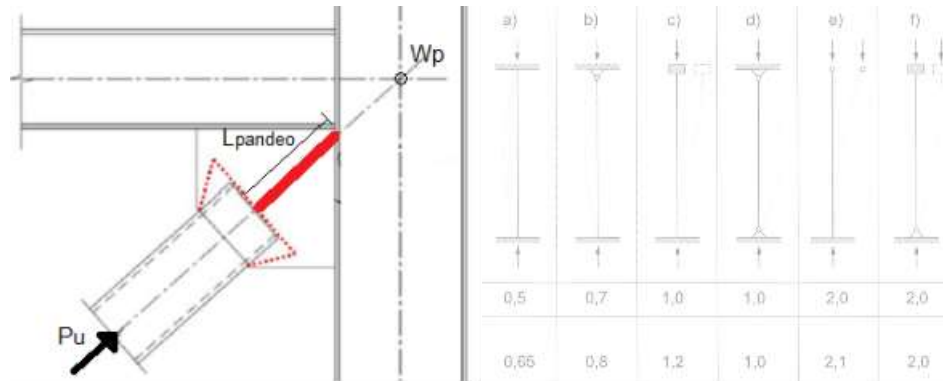
$$L_{pandeo} := L_{pn} - \sqrt{e_c^2} - L_d = 138.59 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1$$

Radio de giro de la plancha nodo:

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$



Esbeltez de la plancha nodo:

$$\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} = 48.009$$

Tensión elástica de Pandeo de la plancha nodo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r}\right)^2} = 8992.367 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo:

$$F_{cr} := \text{if} \left(\frac{K \cdot L_{pandeo}}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e} \right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e \right) = 2248.943 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de minoración:

$$\phi := 0.90$$

Resistencia nominal a la compresión:

$$P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 46904.867 \text{ kgf}$$

Resistencia minorada a compresión:

$$\phi \cdot P_n = 42214.38 \text{ kgf}$$

$$D.C := \frac{P_{u_comp}}{\phi R_n} = 0.091$$

5.6.4. Esbeltez límite de los bordes de la plancha nodo:

En el caso de planchas nodo (gusset plate) con bordes libres, el pandeo de los mismos es una falla indeseada. Para prevenirlo, en el detallado se debe limitar la longitud del borde libre a:

$$\lambda_r := 0.75 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}} = 21.608$$

$$L_{e_max} := t_{pn} \cdot \lambda_r = 216.078 \text{ mm}$$

$$L_{XT} := 254.59 \text{ mm}$$

$$L_{x1} := \frac{L_{XT}}{2} = 127.295 \text{ mm}$$

Longitud libre en X de la geometría

$$L_{y2} := 118.49 \text{ mm}$$

Longitud libre en Y de la geometría

$$\text{if}(L_{x1} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

$$\text{if}(L_{y2} \leq L_{e_max}, \text{"Esbeltez Ok"}, \text{"Aumentar t"}) = \text{"Esbeltez Ok"}$$

Chequeo de Pandeo en la Plancha Nodo

$$\text{Longitud libre de plancha nodo } l_1 := L_{pn} - \sqrt{e_c^2} - L_d = 138.59 \text{ mm}$$

Factor de longitud efectiva propuesta por la AISC $K := 1.2$

$$\text{Área crítica } A_{ef} = 20.856 \text{ cm}^2$$

$$r := \frac{t_{pn}}{\sqrt{12}} = 2.887 \text{ mm}$$

Radio de giro de la plancha nodo

$$\frac{K \cdot l_1}{r} = 57.611$$

Esbeltez de la plancha nodo

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l_1}{r}\right)^2} = 6244.699 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión Crítica de Pandeo

$$F_{cr} := \text{if}\left(\frac{K \cdot l_1}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{ypl}}}, \left(0.658 \frac{F_{ypl}}{F_e}\right) \cdot F_{ypl}, 0.877 \cdot F_e\right) = 2135.384 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\text{Resistencia a compresión } P_n := A_{ef} \cdot F_{cr} = 44536.428 \text{ kgf}$$

$$\text{Resistencia Nominal minorada a compresión } \phi \cdot P_n = 40082.785 \text{ kgf}$$

$$P_u := P_{u_comp} = 6917.128 \text{ kgf}$$

$$\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} = 0.173$$

$$\text{if}\left(\frac{P_u}{\phi \cdot P_n} < 1.0, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}\right) = \text{"Cumple"}$$

Geometría:

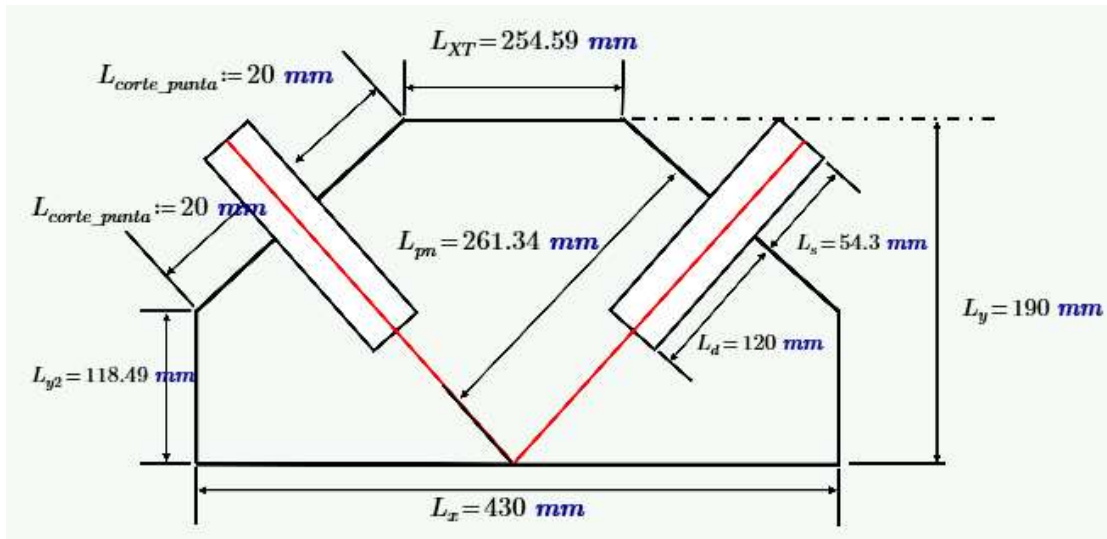
$$C_x := \frac{L_{xn} - L_{XT}}{2} = 83.82 \text{ mm}$$

$$C_y := L_{yn} - L_{y2} = 71.23 \text{ mm}$$

$$L_{corte_punta} := \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = 109.998 \text{ mm}$$

$$L_s := C_x \cdot \sin(\alpha_{arriostre}) = 54.28 \text{ mm}$$

$$L_{sobrante} := L_s$$



Espesor: $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Peso materiales:

$$\gamma_{planchas_a36} := 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Arriostre:

$$N_a := 2$$

$$d_a = 70 \text{ mm}$$

$$b_a = 70 \text{ mm}$$

$$t_a = 2.25 \text{ mm}$$

$$PP_a = 4.65 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$L_{\text{arriostre}} := \text{ceil} \left(\frac{N_a \cdot L_{\text{arriostre}}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 350 \text{ mm}$$

$$L_{\text{arriostre}} := L_d + L_{\text{sobrante}} = 174.28 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{arriostre}} := PP_a \cdot L_{\text{arriostre}} = 1.628 \text{ kgf}$$

Viga pórtico:

$$PP_c = 28.46 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$d_c = 260 \text{ mm}$$

$$b_c = 90 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 5.5 \text{ mm}$$

$$t_{wc} = 5.5 \text{ mm}$$

$$L_{\text{viga_portico}} := L_x + 2 \cdot (20 \text{ mm}) = 470 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{viga_portico}} := PP_c \cdot L_{\text{viga_portico}} = 13.376 \text{ kgf}$$

Plancha:

Espesor de la plancha. $t_{pn} = 10 \text{ mm}$

Longitud en X de la plancha $L_x = 430 \text{ mm}$

Longitud en y de la plancha $L_y = 190 \text{ mm}$

$$PP_{\text{plancha}} := t_{pn} \cdot L_x \cdot L_y \cdot \gamma_{\text{planchas_a36}} = 6.536 \text{ kgf}$$

Plancha (tapa del arriostre)

$$t_{\text{tapa}} := 3 \text{ mm}$$

$$d_a = 70 \text{ mm}$$

$$b_a = 70 \text{ mm}$$

$$h_{\text{tapa}} := \left(\frac{d_a - t_{pn}}{2} \right) = 30 \text{ mm}$$

$$b_{\text{tapa}} := b_a = 70 \text{ mm}$$

$$PP_{\text{plancha_tapa}} := 2 \cdot (t_{\text{tapa}} \cdot h_{\text{tapa}} \cdot b_{\text{tapa}} \cdot \gamma_{\text{planchas_a36}}) = 0.101 \text{ kgf}$$

Peso total sin soldadura:

$$PP_{total} := PP_{arriostre} + PP_{viga_portico} + PP_{plancha} + PP_{plancha_tapa} = 21.641 \text{ kgf}$$

Longitud de soldadura:

$$l_w = 48 \text{ cm}$$

Longitud de soldadura de arriostre

$$L_{wT} := 2 \cdot (L_x) + 2 \cdot l_w + 2 \cdot (2 \cdot h_{tapa} + 2 \cdot b_{tapa}) = 2220 \text{ mm}$$

ANEXO C – FCAS

FACTOR DE PRESTACIONES SOCIALES

DIAS EFECTIVAMENTE TRABAJADOS (DET)

A.- Días no trabajados feriados/júbilos	118.19
B.- Días no trabajos por permisos remunerados	42.17
Total Días no trabajados al año (DNT = A + B)	160.36
Lapso de una año	365
DET = Días efectivamente trabajados al año = 365 - DNT =	204.64

DIAS EFECTIVAMENTE PAGADOS (DEP)

C.- Días Pagados por Indemnizaciones y Prestaciones Sociales	338.14
D.- Días Pagados por Beneficios que otorgan las leyes	161.23
E.- Días por Contribuciones Complementarias Contractuales	56.4
F.- Días por Condiciones de higiene y seguridad industrial	896.65
G.- Días equivalentes por contribuciones sindicales	2.83
H.- Días Calendarios en el Lapso (1 año para este caso)	365
DEP = Días efectivamente pagados al año (C+D+E+F+G+H) =	1820.25

$$(\text{DEP}/\text{DET} - 1) = \text{FCAS} = 7.89$$

$$(\text{DEP}/\text{DET} - 1) \times 100 = \% \text{FCAS} = 789.49$$