



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO PARA EL DISEÑO DE CABINAS PARA SOLDADURA EN
EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR, (I.T.U.G.S.)**

Walter Renato Lima Muñoz

Asesorado por el Ing. Julio César Rivera Peláez

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO PARA EL DISEÑO DE CABINAS PARA SOLDADURA EN
EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR, (I.T.U.G.S.)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WALTER RENATO LIMA MUÑOZ

ASESORADO POR EL ING. JULIO CÉSAR RIVERA PELÁEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Byron Estuardo Ixpata Reyes
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO PARA EL DISEÑO DE CABINAS PARA SOLDADURA EN
EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR, (I.T.U.G.S.)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha noviembre de 2010.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Walter Lima Muñoz', written over a horizontal line.

Walter Renato Lima Muñoz

Guatemala, 05 de septiembre de 2011

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica – Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su Despacho

Estimado Ingeniero Urquizú:

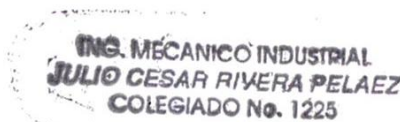
Me complace informarle, que ha sido concluido de manera satisfactoria el Trabajo de Graduación: **“PROYECTO DE MEJORAMIENTO PARA EL DISEÑO DE CABINAS PARA SOLDADURA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR, (I.T.U.G.S.)”**, asesorado por mi persona y elaborado por el estudiante, **WALTER RENATO LIMA MUÑOZ**, de la carrera de **INGENIERÍA MECÁNICA – INDUSTRIAL**, No. de Carné: **2007-14673**, cédula de vecindad No. de Orden **F-6**, No. de Registro **51035**.

En mi calidad de asesor, considero que el presente trabajo elaborado por el estudiante Lima Muñoz, es un aporte importante para el mejoramiento del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur.

Por lo tanto, luego de realizar las revisiones correspondientes, cumplir con todos los requisitos y lograr los objetivos establecidos en el presente Trabajo de Graduación, lo apruebo y solicito su autorización, en el entendido de que el autor y el suscrito son los responsables del contenido del mismo.

Y para los usos que al interesado convenga, extiendo, firmo y sello la presente a los cinco (5) días del mes de septiembre de 2011.

Atentamente,



Ing. Julio César Rivera Peláez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 1225
Asesor Trabajo de Graduación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.184.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROYECTO DE MEJORAMIENTO PARA EL DISEÑO DE CABINAS PARA SOLDADURA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA - SUR, (I.T.U.G.S.)**, presentado por el estudiante universitario **Walter Renato Lima Muñoz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Wolford'.

María Martha Wolford Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada 8659

Inga. María Martha Wolford Estrada de Hernández
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala octubre de 2011.

/mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.207.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROYECTO DE MEJORAMIENTO PARA EL DISEÑO DE CABINAS PARA SOLDADURA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR, (I.T.U.G.S.)**, presentado por el estudiante universitario **Walter Renato Lima Muñoz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2011.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 511.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROYECTO DE MEJORAMIENTO PARA EL DISEÑO DE CABINAS PARA SOLDADURA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR, (I.T.U.G.S.)**, presentado por el estudiante universitario **Walter Renato Lima Muñoz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 16 de noviembre de 2011.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y alegría de poder disfrutar este triunfo.
María Auxiliadora	Madre, tú lo has hecho todo, si no fuera por ti, nada de esto sería posible.
Don Bosco	Padre, maestro y amigo de corazón, muchas gracias.
Mis padres	A mi madre, Rosa Laura Muñoz Quevedo y a mi padre, Walter Arcenio Lima Mejía, por sus sabios consejos, apoyo, lucha y sacrificio, muchas gracias, los quiero mucho.
Mi hermana	Jennifer Mariné, por su apoyo y comprensión, gracias mi querida hermana.
Mis abuelos	Emeterio, María Herminia (q.e.p.d.), Herlindo (q.e.p.d.) e Isabel Dolores (q.e.p.d.).
Toda mi familia	Por su cariño y oraciones durante mi carrera, en especial a mis tíos Adán Herlindo (q.e.p.d.), Gilberto (q.e.p.d.) y a mi primo Jorge (q.e.p.d.), que desde el cielo me apoyaron.

Mis amigos y amigas

Gracias a todas y a todos, los llevo en mi corazón.

**Todas las personas que
confían y creen en mí**

Infinitas gracias.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por sus bendiciones y permitirme ser Salesiano y San Carlista.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma mater.
La Facultad de Ingeniería	Por ser mi segundo hogar en este camino tan arduo.
La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial	Por los docentes que puso en mi camino, de los cuales aprendí lo mejor.
Ingeniero Julio César Rivera Peláez	Por su asesoramiento tan valioso.
Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur	Por abrirme sus puertas para poder realizar el presente trabajo de graduación.
Ingeniero José Fernando Paredes Quiroa	Por su apoyo y guía fundamental.
Ingeniero Hugo Leonel Alvarado De León	Por su ayuda y apoyo.

**Ingeniero Hugo Humberto Rivera
Pérez**

Por su apoyo y consejos.

**Todas las personas maravillosas
que conocí y tuve la dicha de
compartir momentos inolvidables**

Por su ayuda, aliento y apoyo en
todo momento, durante este largo y
arduo camino, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR	1
1.1. Historia.....	1
1.2. Organigrama	4
1.3. Técnicos universitarios.	6
1.3.1. Metal – mecánica	6
1.3.2. Procesos de manufactura	6
1.3.3. Electrónica	7
1.3.4. Mecánica automotriz	7
1.3.5. Refrigeración y aire acondicionado	8
1.3.6. Producción alimenticia	8
1.4. Laboratorios de la Facultad de Ingeniería.....	9
1.4.1. Procesos de manufactura	9
1.4.2. Ingeniería eléctrica.....	10
1.4.3. Motores de combustión interna	10
1.4.4. Refrigeración y aire acondicionado	10
1.5. Fines educativos.....	10

2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	11
2.1.	Análisis FODA.....	11
2.2.	Análisis causa – efecto.....	14
2.3.	Forma actual de aplicación de soldadura por tipo.....	16
2.3.1.	Oxiacetilénica.....	16
2.3.2.	Arco eléctrico.....	16
2.3.3.	TIG.....	17
2.3.4.	MIG.....	17
2.3.5.	De punto.....	18
2.4.	Condiciones actuales en la práctica de soldadura.....	19
2.4.1.	Planta actual.....	19
2.4.2.	Área utilizada.....	21
2.4.3.	Mobiliario y equipo utilizado.....	22
2.4.4.	Iluminación.....	23
2.4.5.	Ventilación.....	24
2.4.6.	Gases de trabajo.....	28
2.4.7.	Extracción de gases.....	30
2.4.8.	Techos.....	33
2.4.9.	Agua potable.....	36
2.4.10.	Energía eléctrica.....	37
2.5.	Equipo de protección individual utilizado actualmente para la práctica de soldadura.....	40
2.6.	Enfermedades ocupacionales por soldadura.....	44
3.	DISEÑO.....	45
3.1.	Cabinas para soldadura.....	45
3.2.	Diseño de cabinas por tipo de soldadura.....	45
3.2.1.	Arco eléctrico.....	46
3.2.1.1.	Especificaciones de materiales.....	46

3.2.1.2.	Especificaciones de partes.....	46
3.2.1.3.	Componentes.....	49
3.2.1.4.	Construcción.	50
3.2.1.5.	Armado.....	54
3.2.1.6.	Acabados.	54
3.2.1.7.	Anclaje	55
3.2.1.8.	Ubicación.	57
3.2.1.9.	Diseño final	57
3.2.2.	MIG	58
3.2.2.1.	Especificaciones de materiales.....	58
3.2.2.2.	Especificaciones de partes.....	58
3.2.2.3.	Componentes.....	61
3.2.2.4.	Construcción.	62
3.2.2.5.	Armado.....	66
3.2.2.6.	Acabados.	66
3.2.2.7.	Anclaje	67
3.2.2.8.	Ubicación.	69
3.2.2.9.	Diseño final	69
3.2.3.	TIG	70
3.2.3.1.	Especificaciones de materiales.....	70
3.2.3.2.	Especificaciones de partes.....	70
3.2.3.3.	Componentes.....	73
3.2.3.4.	Construcción.	74
3.2.3.5.	Armado.....	78
3.2.3.6.	Acabados.	78
3.2.3.7.	Anclaje	79
3.2.3.8.	Ubicación.	81
3.2.3.9.	Diseño final	81
3.3.	Nueva planta de ubicación de las cabinas para soldadura.....	82

3.4.	Manejo seguro.....	83
3.4.1.	Nuevo equipo de protección individual	84
3.4.2.	Medidas de seguridad de las cabinas para soldadura	89
3.4.3.	Rotulación de seguridad de las cabinas para soldadura	93
3.5.	Consideraciones especiales.....	94
4.	IMPLANTACIÓN.....	95
4.1.	Costos y tiempo de implantación de cabinas por tipo de soldadura.....	95
4.1.1.	Arco eléctrico	95
4.1.1.1.	Costo de materiales	96
4.1.1.2.	Costo de partes.	97
4.1.1.3.	Costo de componentes	104
4.1.1.4.	Costo de construcción.	105
4.1.1.5.	Costo de armado	105
4.1.1.6.	Costo de acabado.....	107
4.1.1.7.	Costo de anclaje	107
4.1.1.8.	Costo total.....	108
4.1.1.9.	Tiempo total de implantación	109
4.1.2.	MIG	109
4.1.2.1.	Costo de materiales	110
4.1.2.2.	Costo de partes.	111
4.1.2.3.	Costo de componentes	118
4.1.2.4.	Costo de construcción.	119
4.1.2.5.	Costo de armado	119
4.1.2.6.	Costo de acabado.....	121
4.1.2.7.	Costo de anclaje	121
4.1.2.8.	Costo total.....	122

4.1.2.9.	Tiempo total de implantación	123
4.1.3.	TIG	123
4.1.3.1.	Costo de materiales	124
4.1.3.2.	Costo de partes.....	125
4.1.3.3.	Costo de componentes	132
4.1.3.4.	Costo de construcción.....	133
4.1.3.5.	Costo de armado.....	133
4.1.3.6.	Costo de acabado.....	135
4.1.3.7.	Costo de anclaje	135
4.1.3.8.	Costo total.....	135
4.1.3.9.	Tiempo total de implantación	136
4.2.	Análisis costo – beneficio de la implantación de cabinas.....	137
4.3.	Consideraciones especiales	138
5.	MEJORA CONTINUA	139
5.1.	Tareas de mantenimiento.....	139
5.2.	Insumos para mantenimiento.....	139
5.3.	Hojas de control de mantenimiento	140
5.4.	Período de mantenimiento.....	143
5.5.	Costo del mantenimiento	144
6.	MEDIO AMBIENTE	145
6.1.	Contaminación visual.....	145
6.2.	Contaminación auditiva	146
6.3.	Reducción de calor y esparcimiento de gases derivados de la soldadura	147
6.4.	Reciclaje eficaz de materiales mediante captación directa.....	148
6.5.	Manejo de desechos.....	149

CONCLUSIONES..... 151
RECOMENDACIONES 153
BIBLIOGRAFÍA..... 155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Logo Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur.....	2
2.	Vista satelital del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur..	3
3.	Organigrama Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur.....	5
4.	Diagrama causa – efecto, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS .	14
5.	Señales informativas / ITUGS	15
6.	Soldadura oxiacetilénica	16
7.	Soldadura de arco eléctrico.....	17
8.	Soldadura TIG	17
9.	Soldadura MIG	18
10.	Soldadura de punto	18
11.	Planta actual módulo no. 8A, ITUGS.....	20
12.	Sección actual utilizada para soldadura de arco eléctrico, MIG y TIG .	21
13.	Nueva sección a utilizar para soldadura de arco eléctrico	21
14.	Bancos plásticos, bases metálicas y armazones cuadradas.....	22
15.	Aparatos de soldadura de arco eléctrico	22
16.	Aparatos de soldadura MIG	23
17.	Aparatos de soldadura TIG	23
18.	Iluminación en módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS	24
19.	Ventanales tipo I	25
20.	Ventanales tipo II	25
21.	Ventanales tipo III	26
22.	Ventanales tipo IV	26
23.	Ventanales tipo V	27

24.	Ventanales tipo VI.....	27
25.	Ventanales tipo VII.....	28
26.	Ventanales tipo VIII.....	28
27.	Tanque de oxígeno y tanque de helio.....	29
28.	Tanque de argón y dióxido de carbono (CO ₂).....	29
29.	Inyector – extractor, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS	30
30.	Inyector – extractor, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS	30
31.	Red inyectora – extractora, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS.....	31
32.	Inyector, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS	31
33.	Inyector, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS	32
34.	Extractor – inyector, inyector, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS.....	32
35.	Extractores portátiles, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS	33
36.	Vista frontal, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS	34
37.	Vista trasera, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS.....	34
38.	Lámina unipanel roja, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS.....	35
39.	Lámina unipanel roja, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS.....	35
40.	Lámina unimetal interior, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS...	36
41.	Pila de agua potable	36
42.	Diagrama unifilar, módulo no. 8, metal – mecánica, ITUGS	39
43.	Guantes cortos de cuero.....	40
44.	Guantes largos de cuero.....	40
45.	Mangas de cuero	41
46.	Gabacha de cuero	41
47.	Polainas de cuero	42
48.	Lentes transparentes	42
49.	Lentes polarizados.....	42
50.	Caretas para soldador con visor móvil.....	43

51.	Careta para soldador.....	43
52.	Cabina para soldadura de arco eléctrico.....	47
53.	Cabina para soldadura de arco eléctrico.....	48
54.	Campana para soldadura de arco eléctrico.....	50
55.	Parilla para soldadura de arco eléctrico.....	51
56.	Parilla para soldadura de arco eléctrico (sección por “R”).....	51
57.	Parilla, banco de trabajo y base para entrepaño / soldadura de arco eléctrico.....	52
58.	Colector de desechos para soldadura de arco eléctrico.....	53
59.	División para soldadura de arco eléctrico.....	53
60.	Armado banco de trabajo para soldadura de arco eléctrico.....	54
61.	Detalle de anclaje.....	55
62.	Anclaje al piso.....	55
63.	Anclaje a la pared.....	56
64.	Anclaje a la pared y armado de división.....	56
65.	Ubicación cabinas para soldadura de arco eléctrico.....	57
66.	Diseño final cabinas para soldadura de arco eléctrico.....	57
67.	Cabina para soldadura MIG.....	59
68.	Cabina para soldadura MIG.....	60
69.	Campana para soldadura MIG.....	62
70.	Parilla para soldadura MIG.....	63
71.	Parilla para soldadura MIG (sección por “R”).....	63
72.	Parilla, banco de trabajo y base para entrepaño / soldadura MIG.....	64
73.	Colector de desechos para soldadura MIG.....	65
74.	División para soldadura MIG.....	65
75.	Armado banco de trabajo para soldadura MIG.....	66
76.	Detalle de anclaje.....	67
77.	Anclaje al piso.....	67
78.	Anclaje a la pared.....	68

79.	Anclaje a la pared y armado de división	68
80.	Ubicación cabinas para soldadura MIG	69
81.	Diseño final cabinas para soldadura MIG	69
82.	Cabina para soldadura TIG.....	71
83.	Cabina para soldadura TIG.....	72
84.	Campana para soldadura TIG	74
85.	Parilla para soldadura TIG (sección por “R”)	75
86.	Parilla para soldadura TIG	75
87.	Parilla, banco de trabajo y base para entrepaño / soldadura TIG	76
88.	Colector de desechos para soldadura TIG	77
89.	División para soldadura TIG	77
90.	Armado banco de trabajo para soldadura TIG	78
91.	Detalle de anclaje	79
92.	Anclaje al piso.....	79
93.	Anclaje a la pared	80
94.	Anclaje a la pared y armado de división	80
95.	Ubicación cabinas para soldadura TIG	81
96.	Diseño final cabinas para soldadura TIG	81
97.	Nueva planta de cabinas para soldadura de arco eléctrico	82
98.	Nueva planta de cabinas para soldadura MIG	82
99.	Nueva planta de cabinas para soldadura TIG.....	83
100.	Calzado de seguridad	85
101.	Pantalón largo.....	85
102.	Camisa de trabajo.....	86
103.	Malla protectora de cabello.....	86
104.	Protector auditivo	87
105.	Guantes de cuero	87
106.	Casco de seguridad	88
107.	Mascara / careta para soldar	88

108.	Protector respiratorio.....	89
109.	Rotulación de obligatoriedad.....	94
110.	Modelo hoja control tareas mantenimiento.....	141
111.	Modelo hoja control insumos mantenimiento	142
112.	Modelo hoja control período mantenimiento	143
113.	Captación directa en parilla y colector de desechos	149
114.	Recipientes para desechos	150

TABLAS

I.	Análisis FODA del módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS...	12
II.	Estrategias análisis FODA.....	13
III.	Áreas de trabajo, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS.....	19
IV.	Nomenclatura de tableros, módulo no. 8, ITUGS	37
V.	Simbología de diagrama unifilar, módulo no. 8, ITUGS.....	38
VI.	Equipo de protección individual actual, módulo no. 8A, ITUGS.....	40
VII.	Componentes requeridos (arco eléctrico).....	49
VIII.	Componentes requeridos (MIG)	61
IX.	Componentes requeridos (TIG)	73
X.	Nuevo equipo de protección individual	85
XI.	Nomenclatura componentes principales	95
XII.	Nomenclatura componentes secundarios.....	96
XIII.	Costo unitario de materiales (arco eléctrico).....	96
XIV.	Costo campana (arco eléctrico)	97
XV.	Costo piezas parilla (arco eléctrico).....	98
XVI.	Costo piezas banco de trabajo (arco eléctrico).....	99
XVII.	Costo piezas base para entrepaño (arco eléctrico)	100
XVIII.	Costo piezas colector de desechos (arco eléctrico).....	102

XIX.	Costo piezas división (arco eléctrico)	103
XX.	Costo componentes adicionales (arco eléctrico)	105
XXI.	Tornillos banco de trabajo (arco eléctrico).....	106
XXII.	Tornillos base para entrepaño (arco eléctrico)	106
XXIII.	Tornillos para división (arco eléctrico)	106
XXIV.	Acabados (arco eléctrico).....	107
XXV.	Costo unitario, costo parcial, costo unitario real y costo total (arco eléctrico)	108
XXVI.	Nomenclatura componentes principales.....	109
XXVII.	Nomenclatura componentes secundarios	110
XXVIII.	Costo unitario de materiales (MIG).....	110
XXIX.	Costo campana (MIG)	111
XXX.	Costo piezas parilla (MIG)	112
XXXI.	Costo piezas banco de trabajo (MIG)	113
XXXII.	Costo piezas base para entrepaño (MIG).....	114
XXXIII.	Costo piezas colector de desechos (MIG).....	115
XXXIV.	Costo piezas división (MIG).....	117
XXXV.	Costo componentes adicionales (MIG).....	119
XXXVI.	Tornillos banco de trabajo (MIG)	120
XXXVII.	Tornillos base para entrepaño (MIG).....	120
XXXVIII.	Tornillos para división (MIG).....	120
XXXIX.	Acabados (MIG)	121
XL.	Costo unitario, costo parcial, costo unitario real y costo total (MIG).....	122
XLI.	Nomenclatura componentes principales.....	123
XLII.	Nomenclatura componentes secundarios	124
XLIII.	Costo unitario de materiales (TIG).....	124
XLIV.	Costo campana (TIG).....	125
XLV.	Costo piezas parilla (TIG).....	126

XLVI.	Costo piezas banco de trabajo (TIG)	127
XLVII.	Costo piezas base para entrepaño (TIG).....	128
XLVIII.	Costo piezas colector de desechos (TIG)	129
XLIX.	Costo piezas división (TIG).....	131
L.	Costo componentes adicionales (TIG).....	132
LI.	Tornillos banco de trabajo (TIG)	133
LII.	Tornillos base para entrepaño (TIG).....	134
LIII.	Tornillos para división (TIG).....	134
LIV.	Acabados (TIG)	135
LV.	Costo unitario, costo parcial, costo unitario real y costo total (TIG)	136
LVI.	Análisis costo / beneficio.....	137
LVII.	Costo de mantenimiento	144

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
BSQ	<i>Belt drive square</i> (transmisión directa por banda).
CNC	Control numérico computarizado.
PLC	Controlador lógico programable.
CFM	<i>Cubic feet per minute</i> (pie cúbico por minuto).
∅	Diámetro.
CO₂	Dióxido de carbono.
E6013	Electrodo, 60 psi, toda posición, corriente alterna y corriente directa.
L	Forma del perfil angular.
HZ	<i>Hertz</i> .
HP	<i>Horse power</i> (caballos de fuerza).

MIG	<i>Metal inert gas.</i>
8A	Módulo no. 8A, metal – mecánica.
psi	<i>Pound square inch</i> (libra pulgada cuadrada).
pulg.	Pulgadas.
"	Pulgadas.
@	Relación entre CFM y SP.
RPM	Revoluciones por minuto.
SP	<i>Static pressure</i> (presión estática).
TIG	<i>Tungsten inert gas.</i>
W	<i>Watts.</i>

GLOSARIO

Angular	Perfil de acero, laminado en caliente.
Arco eléctrico	Proceso de soldadura utilizado para la creación y mantenimiento de un arco eléctrico entre un electrodo y la pieza a soldar.
De punto	Método de soldadura por resistencia que se basa en presión y temperatura, en el que se calienta una parte de las piezas a soldar por corriente eléctrica a temperaturas próximas a la fusión y ejerciendo una presión entre estas.
Fibrolit	Marca comercial de lámina utilizada para cielo falso.
ITUGS	Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur.
Joist	Estructura versátil de alma abierta, con capacidad de cubrir grandes claros y soportar altas cargas de trabajo.
Junta a hueso	Colocación de materiales cuya junta se forma con el propio material sin el empleo de adhesivos.
Metal halide	Lámparas de alta presión y potencia, del grupo de las lámparas llamadas HID (<i>High Intensity Discharge</i>).

MIG	Proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible, que se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y piezas a unir, quedando protegido de la atmósfera por un gas inerte.
Oxiacetilénica	Este tipo de soldadura puede realizarse con material de aportación de la misma naturaleza que la del material base (soldadura homogénea); con material de aportación diferente al material base (soldadura heterogénea); y también sin material de aportación (soldadura autógena).
Perfil	Denominación comercial al material de acero laminado en caliente para formar angulares.
Pieza	Sub partes que forman las partes principales de cada cabina para soldadura.
Punto café	Especificación de electrodo de soldadura, utilizado para superficies de difícil penetración.
Retoque	Aplicación de una nueva capa de pintura en las secciones de superficie que lo requieran.
Rosca fina	Rosca de un paso mucho menor al normal.
TIG	Proceso de soldadura que caracterizado por emplear un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o zirconio en porcentajes no mayores a 2 por ciento.

Unimetal	Marca comercial de lámina utilizada para techos.
Unipanel	Marca comercial de lámina utilizada para cielo falso.
Warren	Estructura que se caracteriza por prescindir de elementos incapaces de trabajar a la compresión. El fuselaje se construye sobre la base de los cuatro largueros y se unen entre sí solo por elementos diagonales, capaces de trabajar a tracción y compresión.
Whipe	Material de limpieza, utilizado para remover suciedad sobre cualquier superficie.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, establece el diseño de cabinas para soldadura en el módulo no. 8A, metal – mecánica, del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, quedando constituido de la siguiente manera:

Inicia con una reseña histórica sobre el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur (ITUGS), organigrama, carreras técnicas a nivel universitario, laboratorios de la Facultad de Ingeniería y finalidad educativa del centro de estudios. Todo lo anterior tiene como objetivo lograr que el trabajo de graduación a desarrollar, sirva de plataforma para promocionar dicho Centro Tecnológico de Estudios Superiores.

A través de un diagnóstico, se establece la situación actual de la práctica de soldadura, mediante un análisis FODA, un análisis causa – efecto y formas actuales de aplicación de soldadura por tipo (oxiacetilénica, arco eléctrico, MIG, TIG y de punto).

Además, se analizan las condiciones actuales en las que se aplica soldadura (planta actual, área utilizada, mobiliario y equipo utilizado, iluminación, ventilación, gases de trabajo, extracción de gases, techos, agua potable y energía eléctrica), enlazada con una descripción del equipo de protección individual que se utiliza actualmente para soldar y las enfermedades ocupacionales que pueden padecerse por soldadura.

Posteriormente en el cuerpo central del trabajo, se diseña cada cabina por tipo de soldadura en base a las partes, materiales, componentes, construcción, armado, anclaje, ubicación y diseño final de cada una.

Por otra parte, se propone todo el nuevo equipo de protección individual necesario para un manejo seguro de las cabinas para soldadura; adicional, se detallaran todas las medidas y rotulación de seguridad vitales, para evitar cualquier tipo de accidente, al momento de realizar las prácticas respectivas.

Luego se estiman todos los costos y tiempo total de implantación de las cabinas por tipo de soldadura, desglosando costo de materiales, costo de partes, costo de componentes, costo de construcción, costo de armado, costo de acabado y costo de anclaje, para terminar esta sección, con un análisis costo – beneficio que determina las ventajas de la implantación del proyecto de mejoramiento.

En los apartados finales, se describen las tareas necesarias para un mantenimiento óptimo y eficaz de las cabinas para soldadura, el cual garantice su larga duración y objetivo principal con la implantación de estas, atender y servir a la educación de cientos de estudiantes con deseos de superación en un espacio adecuado, seguro y didáctico.

Se continúa con las formas de reducción de contaminación visual, auditiva, calor y emanación de gases dañinos derivados de la soldadura, al momento que el proyecto de mejoramiento fuera implantado.

Por último se describe la forma de reciclaje eficaz de materiales utilizados para la práctica de soldadura mediante captación directa; además del manejo de los desechos que no se puedan reciclar.

OBJETIVOS

General

Diseñar cabinas para soldadura dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica, en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur (ITUGS).

Específicos

1. Determinar la nueva ubicación de las cabinas dependiendo del tipo de soldadura, estableciendo además, una nueva planta de ubicación para las mismas.
2. Establecer las partes, componentes y materiales óptimos para elaborar las cabinas para soldadura.
3. Establecer la forma correcta para construir, armar, anclar y dar los acabados respectivos a las cabinas para soldadura, acorde con el diseño final de las mismas.
4. Manejar de forma segura las cabinas para soldadura utilizando equipo de protección individual, rotulación y medidas de seguridad adecuadas.
5. Determinar el costo y tiempo total de implantación de las cabinas por tipo de soldadura.

6. Analizar los costos y beneficios de las cabinas para soldadura al momento de su implantación.
7. Garantizar la mejora continua en base a las tareas, hojas, insumos, costos y períodos de mantenimiento.
8. Reducir la contaminación visual, auditiva, el calor y los gases dañinos emanados de la soldadura.
9. Reutilizar eficazmente materiales derivados de la soldadura por medio del reciclaje y desechar los materiales que no puedan reciclarse.
10. Considerar aspectos especiales que beneficien al mejor diseño de las cabinas para soldadura.

INTRODUCCIÓN

Considero que el proyecto de mejoramiento para el diseño de cabinas para soldadura en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, específicamente en el módulo no. 8A, metal – mecánica, es importante debido a la necesidad de mejorar el ambiente en el cual se aplica soldadura de arco eléctrico, MIG y TIG para las respectivas prácticas que se imparten para los estudiantes del ITUGS como de la Facultad de Ingeniería; constituyendo dicha práctica, un desafío y una oportunidad de desarrollo para los estudiantes y para el país.

Se tendrán contemplados todos los detalles necesarios en base a un análisis técnico, que garantice el mejor diseño, procedimiento de implantación, y a la vez, el mejor manejo de las cabinas para soldadura, de una manera eficaz, segura y funcional.

Será de mucha utilidad al estudiante universitario o profesional que está interesado en el diseño e implantación de cabinas para soldadura seguras que ayuden a una mejor aplicación de los métodos de soldadura, que fortalezca el aprendizaje y el desarrollo de la población estudiantil de Guatemala y cualquier país.

1. INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA – SUR

1.1. Historia

Desde su fundación, la Universidad de San Carlos de Guatemala ha mantenido relaciones de cooperación e intercambio académico con diferentes instituciones a nivel nacional e internacional, las cuales se han consolidado durante el desarrollo histórico de la Universidad.

En 1992, de conformidad a la política de apertura hacia el exterior y en apoyo al desarrollo de la investigación universitaria, se ejecutó el proyecto denominado Apoyo a la Gestión de la Investigación y Desarrollo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, obteniéndose como resultado la propuesta de un sistema conformado por las divisiones siguientes: Investigación y Desarrollo, Vinculación Externa y Cooperación Internacional, Formación de Recursos Humanos en Gestión Científica y Tecnológica, el cual concluyó en 1994.

En 2002, derivado del análisis del proceso de desarrollo de la cooperación e intercambio académico de la Universidad de San Carlos de Guatemala y ante la necesidad de reencauzar dicho proceso de una manera coordinada y de conformidad a lineamientos de carácter general, la División de Desarrollo Organizacional plantea la creación de la Coordinadora General de Cooperación, además de la adjudicación y preparación para el proyecto del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur (ITUGS) (ver figura 1).

Figura 1. **Logo Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur**

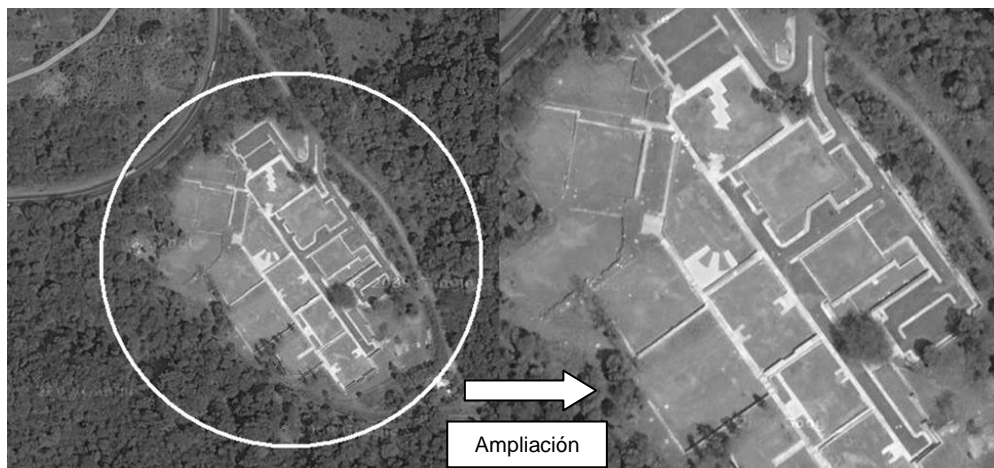


Fuente: proporcionada por ITUGS.

El proyecto del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, inicia con la iniciativa de ley número 2683 presentada en junio de 2002 por el Honorable Congreso de la República de Guatemala al Presidente de la República, Licenciado Alfonso Portillo, la cual contiene las bases del convenio de préstamo entre la República de Guatemala y el *International Cooperation and Development Fund* (ICDF), entidad de la República de Taiwán que dio el financiamiento para la ejecución del ITUGS.

Se establece como entidad ejecutora del proyecto aludido el Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ), convenio aprobado mediante el Decreto 44-2002 y cuyo marco legal se suscribió mediante Acuerdo Gubernativo 43-2003, con fecha 14 de febrero de 2003; quedando ubicado el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur en el kilómetro 45 antigua ruta a Escuintla, en el municipio de Palín, del departamento de Escuintla, en una porción de la Finca Jurún Marinalá (ver figura 2), donado por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), por medio del Acuerdo Gubernativo 538-2003.

Figura 2. **Vista satelital del Instituto Tecnológico Universitario
Guatemala – Sur**



Fuente: Google Earth. 24 de febrero 2011.

Posteriormente en noviembre de 2007 quedó inaugurado el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, (en su primera fase), por parte del Señor Presidente de la República, Licenciado Oscar Berger.

El Presidente de la República, Ingeniero Álvaro Colom Caballeros, de acuerdo con sus políticas de Gobierno, destaca el desarrollo humano como una condicionante para el desarrollo económico y contribuye a lograr la inserción exitosa de Guatemala en la economía global, facilitando el acceso entre otras cosas a la educación.

Con base a lo anterior, el Ingeniero Álvaro Colom Caballeros en marzo de 2008 decidió confiar en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en sus más de trescientos años de experiencia, otorgándoles la gran oportunidad de organizar y dirigir el desarrollo de la obra física, contenidos curriculares y otros aspectos legales.

En abril de 2008, el Consejo Superior Universitario de la USAC, autoriza al señor Rector, Licenciado Carlos Estuardo Gálvez Barrios, realizar las acciones y gestiones pertinentes a efecto de que el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur pase a formar parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

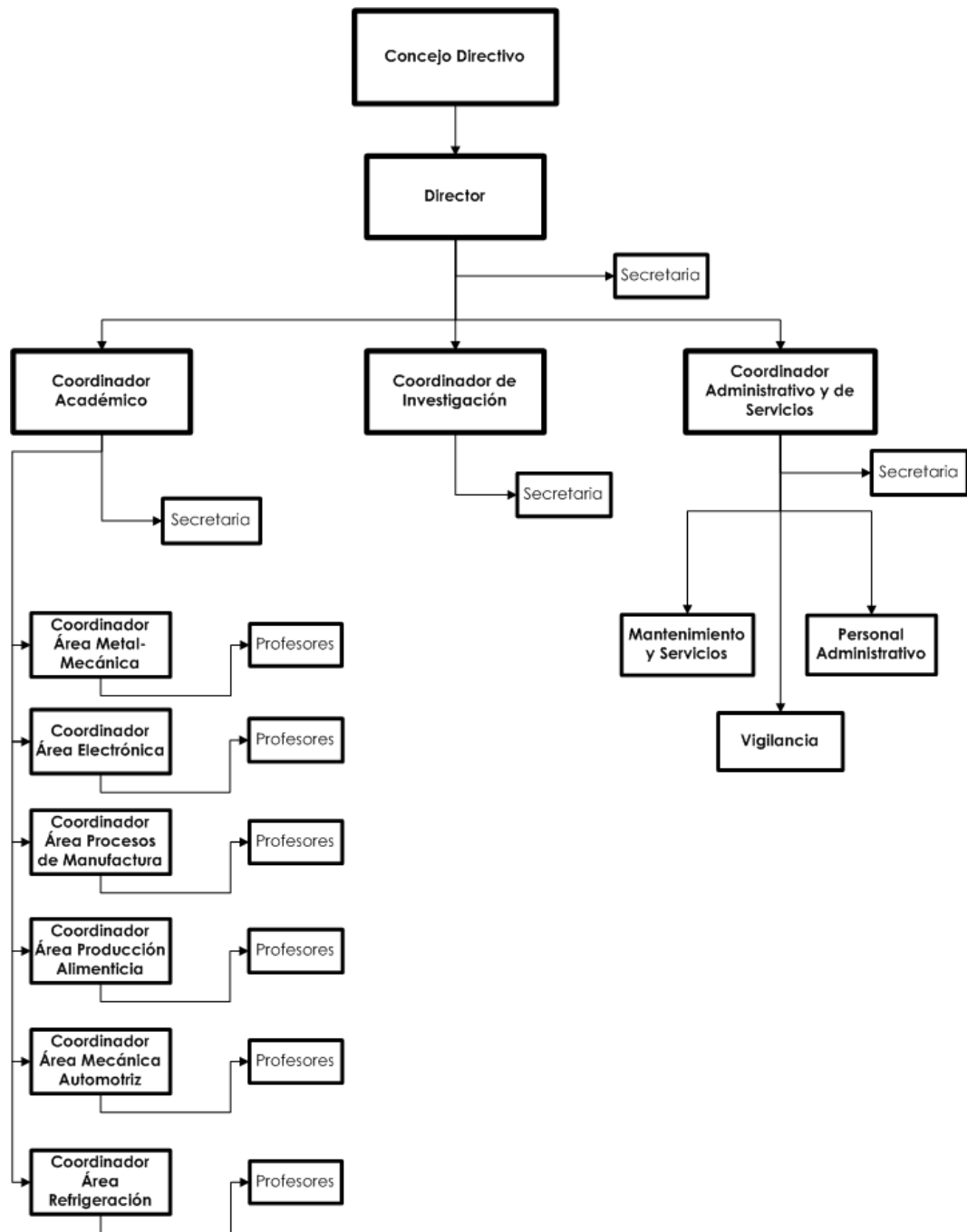
Con lo anterior, la Universidad de San Carlos de Guatemala en representación del pueblo guatemalteco como máxima casa rectora de estudios universitarios, agradece dicho aporte al Señor Presidente de la República de Guatemala y al Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ).

1.2. Organigrama

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, está constituido organizacionalmente en forma funcional de la siguiente manera (ver figura 3):

- Concejo Directivo
- Director
- Coordinador Académico, Coordinador de Investigación, Coordinador Administrativo y de Servicios
- Coordinador de Área Metal – Mecánica, Coordinador de Área Electrónica, Coordinador de Área Procesos de Manufactura, Coordinador de Área Producción Alimenticia, Coordinador de Área Mecánica Automotriz y Coordinador de Área Refrigeración
- Profesores
- Encargados de Mantenimiento y Servicios, Personal Administrativo y Vigilancia
- Secretarías

Figura 3. Organigrama Instituto Tecnológico Universitario
Guatemala – Sur



Fuente: elaboración propia.

1.3. Técnicos universitarios

Los técnicos universitarios, son carreras de alto rendimiento, con capacidad para la incorporación de sus egresados en actividades industriales de producción, mantenimiento y aseguramiento de calidad. Cuentan además con una base técnica fundamentada en la investigación y acervo cultural de la comunidad guatemalteca.

1.3.1. Metal – mecánica

Se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

Perfil profesional

- Experto en programas de producción, procesos de soldadura industrial y mantenimiento en las áreas de electricidad, tornos y metal – mecánica.
- Conocimientos de las propiedades y características de los diferentes metales utilizados en la fabricación de piezas metálicas.
- Experiencia en el manejo de las diferentes máquinas y equipos de soldadura y metal – mecánica.

Campo ocupacional

- Industria metal – mecánica en general.

1.3.2. Procesos de manufactura

Se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

Perfil profesional

- Diseño de piezas metálicas, análisis de programas de producción y conocimientos básicos en soldadura industrial.
- Conocimiento para poder planificar, organizar, dirigir y controlar las operaciones en máquinas CNC, tornos, fresadoras y rectificadoras.

Campo ocupacional

- Industria metal – mecánica en general.

1.3.3. Electrónica

Se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

Perfil profesional

- Cálculo y diseño de automatización industrial, instalaciones electrónicas, servicios de comunicaciones, robótica, aprovechamiento energético, controles de calidad y seguridad industrial.
- Programación de PLC y motores electrónicos modernos.

Campo ocupacional

- Industrias en general con necesidades electrónicas.

1.3.4. Mecánica automotriz

Se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

Perfil profesional

- Comprender y manejar los distintos sistemas automotrices.
- Capacidad para diseño, supervisión y asesoría de programas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de automotores, además de diagnósticos de fallas y sus respectivas acciones correctivas.

Campo ocupacional

- Mecánico en talleres o agencias automotrices.

1.3.5. Refrigeración y aire acondicionado

Se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

Perfil profesional

- Conocimientos en diseño, operación, diagnóstico mantenimiento y manejo de equipos de refrigeración y aire acondicionado domiciliar, comercial e industrial.

Campo ocupacional

- Desempeñarse como técnico en equipos de refrigeración y aire acondicionado en cualquier tipo de industria.

1.3.6. Producción alimenticia

Se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

Perfil profesional

- Verificar sistemas de producción de alimentos, con base a planificaciones gerenciales y estándares nacionales e internacionales de calidad.
- Formación científico-técnica para controles, toma de decisiones, registro y lectura de datos de producción.
- Determina los factores de riesgo y diferentes tipos de contaminación alimenticia.

Campo ocupacional

- Industria alimenticia en general, donde participará en procesos de planificación, organización, ejecución y control de programas de procesamiento de alimentos en medianas y grandes industrias, como un eslabón intermedio entre operarios y niveles gerenciales.

1.4. Laboratorios de la Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, imparte diversos laboratorios de los cursos profesionales desarrollados en el campus central de la Universidad, constituyendo la parte práctica de citados cursos. Entre los laboratorios impartidos se encuentran actualmente:

1.4.1. Procesos de manufactura

Impartido para los estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecánica – Industrial y Mecánica – Eléctrica.

1.4.2. Ingeniería eléctrica

Impartido para los estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecánica – Industrial, Civil y Química.

1.4.3. Motores de combustión interna

Impartido para los estudiantes de Ingeniería Mecánica.

1.4.4. Refrigeración y aire acondicionado

Impartido para los estudiantes de Ingeniería Mecánica.

1.5. Fines educativos

- Formar técnicos con una perspectiva integral, alto rendimiento y competencia, en congruencia con el desarrollo humanístico y ético que le permita complementar su formación ciudadana, comprometida con la construcción de un país democrático y abierto a las diferencias culturales.
- Desarrollar programas de investigación y de construcción de conocimientos que permita la creación e innovación tecnológica.
- Mejorar los procesos de producción, vinculados a la gestión renovable de empresas exitosas y con un carácter de responsabilidad social.
- Ofrecer oportunidades de empleo y desarrollo económico adaptado a diferentes regiones y áreas de Guatemala.
- Contribuir al desarrollo local y regional que respalden políticas públicas del Estado y de la Universidad de San Carlos de Guatemala como parte de la extensión universitaria.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Análisis FODA

El análisis FODA, identifica y analiza las fortalezas y debilidades de una institución u organización, además de las oportunidades y amenazas que presenta la información que se ha recabado.

El FODA desarrolla un plan que toma factores internos y externos para maximizar el potencial de las fuerzas y oportunidades minimizando el impacto de las debilidades y amenazas.

Las cabinas para soldadura se implantaran sólo en la parte A del módulo no. 8, definido como módulo no. 8A, metal – mecánica, que actualmente es el Laboratorio de Procesos de Manufactura 2 del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur; complementando dicho módulo la parte 8B, que actualmente es el Laboratorio de Procesos de Manufactura 1, para formar la totalidad del citado módulo No 8.

El siguiente Análisis FODA del módulo no. 8A, metal – mecánica, brinda la plataforma de la situación actual dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica, donde se hace el diseño de las cabinas para soldadura, enfatizando fortalezas y oportunidades ante debilidades padecidas y amenazas latentes.

El análisis FODA realizado del módulo no. 8A, metal – mecánica, del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se muestra en la tabla I.

Tabla I. **Análisis FODA del módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**

Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de la USAC al ser una extensión universitaria • Docentes experimentados en la materia • Herramientas y equipo relativamente nuevo • Instalaciones de primer nivel • Eficiente gama de servicios indispensables para la didáctica y metodología de enseñanza tecnológica
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Innovación tecnológica de nuevo equipo y herramientas • Acreditación para el Laboratorio • Expansión de las instalaciones del Laboratorio • Contratación de auxiliares de cátedra • Desarrollo de proyectos innovadores
Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de cabinas para la práctica de soldadura • Falta de una redistribución de maquinaria • Falta de una asignación económica especial para el funcionamiento del Laboratorio • Falta de un <i>stock</i> suficiente de insumos • Falta de un control de mantenimiento
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo apresurado de nuevos Institutos Tecnológicos en la ciudad capital, agregando los ya existentes • La diversidad de carreras técnicas universitarias • Los problemas de tráfico en la ruta Guatemala – Palín • El poco uso del Laboratorio comparado con su capacidad real de utilización • El clima donde se ubica el ITUGS

Fuente: elaboración propia.

El trabajo, tiene como finalidad primordial el diseño de cabinas para soldadura, que ayuden a garantizar una educación de alta calidad por medio de un espacio de trabajo idóneo para el aprendizaje. Esto se logrará a través de fortalezas con oportunidades (FO), debilidades ante oportunidades (DO), fortalezas para enfrentar amenazas (FA) y debilidades para resistir amenazas (DA), las cuales se sintetizan en estrategias para alcanzar nuestra meta y cumplir con nuestros objetivos. Estas estrategias las describimos en la tabla II.

Tabla II. **Estrategias análisis FODA**

FO	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de nuevo equipo y herramientas de trabajo • Mantenimiento y expansión de las instalaciones físicas • Docentes capacitados que aseguren calidad de enseñanza
FA	<ul style="list-style-type: none"> • Publicidad y promoción a gran escala • Apoyo de la USAC, que respalde nivel educativo del ITUGS • Gestionar a través de la USAC, el mejoramiento de las vías de acceso al ITUGS, por medio del Gobierno Central
DO	<ul style="list-style-type: none"> • Redistribución de área gracias a las cabinas para soldadura • Desarrollo de nuevos Trabajos de Graduación en el ITUGS • Gestionar por medio de la USAC, ayuda económica especial para el mantenimiento y compra de insumos
DA	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar espacios didácticos de aprendizaje como las cabinas para soldadura, que aumenten el nivel educativo • Promover campañas de donación de recursos para poder cubrir gastos académicos de los estudiantes del ITUGS • Gestionar a través de la Facultad de Ingeniería, patrocinios de empresas que se interesen por el ITUGS

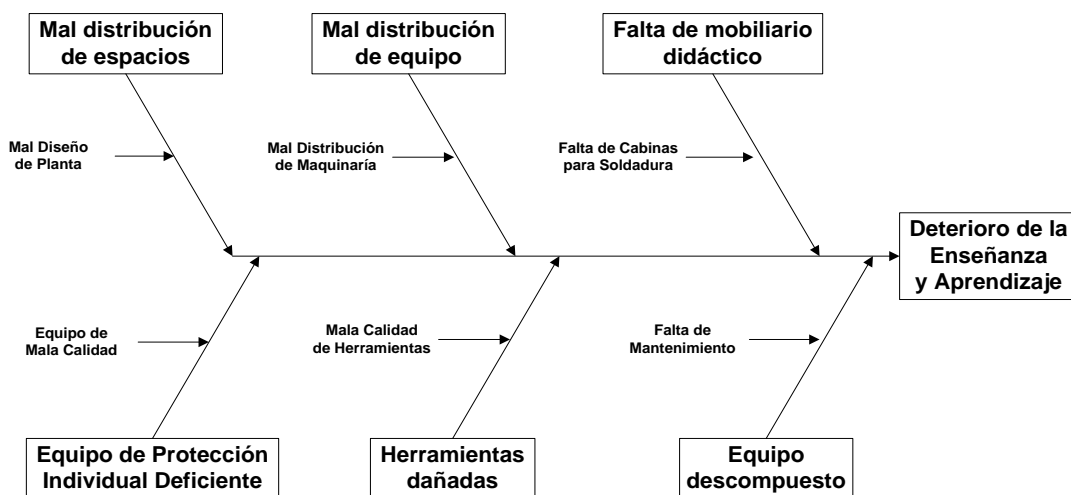
Fuente: elaboración propia.

2.2. Análisis causa – efecto

El diagrama causa – efecto organiza y representa propuestas sobre las causas de un problema y sus consecuencias (efectos). También conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de Espina de Pescado; este se utiliza en las fases de diagnóstico y solución de las causas que originan determinado efecto.

En el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, específicamente en el módulo no. 8A, metal – mecánica, existen diversos problemas que afectan la enseñanza y el aprendizaje óptimo de los estudiantes. Dentro de estos problemas, la falta de cabinas para soldadura, es el reflejo de una condición y espacio inadecuado para la práctica de los distintos tipos de soldadura. Para realizar el diagnóstico general de los equipos e instalaciones se utilizó el diagrama de causa y efecto el cual se muestra en la figura 4.

Figura 4. Diagrama causa – efecto, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS



Fuente: elaboración propia.

En base al diagrama causa – efecto, determinamos que el deterioro de la enseñanza y el aprendizaje se origina por una mala distribución de espacios, falta de mobiliario didáctico (cabinas para soldadura), mal distribución de equipo, equipo de protección individual deficiente, herramientas dañadas y equipo descompuesto. Además la calidad de la educación se reduce, a pesar de llevar el ITUGS aproximadamente dos años de haber iniciado operaciones.

La información representada en el diagrama causa y efecto se recaudó por medio de observaciones y experiencia propia, al ser estudiante por un año (julio 2009 – junio 2010) del ITUGS por medio de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería que allí se imparten. Además de ser parte del proyecto de señalización dentro del ITUGS como parte de los proyectos del Laboratorio de Procesos de Manufactura 2, elaborando señales informativas a través de procesos de soldadura, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. **Señales informativas / ITUGS**



Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

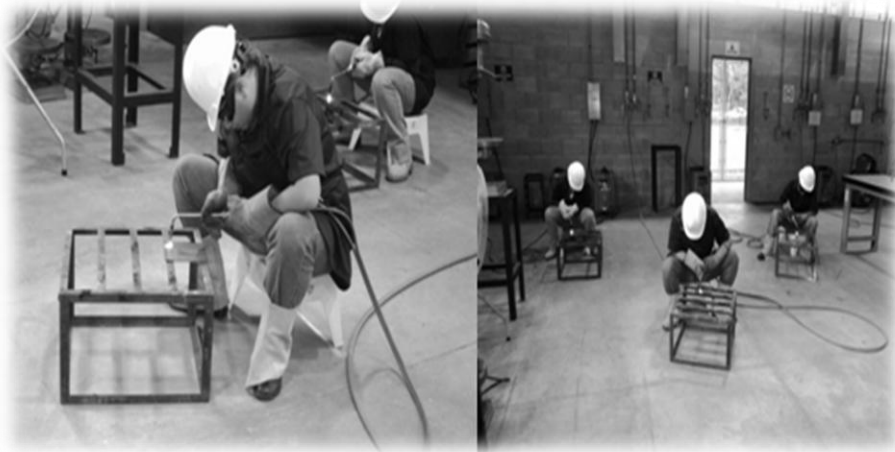
2.3. Forma actual de aplicación de soldadura por tipo

Actualmente dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica, se practican cinco tipos de soldadura, siendo estas:

2.3.1. Oxiacetilénica

Este tipo de soldadura se práctica adecuadamente, donde originalmente se diseño su ubicación, no necesitando cabinas para soldadura (ver figura 6).

Figura 6. **Soldadura oxiacetilénica**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.3.2. Arco eléctrico

Este tipo de soldadura requiere de cabinas para soldadura, debido a que las condiciones actuales no son óptimas para practicarla (ver figura 7).

Figura 7. **Soldadura de arco eléctrico**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.3.3. **TIG**

También este tipo de soldadura no cuenta con las condiciones adecuadas para su desarrollo, por lo cual requiere cabinas para soldadura (ver figura 8).

Figura 8. **Soldadura TIG**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.3.4. **MIG**

Será el tercer tipo de soldadura que necesitara cabinas para soldadura, debido a que el espacio y condiciones de práctica no son idóneas (ver figura 9).

Figura 9. **Soldadura MIG**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.3.5. De punto

Al igual que la soldadura oxiacetilénica, la soldadura de punto no requiere de cabinas para soldadura, debido al diseño del equipo y forma de aplicación de esta, proporcionando condiciones adecuadas para practicarla (ver figura 10).

Figura 10. **Soldadura de punto**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4. Condiciones actuales en la práctica de soldadura

El módulo no. 8A, metal – mecánica, cuenta con distintas condiciones especiales para la práctica de soldadura, siendo estas:

2.4.1. Planta actual

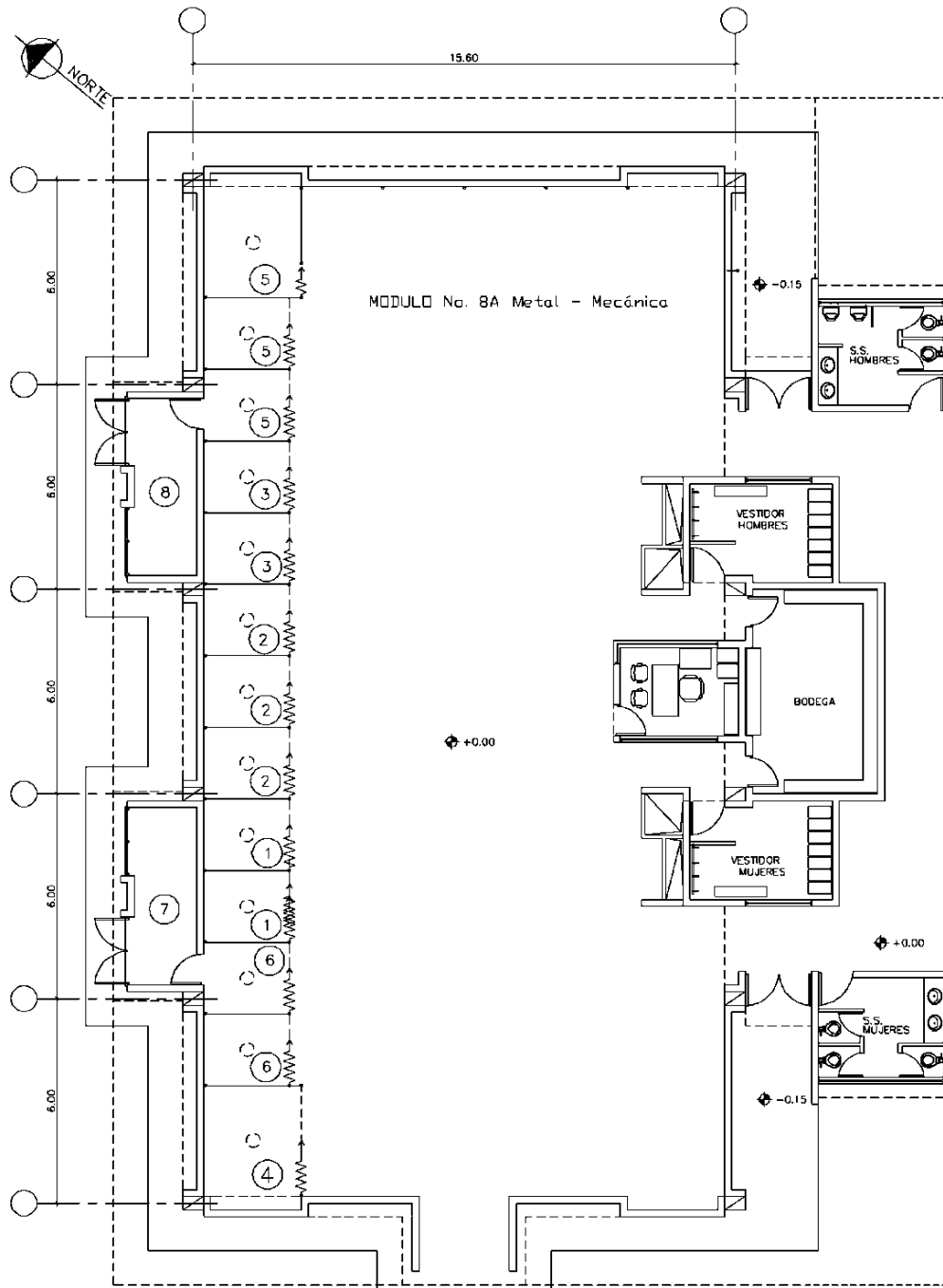
La planta actual del módulo no. 8A, metal – mecánica, cuenta con una buena distribución (ver tabla III y figura 11). Con la implantación de las cabinas para soldadura, las áreas destinadas para la práctica de la misma serán mejoradas.

Tabla III. **Áreas de trabajo, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**

1.	Soldadura oxiacetilénica
2.	Soldadura MIG
3.	Soldadura TIG
4.	Corte con plasma
5.	Soldadura de punto
6.	Soldadura de arco eléctrico
7.	Área para batería de cilindros de oxígeno
8.	Área para batería de cilindros de acetileno

Fuente: proporcionada por ITUGS.

Figura 11. Planta actual módulo no. 8A, ITUGS



Fuente: proporcionada por ITUGS.

2.4.2. Área utilizada

El área utilizada actualmente (ver figura 12) tiene dimensiones de 603,49 pies cuadrados. Con el diseño de las cabinas para soldadura, se rediseñara el área actual donde se práctica soldadura MIG y TIG; y la soldadura de arco eléctrico, se trasladara a una nueva sección al fondo del módulo (ver figura 13).

Figura 12. **Sección actual utilizada para soldadura de arco eléctrico, MIG y TIG**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

Figura 13. **Nueva sección a utilizar para soldadura de arco eléctrico**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4.3. Mobiliario y equipo utilizado

Actualmente el mobiliario utilizado para soldar se compone por bancos plásticos de baja altura, bases metálicas de cuatro patas largas y por armazones cuadrados (ver figura 14) donde se colocan los materiales y herramientas necesarias para soldar.

Figura 14. **Bancos plásticos, bases metálicas y armazones cuadrados**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

El equipo de soldadura se compone por cinco aparatos para soldadura de arco eléctrico (ver figura 15); tres para soldadura MIG (ver figura 16); y por tres para soldadura TIG (ver figura 17).

Figura 15. **Aparatos de soldadura de arco eléctrico**



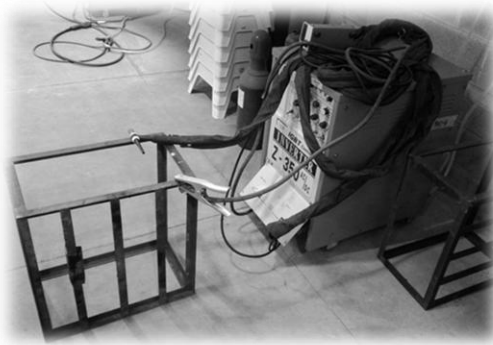
Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

Figura 16. **Aparatos de soldadura MIG**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

Figura 17. **Aparatos de soldadura TIG**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4.4. Iluminación

El módulo en su interior cuenta con iluminación óptima, compuesta por con 20 lámparas de alta intensidad de metal halide de 400 W de potencia (ver figura 18).

Figura 18. **Iluminación en módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4.5. Ventilación

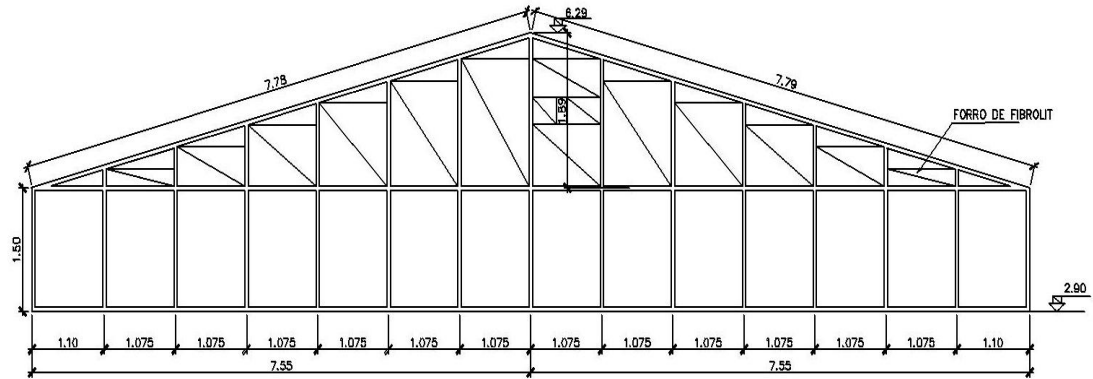
Es la parte integral del acondicionamiento del aire ambiente, que elimina contaminantes y aporta aire respirable, climatiza las condiciones de temperatura y humedad, hasta un estado de confortabilidad, siendo un medio de control de la temperatura y los contaminantes.

La ventilación dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica, es de alta calidad, predominando una ventilación artificial, compuesta de ventanales (en su mayoría), inyectores, extractores y ventiladores de aire, los cuales mantienen un ambiente idóneo para la práctica de soldadura.

Dicha ventilación está conformada por una serie de 7 tipos de ventanales, tipo I (ver figura 19), tipo II (ver figura 20), tipo III (ver figura 21), tipo IV (ver figura 22), tipo V (ver figura 23), tipo VI (ver figura 24), tipo VII (ver figura 25) y tipo VIII (ver figura 26), los cuales ilustramos a continuación:

- Cantidad: 3 unidades

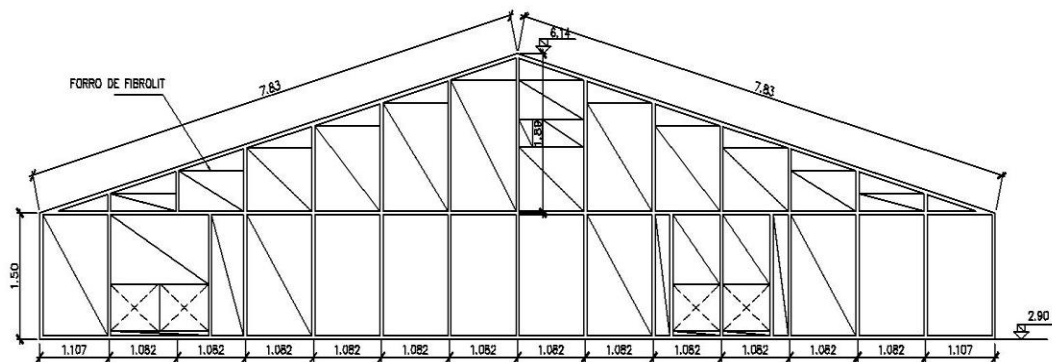
Figura 19. **Ventanales tipo I**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

- Cantidad: 1 unidad

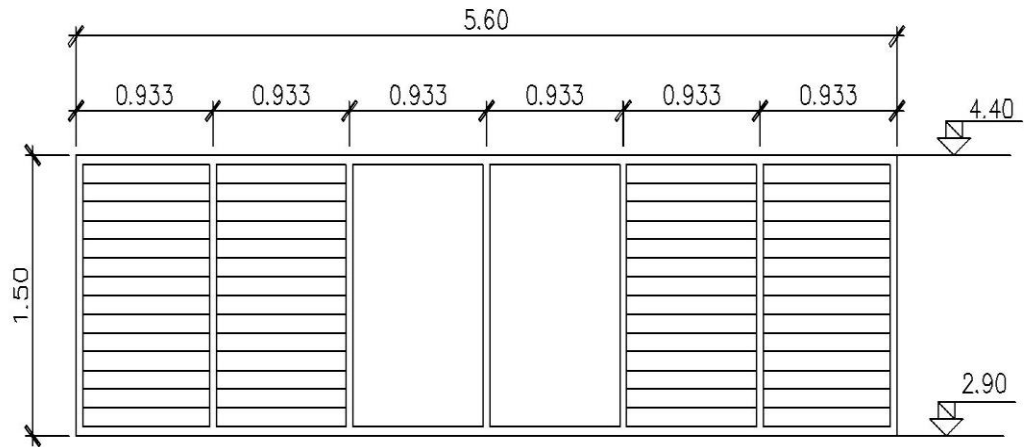
Figura 20. **Ventanales tipo II**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

- Cantidad: 20 unidades

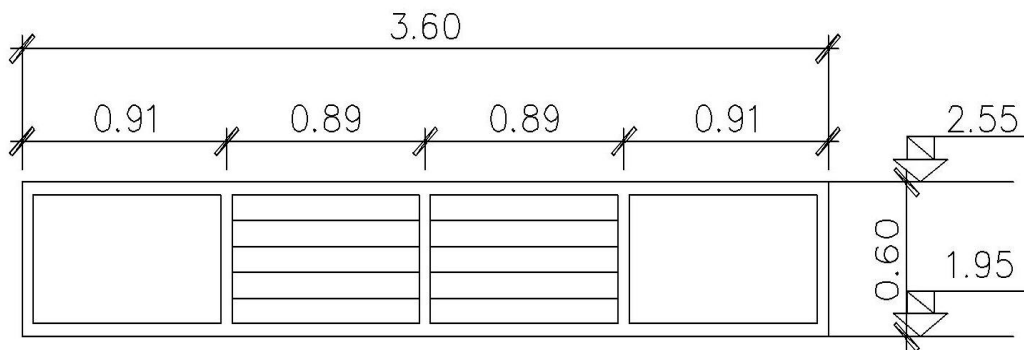
Figura 21. **Ventanales tipo III**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

- Cantidad: 2 unidades

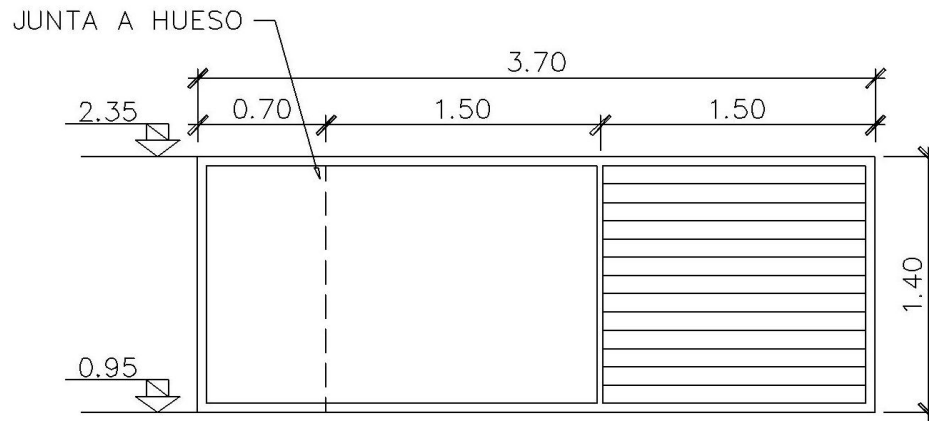
Figura 22. **Ventanales tipo IV**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

- Cantidad: 2 unidades

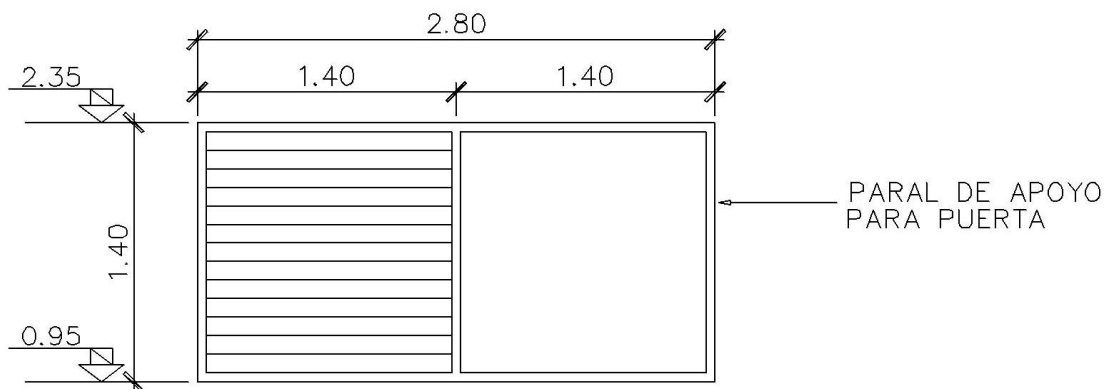
Figura 23. **Ventanales tipo V**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

- Cantidad: 2 unidades

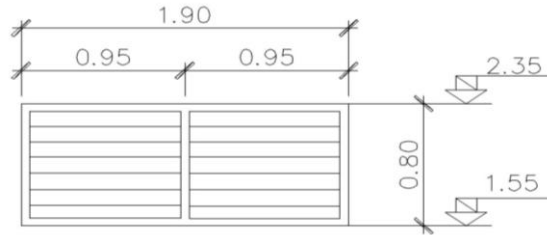
Figura 24. **Ventanales tipo VI**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

- Cantidad: 4 unidades

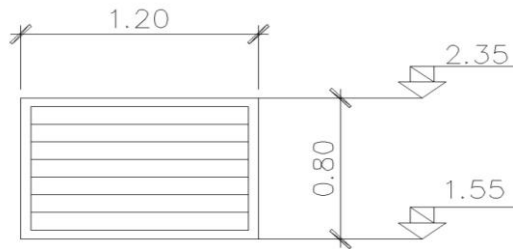
Figura 25. **Ventanales tipo VII**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

- Cantidad: 2 unidades

Figura 26. **Ventanales tipo VIII**



Fuente: proporcionada por ITUGS.

2.4.6. Gases de trabajo

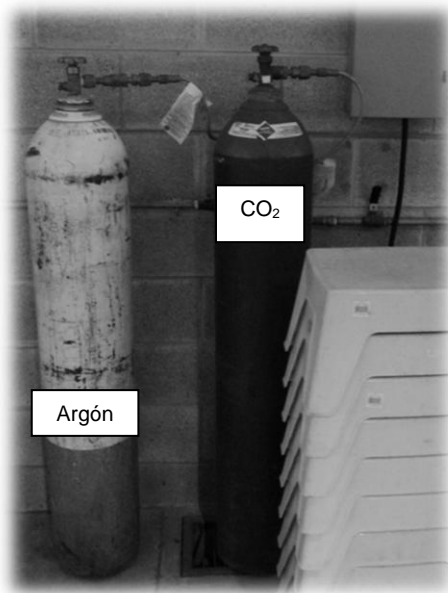
Los gases de trabajo dentro del módulo se componen por oxígeno (ver figura 27); helio (ver figura 27); argón (ver figura 28) y dióxido de carbono (ver figura 28). Todos los tanques cuentan con las normativas y espacios de seguridad adecuados para dar confiabilidad en su utilización.

Figura 27. **Tanque de oxígeno y tanque de helio**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

Figura 28. **Tanque de argón y dióxido de carbono (CO₂)**

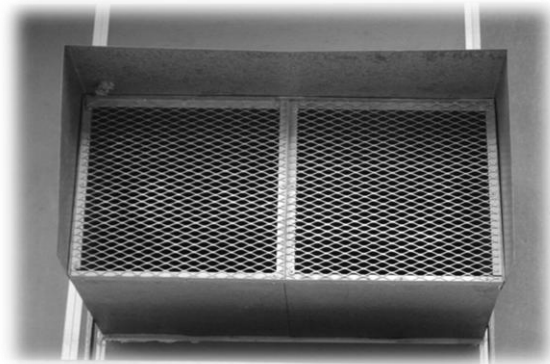


Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4.7. Extracción de gases

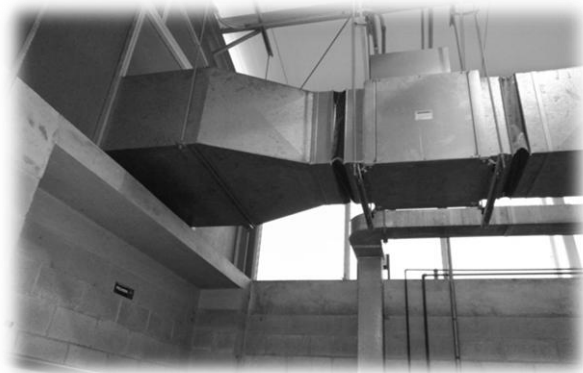
El módulo no. 8A cuenta con una red inyectora / extractora (ver figura 29, figura 30 y figura 31) de aire tipo en línea, acoplado por faja, 4 832 CFM. @ 0,375" S.P., 1 750 RPM., 2 HP., 208/60/3 FASES. *GREEN HECK* BSQ 160.

Figura 29. **Inyector – extractor, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



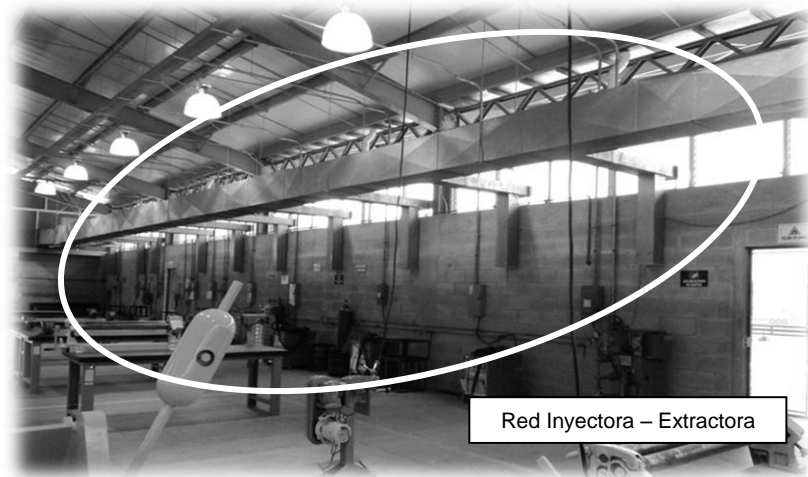
Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

Figura 30. **Inyector – extractor, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

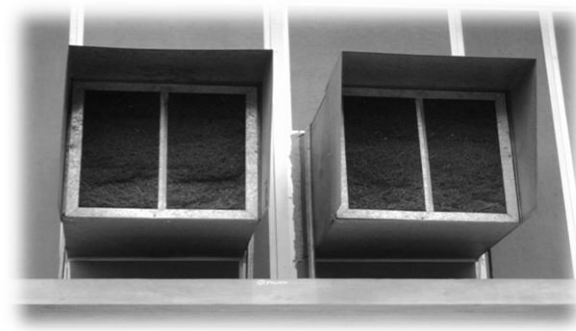
Figura 31. **Red Inyectora – extractora, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

Además cuenta con una red inyectora (ver figura 32, figura 33 y figura 34) de aire tipo en línea, acoplado por faja, 5 580 CFM. @ 0,375" S.P., 2 000 RPM., 3 HP., 208/60/3 FASES. *GREEN HECK BSQ 160*.

Figura 32. **Inyector, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



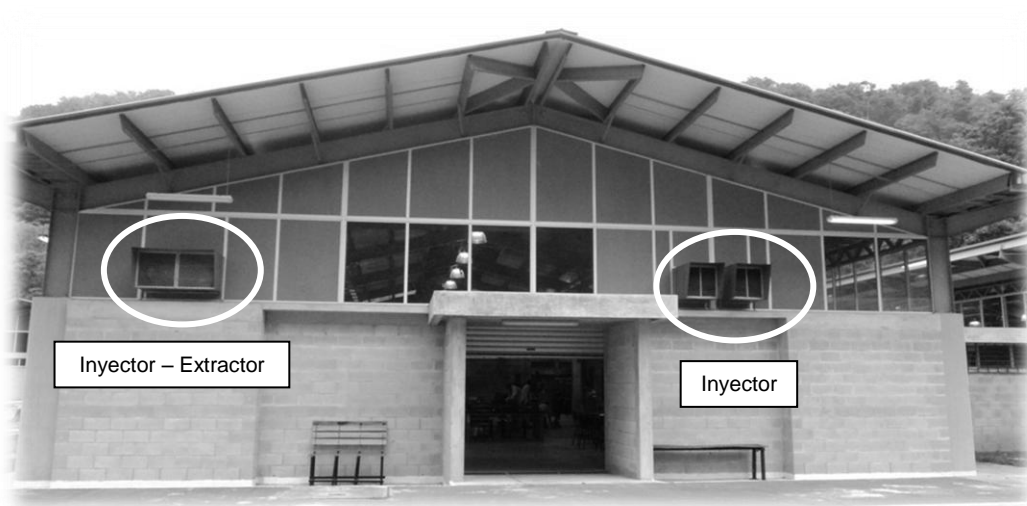
Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

Figura 33. **Inyector, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

Figura 34. **Extractor – inyector, inyector, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

También se cuenta con cuatro extractores portátiles dentro de las instalaciones del taller de soldadura (ver figura 35).

Figura 35. **Extractores portátiles, módulo No. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4.8. Techos

El tipo de techo utilizado en la nave industrial del módulo no. 8A es tipo dos aguas (ver figura 36 y figura 37), de lámina metálica expuesta unipanel prepintada de color rojo en el exterior (ver figura 38 y figura 39); y en el interior de lámina unimetal (ver figura 40) que no permite la transferencia de calor. La estructura metálica es combinación de armazón *Joist* con *Warren*. Se describirá a continuación las ventajas y desventajas de utilizar este tipo de techo:

Las ventajas del techo de dos aguas son:

- Este se puede usar para naves altas dando la oportunidad de formar entresijos dentro del área de la nave.
- Por su forma se pueden agregar luminarias, lo que favorece la iluminación; además se pueden colocar ventiladores, los que favorecen la ventilación.
- Su instalación es rápida y es desmontable, pudiéndose usar en otros lugares.

Las desventajas del techo de dos aguas son:

- Es necesario implantar un programa de mantenimiento preventivo a las estructuras.
- La lámina de zinc o asbesto no favorece el aislamiento térmico y ambas deben ser perneadas para su fijación, por lo tanto puede haber corrosión galvánica.
- La lámina necesita ser pintada periódicamente y el apoyo de la misma necesita ser exacta, para que quede alineada con las vigas.

Figura 36. **Vista frontal, módulo no. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

Figura 37. **Vista trasera, módulo No. 8A, metal – mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

Figura 38. **Lámina unipanel roja, módulo no. 8A, metal – mecánica,
ITUGS**



Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

Figura 39. **Lámina unipanel roja, módulo no. 8A, metal – mecánica,
ITUGS**



Fuente: elaboración propia, exterior módulo no. 8A.

Figura 40. **Lámina unimetal interior, módulo no. 8A, metal - mecánica, ITUGS**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4.9. Agua potable

El módulo cuenta con dos pilas de agua potable (ver figura 41), destinadas a brindar el abastecimiento del vital líquido para las prácticas.

Figura 41. **Pila de agua potable**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

2.4.10. Energía eléctrica

A continuación se detalla a través de un diagrama, toda la red unifilar (ver figura 42) que compone el módulo no. 8, metal – mecánica con su respectiva nomenclatura (ver tabla IV) y simbología (ver tabla V):

Tabla IV. **Nomenclatura de tableros, módulo no. 8, ITUGS**







NOMENCLATURA DE TABLEROS MODULO 8 TALLER DE SOLDADURA					
No.	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	CABLEADO		
			POSITIVO	NEUTRO	TIERRA
T1	TF-1/SOLD	TABLERO FUERZA 1 - SOLDADURA	6#2/0 THHN	2#2/0 THNN	1#2 THNN
T2	TF-2/SOLD	TABLERO FUERZA 2 - SOLDADURA	3#1/0 THHN	1#2 THNN	1#8 THNN
T3	TF-3/SOLD	TABLERO FUERZA 3 - SOLDADURA	3#4 THHN	1#4 THNN	1#8 THNN
T4	TF-4/SOLD	TABLERO FUERZA 4 - SOLDADURA	3#4 THHN	1#4 THNN	1#8 THNN

Fuente: proporcionada por ITUGS.

El significado de la nomenclatura y cableado (positivo, negativo, neutro y tierra) detallado en la tabla III, tomando como base para el cableado 6#2/0 THHN y 1#2 THNN, es el siguiente:

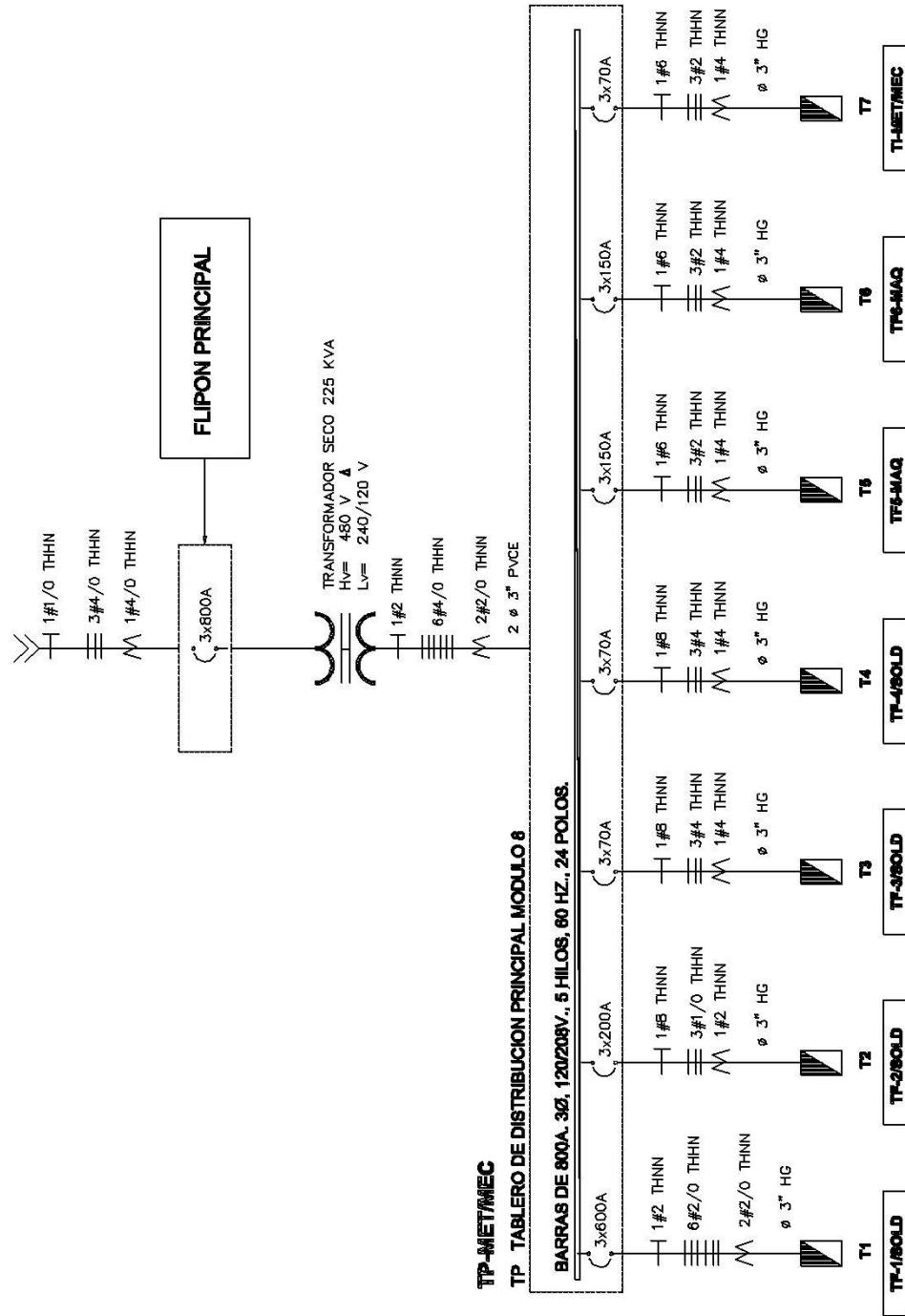
- T1, T2, T3 y T4: tablero 1, tablero 2, tablero 3 y tablero 4
- Primer dígito “6” (ejemplo 6#2/0 THHN) y “3” (ejemplo 3#4 THNN): representa el número de cables
- Segundo dígito “#2/0” (ejemplo 6#2/0 THHN) y “#4” (ejemplo 3#4 THNN): representa el calibre del cable
- THHN y THNN: tipo de cubierta (ver Tabla IV)

Tabla V. **Simbología de diagrama unifilar, módulo no. 8, ITUGS**

Símbolo	Descripción
A	Amperes.
	Conexión a tierra.
	Flipón principal.
HG	Hierro galvanizado.
KVA	KiloVolt-Ampere.
	Líneas vivas.
	Neutro.
THNN	<i>Specifically blended oil resistant PVC / nylon insulation</i> (termoplástico de alta resistencia de aceite y concreto mezclado con PVC y nylon de aislamiento).
	Tablero de flipones.
TP-MET/MEC	Tablero principal / metal – mecánica.
THHN	<i>Thermoplastic high heat-resistant nylon-coated</i> (termoplástico de alta resistencia al calor de nylon recubierto)
	Transformador.
3Ø	Tres fases (trifásico).
2 Ø 3"	Tubo de 2 a 3 pulgadas de diámetro.
Ø 3"	Tubo de 3(tres) pulgadas de diámetro.
PVC	Policloruro de vinilo.
PVCE	Tubo de PVC eléctrico.
V	Volts.

Fuente: proporcionada por ITUGS.

Figura 42. Diagrama unifilar, módulo no. 8, metal – mecánica, ITUGS

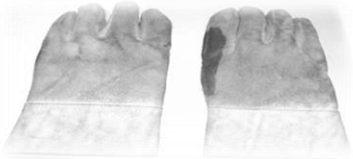
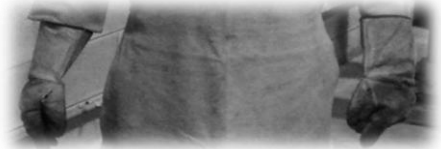


Fuente: proporcionada por ITUGS.



2.5. Equipo de protección individual utilizado actualmente para la práctica de soldadura

Actualmente, el equipo de protección individual que se utiliza para la práctica de soldadura en el modulo No. 8A, metal – mecánica, del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur se encuentra en muy malas condiciones. A continuación se detalla el equipo en la tabla VI:


Tabla VI. **Equipo de protección individual actual, módulo no. 8A, ITUGS**

Equipo	Vista
<p>Guates cortos de cuero (ver figura 43)</p>	<p>Figura 43. Guantes cortos de cuero</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>
<p>Guates largos de cuero (ver figura 44)</p>	<p>Figura 44. Guantes largos de cuero</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>



Continuación tabla VI...

<p>Mangas de cuero (ver figura 45)</p>	<p>Figura 45. Mangas de cuero</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>
<p>Gabacha de cuero (ver figura 46)</p>	<p>Figura 46. Gabacha de cuero</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>

Continuación tabla VI...

<p>Polainas de cuero (ver figura 47)</p>	<p>Figura 47. Polainas de cuero</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>
<p>Lentes transparentes (ver figura 48)</p>	<p>Figura 48. Lentes transparentes</p>  <p>Fuente: captura propia (interior Módulo No. 8A)</p>
<p>Lentes polarizados (ver figura 49)</p>	<p>Figura 49. Lentes polarizados</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>

Continuación tabla VI...

<p>Careta de soldador con visor móvil (ver figura 50)</p>	<p>Figura 50. Caretas para soldador con visor móvil</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>
<p>Careta para soldador (ver figura 51)</p>	<p>Figura 51. Careta para soldador</p>  <p>Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.</p>

Fuente: elaboración propia.

2.6. Enfermedades ocupacionales por soldadura

Debido a las deficiencias presentadas en el uso del equipo de protección individual dentro del módulo no. 8A, los estudiantes del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, están expuestos a las siguientes enfermedades ocupacionales por la práctica de soldadura¹:

- Rinoconjuntivitis
- Urticarias, angiodemas
- Asma
- Alveolitis alérgica extrínseca
- Síndrome de disfunción de la vía reactiva
- Fibrosis intersticial difusa
- Fiebre de los metales
- Neumopatía intersticial difusa
- Neoplasia maligna de cavidad nasal
- Neoplasia maligna de bronquio y pulmón
- Cáncer primitivo de etmoides y de los senos de la cara

¹ Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. *El Soldador y los Humos de Soldadura*. http://www.osalan.euskadi.net/s94-osa0017/es/contenidos/libro/higiene_200920/es_200920/adjuntos/EI%20%20Soldador.pdf [Consulta: 15 de julio 2011].

3. DISEÑO

3.1. Cabinas para soldadura

Las cabinas para soldadura, son módulos exclusivos y seguros para la aplicación de las diversas técnicas de soldadura. En el caso que nos compete, dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica, del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, las cabinas buscan ser un mobiliario didáctico para que el futuro profesional de nivel técnico y universitario, aprenda las diversas técnicas y destrezas relacionadas a la soldadura, al contar con un espacio adecuado que garantice la mayor captación de conocimiento y experiencia.

3.2. Diseño de cabinas por tipo de soldadura

Debido a las necesidades del Módulo, el diseño de cabinas para soldadura, se enfoco en 3 tipos de soldadura:

- Arco eléctrico
- MIG
- TIG

Para la soldadura oxiacetilénica y de punto, como se menciona en el capítulo 2, no serán necesarias las cabinas para soldadura, debido a que se cuenta con el mobiliario adecuado para la práctica de estas.

3.2.1. Arco eléctrico

Este tipo de soldadura, estará conformada por 7 cabinas. El diseño de las mismas se detalla en las secciones siguientes.

3.2.1.1. Especificaciones de materiales

Los materiales elegidos para las cabinas de soldadura de arco eléctrico, serán en su mayoría de estructura metálica en un 95 por ciento y madera en un 5 por ciento. Con esto se garantizara una larga duración de las cabinas.

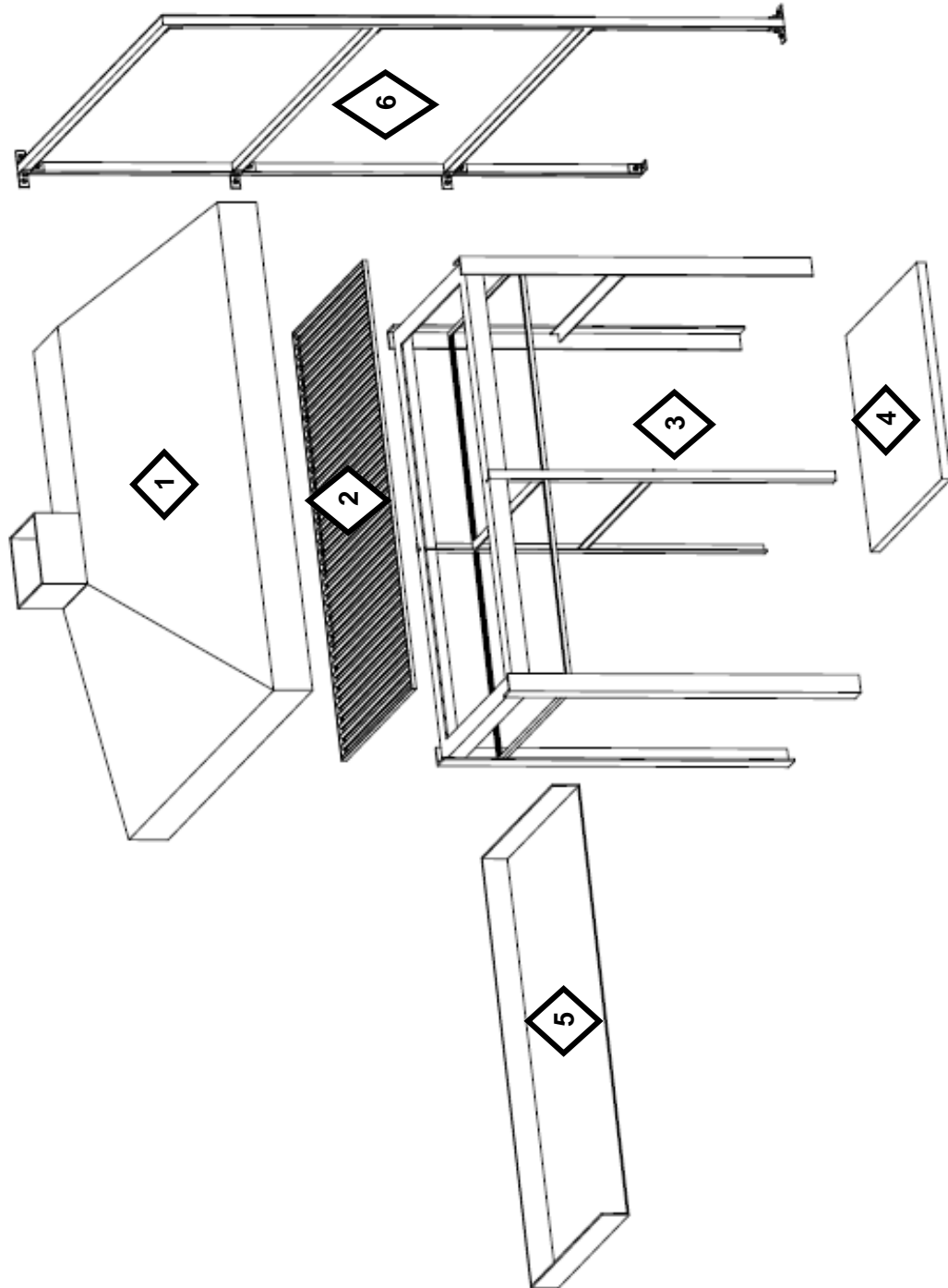
3.2.1.2. Especificaciones de partes

Cada una de las 7 cabinas estará conformada por 6 partes básicas, que en base al análisis y diseño se determino que serán suficientes para una óptima ejecución de los trabajos de soldadura. Las 6 partes que conforman las cabinas para soldadura de arco eléctrico, son las siguientes:

- Campana (1)
- Parrilla (2)
- Banco de trabajo (3)
- Base para entrepaño (4)
- Colector de desechos (5)
- División (6)

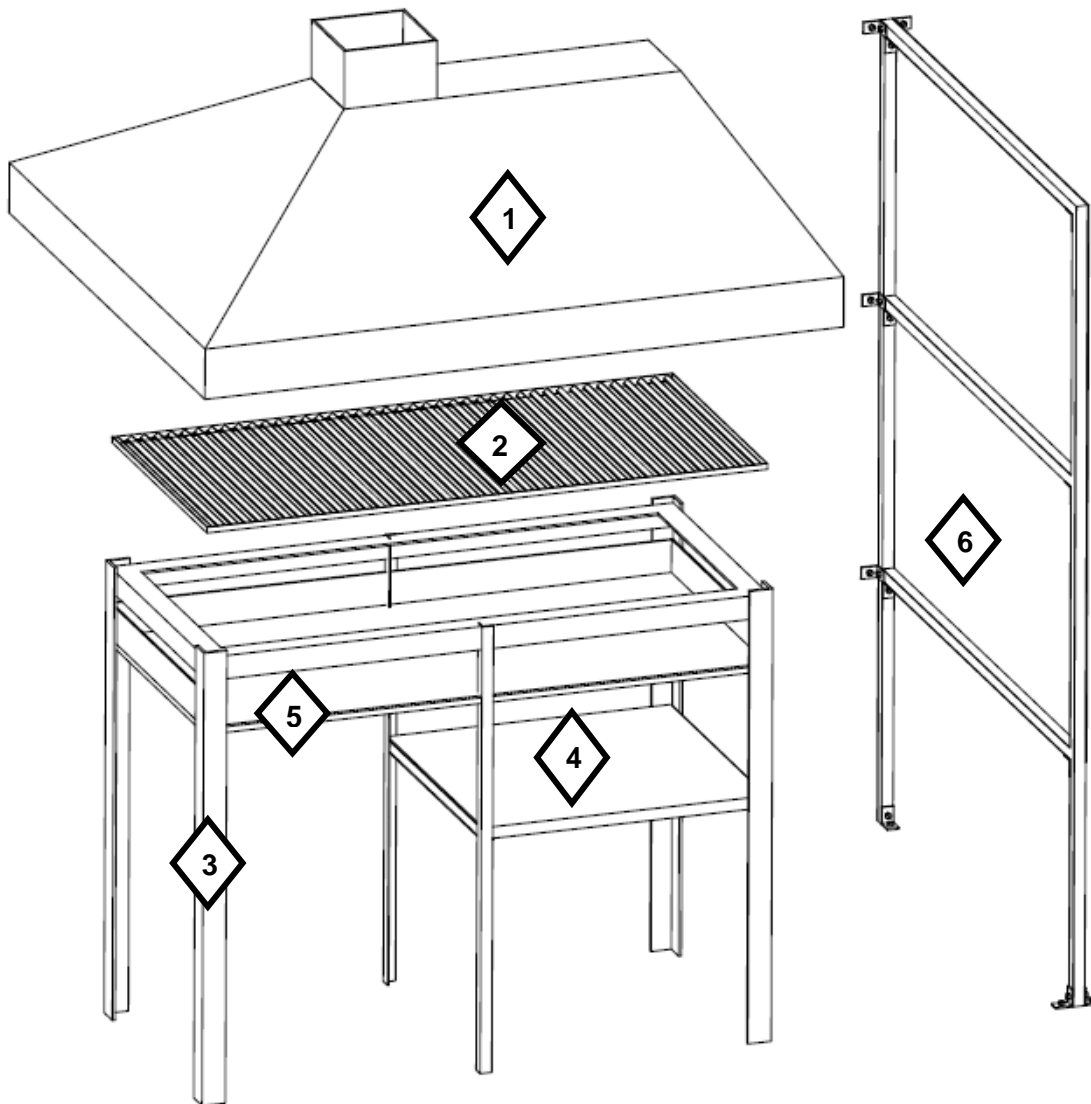
El dibujo isométrico de las partes que conforman las cabinas se detalla en la figura 52 y figura 53.

Figura 52. **Cabina para soldadura de arco eléctrico**



Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **Cabina para soldadura de arco eléctrico**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.3. Componentes

Los componentes de las 7 cabinas para soldadura de arco eléctrico, se establecieron en base a un análisis de las partes que conforman las mismas. Además estos componentes, serán la materia prima didáctica para que los estudiantes pongan en práctica la teoría aprendida, y a la vez, realicen una fácil y económica construcción de las cabinas, cuidando el aprovechamiento máximo de todos los materiales. Los componentes necesarios se listan en la tabla VII.

Tabla VII. **Componentes requeridos (arco eléctrico)**

Tipo	Forma	Diámetro (pulg.)	Longitud (pulg.)	Ancho (pulg.)	Altura (pulg.)	Grosor (pulg.)	Grosor (calibre)
Angular	L		236	1/2	1/2	1/8	
Angular	L		236	1	1	1/8	
Angular	L		236	2	2	3/16	
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	3/4				
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	1 3/4				
Tornillo	Para metal	1/4	1/2				
Tornillo	Para madera	1/4	1				
Tubo metálico	Cuadrado		236	1	1	1/32	22
Lámina	Galvanizada		96	36		1/42	24
Lámina	Galvanizada		96	48		1/42	24
Tabla de madera	Pino cepillado		24	12	1		
Remache	Metálico	3/16	1/2				
Lija	Calibre 100						
Espray	Anti-inflamable en aerosol						
Tomacorriente	Polarizado con interruptor						
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente		24				
Tubo	Luz fluorescente - 20 W		24				
Electrodo	E6013 - punto café - libra	1/8					
Brocha	Para limpieza de 10 pulg.						
Whipe	Bola						
Escoba	Pequeña						
Pala	Recolectora						

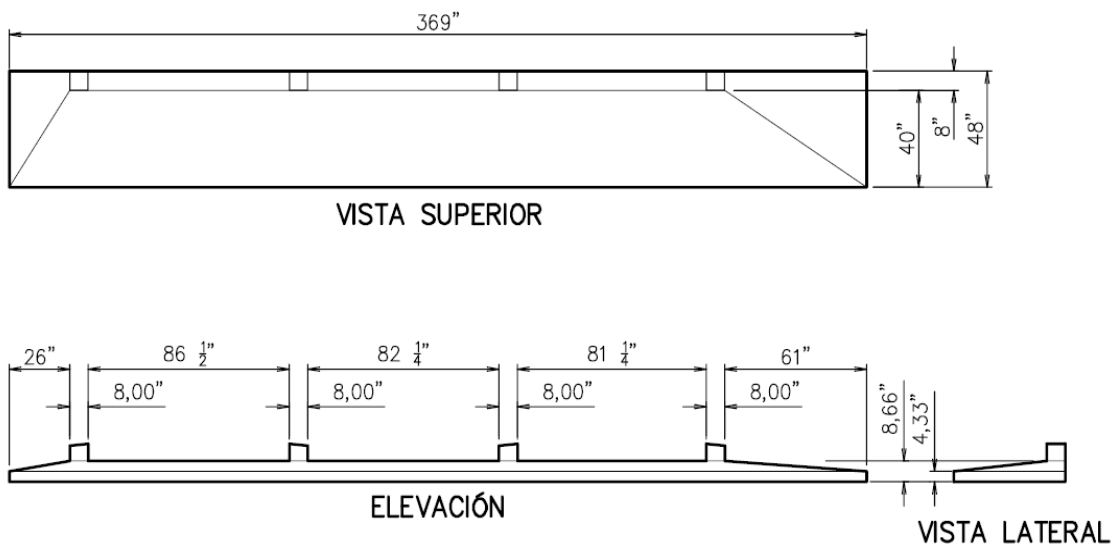
Fuente: elaboración propia.

3.2.1.4. Construcción

Para la construcción de las cabinas para soldadura, se diseñó cada parte por separado, a través de una vista lateral, elevaciones, vista superior, detalles generales y de sección. El sistema de medidas utilizado es el sistema inglés, debido a su mayor exactitud, precisión y familiaridad con la adquisición de materiales. El detalle de cada una de las partes, se hará de la manera siguiente:

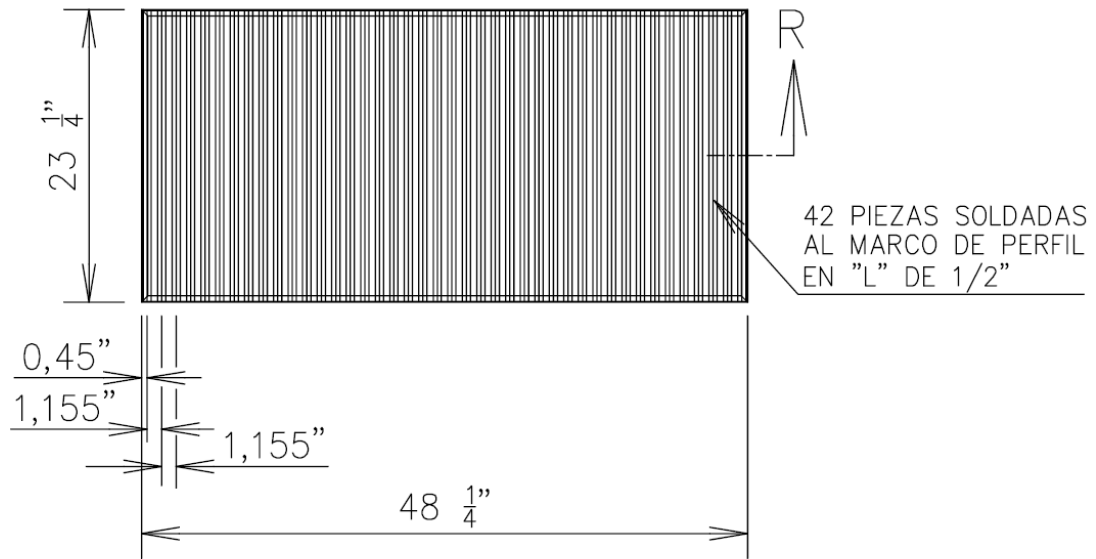
- Campana (ver figura 54)
- Parilla (ver figura 55, figura 56 y figura 57)
- Banco de trabajo (ver figura 57)
- Base para entrepaño (ver figura 57)
- Colector de desechos (ver figura 58)
- División (ver figura 59)

Figura 54. Campana para soldadura de arco eléctrico



Fuente: elaboración propia.

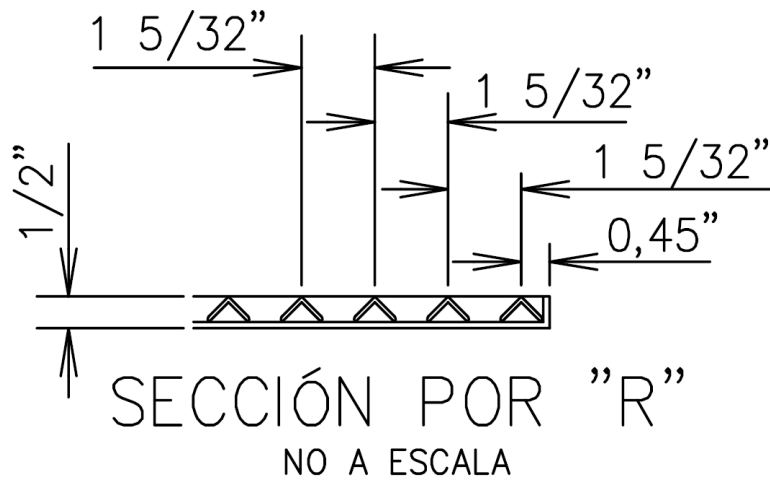
Figura 55. Parilla para soldadura de arco eléctrico



CONSTRUIDA CON ANGULAR EN "L" DE 1/2 pulgada

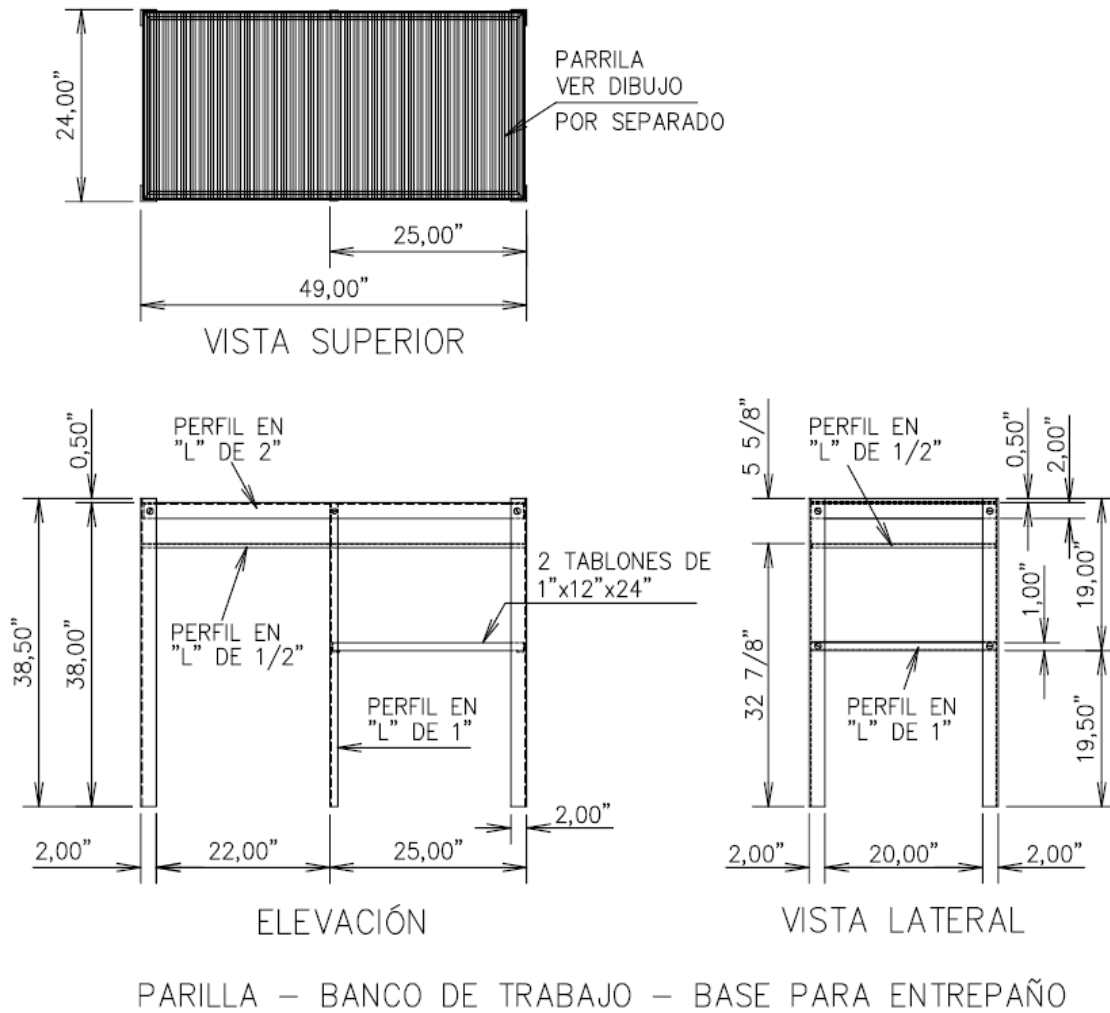
Fuente: elaboración propia.

Figura 56. Parilla para soldadura de arco eléctrico (sección por "R")



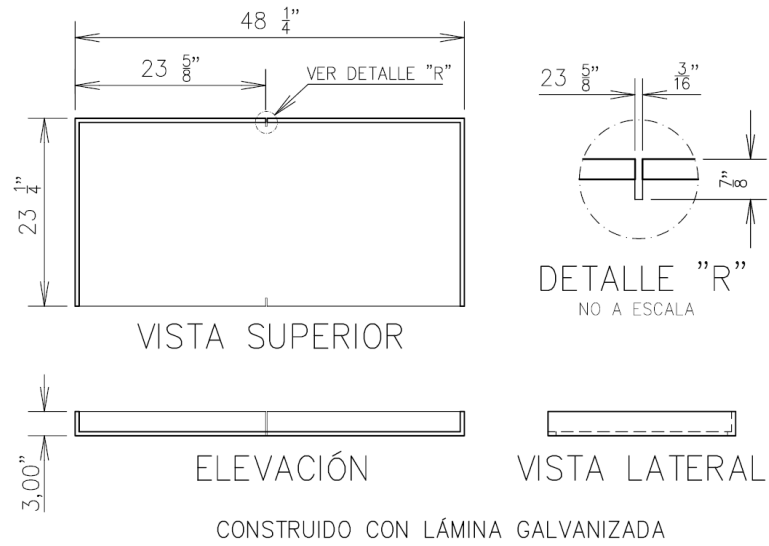
Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Parilla, banco de trabajo y base para entrepaño / soldadura de arco eléctrico



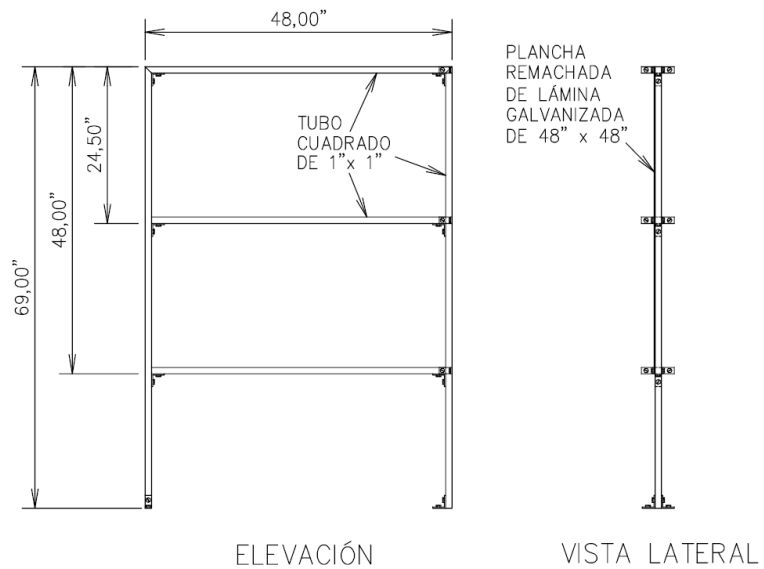
Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Colector de desechos para soldadura de arco eléctrico**



Fuente: elaboración propia.

Figura 59. **División para soldadura de arco eléctrico**

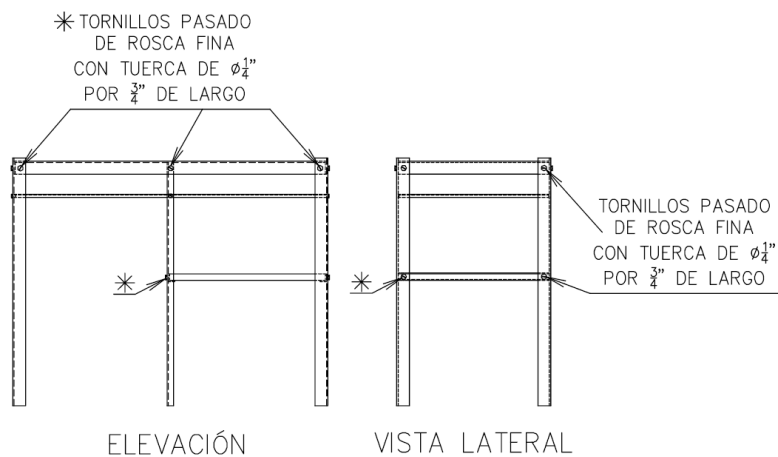


Fuente: elaboración propia.

3.2.1.5. Armado

En la sección anterior, se incluyeron las especificaciones relacionadas al armado de cada parte de las cabinas para soldadura. Los detalles finales referentes al armado del banco de trabajo, se profundizan en la figura 60.

Figura 60. **Armado banco de trabajo para soldadura de arco eléctrico**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.6. Acabados

Los acabados finales de las 7 cabinas para soldadura de arco eléctrico, se realizarán dependiendo los tipos de materiales.

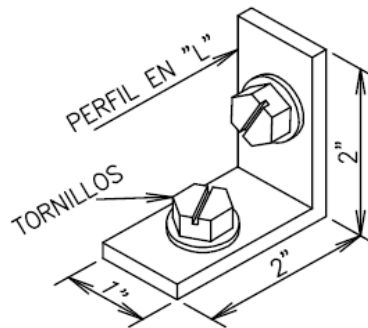
Para los elementos metálicos, se recomienda lijar las superficies, luego para proteger del óxido y de la corrosión, aplicar pintura anticorrosiva en espray.

Para los elementos de madera, se recomienda lijar las superficies y aplicar pintura anti-inflamable en espray, para proteger de cualquier riesgo de incendio.

3.2.1.7. Anclaje

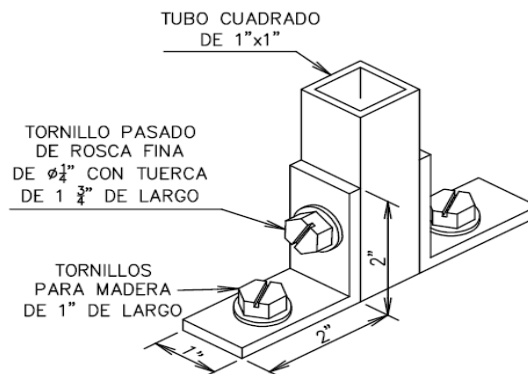
El anclaje de la división, se hará a la pared y al piso a través de tornillos de rosca fina, tornillos de metal y tornillos de madera, con sus respectivas tuercas, armellas y turcas de presión (ver figura 61, figura 62, figura 63 y figura 64). El resto de partes no necesitan ser ancladas a la pared ni al piso.

Figura 61. Detalle de anclaje



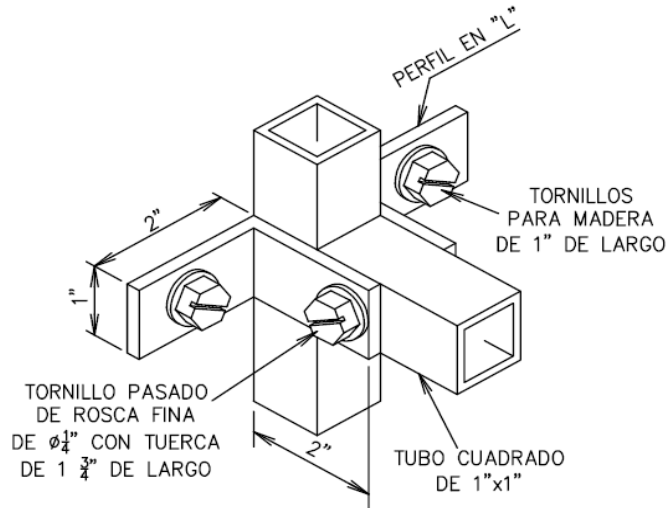
Fuente: elaboración propia.

Figura 62. Anclaje al piso



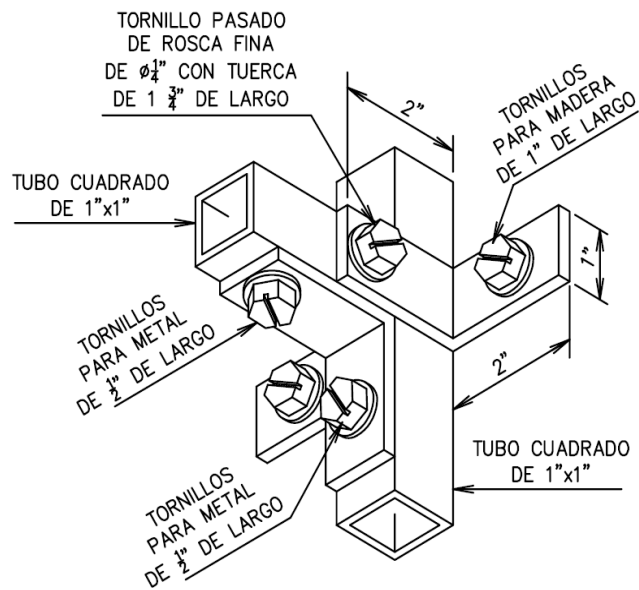
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. Anclaje a la pared



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. Anclaje a la pared y armado de división

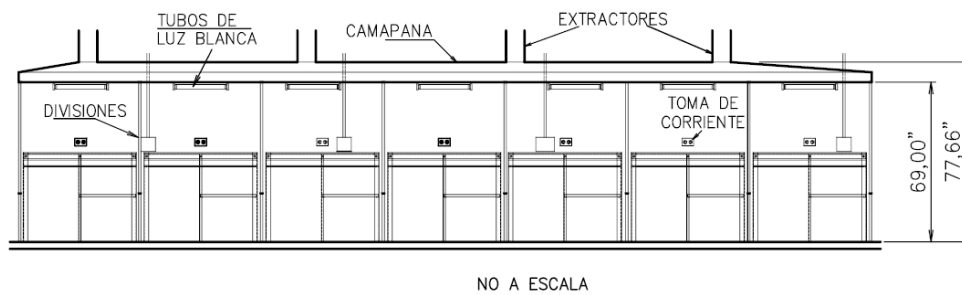


Fuente: elaboración propia.

3.2.1.8. Ubicación

La ubicación de las cabinas para soldadura de arco eléctrico (ver figura 65), será en el área física del fondo del módulo no. 8A (actualmente libre).

Figura 65. **Ubicación cabinas para soldadura de arco eléctrico**

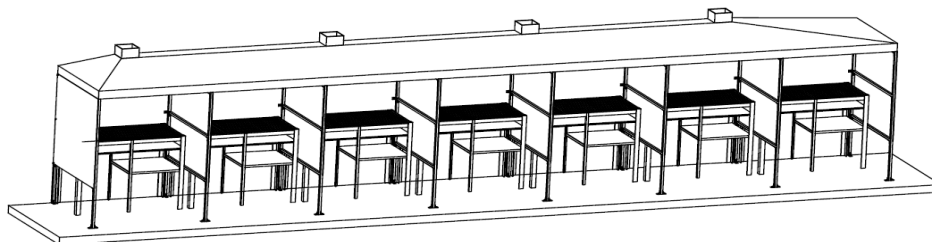


Fuente: elaboración propia.

3.2.1.9. Diseño final

El diseño final de las 7 cabinas para soldadura de arco eléctrico, será de la siguiente manera (ver figura 66):

Figura 66. **Diseño final cabinas para soldadura de arco eléctrico**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. MIG

Este tipo de soldadura, estará conformada por 4 cabinas. El diseño de las mismas se detalla en las secciones siguientes.

3.2.2.1. Especificaciones de materiales

Los materiales elegidos para las cabinas de soldadura MIG, serán en su mayoría de estructura metálica en un 95 por ciento y madera en un 5 por ciento. Con esto se garantizara una larga duración de las cabinas.

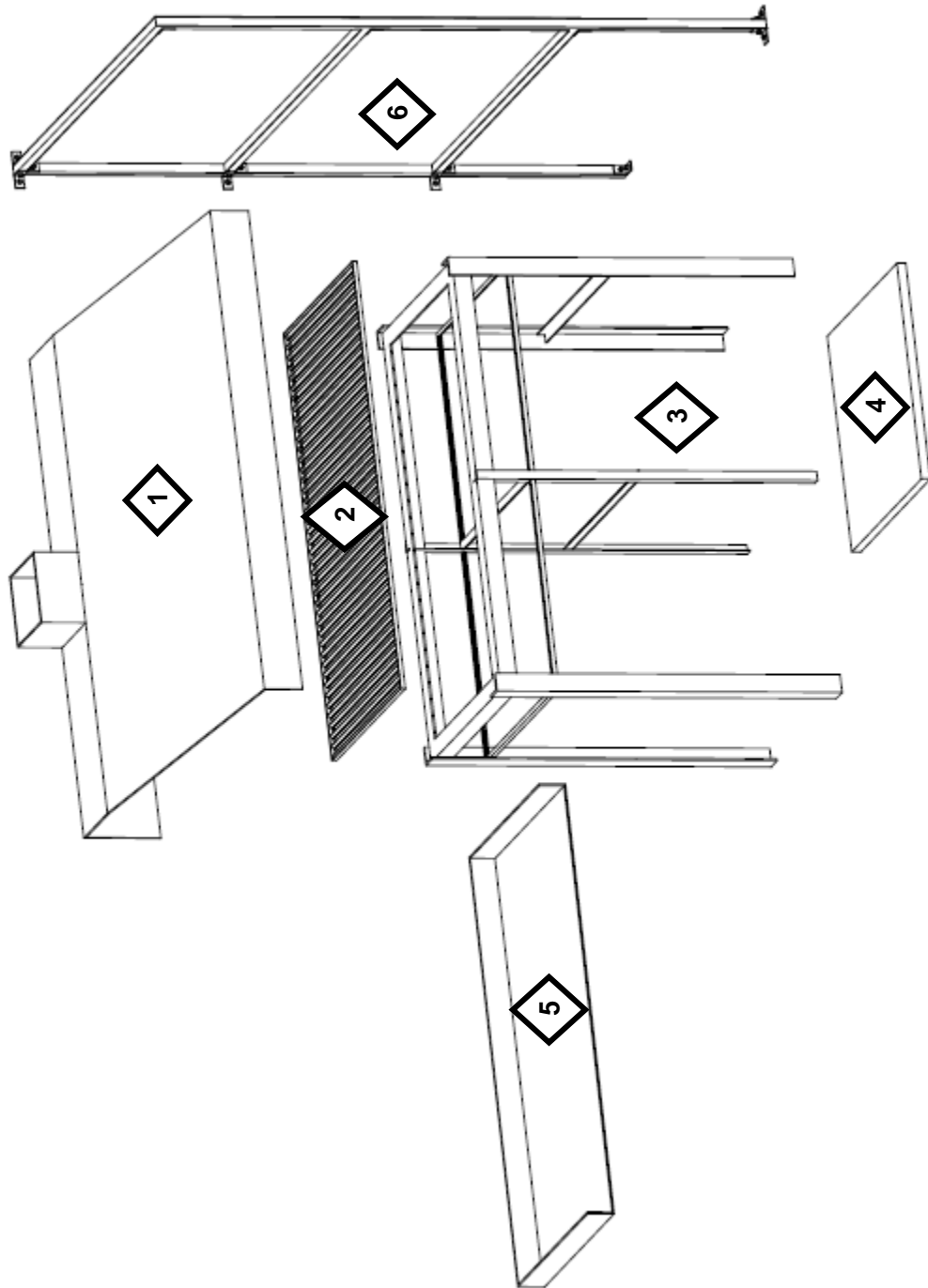
3.2.2.2. Especificaciones de partes

Cada una de las 4 cabinas estará conformada por 6 partes básicas, que en base al análisis y diseño se determino que serán suficientes para una óptima ejecución de los trabajos de soldadura. Las 6 partes que conforman las cabinas para soldadura MIG, son las siguientes:

- Campana (1)
- Parrilla (2)
- Banco de trabajo (3)
- Base para entrepaño (4)
- Colector de desechos (5)
- División (6)

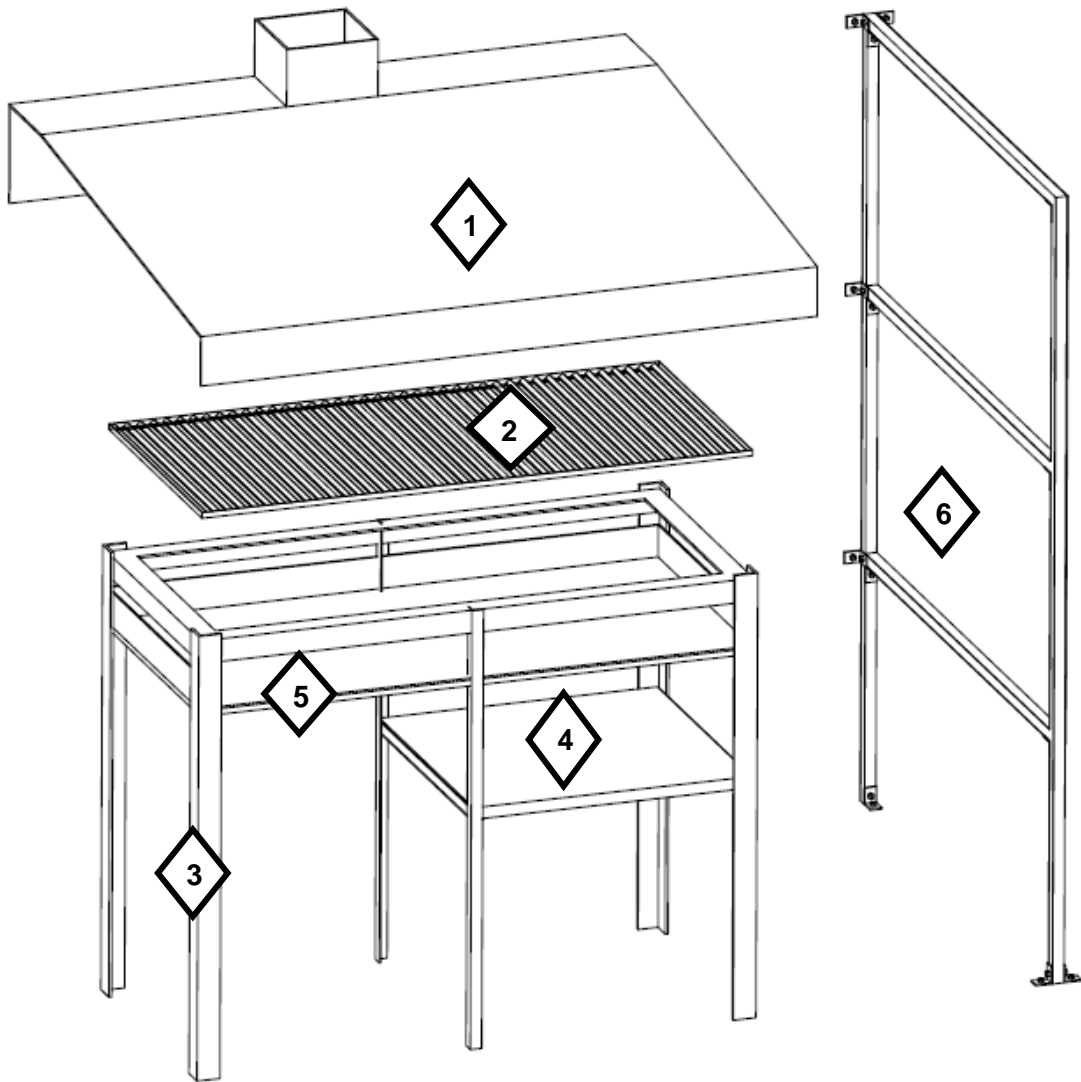
El dibujo isométrico de las partes que conforman las cabinas se detalla en la figura 67 y figura 68.

Figura 67. **Cabina para soldadura MIG**



Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Cabina para soldadura MIG**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.3. Componentes

Los componentes de las 4 cabinas para soldadura MIG, se establecieron en base a un análisis de las partes que conforman las mismas. Además estos componentes, serán la materia prima didáctica para que los estudiantes pongan en práctica la teoría aprendida, y a la vez, realicen una fácil y económica construcción de las cabinas, cuidando el aprovechamiento máximo de todos los materiales. Los componentes necesarios se listan en la tabla VIII.

Tabla VIII. Componentes requeridos (MIG)

Tipo	Forma	Diámetro (pulg.)	Longitud (pulg.)	Ancho (pulg.)	Altura (pulg.)	Grosor (pulg.)	Grosor (calibre)
Angular	L		236	1/2	1/2	1/8	
Angular	L		236	1	1	1/8	
Angular	L		236	2	2	3/16	
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	3/4				
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	1 3/4				
Tornillo	Para metal	1/4	1/2				
Tornillo	Para madera	1/4	1				
Tubo metálico	Cuadrado		236	1	1	1/32	22
Lámina	Galvanizada		96	36		1/42	24
Lámina	Galvanizada		96	48		1/42	24
Tabla de madera	Pino cepillado		24	12	1		
Remache	Metálico	3/16	1/2				
Lija	Calibre 100						
Espray	Anti-inflamable en aerosol						
Tomacorriente	Polarizado con interruptor						
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente		24				
Tubo	Luz fluorescente - 20 W		24				
Electrodo	E6013 - punto café - libra	1/8					
Brocha	Para limpieza de 10 pulg.						
Whipe	Bola						
Escoba	Pequeña						
Pala	Recolectora						

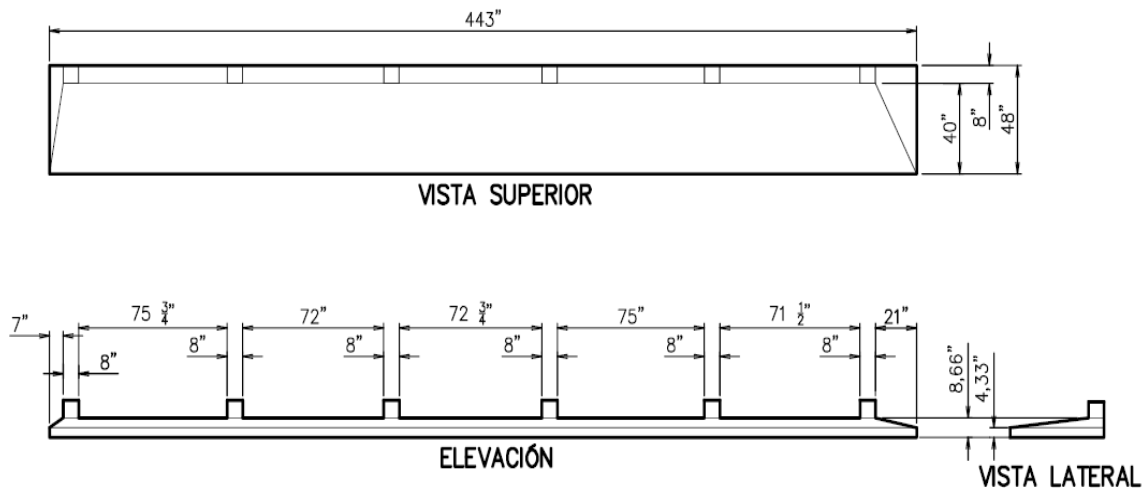
Fuente: elaboración propia.

3.2.2.4. Construcción

Para la construcción de las cabinas para soldadura, se diseñó cada parte por separado, a través de una vista lateral, elevaciones, vista superior, detalles generales y de sección. El sistema de medidas utilizado es el sistema inglés, debido a su mayor exactitud, precisión y familiaridad con la adquisición de materiales. El detalle de cada una de las partes, se hará de la siguiente manera:

- Campana (ver figura 69)
- Parilla (ver figura 70, figura 71 y figura 72)
- Banco de trabajo (ver figura 72)
- Base para entrepaño (ver figura 72)
- Colector de desechos (ver figura 73)
- División (ver figura 74)

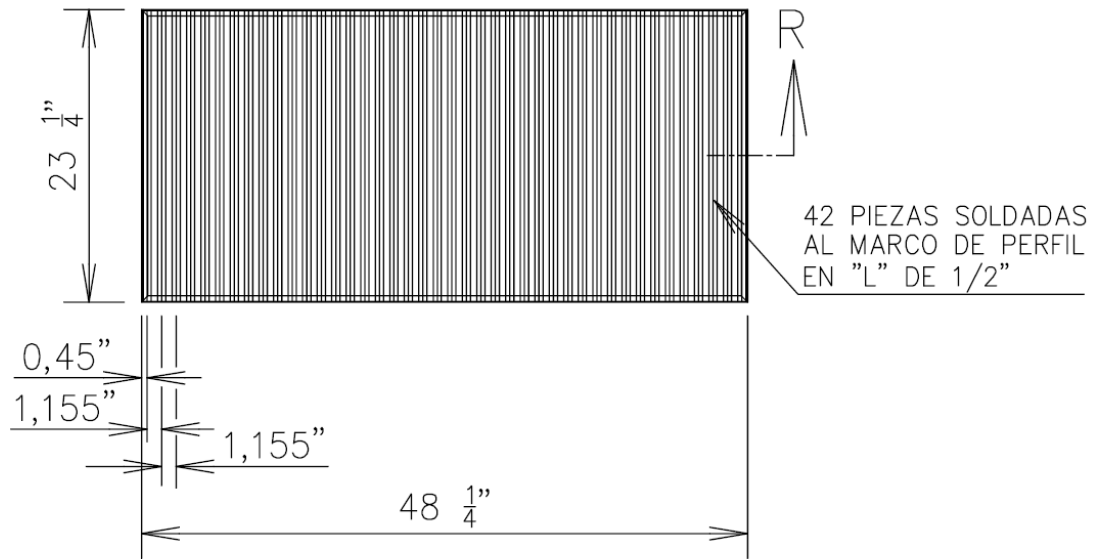
Figura 69. Campana para soldadura MIG



CAMPANA COMUNAL ENTRE SOLDADURA MIG Y SOLDADURA TIG

Fuente: elaboración propia.

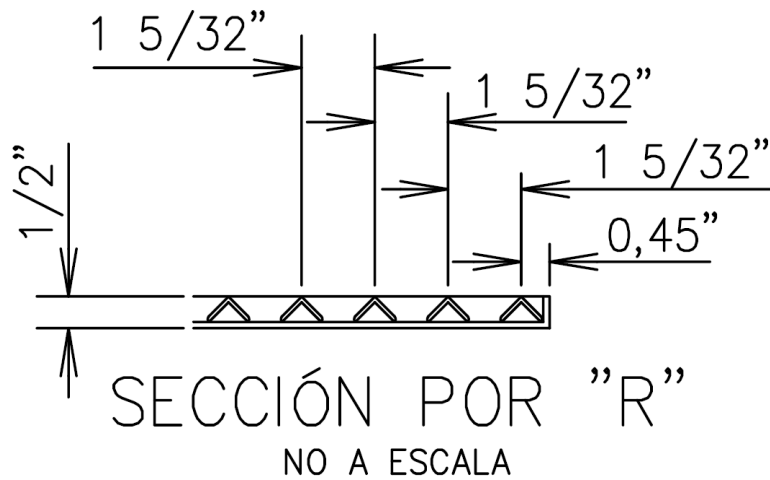
Figura 70. Parilla para soldadura MIG



CONSTRUIDA CON ANGULAR EN "L" DE 1/2 pulgada

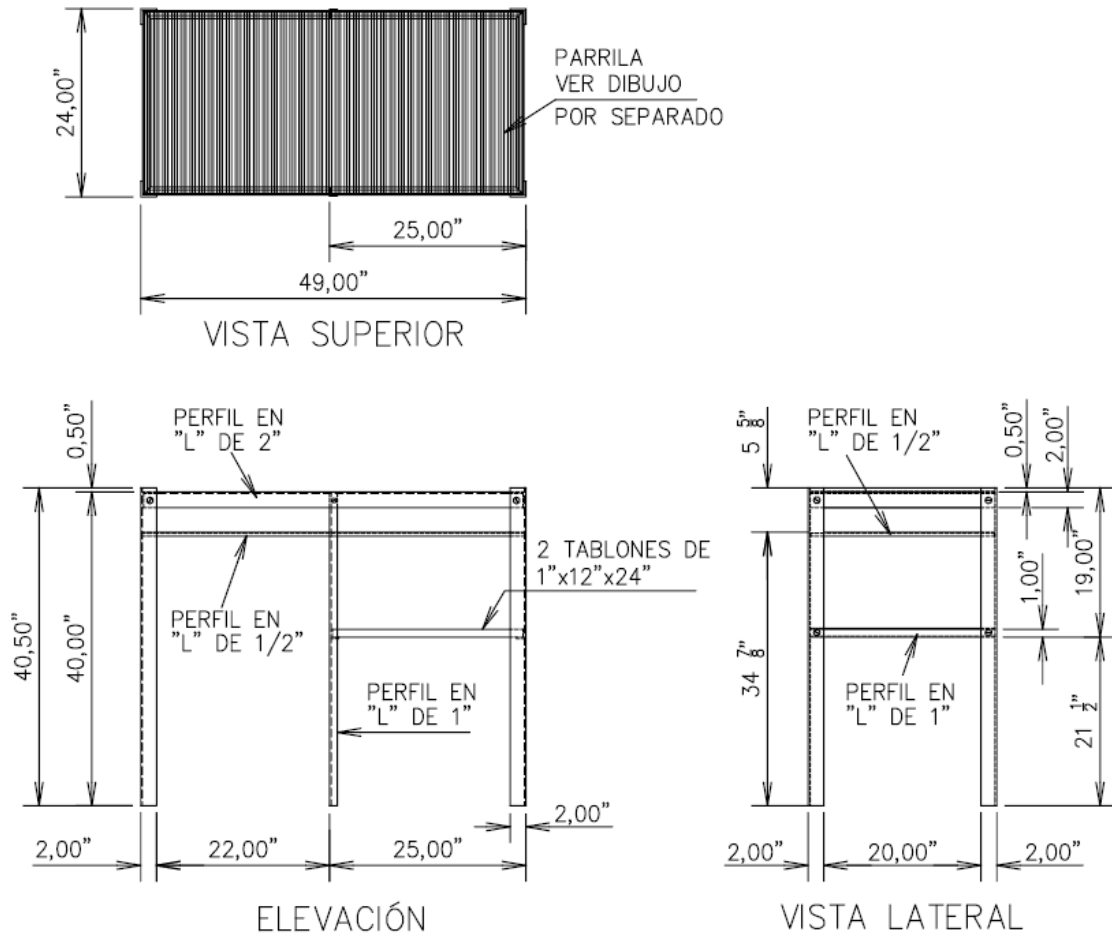
Fuente: elaboración propia.

Figura 71. Parilla para soldadura MIG (sección por "R")



Fuente: elaboración propia.

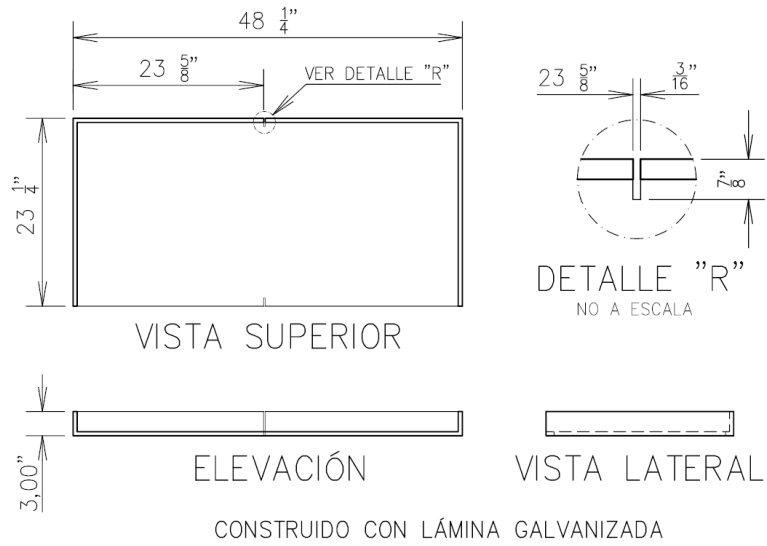
Figura 72. **Parilla, banco de trabajo y base para entrepaño / soldadura
MIG**



PARILLA – BANCO DE TRABAJO – BASE PARA ENTREPAÑO

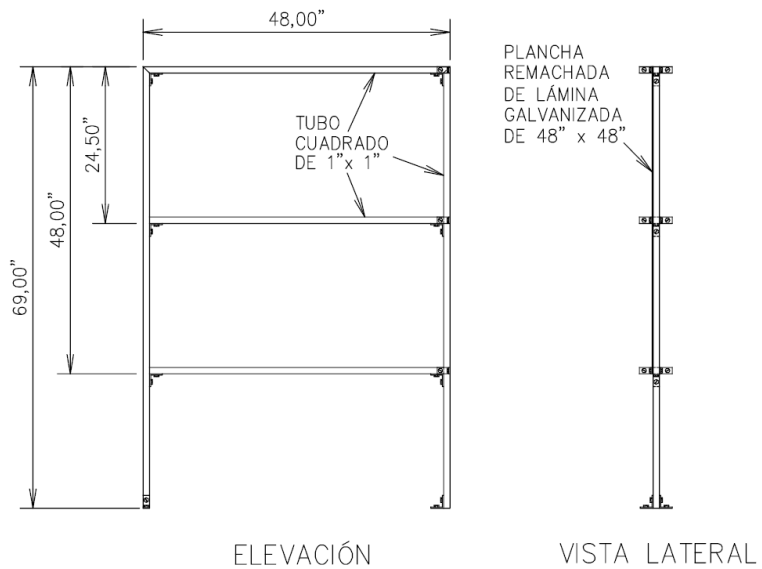
Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **Colector de desechos para soldadura MIG**



Fuente: elaboración propia.

Figura 74. **División para soldadura MIG**

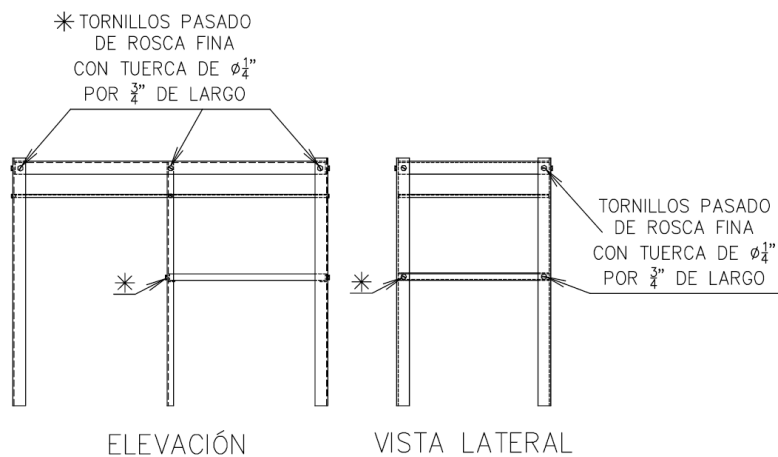


Fuente: elaboración propia.

3.2.2.5. Armado

En la sección anterior, se incluyeron las especificaciones relacionadas al armado de cada parte de las cabinas para soldadura. Los detalles finales referentes al armado del banco de trabajo, se profundizan en la figura 75.

Figura 75. Armado banco de trabajo para soldadura MIG



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.6. Acabados

Los acabados finales de las 4 cabinas para soldadura MIG, se realizaran dependiendo los tipos de materiales.

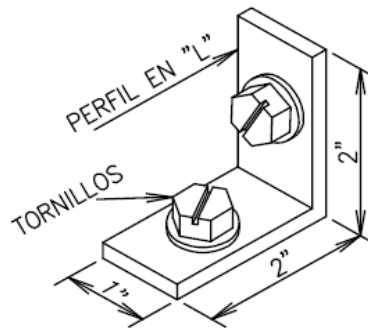
Para los elementos metálicos, se recomienda lijar las superficies, luego para proteger del óxido y de la corrosión, aplicar pintura anticorrosiva en espray.

Para los elementos de madera, se recomienda lijar las superficies y aplicar pintura anti-inflamable en espray, para proteger de cualquier riesgo de incendio.

3.2.2.7. Anclaje

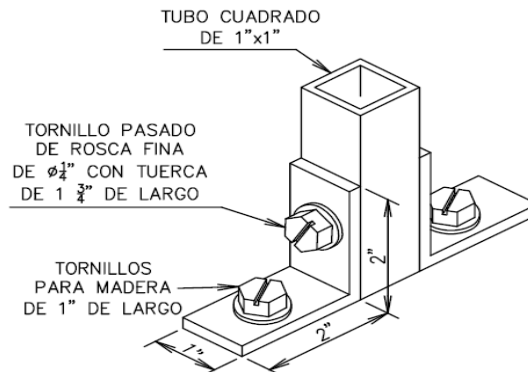
El anclaje de la división, se hará a la pared y al piso a través de tornillos de rosca fina, tornillos de metal y tornillos de madera, con sus respectivas tuercas, armellas y turcas de presión (ver figura 76, figura 77, figura 78 y figura 79). El resto de partes no necesitan ser ancladas a la pared ni al piso.

Figura 76. Detalle de anclaje



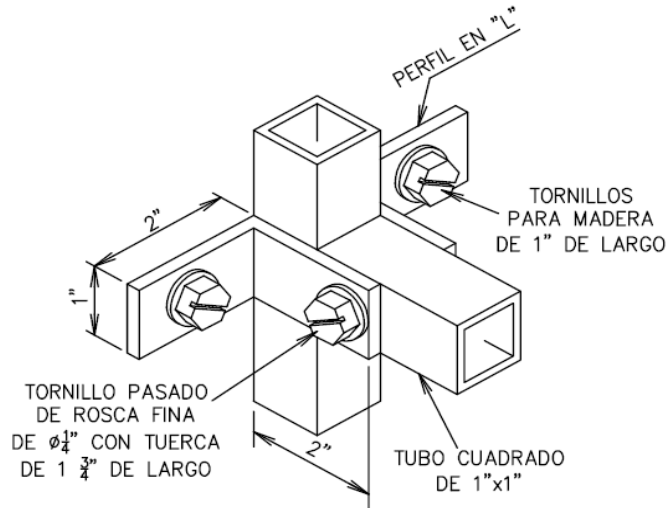
Fuente: elaboración propia.

Figura 77. Anclaje al piso



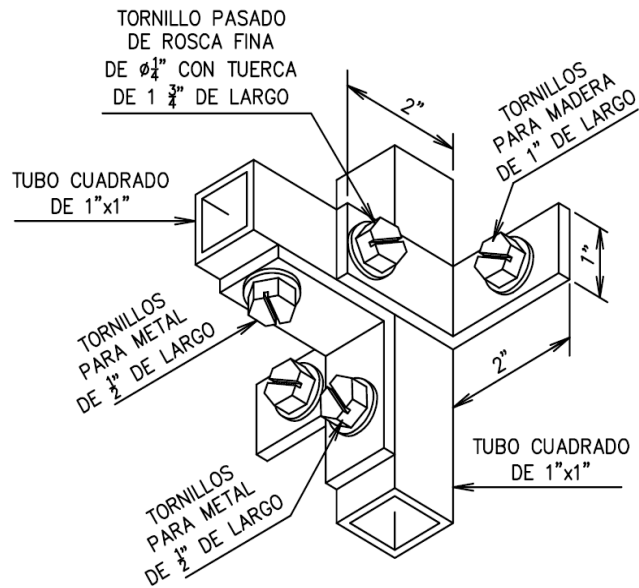
Fuente: elaboración propia.

Figura 78. Anclaje a la pared



Fuente: elaboración propia.

Figura 79. Anclaje a la pared y armado de división



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.8. Ubicación

La ubicación de las cabinas para soldadura MIG (ver figura 80), será en el área física del módulo no. 8A, donde actualmente se práctica esta soldadura.

Figura 80. Ubicación cabinas para soldadura MIG

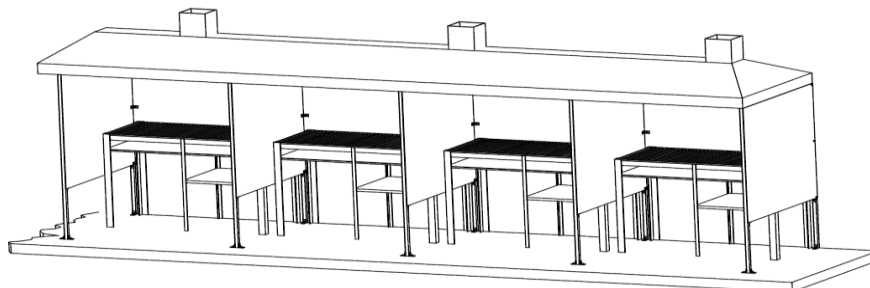


Fuente: elaboración propia.

3.2.2.9. Diseño final

El diseño final de las 4 cabinas para soldadura MIG, será de la siguiente manera (ver figura 81):

Figura 81. Diseño final cabinas para soldadura MIG



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. TIG

Este tipo de soldadura, estará conformada por 3 cabinas. El diseño de las mismas se detalla en las secciones siguientes.

3.2.3.1. Especificaciones de materiales

Los materiales elegidos para las cabinas de soldadura TIG, serán en su mayoría de estructura metálica en un 95 por ciento y madera en un 5 por ciento. Con esto se garantizara una larga duración de las cabinas.

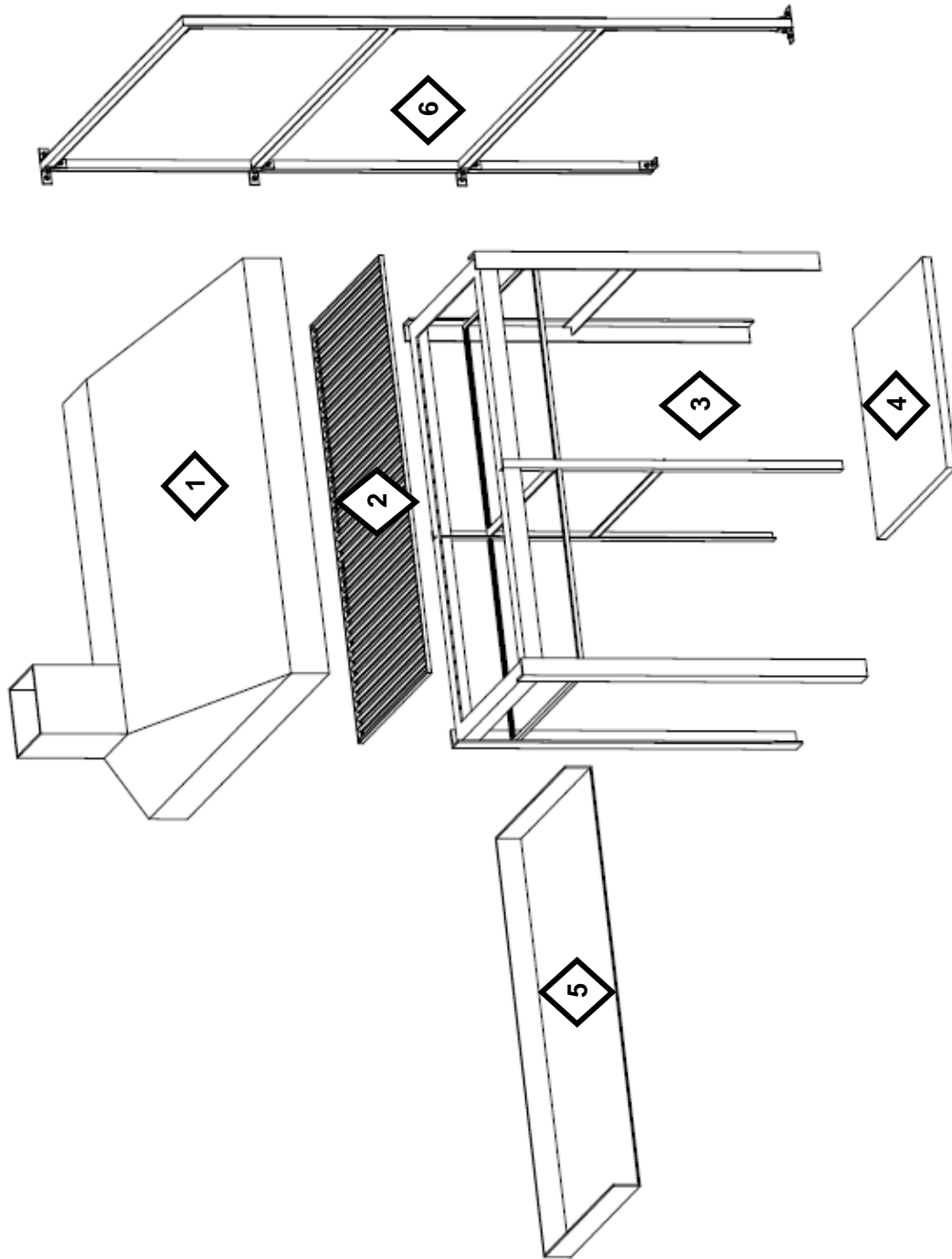
3.2.3.2. Especificaciones de partes

Cada una de las 3 cabinas estará conformada por 6 partes básicas, que en base al análisis y diseño se determino que serán suficientes para una óptima ejecución de los trabajos de soldadura. Las 6 partes que conforman las cabinas para soldadura TIG son las siguientes:

- Campana (1)
- Parrilla (2)
- Banco de trabajo (3)
- Base para entrepaño (4)
- Colector de desechos (5)
- División (6)

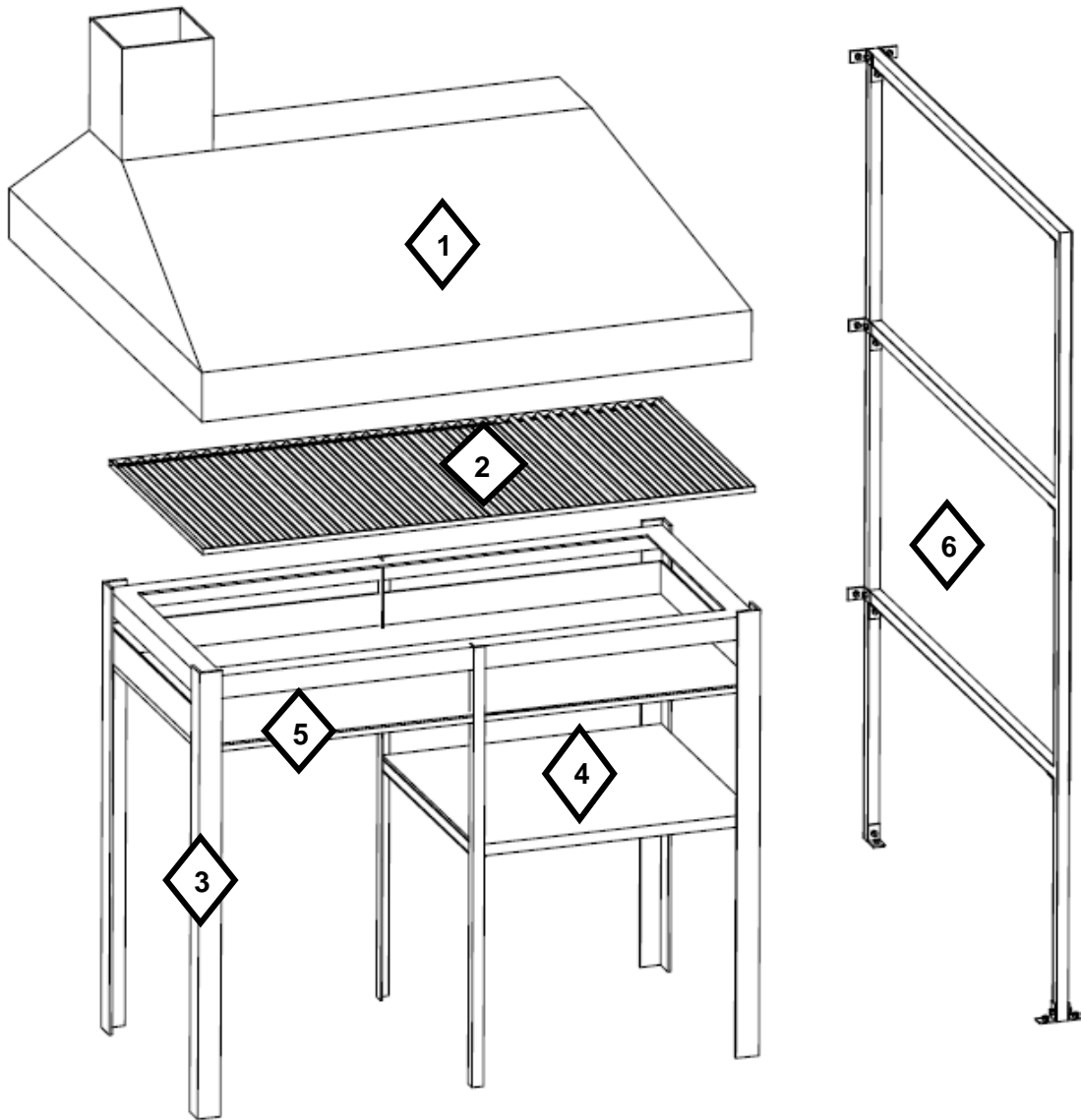
El dibujo isométrico de las partes que conforman las cabinas se detalla en la figura 82 y figura 83.

Figura 82. **Cabina para soldadura TIG**



Fuente: elaboración propia.

Figura 83. **Cabina para soldadura TIG**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.3. Componentes

Los componentes de las 3 cabinas para soldadura TIG, se establecieron en base a un análisis de las partes que conforman las mismas. Además estos componentes, serán la materia prima didáctica para que los estudiantes pongan en práctica la teoría aprendida, y a la vez, realicen una fácil y económica construcción de las cabinas, cuidando el aprovechamiento máximo de todos los materiales. Los componentes necesarios se listan en la tabla IX.

Tabla IX. **Componentes requeridos (TIG)**

Tipo	Forma	Díámetro (pulg.)	Longitud (pulg.)	Ancho (pulg.)	Altura (pulg.)	Grosor (pulg.)	Grosor (calibre)
Angular	L		236	1/2	1/2	1/8	
Angular	L		236	1	1	1/8	
Angular	L		236	2	2	3/16	
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	3/4				
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	1 3/4				
Tornillo	Para metal	1/4	1/2				
Tornillo	Para madera	1/4	1				
Tubo metálico	Cuadrado		236	1	1	1/32	22
Lámina	Galvanizada		96	36		1/42	24
Lámina	Galvanizada		96	48		1/42	24
Tabla de madera	Pino cepillado		24	12	1		
Remache	Metálico	3/16	1/2				
Lija	Calibre 100						
Espray	Anti-inflamable en aerosol						
Tomacorriente	Polarizado con interruptor						
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente		24				
Tubo	Luz fluorescente - 20 W		24				
Electrodo	E6013 - punto café - libra	1/8					
Brocha	Para limpieza de 10 pulg.						
Whipe	Bola						
Escoba	Pequeña						
Pala	Recolectora						

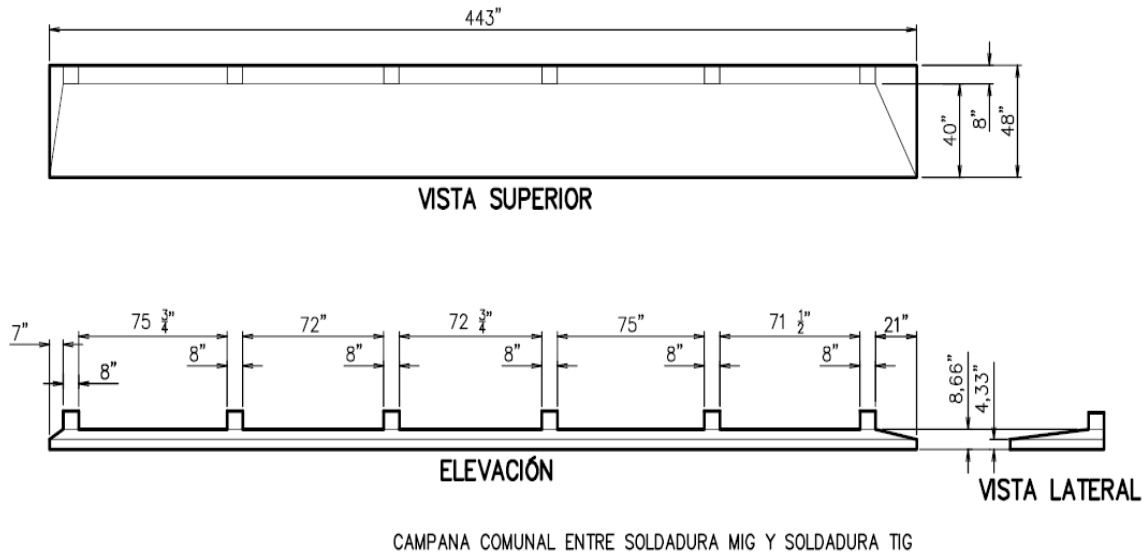
Fuente: elaboración propia.

3.2.3.4. Construcción

Para la construcción de las cabinas para soldadura, se diseñó cada parte por separado, a través de una vista lateral, elevaciones, vista superior, detalles generales y de sección. El sistema de medidas utilizado es el sistema inglés, debido a su mayor exactitud, precisión y familiaridad con la adquisición de materiales. El detalle de cada una de las partes, se hará de la manera siguiente:

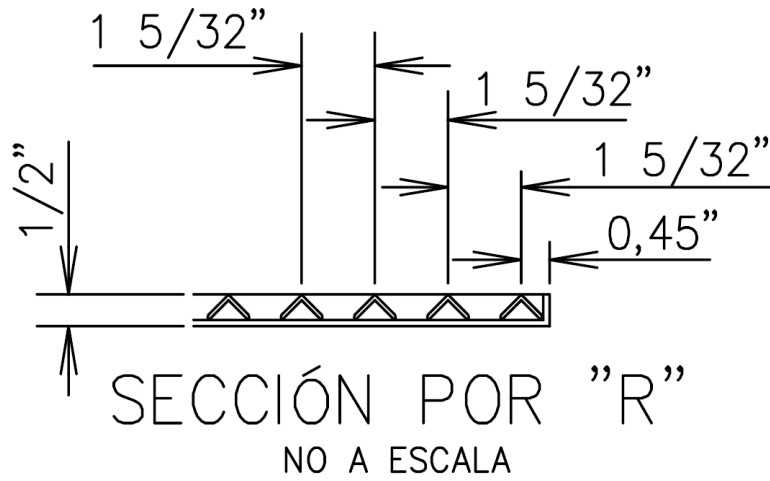
- Campana (ver figura 84)
- Parilla (ver figura 85, figura 86 y figura 87)
- Banco de trabajo (ver figura 87)
- Base para entrepaño (ver figura 87)
- Colector de desechos (ver figura 88)
- División (ver figura 89)

Figura 84. Campana para soldadura TIG



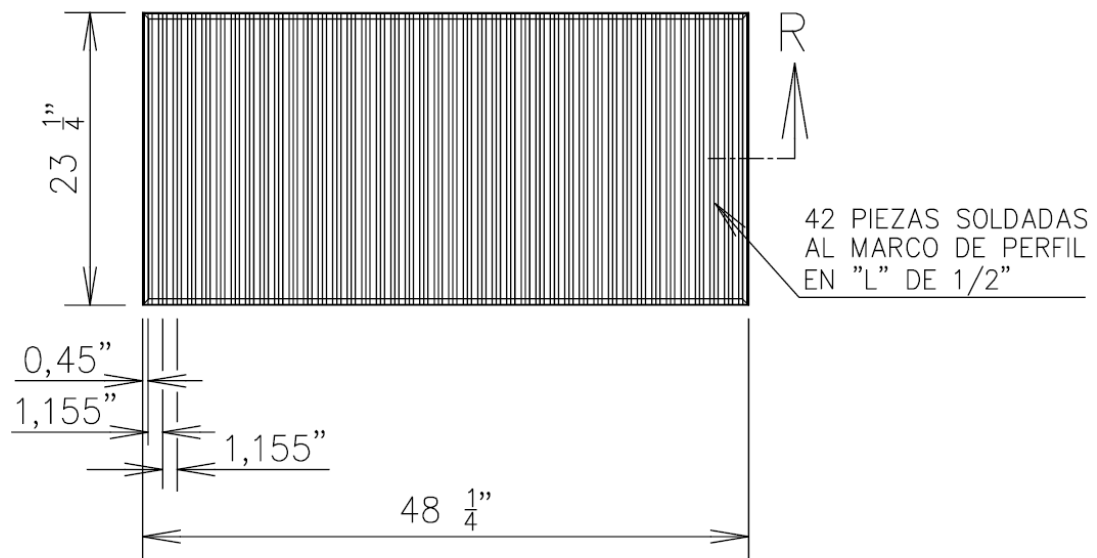
Fuente: elaboración propia.

Figura 85. Parilla para soldadura TIG (sección por "R")



Fuente: elaboración propia.

Figura 86. Parilla para soldadura TIG

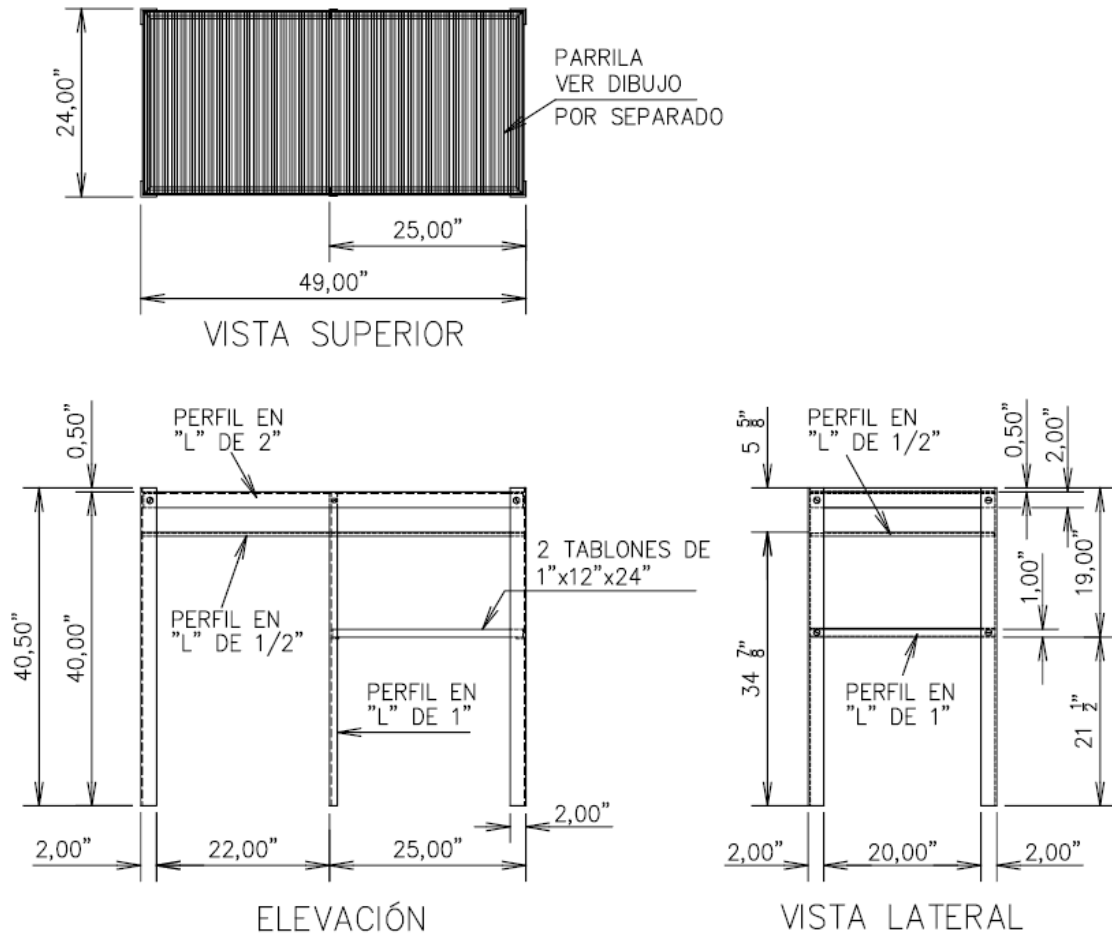


CONSTRUIDA CON ANGULAR EN "L" DE $1/2$ pulgada

Fuente: elaboración propia.

Figura 87. Parilla, banco de trabajo y base para entrepaño / soldadura

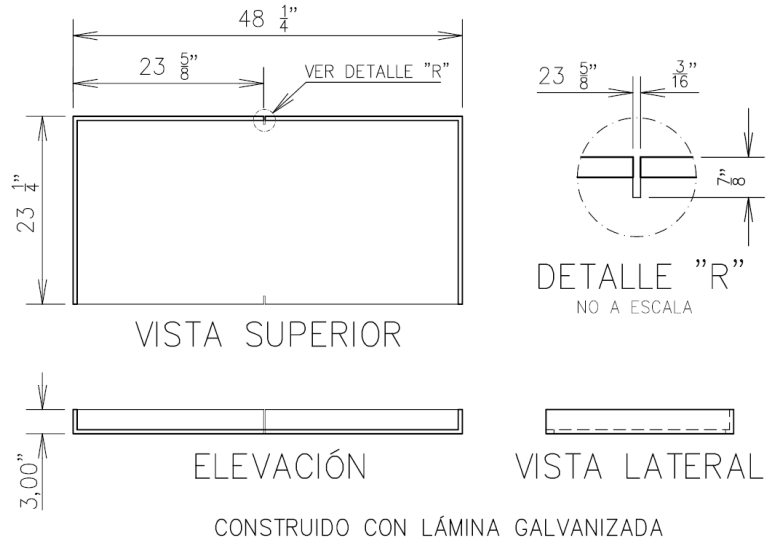
TIG



PARILLA – BANCO DE TRABAJO – BASE PARA ENTREPAÑO

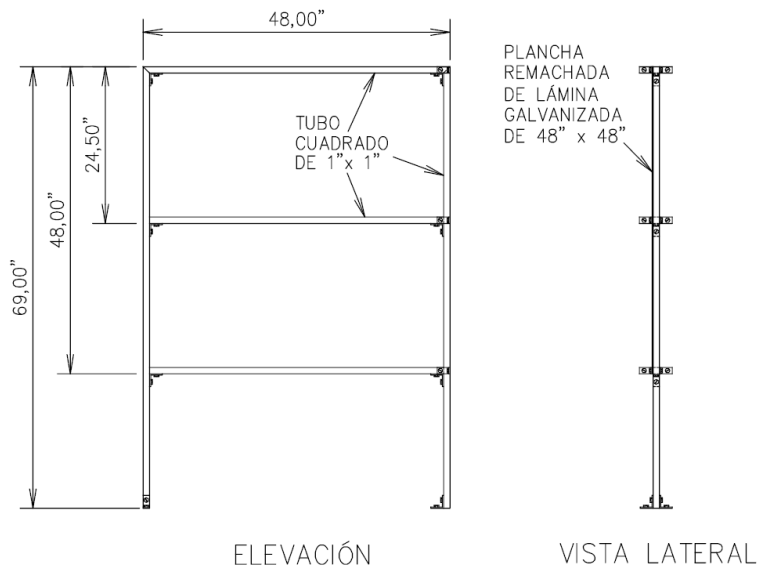
Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Colector de desechos para soldadura TIG**



Fuente: elaboración propia.

Figura 89. **División para soldadura TIG**

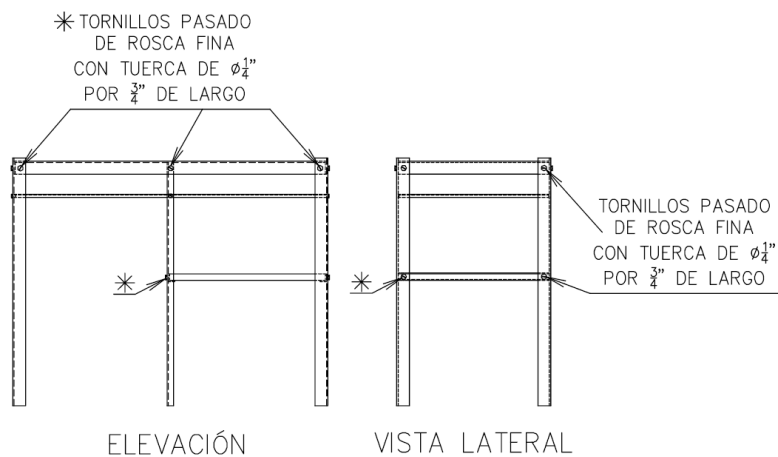


Fuente: elaboración propia.

3.2.3.5. Armado

En la sección anterior, se incluyeron las especificaciones relacionadas al armado de cada parte de las cabinas para soldadura. Los detalles finales referentes al armado del banco de trabajo, se profundizan en la figura 90.

Figura 90. Armado banco de trabajo para soldadura TIG



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.6. Acabados

Los acabados finales de las 3 cabinas para soldadura TIG, se realizaran dependiendo los tipos de materiales.

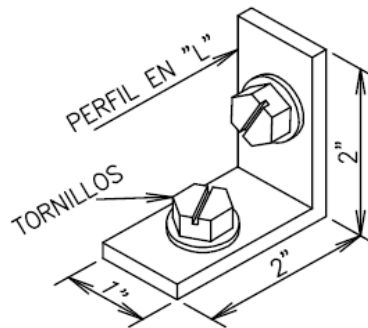
Para los elementos metálicos, se recomienda lijar las superficies, luego para proteger del óxido y de la corrosión, aplicar pintura anticorrosiva en espray.

Para los elementos de madera, se recomienda lijar las superficies y aplicar pintura anti-inflamable en espray, para proteger de cualquier riesgo de incendio.

3.2.3.7. Anclaje

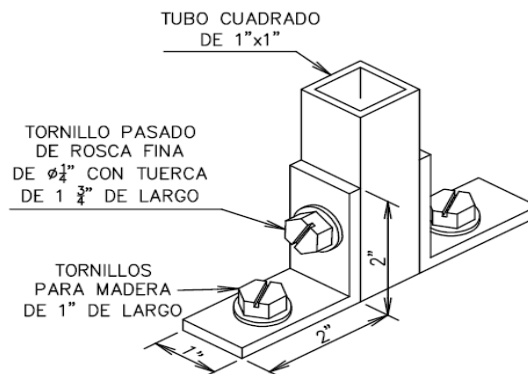
El anclaje de la división, se hará a la pared y al piso a través de tornillos de rosca fina, tornillos de metal y tornillos de madera, con sus respectivas tuercas, armellas y turcas de presión (ver figura 91, figura 92, figura 93 y figura 94). El resto de partes no necesitan ser ancladas a la pared ni al piso.

Figura 91. **Detalle de anclaje**



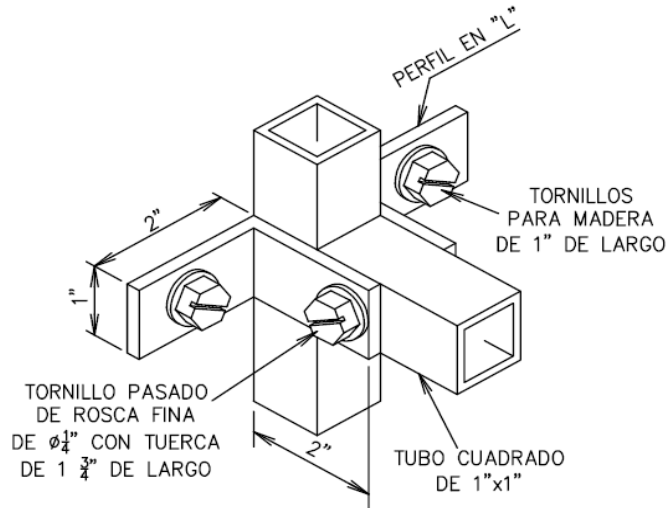
Fuente: elaboración propia.

Figura 92. **Anclaje al piso**



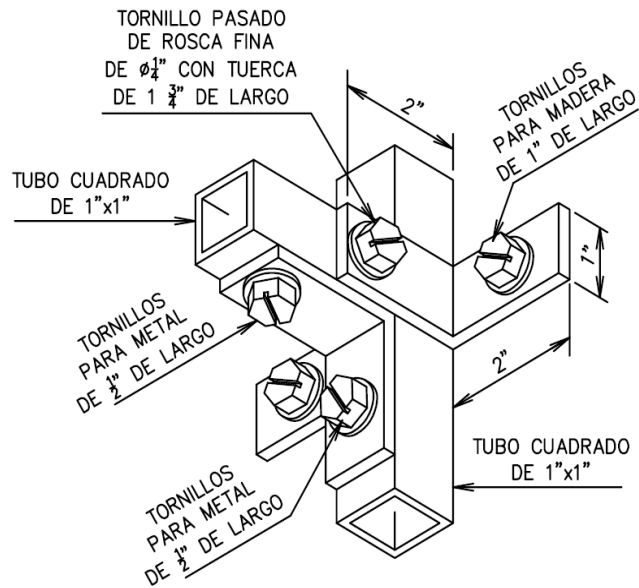
Fuente: elaboración propia.

Figura 93. Anclaje a la pared



Fuente: elaboración propia.

Figura 94. Anclaje a la pared y armado de división

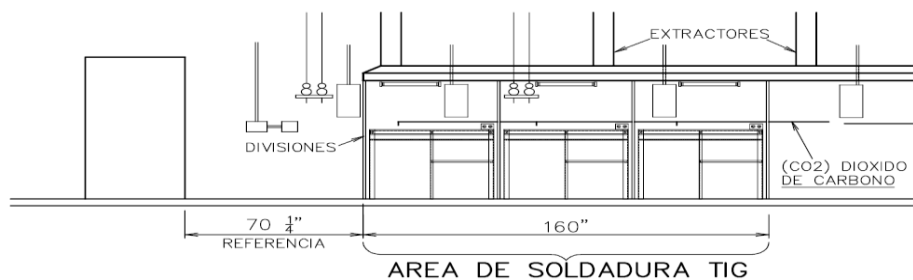


Fuente: elaboración propia.

3.2.3.8. Ubicación

La ubicación de las cabinas para soldadura TIG (ver figura 95), será en el área física del módulo no. 8A, donde actualmente se práctica esta soldadura.

Figura 95. Ubicación cabinas para soldadura TIG

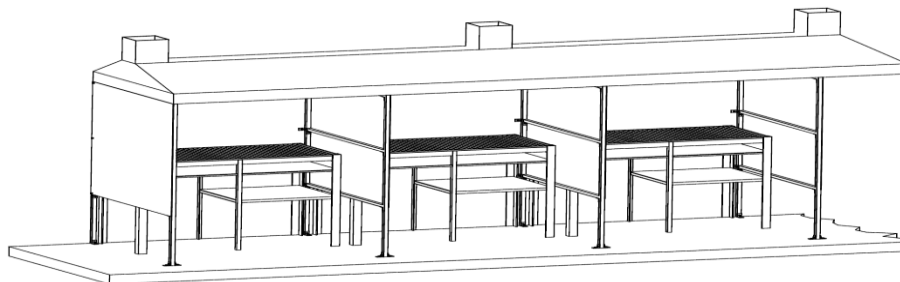


Fuente: elaboración propia.

3.2.3.9. Diseño final

El diseño final de las 3 cabinas para soldadura TIG, será de la siguiente manera (ver figura 96):

Figura 96. Diseño final cabinas para soldadura TIG

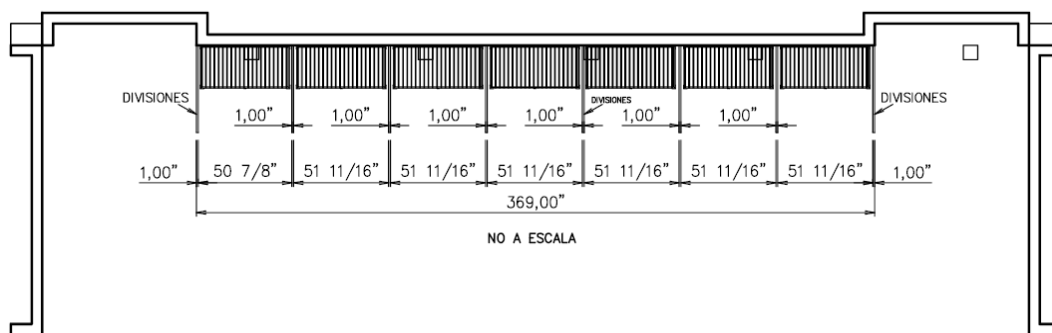


Fuente: elaboración propia.

3.3. Nueva planta de ubicación de las cabinas para soldadura

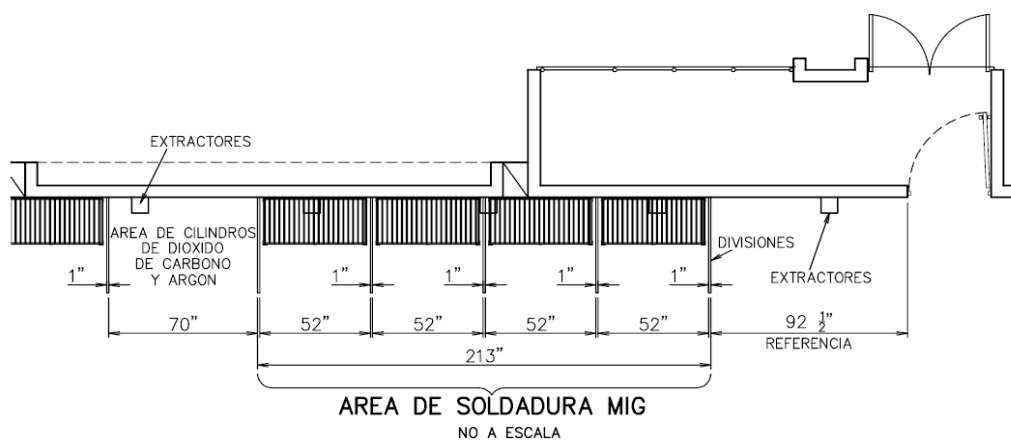
En base al diseño de las cabinas para los 3 tipos de soldadura (arco eléctrico, TIG y MIG), se estableció una nueva planta de ubicación para cada diseño (ver figura 99, figura 98 y figura 99).

Figura 97. Nueva planta de cabinas para soldadura de arco eléctrico



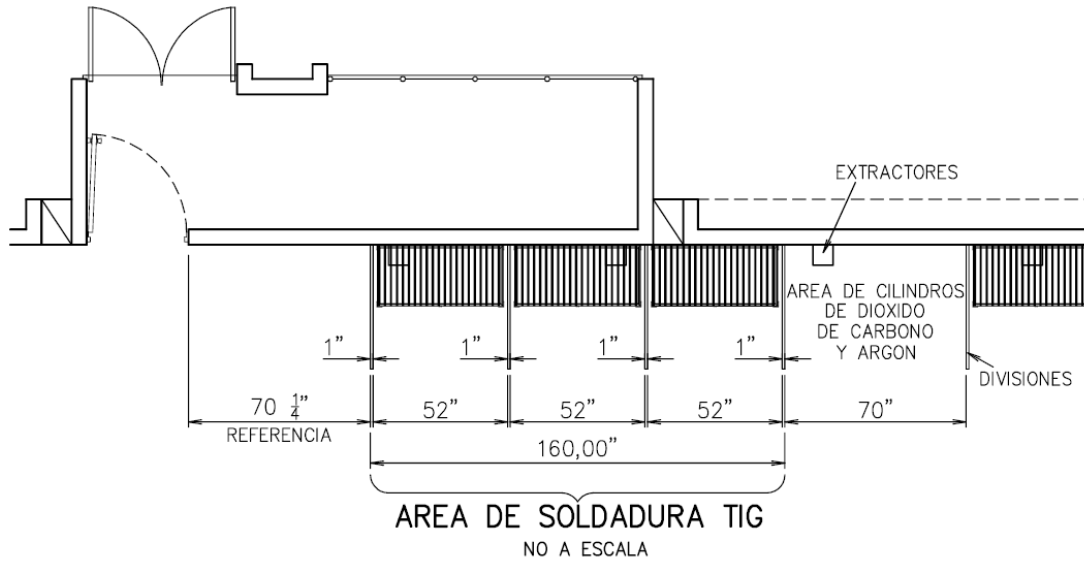
Fuente: elaboración propia.

Figura 98. Nueva planta de cabinas para soldadura MIG



Fuente: elaboración propia.

Figura 99. Nueva planta de cabinas para soldadura TIG



Fuente: elaboración propia.

3.4. Manejo seguro

La salud y seguridad ocupacional dentro de cualquier ambiente de trabajo son los elementos vitales para cuidar a la parte más importante dentro del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, sus estudiantes.

Para resguardar la integridad física de los estudiantes que utilicen las cabinas para soldadura dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica, se propone a continuación una guía para el manejo seguro de las mismas, tomando en cuenta los siguientes factores:

3.4.1. Nuevo equipo de protección individual

Cuando se trata de los ojos, las segundas oportunidades no existen. Numerosos procesos de corte y soldadura emiten radiaciones luminosas peligrosas. Las dolencias oculares más comunes derivadas de la radiación UV/IR (ultravioleta / infrarrojo) son las quemaduras de retina y de córnea por la exposición prolongada a radiaciones térmicas. Estos daños causados por la luz de alta intensidad pueden evitarse si se utiliza la protección adecuada del modo correcto. Los daños provocados por humos de soldadura son insidiosos.



Hasta que se encuentra la protección facial y ocular adecuada, puede verse expuesto a dolores de cabeza, irritaciones de garganta y fatiga general que sólo parece disminuir durante las vacaciones. Todos los humos derivados de las soldaduras contienen partículas de humos derivados de soldaduras que contienen partículas contaminantes y los daños provocados son muy insidiosos. A menudo, las enfermedades provocadas por estos humos tardan semanas, meses y, a veces, incluso años en aparecer.²

Actualmente el equipo de protección individual utilizado para la práctica de soldadura dentro del módulo no. 8A, se encuentra en malas condiciones, debido a la mala calidad de este, no logrando durar el tiempo planificado, provocando que los estudiantes del ITUGS y de la Facultad de Ingeniería, se encuentren bajo riesgo.



El equipo de protección, adecuado y de mejor calidad que se propone para una mejor práctica de soldadura dentro de las cabinas, se describe en la tabla X.

²3M Guatemala. *Soluciones en Soldadura*.
<http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_GT/Health/Safety/Solutions/One>
[Consulta: 20 de mayo 2011].



Tabla X. **Nuevo equipo de protección individual**

Nuevo Equipo de Protección Individual	
<p>Calzado de Seguridad (ver figura 100) (Bota baja de cuero vacuno de suela delgada especial para soldadura)</p>	<p>Figura 100. Calzado de seguridad</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.calzadoprofesional.com>. 22 de agosto 2011.</p>
<p>Pantalón largo (ver figura 101) (Fabricados según las normas del Comité Europeo de Normalización EN 340, 100 por ciento de algodón)</p>	<p>Figura 101. Pantalón largo</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.calzadoprofesional.com>. 22 de agosto 2011.</p>



Continuación tabla X...

<p>Camisa de trabajo (ver figura 102) (Fabricados según las normas del Comité Europeo de Normalización EN 340, 60 por ciento de algodón y 40 por ciento poliéster)</p>	<p>Figura 102. Camisa de Trabajo</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.calzadoprofesional.com>. 22 de agosto 2011.</p>
<p>Malla protectora de cabello (ver figura 103) (Cofia confeccionada en amerlan 300)</p>	<p>Figura 103. Malla protectora de cabello</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.nuevoprentex.com>. 22 de agosto 2011.</p>


Continuación tabla X...

<p>Protector auditivo (ver figura 104) (Tapones 3M 1290 reutilizables)</p>	<p>Figura 104. Protector auditivo</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.elexsa.com>. 22 de agosto 2011.</p>
<p>Guantes de cuero (ver figura 105) (Fabricados según las normas del Comité Europeo de Normalización EN 388 y EN 477)</p>	<p>Figura 105. Guantes de cuero</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.calzadoprofesional.com>. 22 de agosto 2011.</p>

Continuación tabla X...

<p>Casco de seguridad (ver figura 106) (Casco marca ERB, de polietileno de alta densidad, con arnés de 4 puntos de suspensión, cumple con el estándar ANSI Z89.1 Tipo I clase C, G y E y con las normas OSHA, para la protección de cabeza.)</p>	<p>Figura 106. Casco de seguridad</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.elexsa.com>. 22 de agosto 2011.</p>
<p>Mascara / careta para soldar (ver figura 107) (3M Speedglas 9100)</p>	<p>Figura 107. Mascara / careta para soldar</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.imporcomp.com>. 22 de agosto 2011.</p>

Continuación tabla X...

<p>Protector respiratorio (ver figura 108) (3M respirador 8210)</p>	<p>Figura 108. Protector respiratorio</p>  <p>Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica <www.imporcomp.com>. 22 de agosto 2011.</p>
--	---

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Medidas de seguridad de las cabinas para soldadura

En más de dos años de operaciones, el módulo no. 8A, metal – mecánica, del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, ha tenido una excelente gestión preventiva de seguridad industrial, registrando 0 (cero) accidentes a la fecha.

Por esta razón, no profundizaremos dentro del tema de medidas de seguridad; solo sugerimos nuevas medidas, aparte de las fundamentales que actualmente se practican, tanto en ámbitos de equipo de protección individual como en las tareas propias de soldadura.

La secretaría del trabajo y previsión social de los Estados Unidos Mexicanos, sugiere las siguientes medidas³:

Contra caídas

- Verificar que los cables no crucen una vía de tránsito como pasillos y escaleras; además que estén protegidos mediante apoyos de paso resistentes a la compresión y totalmente extendidos.
- No dejar la pinza directamente en el suelo o sobre perfiles.
- Retirar los materiales y dejar limpia el área de trabajo antes, durante y después de la jornada.

Contra descarga eléctrica

- Verificar que el equipo esté conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
- No anular la toma de tierra de la cubierta protectora de su equipo de soldar porque salte el disyuntor diferencial. Espere a que le reparen el equipo o utilice otro.
- Desconectar totalmente el equipo cada vez que haga una pausa de consideración (comida o desplazamiento a otro lugar) e incluso para moverla.
- Revisar el aislamiento de los cables eléctricos al comenzar la jornada, desechando los que no estén en perfecto estado.
- Evitar las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.
- Evitar que los cables descansen sobre objetos calientes, charcos, bordes afilados o cualquier otro lugar que pudiera perjudicar el aislamiento.

³ Secretaría del Trabajo y Previsión Social de los Estados Unidos Mexicanos. *Trabajos de Soldadura Eléctrica*.
<http://www.stps.gob.mx/DGSST/bue_prac/Trab_sol.pdf>
[Consulta: 15 de julio 2011].

- No tirar los cables para jalar el equipo, ni cuando éstos se atoren o pongan resistencia a su manejo.
- Verificar que las pinzas porta electrodos y los bornes de conexión estén aisladas y en buen estado.
- No realizar el trabajo cuando el área esté mojada o aislarse sobre una base de madera.
- Suspender los trabajos de soldadura a la intemperie en caso de lluvias o cuando la ropa se moje por sudor u otro líquido.
- Desconectar la máquina al terminar el trabajo, recoger los cables y almacenarla en un lugar seco.
- Desconectar el equipo antes de efectuar cambios de voltaje.
- No superar los 90 voltios en corriente alterna y los 150 voltios en corriente continua.
- No introducir el porta electrodos en agua para enfriarlos.
- Alejar las máquinas para soldar por arco eléctrico lejos del sitio de la operación y también de hornos de otras fuentes de calor.
- No empalmar o empatar los cables.

Contra incendio

- No tocar las piezas recientemente soldadas.
- No soldar con la ropa manchada de grasa, solventes o cualquier otra sustancia que pueda inflamarse.
- Soldar a una distancia de seis metros de los equipos de corte (oxígeno y acetileno).
- Retirar los materiales inflamables y combustibles a una distancia mínima de seis metros.
- Vigilar la generación de chispas durante y al término de los trabajos de soldadura.

- Monitorear la atmósfera con un exposímetro en los trabajos de soldadura que se realicen en espacios cerrados.

Contra exposición a radiaciones

- No mirar el arco eléctrico.
- Verificar que la careta de protección no tenga rendijas y que el cristal contra radiaciones es el indicado para el tipo de electrodo e intensidad.
- Colocar mamparas o pantallas alrededor del puesto de soldadura durante todo el tiempo de la actividad.

Contra exposición a humos

- Soldar en lugares ventilados.

Contra proyección de partículas

- Confinar el área con tapias.

Por su parte el autor argentino Pedro Claudio Rodríguez, en su Manual de Soldadura, sugiere que para realizar cualquier tipo de soldadura (arco eléctrico, MIG y TIG), los estudiantes deberán contar con el equipo de protección individual necesario. Este cumple con la función de proteger al soldador de las chispas, el calor y la luz intensa producida durante el proceso de soldadura. Las de seguridad que siempre deben ser cumplidas son las siguientes⁴:

⁴ RODRÍGUEZ, Pedro Claudio. *Manual de Soldadura: Soldadura Eléctrica, MIG y TIG*. <<http://es.scribd.com/doc/11520143/Manual-de-Soldadura-Eléctrica-Mig-y-Tig>>. [Consulta: 25 de julio 2011].

- Utilizar siempre máscara o casco con vidrios del grado de protección correcto.
- Antes de comenzar a soldar, examinar si los lentes protectores del casco no posee grietas o fisuras.
- Utilizar siempre ropa resistente, junto con delantal de cuero o descarne con protección de plomo. Cubrir el cuerpo y los brazos con ropas pesadas y totalmente abotonadas.
- Antes de comenzar a soldar, comprobar que las demás personas estén protegidas contra las radiaciones que se desprenderán por efecto del arco eléctrico.
- Utilizar una pantalla no reflectante para proteger a las personas que trabajan cerca de usted de los destellos luminosos. Nunca comience a soldar cerca de una persona que no esté protegida.
- Utilizar ropas de color oscuro, ya que las de color claro reflejará la luz del arco eléctrico.
- Nunca trabajar en un lugar húmedo o con agua, ya que se producirían descargas eléctricas a tierra a través del operario.
- Comprueba que la pieza y/o el banco de trabajo estén conectados eléctricamente a tierra.

3.4.3. Rotulación de seguridad de las cabinas para soldadura

La rotulación de seguridad, es una medida de carácter preventivo que se utiliza para advertir de los peligros, reforzar y favorecer comportamientos seguros. Actualmente el módulo no. 8A, metal – mecánica, cuenta con adecuada rotulación de advertencia, evacuación, incendios, información, obligación, peligro, prevención y prohibición. Por lo tanto, solo se hará énfasis en la rotulación obligatoria que involucra el equipo de protección individual necesario para utilizar sin riesgos las cabinas para soldadura (ver figura 109).

Figura 109. Rotulación de obligatoriedad



Fuente: elaboración propia con base a la página electrónica
<www.cartellesseguridadsg.com>. 27 de junio 2011.

3.5. Consideraciones especiales

En el caso de la campana para soldadura MIG y TIG, será una campana conjunta y/o compartida para los dos tipos soldadura.

4. IMPLANTACIÓN

4.1. Costos y tiempo de implantación de cabinas por tipo de soldadura

Posterior al diseño, se establecerán los costos y tiempos totales de implantación de las cabinas para soldadura, considerando todos los aspectos fundamentales para obtener costos y tiempos óptimos.

4.1.1. Arco eléctrico

Los costos de implantación para las 7 cabinas de este tipo de soldadura, se describen a través de una nomenclatura de componentes principales (ver tabla XI) y una nomenclatura de componentes secundarios (ver tabla XII), ambos identificados con letras mayúsculas.

Tabla XI. **Nomenclatura componentes principales**

A	TIPO DE PIEZA
B	FORMA DE PIEZA
C	ANCHO EN PULGADAS
D	ALTO EN PULGADAS
E	LONGITUD EN PULGADAS
F	LONGITUD REQUERIDA POR PIEZA EN PULGADAS
G	CANTIDAD DE PIEZAS REQUERIDAS
H	CANTIDAD TEÓRICA DE PIEZAS POR PERFIL DE 236 PULGADAS
I	CANTIDAD REAL DE PIEZAS POR PERFIL DE 236 PULGADAS
J	SOBRANTE POR PERFIL EN NÚMERO DE PIEZAS
K	SOBRANTE DE PIEZAS POR PERFIL EN PULGADAS
L	SOBRANTE POR PERFIL EN PULGADAS
M	SOBRANTE TOTAL POR PERFIL EN PULGADAS ("I" + "J")
N	CANTIDAD TEÓRICA DE PERFILES REQUERIDOS
O	CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS

Continuación tabla XI...

P	SOBRANTE TEÓRICO TOTAL EN PULGADAS POR LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
Q	AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
R	DIFERENCIA DE AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
S	PRECIO POR PERFIL
T	COSTO PARCIAL
U	SOBRANTE REAL TOTAL POR PERFIL EN PULGADAS EN BASE AL AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES
V	COSTO TOTAL DE PARTE

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Nomenclatura componentes secundarios**

W	TIPO DE ANCLAJE
X	FORMA DE ANCLAJE
Y	DIÁMETRO EN PULGADAS
Z	LONGITUD EN PULGADAS
AA	CANTIDAD TOTAL EN UNIDADES
AB	PRECIO UNITARIO EN QUETZALES
AC	COSTO TOTAL

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.1. Costo de materiales

En la tabla XIII se detalla el costo unitario de los materiales necesarios para la construcción de las cabinas para soldadura de arco eléctrico.

Tabla XIII. **Costo unitario de materiales (arco eléctrico)**

Tipo	Forma	Diámetro (pulg.)	Longitud (pulg.)	Ancho (pulg.)	Altura (pulg.)	Grosor (pulg.)	Grosor (calibre)	Precio unitario
Angular	L		236	1/2	1/2	1/8		Q30,68
Angular	L		236	1	1	1/8		Q45,00
Angular	L		236	2	2	3/16		Q129,24
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	3/4					Q0,35
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	1 3/4					Q0,90
Tornillo	Para metal	1/4	1/2					Q0,10

Continuación tabla XIII...

Tornillo	Para madera	1/4	1					Q0,30
Tubo metálico	Cuadrado		236	1	1	1/32	22	Q30,93
Lámina	Galvanizada		96	36		1/42	24	Q122,10
Lámina	Galvanizada		96	48		1/42	24	Q165,49
Tabla de madera	Pino cepillado		24	12	1			Q8,00
Remache	Metálico	3/16	1/2					Q0,18
Lija	Calibre 100							Q6,00
Espray	Anti-inflamable en aerosol							Q59,90
Tomacorriente	Polarizado con interruptor							Q11,75
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente		24					Q60,57
Tubo	Luz fluorescente - 20 W		24					Q7,70
Electrodo	E6013 - punto café - libra	1/8						Q12,00
Brocha	Para limpieza de 10 pulg.							Q10,00
Whipe	Bola							Q14,90
Escoba	Pequeña							Q10,00
Pala	Recolectora							Q5,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.2. Costo de partes

- o La campana, será la única pieza que se tercerizara su construcción, por una compañía, en este caso una hojalatería. El costo de campana, está dividido en costo de instalación y costo total de campana. (ver tabla XIV):

Tabla XIV. Costo campana (arco eléctrico)

Costo de campana	
Lámina galvanizada calibre 24 con soportes de tubo cuadrado de 1 X 1 pulgadas calibre 22.	Q4 224,00
Costo de instalación campana	
Instalación con cable de acero como colgante y tarugos marca Hilti, en el km. 45, antigua ruta a Escuintla.	Q2 552,44
Costo total de la campana	Q6 776,44

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Los materiales utilizados para la fabricación de la campana, no se incluyen en los componentes (sección 3.2.1.3) ni en el costo de materiales (sección 4.1.1.1).
 - El costo de campana, costo de instalación campana y costo total de la campana, se determino en base a un promedio realizado de todas las propuestas de varias compañías que se dedican a la fabricación de la misma.
- Para la construcción de la parilla, se requiere lo siguiente (ver tabla XV):

Tabla XV. **Costo piezas parilla (arco eléctrico)**

	PIEZA 1	PIEZA 2
A	ANGULAR	ANGULAR
B	L	L
C	1/2	1/2
D	1/2	1/2
E	236	236
F	23 1/4	48 1/4
G	42	2
H	10 1/7	4 8/9
I	10	4
J	0	2
K	0	96 1/2
L	3 1/2	43
M	3 1/2	139 1/2
N	4 1/5	1/2
O	5	1
P	203 1/2	139 1/2
Q	4	1
R	-1	0
S	30,68	30,68
T	Q122,72	Q30,68
U	14	93
V	Q153,40	

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de ½ pulgada tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
 - Solo se requerirán 5 perfiles completos de ½ pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 2 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 1.
 - De cada perfil utilizado para la PIEZA 1, sobrarán 14 pulgadas de material.
 - De cada perfil utilizado para la PIEZA 2, sobrarán 93 pulgadas de material.
 - Las piezas de la parilla, se unirán por medio de soldadura.
- Para la construcción del banco de trabajo, se requiere lo siguiente (ver tabla XVI):

Tabla XVI. **Costo piezas banco de trabajo (arco eléctrico)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3	PIEZA 4
A	ANGULAR	ANGULAR	ANGULAR	ANGULAR
B	L	L	L	L
C	2	2	2	1
D	2	2	2	1
E	236	236	236	236
F	38 1/2	49	24	38 1/2
G	4	2	2	2
H	6 1/8	4 4/5	9 5/6	6 1/8
I	6	4	9	6
J	2	2	7	4
K	77	98	168	154
L	5	40	20	5
M	82	138	188	159
N	2/3	1/2	2/9	1/3
O	1	1	1	1
P	82	138	188	159
Q	0	1	1	1
R	-1	0	0	0
S	129,24	129,24	129,24	45
T	Q0,00	Q129,24	Q129,24	Q45,00
U	0	138	34	159
V	Q303,48			

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de 1 y 2 pulgadas, respectivamente, tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo, se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
 - Solo se requerirán 3 perfiles completos de 2 pulgadas para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 1.
 - De cada perfil utilizado para la PIEZA 1, PIEZA 2, PIEZA 3, sobrarán 0 (cero), 138 y 34 pulgadas de material, respectivamente.
 - Del perfil utilizado para la PIEZA 4, sobrarán 159 pulgadas de material.
 - Las piezas del banco de trabajo, se unirán por medio de tornillos de rosca fina con tuerca.
- Para la construcción de la base para entrepaño, se requiere lo siguiente (ver tabla XVII):

Tabla XVII. **Costo piezas base para entrepaño (arco eléctrico)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3
A	TABLA DE MADERA	ANGULAR	ANGULAR
B	CUADRADA	L	L
C	1	1	1
D	12	1	1
E	24	236	236
F		24	25
G	2	2	2
H		9 5/6	9 4/9
I		9	9
J		7	7
K		168	175
L		20	11
M		188	186
N		2/9	2/9
O		1	1

Continuación tabla XVII...

P		188	186
Q		0	1
R		-1	0
S		45	45
T	Q32,00	Q0,00	Q45,00
U		0	138
V	Q77,00		

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- El costo por pie de largo (12 pulgadas) de tabla de madera es de Q8,00, dando un costo total por la PIEZA 1 de Q32,00.
 - Solo se requiere 1 perfil completo de 1 pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 2.
 - Del perfil utilizado para la PIEZA 2 y PIEZA 3, sobrará 138 pulgadas de material.
 - Si se deseará que el costo de la PIEZA 2 y PIEZA 3, fuera Q.0.00 quetzales, podrían emplearse las 159 pulgadas de material que sobran de la PIEZA 4 del banco de trabajo.
 - La PIEZA 1 de la base para entrepaño, irá sobrepuesta a la PIEZA 2 y PIEZA 3.
 - La PIEZA 2 y PIEZA 3 de la base para entrepaño, se unirán por medio de tornillos de rosca fina con tuerca.
- Para la construcción de la colector de desechos, se requiere lo siguiente (ver tabla XVIII):

Tabla XVIII. Costo piezas colector de desechos (arco eléctrico)

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3
A	LÁMINA	ANGULAR	ANGULAR
B	GALVANIZADA	L	L
C	26 1/4	1/2	1/2
D	1/32	1/2	1/2
E	54 1/4	236	236
F		24	49
G	1	2	2
H		9 5/6	4 4/5
I		9	4
J		7	2
K		168	98
L		20	40
M		188	138
N		2/9	1/2
O		1	1
P		188	138
Q		0	1
R		-1	0
S		30,38	30,38
T	Q122,10	Q0,00	Q30,38
U	LÁMINA DE 9 X 41	0	90
V	Q152,48		

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de ½ pulgada tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Comercialmente cada lámina galvanizada para esta parte, tiene dimensiones de 36 por 96 pulgadas.
- Solo se requerirá 1 perfil completo de ½ pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 2.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 2 y PIEZA 3, sobrarán 90 pulgadas de material.

- De la lámina galvaniza utilizada para la PIEZA 1, sobrará un cuadrado de 9 por 41 pulgadas.
 - La PIEZA 1 del colector de desechos, irá sobrepuesta a la PIEZA 2 y PIEZA 3.
 - La PIEZA 2 y PIEZA 3 del colector de desechos, se unirán por medio de soldadura.
- Para la construcción de la división, se requiere lo siguiente (ver tabla XIX):

Tabla XIX. **Costo piezas división (arco eléctrico)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3	PIEZA 4
A	TUBO METÁLICO	TUBO METÁLICO	ANGULAR	LÁMINA
B	CUADRADO	CUADRADO	L	GALVANIZADA
C	1	1	2	48
D	1	1	2	1/32
E	236	236	236	48
F	69	48	1	
G	2	3	15	1
H	3 3/7	5	236	
I	3	4	236	
J	1	1	221	
K	69	48	221	
L	29	44	0	
M	98	92	221	
N	2/3	3/4	0	
O	1	1	1	
P	98	92	221	
Q	1	1	1	
R	0	0	0	
S	30,93	30,93	129,24	
T	Q30,93	Q30,93	Q0,00	Q165,49
U	98	92	221	LÁMINA DE 48 X 48
V	Q227,35			

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente cada lámina galvanizada tiene dimensiones de 48 por 96 pulgadas.

- Comercialmente el perfil de 2 pulgadas tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Comercialmente el perfil de 1x1 pulgadas tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Se requerirá 1 perfil completo de 2 pulgadas para cubrir la cantidad necesaria para la PIEZA 3.
- Se requerirán 2 perfiles completos de 1x1 pulgadas para cubrir la cantidad necesaria para la PIEZA 1 y PIEZA 2.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 1, sobrarán 98 pulgadas de material.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 2, sobrarán 92 pulgadas de material.
- El costo de la PIEZA 3, será de Q.0,00 quetzales, ya que se utilizará el sobrante de la PIEZA 3 o PIEZA 4 del banco de trabajo.
- De la lámina galvaniza utilizada para la PIEZA 4, sobraré un cuadrado de 48 por 48 pulgadas, que se utilizará para la construcción de otra división.
- La PIEZA 1, PIEZA 2, PIEZA 3 y PIEZA 4 de la división, se unirán por medio de remaches de metal, los cuales serán donados por el ITUGS; además se utilizarán tornillos de rosca fina con tuerca, tornillos para metal y tornillos para madera.

4.1.1.3. Costo de componentes

Adicional a las piezas que se requieren para formar cada cabina para soldadura de arco eléctrico, falta costear otros componentes propios de cada cabina, los cuales se describen en la tabla XX.

Tabla XX. **Costo componentes adicionales (arco eléctrico)**

Tipo	Forma	Longitud (pulg.)	Cantidad	Precio unitario	Costo parcial	Costo total por cabina
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente	24	1	Q60,57	Q60,57	Q80,02
Tubo	Luz fluorescente de 20 W	24	1	Q7,70	Q7,70	
Tomacorriente	Polarizado con Interruptor		1	Q11,75	Q11,75	

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.4. **Costo de construcción**

La mano de obra necesaria para la construcción de las cabinas para soldadura de arco eléctrico, será dividida de la siguiente manera:

- Mano de obra estudiantil: tendrá un costo de Q.0,00 quetzales, debido a que los estudiantes del ITUGS y de la Facultad de Ingeniería, realizarán esta tarea como parte de su aprendizaje.
- Mano de obra exterior: será requerida para la construcción e instalación de la campana, quedando bajo la responsabilidad de terceras personas. El costo de estas tareas, se contabilizó en la sección 4.1.1.2.

4.1.1.5. **Costo de armado**

En lo que armado de partes se refiere, se necesitará para poder unir la mayoría de las piezas lo siguiente: tornillos de rosca fina con tuerca, tornillos para madera y tornillos para metal (ver tabla XXI, tabla XXII y tabla XXIII).

Tabla XXI. **Tornillos banco de trabajo (arco eléctrico)**

W	TORNILLO
X	ROSCA FINA CON TUERCA
Y	1/4
Z	3/4
AA	10
AB	0,35
AC	Q3,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Tornillos base para entrepaño (arco eléctrico)**

W	TORNILLO
X	ROSCA FINA CON TUERCA
Y	1/4
Z	3/4
AA	8
AB	0,35
AC	Q2,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Tornillos para división (arco eléctrico)**

W	TORNILLO	TORNILLO	TORNILLO	REMACHE
X	ROSCA FINA CON TUERCA	PARA MADERA	PARA METAL	METAL
Y	1/4			1/5
Z	1 3/4	1	1/2	1/2
AA	9	9	12	100
AB	0,9	0,1	0,3	0,18
AC	Q8,10	Q0,90	Q3,60	Q18,00

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Se cuenta con un *stock* de remaches, los cuales fueron adquiridos desde que ITUGS inicio operaciones. Estos serán donados para la construcción de las cabinas para soldadura.
- Se utilizara electrodo E6013 para el armado y ajustes de todas las partes. Este tendrá un costo de Q12,00 por libra por cabina, dando un costo estimado de Q84,00 para todas las cabinas de este tipo de soldadura.

4.1.1.6. Costo de acabado

Los materiales necesarios para los acabados de cada cabina para soldadura de arco eléctrico, serán lija calibre 100 y espray anti-inflamable, del cual se necesitaran 6 para pintar todas las cabinas de soldadura. Estos materiales se describen en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Acabados (arco eléctrico)**

Tipo	Forma	Cantidad	Precio Unitario	Costo Parcial	Costo por cabina	Costo total por cabina
Lija	Calibre 100	1	Q6,00	Q6,00	Q6,00	Q31,67
Espray	Antiflamable en Aerosol	1	Q59,90	Q59,90	Q25,67	

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.7. Costo de anclaje

Esté costo será absorbido en el costo de partes (ver sección 4.1.1.2), específicamente en el costo piezas división.

4.1.1.8. Costo total

En base al detalle de todos los costos en las secciones anteriores, se establecerá el costo unitario real de cada cabina para soldadura de arco eléctrico; posterior a eso se multiplicara el costo unitario real, por el número total de cabinas requeridas, en este caso 7, más el costo de la campana, para obtener de esta forma, el costo total de las cabinas para soldadura de arco eléctrico.

Es importante mencionar, que dentro del costo unitario real por cabina, no se incluyo el costo de construcción e instalación de la campana, debido a que está será una campana común para todas las cabinas; dentro del costo total si se incluye (ver tabla XXV).

Tabla XXV. **Costo unitario, costo parcial, costo unitario real y costo total (arco eléctrico)**

Costo unitario		Costo parcial por 7 cabinas	
Parilla	Q153,40	Parilla	Q1 073,80
Banco de trabajo	Q303,48	Banco de trabajo	Q2 124,36
Base para entrepaño	Q77,00	Base para entrepaño	Q224,00
Colector de desechos	Q152,48	Colector de desechos	Q1 067,36
División	Q227,35	División	Q1 094,98
Componentes	Q80,02	Componentes	Q560,14
Construcción	Q0,00	Construcción	Q0,00
Armado	Q30,90	Armado	Q216,30
Acabado	Q31,67	Componentes	Q221,70
Anclaje	Q0,00	Anclaje	Q0,00
Costo unitario	Q1 056,30	Costo parcial (7 cabinas)	Q6 582,64
		Costo unitario real por cabina	Q940,38
Costo Total		Para el cálculo del costo total se tomaron en cuenta todas las consideraciones de ahorro de sobrantes de material.	
Costo parcial	Q6 582,64		
Costo campana	Q6 776,44		
Costo total	Q13 359,08		

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.9. Tiempo total de implantación

El tiempo necesario para la implantación de las cabinas para soldadura de arco eléctrico, está a merced del tiempo oficial de estudios tanto del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur como de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual no debe exceder el equivalente a 2 semestres lectivos (10 meses).

4.1.2. MIG

Los costos de implantación para las 4 cabinas de este tipo de soldadura, se describen a través de una nomenclatura de componentes principales (ver tabla XXVI) y una nomenclatura de componentes secundarios (ver tabla XXVII), ambos identificados con letras mayúsculas.

Tabla XXVI. Nomenclatura componentes principales

A	TIPO DE PIEZA
B	FORMA DE PIEZA
C	ANCHO EN PULGADAS
D	ALTO EN PULGADAS
E	LONGITUD EN PULGADAS
F	LONGITUD REQUERIDA POR PIEZA EN PULGADAS
G	CANTIDAD DE PIEZAS REQUERIDAS
H	CANTIDAD TEÓRICA DE PIEZAS POR PERFIL DE 236 PULGADAS
I	CANTIDAD REAL DE PIEZAS POR PERFIL DE 236 PULGADAS
J	SOBRANTE POR PERFIL EN NÚMERO DE PIEZAS
K	SOBRANTE DE PIEZAS POR PERFIL EN PULGADAS
L	SOBRANTE POR PERFIL EN PULGADAS
M	SOBRANTE TOTAL POR PERFIL EN PULGADAS ("I" + "J")
N	CANTIDAD TEÓRICA DE PERFILES REQUERIDOS
O	CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
P	SOBRANTE TEÓRICO TOTAL EN PULGADAS POR LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
Q	AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
R	DIFERENCIA DE AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
S	PRECIO POR PERFIL
T	COSTO PARCIAL
U	SOBRANTE REAL TOTAL POR PERFIL EN PULGADAS EN BASE AL AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES
V	COSTO TOTAL DE PARTE

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Nomenclatura componentes secundarios**

W	TIPO DE ANCLAJE
X	FORMA DE ANCLAJE
Y	DIÁMETRO EN PULGADAS
Z	LONGITUD EN PULGADAS
AA	CANTIDAD TOTAL EN UNIDADES
AB	PRECIO UNITARIO EN QUETZALES
AC	COSTO TOTAL

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.1. Costo de materiales

En la tabla XXVIII se detalla el costo unitario de los materiales necesarios para la construcción de las cabinas para soldadura MIG.

Tabla XXVIII. **Costo unitario de materiales (MIG)**

Tipo	Forma	Diámetro (pulg.)	Longitud (pulg.)	Ancho (pulg.)	Altura (pulg.)	Grosor (pulg.)	Grosor (calibre)	Precio unitario
Angular	L		236	1/2	1/2	1/8		Q30,68
Angular	L		236	1	1	1/8		Q45,00
Angular	L		236	2	2	3/16		Q129,24
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	3/4					Q0,35
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	1 3/4					Q0,90
Tornillo	Para metal	1/4	1/2					Q0,10
Tornillo	Para madera	1/4	1					Q0,30
Tubo metálico	Cuadrado		236	1	1	1/32	22	Q30,93
Lámina	Galvanizada		96	36		1/42	24	Q122,10
Lámina	Galvanizada		96	48		1/42	24	Q165,49
Tabla de madera	Pino cepillado		24	12	1			Q8,00
Remache	Metálico	3/16	1/2					Q0,18
Lija	Calibre 100							Q6,00
Espray	Anti-inflamable en aerosol							Q59,90
Tomacorriente	Polarizado con interruptor							Q11,75
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente		24					Q60,57
Tubo	Luz fluorescente - 20 W		24					Q7,70
Electrodo	E6013 - punto café - libra	1/8						Q12,00
Brocha	Para limpieza de 10 pulg.							Q10,00
Whipe	Bola							Q14,90
Escoba	Pequeña							Q10,00
Pala	Recolectora							Q5,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.2. Costo de partes

- La campana, será la única pieza que se tercerizara su construcción, por una compañía, en este caso una hojalatería. El costo de campana, está dividido en costo de instalación y costo total de campana (ver tabla XXIX):

Tabla XXIX. Costo campana (MIG)

Costo de campana	
Lámina galvanizada calibre 24 con soportes de tubo cuadrado de 1 X 1 pulgadas calibre 22.	Q3 247,20
Costo de instalación campana	
Instalación con cable de acero como colgante y tarugos marca Hilti, en el km. 45, antigua ruta a Escuintla.	Q2 332,00
Costo total de la campana	Q5 579,20
Costo compartido MIG / TIG	Q2 789,60

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- La campana para soldadura MIG – TIG, será compartida por ambos tipos de soldadura, incluyendo su costo (costo compartido MIG / TIG), que será la mitad del costo total de la campana.
- Los materiales utilizados para la fabricación de la campana, no se incluyen en componentes (sección 3.2.2.3) ni en costo materiales (sección 4.1.2.1).

- El costo de campana, costo de instalación campana y costo total de la campana, se determino en base a un promedio realizado de todas las propuestas de varias compañías que se dedican a la fabricación de la misma.
- Para la construcción de la parilla, se requiere lo siguiente (ver tabla XXX):

Tabla XXX. **Costo piezas parilla (MIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2
A	ANGULAR	ANGULAR
B	L	L
C	1/2	1/2
D	1/2	1/2
E	236	236
F	23 1/4	48 1/4
G	42	2
H	10 1/7	4 8/9
I	10	4
J	0	2
K	0	96 1/2
L	3 1/2	43
M	3 1/2	139 1/2
N	4 1/5	1/2
O	5	1
P	203 1/2	139 1/2
Q	4	1
R	-1	0
S	30,68	30,68
T	Q122,72	Q30,68
U	14	93
V	Q153,40	

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de 1/2 pulgada tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Solo se requerirán 5 perfiles completos de 1/2 pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 2 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 1.

- De cada perfil utilizado para la PIEZA 1, sobrarán 14 pulgadas de material.
 - De cada perfil utilizado para la PIEZA 2, sobrarán 93 pulgadas de material.
 - Las piezas de la parilla, se unirán por medio de soldadura.
- Para la construcción del banco de trabajo, se requiere lo siguiente (ver tabla XXXI):

Tabla XXXI. **Costo piezas banco de trabajo (MIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3	PIEZA 4
A	ANGULAR	ANGULAR	ANGULAR	ANGULAR
B	L	L	L	L
C	2	2	2	1
D	2	2	2	1
E	236	236	236	236
F	40 1/2	49	24	40 1/2
G	4	2	2	2
H	5 5/6	4 4/5	9 5/6	5 5/6
I	5	4	9	5
J	1	2	7	3
K	40 1/2	98	168	121 1/2
L	33 1/2	40	20	33 1/2
M	74	138	188	155
N	4/5	1/2	2/9	2/5
O	1	1	1	1
P	74	138	188	155
Q	0	1	1	1
R	-1	0	0	0
S	129,24	129,24	129,24	45
T	Q0,00	Q129,24	Q129,24	Q45,00
U	0	138	26	155
V	Q303,48			

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de 1 y 2 pulgadas, respectivamente, tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo, se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.

- Solo se requerirán 3 perfiles completos de 2 pulgadas para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 1.
 - De cada perfil utilizado para la PIEZA 1, PIEZA 2, PIEZA 3, sobrarán 0 (cero), 138 y 26 pulgadas de material, respectivamente.
 - Del perfil utilizado para la PIEZA 4, sobrarán 155 pulgadas de material.
 - Las piezas del banco de trabajo, se unirán por medio de tornillos de rosca fina con tuerca.
- Para la construcción de la base para entrepaño, se requiere lo siguiente (ver tabla XXXII):

Tabla XXXII. **Costo piezas base para entrepaño (MIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3
A	TABLA DE MADERA	ANGULAR	ANGULAR
B	CUADRADA	L	L
C	1	1	1
D	12	1	1
E	24	236	236
F		24	25
G	2	2	2
H		9 5/6	9 4/9
I		9	9
J		7	7
K		168	175
L		20	11
M		188	186
N		2/9	2/9
O		1	1
P		188	186
Q		0	1
R		-1	0
S		45	45
T	Q32,00	Q0,00	Q45,00
U		0	138
V	Q77,00		

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- El costo por pie de largo (12 pulgadas) de tabla de madera es de Q8,00, dando un costo total por la PIEZA 1 de Q32,00.
 - Solo se requiere 1 perfil completo de 1 pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 2.
 - Del perfil utilizado para la PIEZA 2 y PIEZA 3, sobrará 138 pulgadas de material.
 - Si se deseará que el costo de la PIEZA 2 y PIEZA 3, fuera Q.0,00 quetzales, podrían emplearse las 155 pulgadas de material que sobran de la PIEZA 4 del banco de trabajo.
 - La PIEZA 1 de la base para entrepaño, irá sobrepuesta a la PIEZA 2 y PIEZA 3.
 - La PIEZA 2 y PIEZA 3 de la base para entrepaño, se unirán por medio de tornillos de rosca fina con tuerca.
- Para la construcción de la colector de desechos, se requiere lo siguiente (ver tabla XXXIII):

Tabla XXXIII. **Costo piezas colector de desechos (MIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3
A	LÁMINA	ANGULAR	ANGULAR
B	GALVANIZADA	L	L
C	26 1/4	1/2	1/2
D	1/32	1/2	1/2
E	54 1/4	236	236
F		24	49
G	1	2	2
H		9 5/6	4 4/5
I		9	4
J		7	2

Continuación tabla XXXIII...

K		168	98
L		20	40
M		188	138
N		2/9	1/2
O		1	1
P		188	138
Q		0	1
R		-1	0
S		30,38	30,38
T	Q122,10	Q0,00	Q30,38
U	LÁMINA DE 9 X 41	0	90
V	Q152,48		

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de ½ pulgada tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Comercialmente cada lámina galvanizada para esta parte, tiene dimensiones de 36 por 96 pulgadas.
- Solo se requerirá 1 perfil completo de ½ pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 2.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 2 y PIEZA 3, sobrarán 90 pulgadas de material.
- De la lámina galvanizada utilizada para la PIEZA 1, sobrarán un cuadrado de 9 por 41 pulgadas.
- La PIEZA 1 del colector de desechos, irá sobrepuesta a la PIEZA 2 y PIEZA 3.

- La PIEZA 2 y PIEZA 3 del colector de desechos, se unirán por medio de soldadura.
- Para la construcción de la división, se requerirá lo siguiente (vea tabla XXXIV):

Tabla XXXIV. **Costo piezas división (MIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3	PIEZA 4
A	TUBO METÁLICO	TUBO METÁLICO	ANGULAR	LÁMINA
B	CUADRADO	CUADRADO	L	GALVANIZADA
C	1	1	2	48
D	1	1	2	1/32
E	236	236	236	48
F	69	48	1	
G	2	3	15	1
H	3 3/7	5	236	
I	3	4	236	
J	1	1	221	
K	69	48	221	
L	29	44	0	
M	98	92	221	
N	2/3	3/4	0	
O	1	1	1	
P	98	92	221	
Q	1	1	1	
R	0	0	0	
S	30,93	30,93	129,24	
T	Q30,93	Q30,93	Q0,00	Q165,49
U	98	92	221	LÁMINA DE 48 X 48
V	Q227,35			

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente cada lámina galvanizada tiene dimensiones de 48 por 96 pulgadas.

- Comercialmente el perfil de 2 pulgadas tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Comercialmente el perfil de 1x1 pulgadas tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Se requerirá 1 perfil completo de 2 pulgadas para cubrir la cantidad necesaria para la PIEZA 3.
- Se requerirán 2 perfiles completos de 1x1 pulgadas para cubrir la cantidad necesaria para la PIEZA 1 y PIEZA 2.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 1, sobrarán 98 pulgadas de material.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 2, sobrarán 92 pulgadas de material.
- El costo de la PIEZA 3, será de Q.0,00 quetzales, ya que se utilizará el sobrante de la PIEZA 3 o PIEZA 4 del banco de trabajo.
- De la lámina galvaniza utilizada para la PIEZA 4, sobraré un cuadrado de 48 por 48 pulgadas, que se utilizará para la construcción de otra división.
- La PIEZA 1, PIEZA 2, PIEZA 3 y PIEZA 4 de la división, se unirán por medio de remaches de metal, los cuales serán donados por el ITUGS; además se utilizarán tornillos de rosca fina con tuerca, tornillos para metal y tornillos para madera.

4.1.2.3. Costo de componentes

Adicional a las piezas que se requieren para formar cada cabina para soldadura MIG, falta costear otros componentes propios de cada cabina, los cuales se describen en la tabla XXXV.

Tabla XXXV. **Costo componentes adicionales (MIG)**

Tipo	Forma	Longitud (pulg.)	Cantidad	Precio unitario	Costo parcial	Costo total por cabina
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente	24	1	Q60,57	Q60,57	Q80,02
Tubo	Luz fluorescente de 20 W	24	1	Q7,70	Q7,70	
Tomacorriente	Polarizado con Interruptor		1	Q11,75	Q11,75	

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.4. **Costo de construcción**

La mano de obra necesaria para la construcción de las cabinas para soldadura MIG, será dividida de la siguiente manera:

- Mano de obra estudiantil: tendrá un costo de Q.0,00 quetzales, debido a que los estudiantes del ITUGS y de la Facultad de Ingeniería, realizarán esta tarea como parte de su aprendizaje.
- Mano de obra exterior: será requerida para la construcción e instalación de la campana, quedando bajo la responsabilidad de terceras personas. El costo de estas tareas, se contabilizó en la sección 4.1.2.2.

4.1.2.5. **Costo de armado**

En lo que armado de partes se refiere, se necesitarán para poder unir la mayoría de las piezas lo siguiente: tornillos de rosca fina con tuerca, tornillos para madera y tornillos para metal (ver tabla XXXVI, tabla XXXVII y tabla XXXVIII).

Tabla XXXVI. **Tornillos banco de trabajo (MIG)**

W	TORNILLO
X	ROSCA FINA CON TUERCA
Y	1/4
Z	3/4
AA	10
AB	0,35
AC	Q3,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Tornillos base para entrepaño (MIG)**

W	TORNILLO
X	ROSCA FINA CON TUERCA
Y	1/4
Z	3/4
AA	8
AB	0,35
AC	Q2,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Tornillos para división (MIG)**

W	TORNILLO	TORNILLO	TORNILLO	REMACHE
X	ROSCA FINA CON TUERCA	PARA MADERA	PARA METAL	METAL
Y	1/4			1/5
Z	1 3/4	1	1/2	1/2
AA	9	9	12	100
AB	0,9	0,1	0,3	0,18
AC	Q8,10	Q0,90	Q3,60	Q18,00

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Se cuenta con un *stock* de remaches, los cuales fueron adquiridos desde que ITUGS inicio operaciones. Estos serán donados para la construcción de las cabinas para soldadura.
- Se utilizara electrodo E6013 para el armado y ajustes de todas las partes. Este tendrá un costo de Q12,00 por libra por cabina, dando un costo estimado de Q48,00 para todas las cabinas de este tipo de soldadura.

4.1.2.6. Costo de acabado

Los materiales necesarios para los acabados de cada cabina para soldadura MIG, serán lija calibre 100 y espray anti-inflamable, del cual se necesitaran 6 para pintar todas las cabinas de soldadura. Estos materiales se describen en la tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. **Acabados (MIG)**

Tipo	Forma	Cantidad	Precio Unitario	Costo Parcial	Costo por cabina	Costo total por cabina
Lija	Calibre 100	1	Q6,00	Q6,00	Q6,00	Q31,67
Espray	Antiflamable en Aerosol	1	Q59,90	Q59,90	Q25,67	

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.7. Costo de anclaje

Esté costo será absorbido en el costo de partes (ver sección 4.1.2.2), específicamente en el costo piezas división.

4.1.2.8. Costo total

En base al detalle de todos los costos en las secciones anteriores, se establecerá el costo unitario real de cada cabina para soldadura MIG; posterior a eso se multiplicara el costo unitario real, por el número total de cabinas requeridas, en este caso 4, más el costo de la campana, para obtener de esta forma, el costo total de las cabinas para soldadura MIG.

Es importante mencionar, que dentro del costo unitario real por cabina, no se incluyo el costo de construcción e instalación de la campana, debido a que está será una campana común para todas las cabinas; dentro del costo total si se incluye (ver tabla XL).

Tabla XL. **Costo unitario, costo parcial, costo unitario real y costo total (MIG)**

Costo unitario		Costo parcial por 4 cabinas	
Parilla	Q153,40	Parilla	Q613,60
Banco de trabajo	Q303,48	Banco de trabajo	Q1 213,92
Base para entrepaño	Q77,00	Base para entrepaño	Q128,00
Colector de desechos	Q152,48	Colector de desechos	Q609,92
División	Q227,35	División	Q578,42
Componentes	Q80,02	Componentes	Q320,08
Construcción	Q0,00	Construcción	Q0,00
Armado	Q30,90	Armado	Q123,60
Acabado	Q31,67	Componentes	Q126,69
Anclaje	Q0,00	Anclaje	Q0,00
Costo unitario	Q1 056,30	Costo parcial	Q3 714,23
		Costo unitario real por cabina	Q928,56
Costo total		Para el cálculo del costo total se tomaron en cuenta todas las consideraciones de ahorro de sobrantes de material. El costo de la campana, es un costo compartido con la campana de soldadura TIG.	
Costo parcial	Q3 714,23		
Costo campana	Q2 789,60		
Costo total	Q6 503,83		

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.9. Tiempo total de implantación

El tiempo necesario para la implantación de las cabinas para soldadura MIG, está a merced del tiempo oficial de estudios tanto del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual no debe exceder el equivalente a 2 semestres lectivos (10 meses).

4.1.3. TIG

Los costos de implantación para las 3 cabinas de este tipo de soldadura, se describen a través de una nomenclatura de componentes principales (ver tabla XLI) y una nomenclatura de componentes secundarios (ver tabla XLII), ambos identificados con letras mayúsculas.

Tabla XLI. Nomenclatura componentes principales

A	TIPO DE PIEZA
B	FORMA DE PIEZA
C	ANCHO EN PULGADAS
D	ALTO EN PULGADAS
E	LONGITUD EN PULGADAS
F	LONGITUD REQUERIDA POR PIEZA EN PULGADAS
G	CANTIDAD DE PIEZAS REQUERIDAS
H	CANTIDAD TEÓRICA DE PIEZAS POR PERFIL DE 236 PULGADAS
I	CANTIDAD REAL DE PIEZAS POR PERFIL DE 236 PULGADAS
J	SOBRANTE POR PERFIL EN NÚMERO DE PIEZAS
K	SOBRANTE DE PIEZAS POR PERFIL EN PULGADAS
L	SOBRANTE POR PERFIL EN PULGADAS
M	SOBRANTE TOTAL POR PERFIL EN PULGADAS ("I" + "J")
N	CANTIDAD TEÓRICA DE PERFILES REQUERIDOS
O	CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
P	SOBRANTE TEÓRICO TOTAL EN PULGADAS POR LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
Q	AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
R	DIFERENCIA DE AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES REQUERIDOS
S	PRECIO POR PERFIL
T	COSTO PARCIAL
U	SOBRANTE REAL TOTAL POR PERFIL EN PULGADAS EN BASE AL AJUSTE EN LA CANTIDAD REAL DE PERFILES
V	COSTO TOTAL DE PARTE

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Nomenclatura componentes secundarios**

W	TIPO DE ANCLAJE
X	FORMA DE ANCLAJE
Y	DIÁMETRO EN PULGADAS
Z	LONGITUD EN PULGADAS
AA	CANTIDAD TOTAL EN UNIDADES
AB	PRECIO UNITARIO EN QUETZALES
AC	COSTO TOTAL

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.1. Costo de materiales

En la tabla XLIII se detalla el costo unitario de los materiales necesarios para la construcción de las cabinas para soldadura TIG.

Tabla XLIII. **Costo unitario de materiales (TIG)**

Tipo	Forma	Dímetro (pulg.)	Longitud (pulg.)	Ancho (pulg.)	Altura (pulg.)	Grosor (pulg.)	Grosor (calibre)	Precio unitario
Angular	L		236	1/2	1/2	1/8		Q30,68
Angular	L		236	1	1	1/8		Q45,00
Angular	L		236	2	2	3/16		Q129,24
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	3/4					Q0,35
Tornillo	Rosca fina con tuerca	1/4	1 3/4					Q0,90
Tornillo	Para metal	1/4	1/2					Q0,10
Tornillo	Para madera	1/4	1					Q0,30
Tubo metálico	Cuadrado		236	1	1	1/32	22	Q30,93
Lámina	Galvanizada		96	36		1/42	24	Q122,10
Lámina	Galvanizada		96	48		1/42	24	Q165,49
Tabla de madera	Pino cepillado		24	12	1			Q8,00
Remache	Metálico	3/16	1/2					Q0,18
Lija	Calibre 100							Q6,00
Espray	Anti-inflamable en aerosol							Q59,90
Tomacorriente	Polarizado con interruptor							Q11,75
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente		24					Q60,57
Tubo	Luz fluorescente - 20 W		24					Q7,70
Electrodo	E6013 - punto café - libra	1/8						Q12,00
Brocha	Para limpieza de 10 pulg.							Q10,00
Whipe	Bola							Q14,90
Escoba	Pequeña							Q10,00
Pala	Recolectora							Q5,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.2. Costo de partes

- o La campana, será la única pieza que se tercerizara su construcción, por una compañía, en este caso una hojalatería. El costo de campana, está dividido en costo de instalación y costo total de campana (ver tabla XLIV):

Tabla XLIV. **Costo Campana (TIG)**

Costo de campana	
Lámina galvanizada calibre 24 con soportes de tubo cuadrado de 1 X 1 pulgadas calibre 22.	Q3 247,20
Costo de instalación campana	
Instalación con cable de acero como colgante y tarugos marca Hilti, en el km. 45, antigua ruta a Escuintla.	Q2 332,00
Costo total de la campana	Q5 579,20
Costo compartido MIG /TIG	Q2 789,60

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- La campana para soldadura MIG – TIG, será compartida por ambos tipos de soldadura, incluyendo su costo (costo compartido MIG / TIG), que será la mitad del costo total de la campana.
- Los materiales utilizados para la fabricación de la campana, no se incluyen en componentes (sección 3.2.3.3) ni en costo materiales (sección 4.1.3.1).

- El costo de campana, costo de instalación campana y costo total de la campana, se determino en base a un promedio realizado de todas las propuestas de varias compañías que se dedican a la fabricación de la misma.
- Para la construcción de la parilla, se requerirá lo siguiente (ver tabla XLV):

Tabla XLV. **Costo piezas parilla (TIG)**

PARILLA		
	PIEZA 1	PIEZA 2
A	ANGULAR	ANGULAR
B	L	L
C	1/2	1/2
D	1/2	1/2
E	236	236
F	23 1/4	48 1/4
G	42	2
H	10 1/7	4 8/9
I	10	4
J	0	2
K	0	96 1/2
L	3 1/2	43
M	3 1/2	139 1/2
N	4 1/5	1/2
O	5	1
P	203 1/2	139 1/2
Q	4	1
R	-1	0
S	30,68	30,68
T	Q122,72	Q30,68
U	14	93
V	Q153,40	

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de 1/2 pulgada tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Solo se requerirán 5 perfiles completos de 1/2 pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 2 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 1.

- De cada perfil utilizado para la PIEZA 1, sobrarán 14 pulgadas de material.
 - De cada perfil utilizado para la PIEZA 2, sobrarán 93 pulgadas de material.
 - Las piezas de la parilla, se unirán por medio de soldadura.
- Para la construcción del banco de trabajo, se requiere lo siguiente (ver tabla XLVI):

Tabla XLVI. **Costo piezas banco de trabajo (TIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3	PIEZA 4
A	ANGULAR	ANGULAR	ANGULAR	ANGULAR
B	L	L	L	L
C	2	2	2	1
D	2	2	2	1
E	236	236	236	236
F	40 1/2	49	24	40 1/2
G	4	2	2	2
H	5 5/6	4 4/5	9 5/6	5 5/6
I	5	4	9	5
J	1	2	7	3
K	40 1/2	98	168	121 1/2
L	33 1/2	40	20	33 1/2
M	74	138	188	155
N	4/5	1/2	2/9	2/5
O	1	1	1	1
P	74	138	188	155
Q	0	1	1	1
R	-1	0	0	0
S	129,24	129,24	129,24	45
T	Q0,00	Q129,24	Q129,24	Q45,00
U	0	138	26	155
V	Q303,48			

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de 1 y 2 pulgadas, respectivamente, tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo, se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.

- Solo se requerirán 3 perfiles completos de 2 pulgadas para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 1.
 - De cada perfil utilizado para la PIEZA 1, PIEZA 2, PIEZA 3, sobrarán 0 (cero), 138 y 26 pulgadas de material, respectivamente.
 - Del perfil utilizado para la PIEZA 4, sobrarán 155 pulgadas de material.
 - Las piezas del banco de trabajo, se unirán por medio de tornillos de rosca fina con tuerca.
- Para la construcción de la base para entrepaño, se requiere lo siguiente (ver Tabla XLVII):

Tabla XLVII. **Costo piezas base para entrepaño (TIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3
A	TABLA DE MADERA	ANGULAR	ANGULAR
B	CUADRADA	L	L
C	1	1	1
D	12	1	1
E	24	236	236
F		24	25
G	2	2	2
H		9 5/6	9 4/9
I		9	9
J		7	7
K		168	175
L		20	11
M		188	186
N		2/9	2/9
O		1	1
P		188	186
Q		0	1
R		-1	0
S		45	45
T	Q32,00	Q0,00	Q45,00
U		0	138
V	Q77,00		

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- El costo por pie de largo (12 pulgadas) de tabla de madera es de Q8,00, dando un costo total por la PIEZA 1 de Q32,00.
 - Solo se requiere 1 perfil completo de 1 pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 2.
 - Del perfil utilizado para la PIEZA 2 y PIEZA 3, sobrará 138 pulgadas de material.
 - Si se deseará que el costo de la PIEZA 2 y PIEZA 3, fuera Q.0,00 quetzales, podrían emplearse las 155 pulgadas de material que sobran de la PIEZA 4 del banco de trabajo.
 - La PIEZA 1 de la base para entrepaño, irá sobrepuesta a la PIEZA 2 y PIEZA 3.
 - La PIEZA 2 y PIEZA 3 de la base para entrepaño, se unirán por medio de tornillos de rosca fina con tuerca.
- Para la construcción de la colector de desechos, se requiere lo siguiente (ver tabla XLVIII):

Tabla XLVIII. **Costo piezas colector de desechos (TIG)**

	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3
A	LÁMINA	ANGULAR	ANGULAR
B	GALVANIZADA	L	L
C	26 1/4	1/2	1/2
D	1/32	1/2	1/2
E	54 1/4	236	236
F		24	49
G	1	2	2
H		9 5/6	4 4/5
I		9	4
J		7	2
K		168	98
L		20	40

Continuación tabla XLVIII...

M		188	138
N		2/9	1/2
O		1	1
P		188	138
Q		0	1
R		-1	0
S		30,38	30,38
T	Q122,10	Q0,00	Q30,38
U	LÁMINA DE 9 X 41	0	90
V	Q152,48		

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente el perfil de ½ pulgada tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Comercialmente cada lámina galvanizada para esta parte, tiene dimensiones de 36 por 96 pulgadas.
- Solo se requerirá 1 perfil completo de ½ pulgada para cubrir la cantidad de piezas, debido a que se puede aprovechar el sobrante de la PIEZA 3 para completar la cantidad necesaria de la PIEZA 2.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 2 y PIEZA 3, sobrarán 90 pulgadas de material.
- De la lámina galvanizada utilizada para la PIEZA 1, sobrarán un cuadrado de 9 por 41 pulgadas.
- La PIEZA 1 del colector de desechos, irá sobrepuesta a la PIEZA 2 y PIEZA 3.
- La PIEZA 2 y PIEZA 3 del colector de desechos, se unirán por medio de soldadura.

- Para la construcción de división, se requiere lo siguiente (ver tabla XLIX):

Tabla XLIX. **Costo piezas división (TIG)**

DIVISIÓN				
	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3	PIEZA 4
A	TUBO METÁLICO	TUBO METÁLICO	ANGULAR	LÁMINA
B	CUADRADO	CUADRADO	L	GALVANIZADA
C	1	1	2	48
D	1	1	2	1/32
E	236	236	236	48
F	69	48	1	
G	2	3	15	1
H	3 3/7	5	236	
I	3	4	236	
J	1	1	221	
K	69	48	221	
L	29	44	0	
M	98	92	221	
N	2/3	3/4	0	
O	1	1	1	
P	98	92	221	
Q	1	1	1	
R	0	0	0	
S	30,93	30,93	129,24	
T	Q30,93	Q30,93	Q0,00	Q165,49
U	98	92	221	LÁMINA DE 48 X 48
V	Q227,35			

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Comercialmente cada lámina galvanizada tiene dimensiones de 48 por 96 pulgadas.
- Comercialmente el perfil de 2 pulgadas tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Comercialmente el perfil de 1x1 pulgadas tiene una longitud de 236,22 pulgadas; para fines de cálculo de costo se trabajó con una longitud de 236 pulgadas.
- Se requerirá 1 perfil completo de 2 pulgadas para cubrir la cantidad necesaria para la PIEZA 3.

- Se requerirán 2 perfiles completos de 1x1 pulgadas para cubrir la cantidad necesaria para la PIEZA 1 y PIEZA 2.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 1, sobrarán 98 pulgadas de material.
- Del perfil utilizado para la PIEZA 2, sobrarán 92 pulgadas de material.
- El costo de la PIEZA 3, será de Q.0,00 quetzales, ya que se utilizará el sobrante de la PIEZA 3 o PIEZA 4 del banco de trabajo.
- De la lámina galvaniza utilizada para la PIEZA 4, sobrarán un cuadrado de 48 por 48 pulgadas, que se utilizará para la construcción de otra división.
- La PIEZA 1, PIEZA 2, PIEZA 3 y PIEZA 4 de la división, se unirán por medio de remaches de metal, los cuales serán donados por el ITUGS; además se utilizarán tornillos de rosca fina con tuerca, tornillos para metal y tornillos para madera.

4.1.3.3. Costo de componentes

Adicional a las piezas que se requieren para formar cada cabina para soldadura TIG, falta costear otros componentes propios de cada Cabina, los cuales se describen en la tabla L.

Tabla L. **Costo componentes adicionales (TIG)**

Tipo	Forma	Longitud (pulg.)	Cantidad	Precio unitario	Costo parcial	Costo total por cabina
Lámpara	Para tubo de luz fluorescente	24	1	Q60,57	Q60,57	Q80,02
Tubo	Luz fluorescente de 20 W	24	1	Q7,70	Q7,70	
Tomacorriente	Polarizado con Interruptor		1	Q11,75	Q11,75	

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.4. Costo de construcción

La mano de obra necesaria para la construcción de las cabinas para soldadura TIG, será dividida de la siguiente manera:

- Mano de obra estudiantil: tendrá un costo de Q.0,00 quetzales, debido a que los estudiantes del ITUGS y de la Facultad de Ingeniería, realizarán esta tarea como parte de su aprendizaje.
- Mano de obra exterior: será requerida para la construcción e instalación de la campana, quedando bajo la responsabilidad de terceras personas. El costo de estas tareas, se contabilizó en la sección 4.1.3.2.

4.1.3.5. Costo de armado

En lo que armado de partes se refiere, se necesitarán para poder unir la mayoría de las piezas lo siguiente: tornillos de rosca fina con tuerca, tornillos para madera y tornillos para metal (ver tabla LI, tabla LII y tabla LIII).

Tabla LI. Tornillos banco de trabajo (TIG)

W	TORNILLO
X	ROSCA FINA CON TUERCA
Y	1/4
Z	3/4
AA	10
AB	0,35
AC	Q3,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Tornillos base para entrepaño (TIG)

W	TORNILLO
X	ROSCA FINA CON TUERCA
Y	1/4
Z	3/4
AA	8
AB	0,35
AC	Q2,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. Tornillos para división (TIG)

W	TORNILLO	TORNILLO	TORNILLO	REMACHE
X	ROSCA FINA CON TUERCA	PARA MADERA	PARA METAL	METAL
Y	1/4			1/5
Z	1 3/4	1	1/2	1/2
AA	9	9	12	100
AB	0,9	0,1	0,3	0,18
AC	Q8,10	Q0,90	Q3,60	Q18,00

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones

- Se cuenta con un *stock* de remaches, los cuales fueron adquiridos desde que ITUGS inicio operaciones. Estos serán donados para la construcción de las cabinas para soldadura.
- Se utilizara electrodo E6013 para el armado y ajustes de todas las partes. Este tendrá un costo de Q12,00 por libra por cabina, dando un costo estimado de Q36,00 para todas las cabinas de este tipo de soldadura.

4.1.3.6. Costo de acabado

Los materiales necesarios para los acabados de cada cabina para soldadura TIG, serán lija calibre 100 y espray anti-inflamable, del cual se necesitaran 6 para pintar todas las cabinas para soldadura. Estos materiales se describen en la tabla LIV.

Tabla LIV. Acabados (TIG)

Tipo	Forma	Cantidad	Precio Unitario	Costo Parcial	Costo por cabina	Costo total por cabina
Lija	Calibre 100	1	Q6,00	Q6,00	Q6,00	Q31,67
Espray	Antiflamable en Aerosol	1	Q59,90	Q59,90	Q25,67	

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.7. Costo de anclaje

Esté costo será absorbido en el costo de partes (ver sección 4.1.2.2), específicamente en el costo piezas división.

4.1.3.8. Costo total

En base al detalle de todos los costos en las secciones anteriores, se establecerá el costo unitario real de cada cabina para soldadura TIG; posterior a eso se multiplicara el costo unitario real, por el número total de cabinas requeridas, en este caso 3, más el costo de la campana, para obtener de esta forma, el costo total de las cabinas para soldadura TIG.

Es importante mencionar, que dentro del costo unitario real, no se incluyó el costo de construcción e instalación de la campana, debido a que está será una campana común para todas las cabinas; dentro del costo total si se incluye (ver tabla LV).

Tabla LV. **Costo unitario, costo parcial, costo unitario real y costo total (TIG)**

Costo unitario		Costo parcial por 3 cabinas	
Parilla	Q153,40	Parilla	Q460,20
Banco de trabajo	Q303,48	Banco de trabajo	Q910,44
Base para entrepaño	Q77,00	Base para entrepaño	Q96,00
Colector de desechos	Q152,48	Colector de desechos	Q457,44
División	Q227,35	División	Q351,07
Componentes	Q80,02	Componentes	Q240,06
Construcción	Q0,00	Construcción	Q0,00
Armado	Q30,90	Armado	Q92,70
Acabado	Q31,67	Componentes	Q95,01
Anclaje	Q0,00	Anclaje	Q0,00
Costo unitario	Q1 056,30	Costo parcial	Q2 702,92
		Costo unitario real por cabina	Q675,73
Costo total		Para el cálculo del costo total se tomaron en cuenta todas las consideraciones de ahorro de sobrantes de material. El costo de la campana, es un costo compartido con la campana de soldadura MIG.	
Costo parcial	Q2 702,92		
Costo campana	Q2 789,60		
Costo total	Q5 492,52		

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.9. Tiempo total de implantación

El tiempo necesario para la implantación de las cabinas para soldadura TIG, está a merced del tiempo oficial de estudios tanto del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual no debe exceder el equivalente a 2 semestres lectivos (10 meses).

4.2. Análisis costo – beneficio de la implantación de cabinas

El análisis costo – beneficio de la implantación de las cabinas para soldadura (arco eléctrico, MIG y TIG), se basara en el número de población servida en el módulo no. 8A, metal – mecánica del ITUGS. Para el costo total se tomaron en cuenta los costos independientes por tipo de soldadura. Por su parte, para la población total servida, se cuantifico el número anual de personas (estudiantes) que se atienden procedentes de la Facultad de Ingeniería y del ITUGS propiamente (ver tabla LVI).

Tabla LVI. Análisis costo / beneficio

Costo total cabinas para soldadura	
Arco eléctrico	Q13 359,08
MIG	Q6 503.83
TIG	Q5 492,52
Costo total	Q25 355,43
Población servida	
Por semestre	260 personas
Por año	520 personas
Tiempo estimado de vida cabinas para soldadura	25 años
Población total servida	13 000 personas
Costo total / población total servida	
Q./persona	Q1,95/persona

Fuente: elaboración propia.

La inversión en las cabinas para soldadura, se justifica, debido al número de estudiantes que serán beneficiadas con la implementación de las mismas.

4.3. Consideraciones especiales

Dentro del análisis costo/beneficio, no se incluye el costo del nuevo equipo de protección individual, ni de la rotulación de seguridad.

La fase de implantación del proyecto, comenzará en el segundo semestre lectivo del año 2011, garantizando así, la puesta en marcha de la construcción de las cabinas para soldadura, como parte del proyecto de prácticas del Laboratorio de Procesos de Manufactura 2, pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la USAC, que se realizan en el ITUGS.

El proyecto estará bajo la dirección y supervisión del Ingeniero José Fernando Paredes Quiróa, coordinador del Área de Metal – Mecánica; y bajo el aporte económico, laboral y académico de los estudiantes del Laboratorio de Procesos de Manufactura 2, de la Facultad de Ingeniería de la USAC y por los estudiantes de las carreras técnicas del ITUGS.

El acabado se hará por medio de pintura anti-inflamable, resistente hasta 1 000°F (538 °C). Cada espray de pintura cuenta con 16 onzas (1 libra ó 453,6 gramos). Al final se necesitaran 6 espray para cubrir las 14 cabinas. El costo de cada espray por cabina será de Q.25,67. No habrá riesgo que la tabla de madera de la base para entrapaño se incendie, debido a la protección con este tipo de pintura.

Las cifras de costos están en la moneda oficial de la República de Guatemala, Quetzales (Q), estimados en base a un promedio de los diferentes precios que manejan varias empresas guatemaltecas vendedoras de los diferentes materiales que se requieren para la construcción de las cabinas para soldadura. Los costos pueden variar con el tiempo.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Tareas de mantenimiento

Para la conservación de un estado óptimo y en las mejores condiciones de las cabinas para soldadura, se sugieren las siguientes tareas:

- Limpieza de la cabina: se debe limpiar con regularidad la cabina de cualquier tipo de polvo o residuo dejado al soldar.
- Limpieza de la campana: a pesar de estar elaboradas de lámina galvanizada, se deben limpiar de cualquier suciedad causada por el humo de soldadura.
- Retoque de pintura: revisar que la pintura aplicada se mantenga en óptimas condiciones para evitar la oxidación y corrosión de la cabina.
- Cambio de piezas dañadas: cuando así se requiera, sustituir piezas en mal estado, en base al diseño de las cabinas.
- Cambio de tubos de lámparas: sustituir tubos quemados o en mal estado, garantizando con esto, que el estudiante cuente siempre con un espacio iluminado para trabajar.

5.2. Insumos para mantenimiento

Para poder desempeñar eficientemente las tareas de mantenimiento, serán necesarios los siguientes insumos:

- Brocha para limpieza: está se utilizará para la limpieza periódica de la cabina.
- *Whipe* limpiador: junto a la brocha para limpieza, servirá para remover cualquier suciedad dentro de la cabina.
- Escoba pequeña: recolecta la basura y los restos de materiales derivados de la soldadura.
- Pala recolectora: junto a la escoba pequeña servirá para trasladar los residuos a sus respectivos colectores mayores.
- Espray en aerosol anti-inflamable: se utilizara para darle los retoques respectivos a la pintura original de la cabina.
- Tubos para lámparas: deberán ser adquiridos y sustituidos al momento de quemar o estar en malas condiciones.
- Piezas varias: verificando el diseño de las cabinas se deberán arreglar y/o sustituir las piezas en mal estado. Estás se obtendrán de los sobrantes de materiales utilizados en la construcción de las cabinas para soldadura.

5.3. Hojas de control de mantenimiento

El control del mantenimiento de las cabinas para soldadura, se llevara a cabo por medio de hojas de control, tanto para las tareas respectivas, como para los insumos de mantenimiento.

Dentro de la hoja de control de tareas de mantenimiento (ver figura 110), se hará una síntesis de todas actividades, detallando la fecha de inicio y terminación de las mismas, el no. de cabina revisada, tipo de soldadura para la cual se utiliza la cabina, fecha de solicitud de mantenimiento, nombre y firma del encargado de las tareas de mantenimiento.

Por su parte, el modelo para la hoja de control de insumos para mantenimiento (ver figura 111), será muy similar, con la diferencia que esta contempla el tipo de insumo, cantidad, estado inicial y final del mismo.

Figura 110. **Modelo hoja control tareas mantenimiento**

HOJA DE CONTROL TAREAS DE MANTENIMIENTO		
NOMBRE ENCARGADO:		
CABINA NO.:		
TIPO DE SOLDADURA:		
TAREA	Fecha INICIO	Fecha TERMINACIÓN
Limpieza de la cabina		
Limpieza de la campana		
Retoque de pintura		
Cambio de tubos fluorescentes		
Cambio de piezas dañadas		
FECHA SOLICITUD:		
FIRMA:		

Fuente: elaboración propia.

Figura 111. **Modelo hoja control insumos mantenimiento**

HOJA DE CONTROL INSUMOS PARA MANTENIMIENTO			
NOMBRE ENCARGADO:			
CABINA NO.:			
TIPO DE SOLDADURA:			
INSUMO	CANTIDAD	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL
Brocha			
<i>Whipe</i>			
Escoba			
Pala			
Espray			
FECHA SOLICITUD:			
FIRMA:			

Fuente: elaboración propia.

5.4. Período de mantenimiento

El período destinado al mantenimiento se determinara en base al uso frecuente de las cabinas para soldadura, aunque se recomienda una revisión semanal para su posterior mantenimiento de manera mensual, semestral y anual.

Debido a la demanda que tiene el módulo no. 8A, tanto por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, como de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, se sugiere que cada estudiante que utilice las cabinas, sea responsable de las operaciones generales de mantenimiento, como la limpieza de la cabina y la campana, llevando el control del mantenimiento por medio de las hojas de control.

El control del mantenimiento por cada cabina para soldadura, se llevará por medio del modelo establecido en la figura 112.

Figura 112. **Modelo hoja control periodo mantenimiento**

HOJA DE CONTROL PERÍODO MANTENIMIENTO			
CABINA NO.:			
TIPO DE SOLDADURA:			
FECHA	NOMBRE	FECHA	NOMBRE

Fuente: elaboración propia.

5.5. Costo de mantenimiento

El costo de mantenimiento de todas las 14 cabinas para soldadura, durante su tiempo estimado de vida equivalente a un aproximado de 25 años, se detalla en la tabla LVII.

Tabla LVII. Costo de mantenimiento

Tipo	Forma	Cantidad	Precio unitario	Costo
Brocha	Para limpieza de 10 pulg.	15	Q10,00	Q150,00
Whipe	Bola	15	Q14,90	Q223,50
Escoba	Pequeña	15	Q10,00	Q150,00
Pala	Recolectora	15	Q5,00	Q75,00
Piezas	Varias	Se guardarán piezas sobrantes de la construcción		Q0,00
Tubo	Luz fluorescente de 20 W	15	Q7,70	Q115,50
Espray	Anti-inflamable en aerosol	6	Q59,90	Q359,40
Costo parcial por Cabina			Costo total por todas las cabinas	
Q73,27			Q1 073,40	

Fuente: elaboración propia.

6. MEDIO AMBIENTE

6.1. Contaminación visual

La contaminación visual es la contaminación que parte de todo aquello que perturbe la visualización de algún sitio en particular, rompiendo la estética de una zona, paisaje o ambiente de trabajo, pudiendo llegar incluso a afectar la salud de los individuos o zona donde se produzca la alteración ambiental.

Gracias a las cabinas para soldadura, la contaminación visual dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica, disminuirá considerablemente, al tener un ambiente organizado para las prácticas, con mobiliario adecuado, didáctico, distribuido por tipo de soldadura, óptimo y en las mejores condiciones para garantizar un aprendizaje de calidad.

El diseño de las cabinas para soldadura evitará consecuencias que pueden ocasionar accidentes graves al momento de realizar trabajos propios de soldadura. Dentro de las consecuencias que se reducirán con la implantación de las cabinas para soldadura serán:

- Estrés
- Dolor de cabeza
- Distracciones peligrosas (especialmente cuando se realicen trabajos de soldadura)
- Accidentes durante el tráfico de estudiantes dentro del módulo
- Alteraciones del ambiente de trabajo

Con las cabinas para soldadura, disminuye el riesgo de distracciones laborales, que ayuden a los estudiantes a una mejor concentración en la ejecución de las actividades propias de la soldadura.

6.2. Contaminación auditiva

La contaminación auditiva establece una directa relación con las grandes concentraciones estudiantiles y prácticas académicas, que en el caso del módulo no. 8A, metal – mecánica, del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, constituyen las principales fuentes del ruido.

En términos simples, el ruido es un sonido no deseado que afecta la salud y el bienestar los estudiantes y actividades académicas que dentro del módulo no. 8A se desarrollan. Todo ruido que provoca efectos adversos en las personas se puede catalogar como contaminante.

Las personas que están sometidas a la contaminación acústica pueden sufrir graves daños auditivos, dependiendo de su exposición, pudiendo presentar diversas reacciones como dolores de cabeza, irritabilidad, aumento de la presión sanguínea, trastornos del sueño, fatiga, entre otros.

Gracias al diseño de las cabinas para soldadura, los niveles de ruido se reducirán considerablemente, al contar con espacios delimitados por divisiones, las cuales impedirán que el ruido se esparza, al mismo tiempo que se garantiza una ejecución de las tareas propias de soldadura, a niveles de ruido aceptables que no alteren el ambiente de trabajo y sobre todo, que eviten el deterioro de la salud de los estudiantes, los cuales son la parte más importante de cualquier centro estudiantil y en el caso que nos compete no es la excepción.

Se incentivara a los estudiantes a no practicar conductas ruidosas como gritos, portazos, utilización de herramientas y equipo en períodos de descanso. Además de la utilización de protección en los oídos cuando usen las mismas.

6.3. Reducción de calor y esparcimiento de gases derivados de la soldadura

El clima en la zona donde se encuentra ubicado el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur, es de característica tropical, presentando elevadas temperaturas durante un largo período del año, presentando altos niveles de humedad, los cuales influyen de manera importante en el desempeño de los estudiantes dentro del módulo no. 8A, metal – mecánica.

El exceso de calor influye en la capacidad de trabajo y concentración de los estudiantes. Además produce un descenso grande en la productividad, incrementando los errores en las prácticas, el riesgo de accidentes, la fatiga e incluso las enfermedades inducidas por el calor.

A menudo resulta difícil controlar la temperatura de cualquier lugar de trabajo, sobre todo en áreas de trabajos calurosos, las cuales son una parte imprescindible de cualquier práctica de soldadura.

Hay múltiples maneras de reducir la exposición al calor excesivo. En el caso del módulo no. 8A, no cuenta con aire acondicionado, pero se cuenta con un abastecimiento de agua pura fresca para beber en cualquier momento, siendo esta una fuente importante de hidratación para todos los estudiantes. Además se realizan pausas suficientes para tomar descansos y reducir de esta forma el estrés en los estudiantes.

La colocación de las campanas respectivas en cada cabina de soldadura y junto al aprovechamiento del sistema de extracción de gases existente, el esparcimiento de calor y gases dentro del módulo se reducirá en gran medida.

Por su parte, el diseño del tiro de la campana no dejara que los gases derivados de la soldadura, se esparzan por todo el ambiente, evitando el incremento de calor.

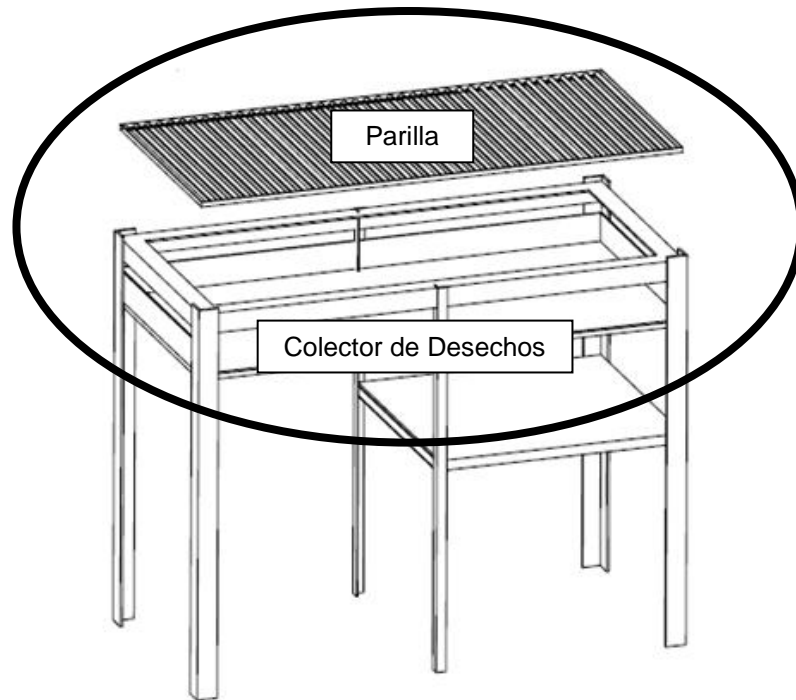
6.4. Reciclaje eficaz de materiales mediante captación directa

El reciclaje gestiona los residuos sólidos, siendo esté la estrategia ambiental menos perjudicial, a comparación del vertido de basuras en rellenos sanitarios o la incineración, las cuales son las prácticas usuales en nuestro país Guatemala.

El reciclaje se realiza a través de la actividad de reciclar, que en este caso, es volver a utilizar residuos provenientes de la soldadura, para que vuelvan a ser aprovechados, haciéndolos elementos valiosos que ayuden al aprendizaje de las prácticas de soldadura, por medio de la utilización óptima de los recursos e insumos necesarios para la enseñanza de la misma.

Al incluir una parrilla (ver figura 113), como base de trabajo dentro de las cabinas para soldadura, se logra una captación directa de materiales derivados de las diversas prácticas, las cuales se depositarán directamente en el colector de desechos (ver figura 113), para su posterior manejo (ver sección 6.5).

Figura 113. **Captación directa en parilla y colector de desechos**



Fuente: elaboración propia.

6.5. Manejo de desechos

Los desechos reciclables derivados de la soldadura, serán trasladados a recipientes específicos, separándolos de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Electrodo
- Material de aporte
- Metales pequeños
- Metales grandes
- Materiales varios

Por su parte, los desechos no reciclables, que en su mayoría son polvo y cenizas serán depositados en los respectivos recipientes del servicio de basura.

Los restos de piezas metálicas inservibles, serán almacenados en un recipiente especial (ver figura 114), para su posterior traslado y fundición con fines didácticos en el Laboratorio de Metalurgia y Metalografía de la Facultad de Ingeniería, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 114. **Recipientes para desechos**



Fuente: elaboración propia, interior módulo no. 8A.

Los desechos que no puedan reciclarse, serán depositados en los basureros correspondientes, apegado a la clasificación anterior, para que sean trasladados por el servicio de basura del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur.

CONCLUSIONES

1. La soldadura de arco eléctrico estará ahora ubicada en la parte sur del casco del módulo no. 8A, metal – mecánica, del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala – Sur; mientras que las soldaduras MIG y TIG quedarán ubicadas donde actualmente se encuentran.
2. Todas las cabinas para soldadura contarán con 6 partes (parrilla, banco de trabajo, campana, base para entrepaño, colector de desechos, división), componentes y materiales básicos, que gracias a su tipo de construcción, pueden modificarse con facilidad a las necesidades que se requieran, como parte de una mejora continua.
3. En base al diseño final, se estableció la manera correcta de construir, armar, anclar y dar los acabados finales a todas las cabinas para soldadura, garantizando con esto, una larga duración de las mismas.
4. Al manejar de forma segura las cabinas para soldadura, se garantiza un nivel 0 (cero) de accidentes, teniendo la plena confianza que el recurso más valioso del ITUGS y de la USAC, sus estudiantes, practicarán en un ambiente idóneo y seguro que favorece su aprendizaje.
5. El costo total de las cabinas para soldadura será de Q25 355,43; con la salvedad que este costo puede variar con el tiempo que demore la implantación de las mismas. En vista de que las actividades del ITUGS han sido clasificadas como de naturaleza especial, el tiempo de implantación no debería sobrepasar dos semestres lectivos (10 meses).

6. El costo total de las cabinas para todos los tipos de soldadura, será mínimo, comparado con todos los beneficios que estas brindarán, al atender en un tiempo aproximado de vida de 25 años, a casi 13 000 estudiantes.
7. Para que cualquier proyecto sea exitoso, debe mantenerse, y en el caso de las cabinas para soldadura, no será la excepción, al llevar un mantenimiento de bajo costo, pero optimo en la función que le compete, que garantiza una larga duración en muy buenas condiciones.
8. Gracias al diseño de las cabinas para soldadura, la contaminación visual, auditiva, el calor y los gases emanados se reducirán considerablemente, logrando de esta manera, un medio ambiente sano para los estudiantes y para el planeta, que tanto lo necesita.
9. El reciclaje para todo proyecto es vital para aprovechar cualquier tipo de material de desecho, que gracias al diseño funcional de captación directa de las cabinas para soldadura, otro laboratorio de la Facultad Ingeniería, se beneficiara con los materiales desechados, que provenga del ITUGS.
10. Al considerar aspectos especiales dentro de las cabinas para soldadura, se puede tener la plena confianza que el proyecto en todos sentidos, puede ser mejorado en cualquier momento, debido a que siempre habrá una manera mejor de hacer las cosas.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar la cotización con varias empresas distribuidoras de perfiles y láminas de metal en el país, para lograr optimizar aun más, el costo total de las cabinas para soldadura.
2. Buscar apoyo, cooperación, fuentes de financiamiento y/o donaciones de Instituciones Guatemaltecas y Extranjeras, que brinden apoyo económico para la implantación de las cabinas para soldadura.
3. Coordinar los semestres lectivos que se necesiten, para construir por fases las distintas partes que conforman las cabinas para soldadura, hasta lograr acabar todas.
4. Poner en práctica toda la parte teórica relacionada a soldadura, en la construcción de todas las cabinas, incentivando de esta manera, el ánimo de aprendizaje y el deseo de superación de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARY, Howard B. *Manual de soldadura moderna*. González Pozo, Virgilio (trad.). 2a ed. México: Prentice-Hall, 1992. 3 vol. p. irr. ISBN: 9688802468.
2. CHAJ PÉREZ, Isaac Ismael. *Guía para laboratorio de soldadura al arco con alambre protegido por gas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 94 p.
3. CORONADO NOJ, Luis Eduardo. *Aspectos técnicos de la soldadura para el curso Procesos de Manufactura II*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 83 p.
4. HORWITZ, Henry. *Soldadura: aplicaciones y práctica*. García Díaz, Rafael (trad.). México: Alfaomega, 1990. 786 p. ISBN: 9686062734.
5. MAZARIEGOS RODAS, Euler Esaú. *Proceso de soldadura orbital M.I.G. (Soldador automático de micro alambre con protección de gas inerte)*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 154 p.

6. PINTO LIMA, Raynner Rolando. *Manual para el desarrollo del laboratorio del curso de Procesos de Manufactura Dos, para estudiantes de Ingeniería Mecánica*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 133 p.
7. RIVAS ARIAS, José María. *Introducción a la soldadura eléctrica*. 8a ed. Madrid: Paraninfo, 2006. 128 p. ISBN: 9788428300223.
8. _____. *Soldadura eléctrica y sistemas T.I.G. y M.A.G.* 6a ed. Madrid: Paraninfo, 1997. 352 p. ISBN: 9788428307420.
9. RODRÍGUEZ, Pedro Claudio. *Manual de Soldadura: Soldadura Eléctrica, MIG y TIG* [en línea]. Buenos Aires: Alsina, 2001. [ref. de 25 de julio 2011]. Disponible en Web: <<http://es.scribd.com/doc/11520143/Manual-de-Soldadura-Elctrica-Mig-y-Tig>>.
10. SCHIMPKE, Paul, et al. *Tratado general de soldadura: soldadura eléctrica*. López Tapias, S. et al. (trad.). México: Gustavo Gili, 1985. 3 vol. p. irr.
11. ZÚÑIGA RAMÍREZ, Pablo Rodolfo. *Historia de la soldadura*. Trabajo de graduación de Magister en Docencia Universitaria. Facultad de Humanidades, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 33 p.