

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS PARA LOS TRABAJOS DE EXTENSIÓN DEL LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA E.P.N.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE TECNÓLOGO EN

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

JENNY ALEXANDRA RIVERA PINTO

jennrp83@yahoo.com

DIRECTOR: ING. HOMERO BARRAGÁN

hbarragan@hotmail.es

Quito, Marzo 2008

DECLARACIÓN

Yo, Jenny Alexandra Rivera Pinto, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Jenny Alexandra Rivera Pinto

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Jenny Alexandra Rivera Pinto, bajo mi supervisión.

Ing. Homero Barragán
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por hacer posible mi existencia y haberme proveído de la fuerza suficiente a través de diversas formas, pero en especial mediante el bienestar de mi familia a la distancia.

A los seres que me dieron la vida y la acertada dirección de la misma. Su apoyo pese a un sinnúmero de circunstancias es una de sus más grandes muestras de amor.

A mis hermanas porque en las tantas muestras de afecto y cariño su paciencia ha sido una de las más importantes.

Al Ingeniero Homero Barragán, por haberme brindado ese gran apoyo para la realización de este proyecto y especialmente por su amistad, paciencia y confianza.

A los profesores de la EPN-ESFOT que saben desempeñar su función con vocación y conocimiento y particularmente de la carrera Mantenimiento Industrial.

Al ingeniero Gabriel Velasteguí, por su gran aporte en este proyecto, por ese par de virtudes que hacen de él una persona noble, confiable y respetable, la humildad y la paciencia, no solo conmigo, sino con todos los estudiantes y amigos que hemos requerido de sus conocimientos para afianzar y culminar con éxito nuestros proyectos.

A mi tío Patricio Pinto por estar presto a ayudarme y brindarme confianza.

A mi gran amiga y prima María Fernanda Pinto, porque solo con la mente abierta y nivel de madurez que ella posee, podemos llegar a entender situaciones incomprensibles.

A todas las personas que hicieron posible este proyecto, a mis amigos y amigas

A un hombre muy especial en esta etapa de mi vida, quien desde aquel momento que tuve la oportunidad de entablar una amistad me ha permitido descubrir cualidades y sentimientos valiosos mismos que con el tiempo llegaron a convertirse en uno de los más puros. Gracias por ser un apoyo incondicional, por cada detalle, palabra y cada una de sus acciones que han llenado de amor mi corazón. Vinicio García.

DEDICATORIA

A los responsables de mi vida, Dios y mis padres, a Dios por haber derramado en mi bendiciones entre ellas la mas grande, de darme unos padres maravillosos, quienes con sus cualidades han sabido sembrar en su familia valores y que con su sacrificio y esfuerzo demuestran hasta donde puede llegar un padre y una madre por el inmenso amor hacia los suyos. Víctor y María.

A mis hermanas, Mónica, Katia y Gaby por toda una vida a su lado y porque con cualidades que a cada una de ellas las identifica y las hace especiales, han logrado plasmar y proyectar hacia mi un ejemplo.

A mis sobrinos por el inmenso amor que les tengo, Diddier y Josafat.

A todos los niños y jóvenes que tienen a sus padres y familiares fuera del Ecuador entregando su mejor esfuerzo por días mejores.

A toda mi familia, abuelitas, abuelito, tíos, en especial a Eduardo Pinto por su gran corazón para con todos, a mis tías, en especial a Blanca Ayala por ser una mujer admirable, bondadosa y por su gran apoyo, primos y primas y a la memoria de todos mis seres queridos que no están terrenalmente pero que con su recuerdo se mantienen vivos en mi corazón.

ÍNDICE

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 INFORMACIÓN DEL LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA EPN.....	1
1.2 HISTORIA DEL LABORATORIO DE SOLDADURA	3
1.3 MISIÓN DEL LABORATORIO DE SOLDADURA	3
1.4 VALORES FUNDAMENTALES.....	4
1.5 POLÍTICAS DEL LABORATORIO DE SOLDADURA.	4
1.6 FUNCIONES DEL LABORATORIO.	4
1.7 EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO.....	7
1.7.1 MAQUINARIA.....	7
1.8 FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO.....	14
1.8.1 TRABAJOS DE EXTENSIÓN.	14
1.8.2 PERSONAL	15
1.9 PROYECCIÓN DEL LABORATORIO	17
CAPÍTULO 2	18

COSTOS	18
2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS.	18
2.1.1 COSTO DE PRODUCCIÓN.	19
2.1.2 COSTO DE COMERCIALIZACIÓN	22
2.1.3 COSTO DE ADMINISTRACIÓN	22
2.1.4 COSTOS DE FINANCIACIÓN	23
2.1.5 COSTOS FIJOS.....	23
2.1.6 COSTOS VARIABLES.....	23
2.1.7. COSTOS TOTALES	24
2.1.8 COSTOS DIRECTOS	24
2.1.9 COSTOS INDIRECTOS.....	24
2.2 COSTO Y GASTO	24
2.3 PUNTO DE EQUILIBRIO	25
2.4 LA DEPRECIACIÓN	27
2.4.1 VIDA ÚTIL Y VALOR DE DESECHO.....	27
2.4.2 DEPRECIACIÓN CONTABLE.	28
2.4.3 MÉTODOS DE DEPRECIACIÓN.....	28
2.4.3.1 Método de Línea Recta.	29
2.4.3.2 Método de las Unidades Producidas.	30
2.4.3.3 Método de la Suma de los Dígitos de los Años.	33
2.4.4.4 Método del Doble Saldo Decreciente.	35
2.5 COSTO HORARIO DE MAQUINARIA	38
2.5.1 COSTO DE PROPIEDAD O DE POSESIÓN.....	38
2.5.2 COSTO DE OPERACIÓN.....	39
2.5.3 COSTO DE MANTENIMIENTO	39
CAPÍTULO 3	40

ANÁLISIS DE COSTOS EN LOS TRABAJOS DEL LABORATORIO	40
3.1 MÉTODO DE DEPRECIACIÓN A UTILIZAR	40
3.2 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE SOLDADURA	45
3.2.1 RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN	45
3.2.1.1 Cortes Oxiacetilénicos	46
3.2.1.1 Calificación de Procedimiento	51
3.2.1.2 Calificación de Soldador	69
3.2.1.3 Calificación de Material de Aporte	72
CAPÍTULO 4	84
MANEJO DE LAS HOJAS DE CÁLCULO	84
4.1 HOJA DE CÁLCULO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO BAJO LA NORMA API 1104	84
4.1.1 MATERIAL BASE	84
4.1.2 BISELADO	85
4.1.3 TIPO Y NÚMERO DE PRUEBAS	86
4.1.4 COSTO REAL FINAL	87
CAPÍTULO 5	89
LA SEGURIDAD EN LA SOLDADURA	89
5.1 RIESGOS	89
5.1.1 RIESGO ELÉCTRICO	89
5.1.2 QUEMADURAS POR CONTACTO	90
5.1.3 RADIACIONES INFRARROJAS Y ULTRAVIOLETAS	90
5.1.4 PROYECCIONES DE PARTÍCULAS EN LOS OJOS	91
5.1.4.1 Cuerpos Extraños	91
5.1.4.2 Quemaduras	91
5.1.4.3 Si recibe un golpe en el ojo	92
5.1.4.4 Si sufre una herida o una perforación en el ojo	92

5.1.4.5 Humos y Gases de Soldadura.....	92
5.1.4.6 Riesgo de Incendio.....	94
5.2 PRECAUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.	95
5.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN	97
5.4 SEÑALIZACIÓN.....	97
CAPITULO 6	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
6.1 CONCLUSIONES	99
6.2 RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Maquinaria.....	9
Tabla 3.1 Datos para el corte a mano y maquinaria de acero bajo carbono limpio, sin precalentamiento.....	46
Tabla 3.2 Tiempo y flujos requerido para el corte de acero de 6,4mm. de espesor.....	47
Tabla 3.3 Requerimientos para la Limpieza de Cortes.....	47
Tabla 3.4 Hoja de cálculo para la determinación del costo real de cortes oxiacetilénicos para e = 6,4mm.....	48
Tabla 3.5 Hoja de cálculo para la determinación del costo real de cortes oxiacetilénicos para e = 13mm.....	50
Tabla 3.6 Tipo y Número de Probetas para Prueba de Calificación de Procedimiento.....	51
Tabla 3.7 Preparación del bisel	53
Tabla 3.8 Datos de consumo y tiempo para fijación.....	54
Tabla 3.9 Consumo y tiempo para la calibración de la máquina.....	54
Tabla 3.10 Datos para pase de raíz.....	55
Tabla 3.11 Datos para la calibración de la máquina para el pase en caliente.....	56
Tabla 3.12 Datos para el pase en caliente.....	56
Tabla 3.13 Datos para la calibración de la máquina para el pase de relleno.....	56
Tabla 3.14 Datos para el pase de relleno.....	57
Tabla 3.15 Datos para la calibración de la máquina para el pase de presentación.....	57
Tabla 3.16 Datos para el pase de presentación.....	58
Tabla 3.17 Datos recopilados de la calibración de la máquina proceso SMAW en las cuatro capas.....	58

Tabla 3.18 Limpieza de Probetas.....	62
Tabla 3.19 Ensayos.....	62
Tabla 3.20 Mano de Obra.....	64
Tabla 3.21 Hoja de cálculo para la determinación del costo real de Calificación de Procedimiento	64
Tabla 3.22 Tipo y Número de Probetas para Calificación de Soldador en juntas a tope por soldador.....	69
Tabla 3.23 Detalle y número de probetas de acuerdo al diámetro y espesor de la tubería	70
Tabla 3.24 Pruebas requeridas bajo la norma AWS 5.18.....	73
Tabla 3.25 Preparación del bisel.....	74
Tabla 3.26 Datos de consumo y tiempo para fijación.....	75
Tabla 3.27 Datos para la obtención de cordones.....	76
Tabla 3.28 Máquinas y herramientas utilizadas durante la realización de cordones.....	77
Tabla 3.29 Tiempo requerido para cortar la probeta.....	78
Tabla 3.30 Hoja de Cálculo para determinar el Costo Real de calificación de material de aporte.....	81
Tabla 5.1 Color y significado para señalización.....	97
Tabla 5.2 Forma Geométrica de Señalización.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Laboratorio de Soldadura de la Facultad de Ingeniería Mecánica.....	2
Figura 1.2. Laboratorio para la Escuela de Formación de Tecnólogos.....	2
Figura 1.3. Calificación de Procedimientos de Soldadura.....	5
Figura 1.4. Calificación de Soldadores.....	5
Figura 1.5. Corte Oxiacetilénico.....	5
Figura 1.6. Recargue duro.....	6
Figura 1.7. Trabajos de Inspección.....	6
Figura 2.1 Representación Gráfica de los Costos Fijos.....	23
Figura 2.2 Representación Gráfica de los Costos Variables.....	23
Figura 2.3 Representación Gráfica del Punto de Equilibrio.....	26
Figura 3.1 Equipo para oxicorte.....	41
Figura 3.2 Cilindros	41
Figura 3.3 Máquina HOBART.....	42
Figura 3.4 Inversor Miller.....	42
Figura 3.5 Amoladora 2KW.....	42
Figura 3.6 Amoladora 0,8 KW.....	43
Figura 3.7 Máquina para Ensayo de Doblado.....	43
Figura 3.8 Implementos para Procesos.....	43
Figura 3.9 Horno para electrodos.....	44
Figura 3.10 Equipo de Seguridad.....	44
Figura 3.11 Herramientas Varias.....	44
Figura 3.12 Probetas extraídas.....	52
Figura 3.13 Bisel y posición de los cordones de soldadura.....	53
Figura 3.14 Ensayo de doblado de cara.....	59
Figura 3.15 Esquema de la probeta de doblado de cara.....	59
Figura 3.16 Ensayo de Doblado de Raíz.....	59

Figura 3.17 Esquema de la probeta de doblado de raíz.....	60
Figura 3.18 Ensayo de Rotura con Muesca (NB).....	60
Figura 3.19 Esquema de la probeta de rotura con muesca.....	60
Figura 3.20 Probetas para el ensayo de resistencia a la tracción.....	61
Figura 3.21 Esquema de la probeta para ensayo de resistencia a la tracción.....	61
Figura 3.22 Cordones de soldadura en la Calificación de Material de Aporte.....	76
Figura 3.23 Probeta de Tracción para la Norma AWS 5.18.....	79
Figura 3.24 Esquema de la probeta de tracción	79
Figura 3.25 Probeta de Prueba de Impacto.....	79
Figura 3.26 Esquema de la probeta de impacto.....	80
Figura 4.1 Opciones del material base.....	85
Figura 4.2 Opciones de la amoladora.....	86
Figura 4.3 Opciones de número y tipo de probetas.....	87
Figura 4.4 Costo final real.....	88
Figura 5.1 Riesgo debido a los rayos nocivos.....	90
Figura 5.2 Espejuelos y gafas de seguridad	91

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	
COSTOS UNITARIOS DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA EPN	105
ANEXO 2	
COSTO HORA DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MANO DE OBRA REQUERIDA EN EL LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA EPN.....	106
ANEXO 3	
PLANO DEL LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA ESFOT.....	107
PLANO DEL LABORATORIO DE SOLDADURA DE INGENIERÍA MECÁNICA.....	108

RESUMEN

Este proyecto parte de una breve introducción acerca del Laboratorio de Soldadura de la EPN y de los trabajos que en él se ejecutan para luego analizar y determinar los costos reales de los mismos. Para ello es necesario el costo hora para el caso de máquinas y herramientas, y el costo por unidad para materiales consumibles de cada uno de los elementos necesarios para ejecutar un trabajo determinado, para así de acuerdo al grado de utilización obtener el costo que representa cada uno de ellos. Para determinar el costo hora del uso de maquinaria y equipos es necesario aplicar conocimientos de la teoría de los costos, tal es el caso de la depreciación, la cual sumada al costo de operación y al costo de mantenimiento nos proveen del fundamento para llegar a obtener el Costo Real de un trabajo.

Partiendo de estos datos y utilizando hojas de cálculo en Microsoft Excel, se crea una base de datos la cual nos provee de información substancial para elaborar una hoja de cálculo con tablas dinámicas, las que facilitarán el trabajo al momento de calcular los costos de los trabajos a realizar, esto es por cuanto se pueden variar algunos elementos, tales como: espesores, material base, diámetro de tubería, número de probetas, etc. Cabe mencionar que los trabajos más frecuentes son: Calificación de Procedimiento, Calificación de Soldador, Calificación de Material de Aporte y Cortes Oxiacetilénicos, para los cuales elaboramos una hoja de cálculo para cada uno.

Para la elaboración de las hojas de cálculo, tablas dinámicas y en general para la determinación de los costos, se ha tomado como base la recolección de datos reales, presenciando trabajos del laboratorio de soldadura realizados durante el año 2007. De estos trabajos se han obtenido, tiempo de cada tarea, consumos,

rendimientos y demás variables que sirven para alcanzar el objetivo de este proyecto de titulación.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realiza con la necesidad de determinar los costos reales de los trabajos de extensión que se realizan en el Laboratorio de Soldadura de la EPN y, saber que tan competitivos son en el medio externo.

Así también con el desarrollo de la tecnología, es necesario que la maquinaria con la que se posee sea renovada, pues la tecnología avanza con el paso de los días y siendo este un Laboratorio de alto prestigio por la Institución a la que representa debería contar con equipos más sofisticados, incluso para poder ampliarse en el sector industrial.

Por otro lado se trata de sistematizar el trabajo con métodos de determinación de costos reales más verídicos, pues actualmente los valores de los trabajos que se realizan en el Laboratorio de Soldadura de la EPN se manejan a través de la relación con la competencia.

Es por ello la necesidad de contar a futuro con un software, el cual fundamentado en una base de datos, disponga de todos los costos que involucra realizar un trabajo y la opción de mediante la misma base de datos poder modificar y determinar los costos en función de la inflación de nuestro país.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 INFORMACIÓN DEL LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA EPN

El laboratorio de soldadura de la EPN desde su creación ha contribuido en la formación de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica en las materias de Tecnología de Soldadura y Principios y Control de Soldadura.

En la Escuela de Formación de Tecnólogos ha contribuido en la materia de Soldadura Industrial en la especialidades de Mantenimiento Industrial, Procesos de Producción Mecánica y Electromecánica de manera que puedan reforzar los conocimientos adquiridos en la teoría.

El laboratorio de Soldadura está ubicado en instalaciones propias y pertenece al departamento de Materiales de la EPN y de acuerdo al Artículo 8 del Estatuto de la EPN, “son células básicas institucionales, dependientes estructural y funcionalmente de las facultades”.¹

La ubicación de la mayor parte del laboratorio está en el primer piso del edificio de ampliación de la Facultad de Ingeniería Mecánica que anteriormente funcionaba como el Instituto de Ciencias Básicas y donde ahora se dictan las clases para el propedéutico y cubre un área aproximada de 232 m². incluidas las oficinas, bodegas y el aula.

¹ Estatuto de la EPN aprobado por el Conesup, Octubre 2006



Figura 1.1. Laboratorio de Soldadura de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

La ubicación del laboratorio para la Escuela de Formación de Tecnólogos se encuentra ubicada en el límite norte de la EPN, dentro del galpón de Procesos de Producción Mecánica, cubre un área aproximada de 111 m². (Figura 1.2)



Figura 1.2. Laboratorio para la Escuela de Formación de Tecnólogos.

El área total del Laboratorio de Soldadura de la EPN es de 343 m².

1.2 HISTORIA DEL LABORATORIO DE SOLDADURA

En el año de 1979 la Escuela Politécnica Nacional crea el laboratorio de Soldadura de la Facultad de Ingeniería Mecánica, en ese entonces, como una necesidad para complementar el currículo académico de los estudiantes y de acuerdo al creciente desarrollo de esta área en el país.²

El laboratorio funciona en el edificio de Ingeniería Mecánica-Propedéutico en la planta baja y sus instalaciones fueron adecuadas lo mejor posible para las actividades de soldadura que se requerían en ese entonces.

En el año de 1992 es fundado el Laboratorio de Soldadura para la Escuela de Formación de Tecnólogos, el mismo que funciona en el galpón de Procesos de Producción Mecánica ubicado en el límite norte de la EPN.

1.3 MISIÓN DEL LABORATORIO DE SOLDADURA

La misión del laboratorio de soldadura del Departamento de Materiales de la EPN es:

Liderar la tecnología de soldadura en el País, lo cual se logrará generando, asimilando, adaptando, transmitiendo, aplicando y gestionando el conocimiento científico y tecnológico, para de esta manera contribuir al desarrollo sostenido y sustentable de nuestro país.

² ARPI C.; POZO F.; Estudio para la Implantación de un Sistema de Calidad ISO/EC 17025 en el Laboratorio de Soldadura de la EPN; Quito, 2005

1.4 VALORES FUNDAMENTALES

El laboratorio de soldadura, es decir el personal directivo, profesores, ayudantes, practicantes y de servicio garantizan los siguientes principios fundamentales:

- Cultivar la verdad, honestidad en todas las tareas y actividades del laboratorio.
- Garantizar la confidencialidad de la información de los trabajos de empresas particulares.

1.5 POLÍTICAS DEL LABORATORIO DE SOLDADURA.

Son tareas de laboratorio de soldadura:

- Promover una práctica docente al más alto nivel tecnológico.
- Difundir el conocimiento de la tecnología de soldadura, a través de cursos, seminarios, jornadas y cualquier otro evento de capacitación.
- Estimular la investigación científica y tecnológica de la soldadura a través de proyectos de titulación y proyectos de investigación.

1.6 FUNCIONES DEL LABORATORIO.

En el laboratorio de soldadura se desarrollan actividades académicas como son las clases teóricas y prácticas estudiantiles, además la realización de trabajos para la industria dentro de los cuales los más frecuentes requeridos por el sector externo son:

- Calificación de Procedimientos de Soldadura. (Figura1.3)



Figura 1.3. Calificación de Procedimientos de Soldadura.

- Calificación de Soldadores. (Figura 1.4)



Figura 1.4. Calificación de Soldadores.

- Calificación de Material de Aporte
- Recuperación de Piezas y Elementos Mecánicos
- Realización de Cortes Oxiacetilénicos (Figura 1.5)



Figura 1.5. Corte Oxiacetilénico.

- Recargue Duro (Figura 1.6)



Figura 1.6. Recargue duro.

- Trabajos de Inspección (Figura 1.7)



Figura 1.7. Trabajos de Inspección.

La Calificación de Procedimientos de Soldadura y Soldadores es un servicio que el laboratorio presta a empresas nacionales e internacionales que requieren de documentación y personal calificado acorde al tipo de trabajo, debiendo los mismos ajustarse a las siguientes normas internacionales AWS (American Welding Society) D1.1 , ASME (American Society Mechanical Engineer) IX y API (American Petroleum Institute).

La Calificación de Material de Aporte es un servicio que presta el laboratorio el cual verifica que los metales de aporte, electrodos, varillas, alambre continuo, cumplen las propiedades establecidas por las normas para estos materiales consumibles.

La Recuperación de Piezas o de Elementos Mecánicos es un servicio que presta el laboratorio para recuperar el espesor de materiales que han perdido sus dimensiones originales.

La Realización de Cortes Oxiacetilénicos es un servicio que presta el laboratorio para cortar materiales de gran espesor.

El Recargue Duro es el servicio que presta el laboratorio a empresas que poseen maquinaria que por cualquier mecanismo de desgaste sufre una disminución en la zona de trabajo principal que afecta a su funcionamiento.

La Inspección es una tarea propia del control de la soldadura, la cual permite mediante el uso de ensayos no destructivos o destructivos, juzgar la calidad de la soldadura.




1.7 EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO

El Laboratorio de Soldadura dispone de maquinaria y equipos que se han ido comprando desde la creación del laboratorio y actualmente se puede manejar alrededor de catorce procesos de soldadura diferentes que se detallan a continuación.

1.7.1 MAQUINARIA




En la Tabla 1.1 se detalla el tipo de maquinaria existente:



Tabla 1.1. Maquinaria.

LABORATORIO DE SOLDADURA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
No.	MARCA	MODELO	SERIE	OCV [V]	INTENSIDAD [A]	VOLTAJE [V]	CICLO DE TRABAJO	PROCESO
1	Lincoln	Idealarc 250	AC 365155	72	140 200 250	30 30 30	100% 50% 30%	TIG, GTAW y SMAW
2	Lincoln	Idealarc 250	AC 341186	72				
								
3	Miller	XMT 300 CC	KD362116	80	300	32	60%	GTAW y SMAW
4	Miller	XMT 300 CC	KD362118	80	300	32	60%	
								
5	Lincoln	LincWelder	A-913257	60	250 200	30 30	30% 50%	SMAW
								
6	Miller	Dialarc 250 AC	HK249496	75	250 200	30 28	30% 50%	SMAW
								


No.	MARCA	MODELO	SERIE	OCV [V]	INTENSIDAD [A]	VOLTAJE [V]	CICLO DE TRABAJO	PROCESO
7	Smash Weld	316 Topflex	F0310115		315 270 220	30 28 25	35% 60% 100%	FCAW y GMAW
								
8	Lincoln	Idealarc R3S	AC478775	60	435 400	40 40	80% 100%	FCAW y GMAW
								
9	Hobart		3ORT-2741	73	750	50	100%	FCAW, GMAW, SAW
								
10	Pow Con	Power Drive I	SM 5980 T	80	200	28	60%	MULTIPROC.
								


No.	MARCA	MODELO	SERIE	OCV [V]	INTENSIDAD [A]	VOLTAJE [V]	CICLO DE TRABAJO	PROCESO
11	Lincoln	Invertec V350-PRO	U1041114047	80	350 300	34 32	60% 100%	MULTIPROC.
								
12	Lincoln	Idealarc CV- 300	AC849198	50	300	32	100%	FCAW y GMAW
								
13	Miller	Spectrum 750	KE577140	270	120	70	60%	PAW
								

Nº.	EQUIPO	Pmáx. [PSI]	PROCESO	
14	Oxiacetilénica Acumulador de O2 Acumulador de C2H2 	2200 265	OAW	
Nº	EQUIPO	Pmax.	RPM	PROCESO
15	Soldadura por fricción Tesis de Grado 	10000lb o 4500 kg.	2500 3100 4200 4900	FRW
Nº	EQUIPO	ESPECIFICACIONES		PROCESO
16	Soldadura en frío por presión Tesis de Grado 	Presión	1000PSI o 704 kg/cm2	CW
		Carrera del Pistón	150 mn. (6")	
		Área efectiva	15,5 cm2	
		Volumen del aceite	900cm3	

No.	MARCA	SERIE	PRESIÓN [Kg]	INTENSIDAD [A]	VOLTAJE [V]	PROCESO
17	Spotmatic 	8731	250	9000	220	RSW
No.	MARCA	MODELO	SERIE	INTENSIDAD [A]	VOLTAJE [V]	PROCESO
18	Rockwell 	28 - 460	418	3000	5,1	FW

LABORATORIO DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS								
No.	MARCA	MODELO	SERIE	OCV [V]	INTENSIDAD [A]	VOLTAJE [V]	CICLO DE TRABAJO	PROCESO
1	Lincoln	Idealarc 250	AC-661432	72	250	30	30%	TIG y
2	Lincoln	Idealarc 250	AC-614242	72	250	30	30%	SMAW
								
3	Lincoln	Idealarc 250	295915	71	250	30	30%	TIG y
4	Lincoln	Idealarc 250	295791	71	250	30	30%	SMAW
								
5	Lincoln	Wire Matic 255	1970814393	10 a 40	250 200 145	26 28 26	35% 60% 100%	GMAW y FCAW
								
6	Lincoln	Square Wave 255	U1970903894	72	255 200 150	30 28 26	40% 60% 100%	SMAW y GTAW
								

No.	MARCA	MODELO	SERIE	PRESIÓN [Kg]	INTENSIDAD [A]	VOLTAJE [V]	PROCESO
7	Humdinger		121919	100	7000	220	RSW
							

Nº.	EQUIPO	Pmáx. [PSI]	PROCESO
8	Oxiacetilénica		OAW
9	Acumulador de O2	2200	
10	Acumulador de C2H2	265	
11			
12			
			
Existen 5 equipos			

1.8 FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO.

1.8.1 TRABAJOS DE EXTENSIÓN.

Las empresas que requieren de los servicios del Laboratorio de Soldadura requieren seguir el siguiente procedimiento:

- Orden de trabajo externa que es la solicitud al Jefe de Departamento de Materiales o al Jefe de Laboratorio en la cual se especifica el tipo de trabajo requerido.
- Proforma la misma que es elaborada por el Jefe de Laboratorio en la cual se especifica el valor del trabajo solicitado, a fin de conocer su especificación.
- Orden de Trabajo Interna es emitida por el Jefe de Departamento, la cual se realiza una vez que se acepta la oferta económica realizada por cada Laboratorio.
- Con la Orden de Trabajo se empieza a realizar las tareas y actividades.
- Mediante inspección y ajustándose a normas según sea el caso el Jefe del Laboratorio de Soldadura inspecciona y aprueba o no el trabajo.
- Se emite un informe realizado por el Jefe del Laboratorio, el mismo que es revisado por el Jefe de Departamento para aprobar definitivamente. Este informe contiene las firmas de responsabilidad de cada uno de ellos.
- Con una factura se cancela el valor total del trabajo realizado y se entrega al cliente el informe correspondiente.
- Es necesario proveerse de un par de copias del informe final para dejar constancia en el Laboratorio y en la Oficina del Departamento de Materiales.

1.8.2 PERSONAL

El Laboratorio de Soldadura está conformado por:

- Jefe de Laboratorio
- Asistente de Laboratorio
- Ayudante de Laboratorio
- Auxiliar de Laboratorio
- Practicantes
- Auxiliar de Servicios (Soldador)

El Jefe de Laboratorio es la persona responsable de todos los trabajos y actividades del laboratorio, lo cual significa capacitar y direccionar a quienes se encuentren a su cargo en el aspecto académico e industrial, así como también es quien se encarga de la inspección de trabajos, elaboración y aprobación de informes y gestión institucional.

El Asistente de Laboratorio se encarga de trabajar con el medio externo, de viabilizar los trabajos con la industria, emitiendo la información necesaria para concretarlos, una vez consumados estos, se encarga junto al Jefe de Laboratorio de inspeccionar, calificar lo que se requiera y aprobar todos los trabajos que se realicen ajustándose a normas dependiendo del caso. El Asistente del Jefe de Laboratorio es quien prepara las probetas para los Ensayos Destructivos, así como también de llevar estos a los laboratorios correspondientes para que sean analizados y así obtener los resultados de tal manera que el cliente quede satisfecho con el análisis obtenido.

El ayudante de Laboratorio es un estudiante de niveles superiores de Ingeniería Mecánica, seleccionado mediante concurso de merecimiento. Su trabajo consiste en asistir al profesor en las tareas académicas de las materias que están bajo el control del laboratorio de soldadura.

Los practicantes están conformados por estudiantes de niveles medios de Ingeniería Mecánica que fundamentalmente trabajan con el ayudante y asistente del laboratorio en las tareas docentes y de servicio. El objetivo es buscar que aprendan y se entrenen en las tareas del mismo.

El Auxiliar de Servicios (Soldador) es la persona encargada de realizar los trabajos de extensión, es decir quien cumple con el sector industrial bajo la supervisión del Jefe de Laboratorio y/o Asistente de Laboratorio.

1.9 PROYECCIÓN DEL LABORATORIO

El Laboratorio de Soldadura en la actualidad realiza trabajos tales como: calificación de procedimientos, calificación de soldadores, calificación de materiales de aporte, recuperación de materiales, recargue duro, realización de cortes oxiacetilénicos, trabajos de inspección, pero la visión va más allá de estas funciones, esta es la de convertirse en un Centro de Capacitación y Desarrollo de la Soldadura con Tecnologías de Punta y de esta manera realizar Proyectos de Investigación en este campo.

De esta manera el laboratorio actual busca desarrollar un proyecto tendiente a la formación de un nuevo y moderno Centro de Desarrollo de la Soldadura que puede cumplir con calidad todas las tareas de docencia, investigación y servicios de la más alta fiabilidad para el sector externo.

Para que esto se haga realidad se requiere de algunos cambios, pues el espacio físico en donde se realizan actualmente estos trabajos no brinda la garantía ni las condiciones necesarias, por otro lado la unificación del Laboratorio de Ingeniería Mecánica con el de la Escuela de Formación de Tecnólogos en un lugar adecuado ampliaría las expectativas, puesto que con una infraestructura adecuada daría paso a la realización de Cursos de Inspectores de Soldadura los cuales estarían debidamente certificados.

Como constancia de la calidad del desempeño en sus actividades, implantar la ISO/IEC 17025 a nivel internacional.

CAPÍTULO 2

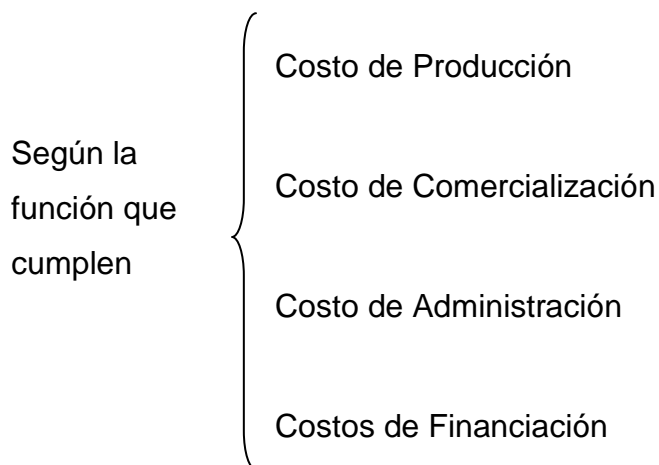
COSTOS

En vista de que el objetivo fundamental del Proyecto de Titulación es analizar los costos de los trabajos del Laboratorio de Soldadura, se distribuirá en este capítulo los conceptos principales de la teoría de los costos.

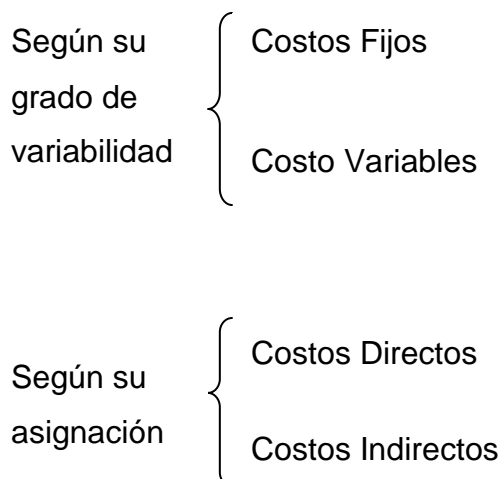
El costo es el conjunto de valores que se aplican para la elaboración de un producto o servicio.³

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS.

Los costos pueden clasificarse en base a diferentes criterios, como puede ilustrarse en el siguiente esquema:



³ MOLINA A.; Contabilidad de Costos; Quito, 1987



2.1.1 COSTO DE PRODUCCIÓN.⁴

Son los costos necesarios para convertir o transformar un bien primario en un producto terminado utilizando maquinaria y equipo, fuerza de trabajo y otros elementos necesarios para producir el bien.

El Costo de Producción está conformado por tres elementos denominados factores de la producción, que son: materia prima, mano de obra y gastos de fabricación.

Materia Prima

Constituye el elemento primario, físico inicial o básico que será sometido a un proceso para ser transformado y convertido en un bien final. Se caracteriza por ser parte esencial del nuevo producto, se incorpora a él, se identifica con él.

Esto último es importante por cuanto existen otros elementos similares a las materias primas, pero sin embargo no se incorporan al producto terminado.

⁴ BOLAÑOS G.; La Didáctica de los Costos; Quito, 1989

Estos elementos se los llama materiales indirectos y materiales consumibles y forman parte de los gastos de fabricación.

Mano de Obra

La mano de obra de producción se utiliza para convertir las materias primas en productos terminados. La mano de obra directa es un servicio que no puede almacenarse y no se convierte, en forma demostrable, en parte del producto terminado.

Con los años y el avance de la tecnología la mano de obra ha ido perdiendo peso dentro del costo de producción.

La mano de obra puede clasificarse de acuerdo con la relación directa o indirecta con los productos elaborados, siendo la mano de obra directa el valor del trabajo realizado por los operarios que contribuyen al proceso productivo.

Clasificación de la Mano de Obra

- De acuerdo a la función principal de la organización

Se distinguen tres categorías generales: producción, ventas y administración general.

Los costos de la mano de obra no relacionada con la fabricación se trata como un gasto del período.

- De acuerdo con la actividad departamental

Separando los costos de mano de obra por departamento es mejor el control de los costos.

- **De acuerdo al tipo de trabajo**

Dentro de un departamento, la mano de obra puede clasificarse de acuerdo con la naturaleza del trabajo que se realiza.

Estas clasificaciones sirven generalmente para establecer las diferencias salariales.

- **De acuerdo con la relación directa o indirecta con los productos elaborados**

La mano de obra de producción que está comprometida directamente con la fabricación de los productos, se conoce como Mano de Obra Directa.

La mano de obra de fábrica que no está directamente comprometida con la producción se llama Mano de Obra Indirecta.

La mano de obra directa se encarga directamente a trabajos en proceso, mientras que la mano de obra indirecta se convierte en parte de los costos indirectos de fabricación.

Gastos de Fabricación

Comprenden todos los gastos de fabricación que no sean materiales directos ni mano de obra directa. Algunos ejemplos de gastos de fabricación son los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, las depreciaciones con lo cual se obtiene el costo hora de maquinaria, implementos de seguridad y costos de tiempo ocioso. Los gastos de fabricación recibe distintas denominaciones tales como: "Costos Indirectos de Fabricación", "Gastos Generales de Fabricación" o "Carga Fabril".

Materiales Consumibles

Elementos que entran al proceso productivo, son necesarios en aquel, pero no se incorporan al producto terminado, como, materiales de pulimento, discos de corte y desbaste, gratas, etc.

Materiales Indirectos

Materiales indirectos son aquellos que por su cantidad en la producción no es práctico precisarlos en cada unidad producida y que en términos generales los podemos considerar como accesorios de fabricación.

2.1.2 COSTO DE COMERCIALIZACIÓN ⁵

Es el costo que posibilita el proceso de venta de los bienes o servicios a los clientes. Por ejemplo, las comisiones sobre las ventas, marketing y publicidad, etc.

2.1.3 COSTO DE ADMINISTRACIÓN ⁶

Son, como su nombre lo indica, los costos que provienen para realizar la función de administración en la empresa. Sin embargo, tomado en un sentido amplio, no sólo significan los sueldos del gerente o director general de los contadores, auxiliares, secretarias, así como los gastos de oficina en general.

⁵ <http://www.abcpymes.com/menu22.htm>

⁶ BACA G. Evaluación de Proyectos; México; 2001

2.1.4 COSTOS DE FINANCIACIÓN

Es el correspondiente a la obtención de fondos aplicados al negocio. Por ejemplo, intereses pagados por préstamos.

2.1.5 COSTOS FIJOS

Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa, es decir se suele incurrir a ellos por el simple transcurrir del tiempo. Por ejemplo: la depreciación de la maquinaria. (Figura 2.1)

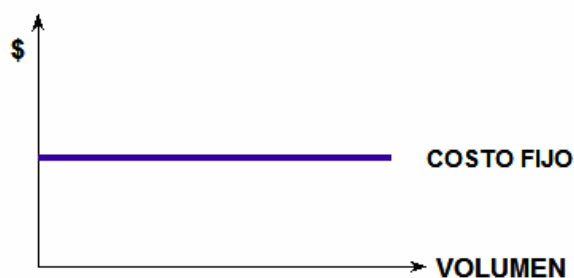


Figura 2.1 Representación Gráfica de los Costos Fijos

2.1.6 COSTOS VARIABLES

Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Por ejemplo, materias primas directas.

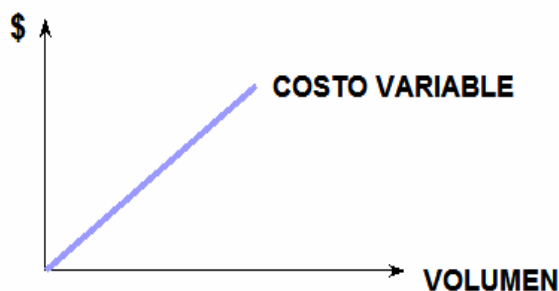


Fig. 2.2 Representación Gráfica de los Costos Variables

2.1.7. COSTOS TOTALES

Son aquellos costos que se obtiene como resultado, de la suma de los costos fijos y de los costos variables.

2.1.8 COSTOS DIRECTOS

Son aquellos costos que se asignan directamente a una unidad de producción.

Por lo general se asimilan a los costos variables como la materia prima directa, pues esta es la que interviene directamente con el producto así como también es la que está expuesta a varios cambios en un período de tiempo, como por ejemplo el precio de esta.

2.1.9 COSTOS INDIRECTOS

Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos.

2.2 COSTO Y GASTO ⁷

Para el hombre común no existe una diferencia clara entre estos dos conceptos, pues todo egreso que tiene una empresa se lo denomina indistintamente costo o gasto; sin embargo se debe señalar que metodológicamente y en forma convencional, se define en forma diferente a cada una de ellos.

⁷ BOLAÑOS G.; La Didáctica de los Costos; Quito, 1989

Un costo me va a producir un beneficio asociado, la adquisición de maquinaria se considera un costo.

GASTO se define como un egreso no identificable con el producto que se fabrica, no tiene beneficio asociado.

2.3 PUNTO DE EQUILIBRIO ⁸

El análisis del punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios.

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los beneficios por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y variables.

Es difícil delimitar con exactitud si ciertos costos se clasifican como fijos o como variables, y esto es muy importante, pues mientras los costos fijos sean menores se alcanzará más rápido el punto de equilibrio.

Es inflexible en el tiempo, esto es, el equilibrio se calcula con unos costos dados, pero si éstos cambian, también lo hace el punto de equilibrio.

Sin embargo, la utilidad general que se le da es que es posible calcular con mucha facilidad el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas.

Una gráfica del punto de equilibrio expresa los ingresos y los costos en el eje vertical, su eje horizontal indica el volumen, el cual puede estar representado por las unidades de venta.

⁸ BACA G.; Evaluación de Proyectos; México, 2001

Las tres curvas de la Figura 2.3 (gráfica 1) representan los costos fijos, los costos variables y los ingresos por ventas. Una línea horizontal representa los costos fijos, aun si no hay ventas, al añadir los costos variables a los costos fijos se obtiene la curva de costos totales.

A medida que aumentan las ventas la línea de costos totales también aumenta, la línea de ingresos por ventas se traza desde la intersección de las escalas horizontales y verticales hasta la intersección entre la curva de los costos totales y la curva de ingresos por ventas, este es el punto de equilibrio.

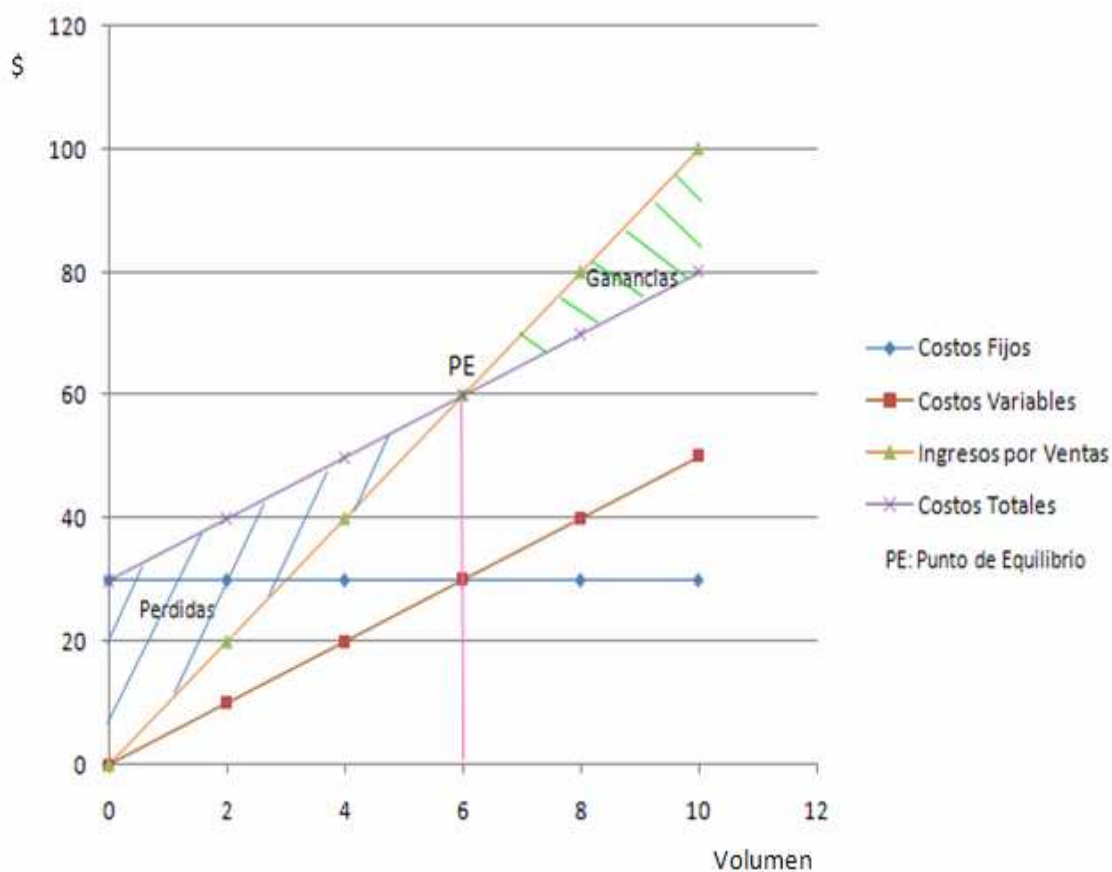


Figura 2. 3 Representación Gráfica del Punto de Equilibrio

2.4 LA DEPRECIACIÓN⁹

La depreciación es un reconocimiento racional y sistemático del costo de los bienes, máquinas y equipos distribuido durante su vida útil estimada, con el fin de obtener los recursos necesarios para la reposición de los bienes, de manera que se conserve la capacidad operativa o productiva del bien de servicio o bien de producción (máquinas).

El término depreciación tiene exactamente la misma connotación que amortización, pero el primero solo se aplica en los activos fijos, ya que con el uso estos bienes valen menos, es decir, se deprecian, en cambio, la amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión.¹⁰

2.4.1 VIDA ÚTIL Y VALOR DE DESECHO

A menudo es difícil estimar la vida útil y el valor de desecho o de recuperación de un activo fijo, pero es necesario determinarlo antes de poder calcular el gasto de depreciación para un período.

Por lo general, una compañía estima la vida útil de acuerdo con la experiencia previa obtenida con activos similares propiedad de la empresa.

Para el caso de máquinas soldadoras y equipos auxiliares, el tiempo de vida útil depende de una serie de factores entre los cuales están: tipo de máquina, lugar de trabajo, condiciones climáticas, marca, etc.

⁹ www.monografias.com

¹⁰ BACA G. Evaluación de Proyectos; México 2001

2.4.2 DEPRECIACIÓN CONTABLE.

Con excepción de los terrenos, la mayoría de los activos fijos tienen una vida útil limitada ya sea por el desgaste resultante del uso, el deterioro físico causado por terremotos, incendios y otros siniestros, la pérdida de utilidad comparativa respecto de nuevos equipos y procesos o el agotamiento de su contenido.

La disminución de su valor, causada por los factores antes mencionados, se carga a un gasto llamado depreciación.

La depreciación indica el monto del costo, que corresponde a cada período fiscal. Se distribuye el costo total del activo a lo largo de su vida útil al asignar una parte del costo del activo a cada período fiscal.

El cómputo de la depreciación de un período debe ser coherente con el criterio utilizado para el bien depreciado, es decir, si este se incorpora al costo y nunca es revaluado, la depreciación se calcula sobre el costo original de adquisición, mientras que si existieron revalúos, debe computarse sobre los valores revaluados.

Este cálculo deberá realizarse cada vez que se incorpore un bien o mejora con el fin de establecer el nuevo importe a depreciar.

Por otro lado debe considerarse el valor residual final o valor recuperable que será el que tendrá el bien cuando se discontinúe su empleo y se calcula deduciendo del precio de venta los gastos necesarios para su venta, incluyendo los costos de desinstalación y desmantelamiento, si estos fueran necesarios.

2.4.3 MÉTODOS DE DEPRECIACIÓN.

Se han desarrollado varios métodos para estimar el gasto por depreciación de los activos fijos tangibles. Los cuatro métodos de depreciación más utilizados son:

- El de la línea recta
- El de unidades producidas
- El de la suma de los dígitos de los años
- El del doble saldo decreciente

La depreciación de un año varía de acuerdo con el método seleccionado pero la depreciación total a lo largo de la vida útil del activo no puede ir más allá del valor de recuperación.

Algunos métodos de depreciación dan como resultado un gasto mayor en los primeros años de vida del activo, lo cual repercute en las utilidades netas del período. Por tanto, el contador debe evaluar con cuidado todos los factores, antes de seleccionar un método para depreciar los activos fijos.

2.4.3.1 Método de Línea Recta.

En el método de depreciación en línea recta se supone que el activo se desgasta igual durante cada período contable. Este método se usa con frecuencia por ser sencillo y fácil de calcular. El método de la línea recta se basa en el número de años de vida útil del activo, de acuerdo a la fórmula 1

$$Da = \frac{Ci - Vd}{Tu}$$

Fórmula 1

En donde:

Ci: Costo inicial en dólares

Vd: Valor de deshecho en dólares

Tu: Tiempo de vida útil de la maquinaria en años

Da: Depreciación anual en dólares por año

EJEMPLO:

El Inversor Miller XMT 300 CC actualmente tiene un precio de 5 600 USD (C_i), el valor de desecho (V_d) es cero USD, pues si ponemos a la venta este bien no vamos a recibir una cantidad significativa y el tiempo de vida útil (T_u) considerando que el laboratorio debería reemplazar la maquinaria cada 5 años tomaremos esta.

Mediante la fórmula 1 tenemos:

$$D_a = \frac{5600\text{USD} - 0\text{USD}}{5 \text{ años}}$$

$$\therefore D_a = 1120 \text{ USD /año}$$

2.4.3.2 Método de las Unidades Producidas.

El método de las unidades producidas para depreciar un activo se basa en el número total de unidades que se usarán, o las unidades que puede producir el activo, o el número de horas que trabajará el activo, o el número de kilómetros que recorrerá de acuerdo a las Fórmulas 2 y 3.

$$D_u = \frac{C_i - V_d}{U_u}$$

Fórmula 2

$$D_a = D_u * N_u$$

Fórmula 3

En donde:

Du: Depreciación por unidad en dólares por hora o kilómetro

Uu: Unidades de uso en horas o kilómetros total es decir para los 5 años

Nu: Número de unidades en horas o kilómetros estimadas en cada año

Da: Depreciación Anual en dólares para cada año

EJEMPLO:

Este método de depreciación se lo utiliza en maquinaria la cual su vida útil está asignada por horas o kilometraje, tal es el caso de los vehículos.

- Un vehículo nuevo es adquirido en 33000 USD, se estima venderlo cuando haya alcanzado los 75000 kilómetros (Uu) lo cual se considera será en 5 años a un valor de 3000 USD. El kilometraje utilizado en el primer año es de 20000 km., el segundo año es de 25000 km., el tercer año es de 10000 km., el cuarto año es de 15000 km. Y finalmente en el quinto años es de 5000 km.

Mediante la fórmula 2 y fórmula 3 tenemos:

$$Du = \frac{Ci - Vd}{Uu}$$

$$Du = \frac{33000USD - 3000USD}{75000km}$$

$$Du = 0,4USD / km$$

- Para el primer año:

$$Da = Du * Nu$$

$$Da = 0,4USD * 20000 km$$

$$\therefore Da = 8000 USD$$

- Para el segundo año:

$$Da = Du * Nu$$

$$Da = 0,4USD * 25000 km$$

$$\therefore Da = 10000 USD$$

- Para el tercer año:

$$Da = Du * Nu$$

$$Da = 0,4USD * 10000 km$$

$$\therefore Da = 4000 USD$$

- Para el cuarto año:

$$Da = Du * Nu$$

$$Da = 0,4USD * 15000 km$$

$$\therefore Da = 6000 USD$$

- Para el quinto año:

$$Da = Du * Nu$$

$$Da = 0,4USD * 5000 km$$

$$\therefore Da = 2000 USD$$

Sumada la depreciación anual de cada año tenemos el valor que perdió el bien en los 5 años, el mismo que debe coincidir con el valor que estimamos en un inicio.

$$Da \text{ año } 1 + Da \text{ año } 2 + Da \text{ año } 3 + Da \text{ año } 4 + Da \text{ año } 5 = D \text{ total estimada al inicio}$$

$$(8000 USD + 10000 USD + 4000 USD + 6000 USD + 2000 USD) = 30000 USD$$

$$30000 USD = 30000 USD$$

2.4.3.3 Método de la Suma de los Dígitos de los Años.

En el método de depreciación de la suma de los dígitos de los años se rebaja el valor de desecho del costo del activo. El resultado se multiplica por una fracción, con cuyo numerador representa el número de los años de vida útil que aún tiene el activo y el denominador que es el total de los dígitos para el número de años de vida del activo. Fórmula 4

$$Sa = Año1 + Año2 + Año3 + Año4 + Año5$$

Fórmula 4

En donde:

Sa: es el resultado obtenido de la suma (1+2+3+4+5) del cual requerimos en la fórmula 6.

La depreciación para el año 1 puede ser calculada mediante las fórmulas 5, 6

$$S = Ci - Vd$$

Fórmula 5

En donde:

S: suma a depreciar

$$Da = S * \frac{Av}{Sa}$$

Fórmula 6

En donde:

Av: años de vida pendientes (tiempo de vida útil)

Sa: suma de los años (resultado obtenido en la fórmula 4)

EJEMPLO:

- Para este ejemplo utilizaremos el ejemplo del método anterior y las fórmulas 4, 5 y 6.

$$Sa = \text{Año}1 + \text{Año}2 + \text{Año}3 + \text{Año}4 + \text{Año}5$$

$$S = Ci - Tu$$

$$S = 33000\text{USD} - 3000\text{USD}$$

$$S = 30000\text{USD}$$

- Para el año 1

$$Da = S * \frac{Av}{Sa}$$

$$Da = 30000\text{USD} * \frac{5 \text{ años}}{15 \text{ años}}$$

$$\therefore Da = 10000\text{USD}$$

- Para el año 2, Av = 4 porque ya ha transcurrido un año.

$$Da = S * \frac{Av}{Sa}$$

$$Da = 30000\text{USD} * \frac{4 \text{ años}}{15 \text{ años}}$$

$$\therefore Da = 8000\text{USD}$$

- Para el año 3, Av = 3 porque ya han transcurrido 2 años

$$Da = S * \frac{Av}{Sa}$$

$$Da = 30000\text{USD} * \frac{3 \text{ años}}{15 \text{ años}}$$

$$\therefore Da = 6000\text{USD}$$

- Para el año 4, Av = 2 porque ya han transcurrido 3 años.

$$Da = S * \frac{Av}{Sa}$$

$$Da = 30000USD * \frac{2 \text{ años}}{15 \text{ años}}$$

$$\therefore Da = 4000USD$$

- Para el año 5, $Av = 1$ porque ya han transcurrido 3 años.

$$Da = S * \frac{Av}{Sa}$$

$$Da = 30000USD * \frac{5 \text{ años}}{15 \text{ años}}$$

$$\therefore Da = 2000USD$$

Así como en el ejemplo anterior la suma de los Da por cada año deberá ser igual a la suma a depreciar (S) así:

$$\begin{aligned} Da \text{ año } 1 + Da \text{ año } 2 + Da \text{ año } 3 + Da \text{ año } 4 + Da \text{ año } 5 &= \text{Suma a depreciar} \\ (10000 \text{ USD} + 8000 \text{ USD} + 6000 \text{ USD} + 4000 \text{ USD} + 2000 \text{ USD}) &= 30000 \text{ USD} \\ 30000 \text{ USD} &= 30000 \text{ USD} \end{aligned}$$

El método de la suma de los años dígitos da como resultado un importe de depreciación mayor en el primer año y una cantidad cada vez menor en los demás años de vida útil que le quedan al activo. Este método se basa en la teoría de que los activos se deprecian más en sus primeros años de vida.

2.4.4.4 Método del Doble Saldo Decreciente.

Un nombre más largo y más descriptivo para el método del doble del saldo decreciente sería el doble saldo decreciente, o dos veces la tasa de la línea recta. En este método no se deduce el valor de desecho o de recuperación, del costo del activo para obtener la cantidad a depreciar. El resultado del quinto año es el valor de desecho. En el primer año, el costo total del activo se multiplica por un porcentaje equivalente al doble del porcentaje de la depreciación anual por el

método de la línea recta. En el segundo año, lo mismo que en los subsiguientes, el porcentaje se aplica al importe a depreciar llamado también valor en libros del activo. El valor en libros significa el costo del activo menos la depreciación anual.

Fórmula 7, 8

$$T = \frac{100\%}{Tu} * 2$$

Fórmula 7

En donde:

T: Tasa

$$I = (Ca - Ca * Tasa)$$

Fórmula 8

En donde:

I: Importe a depreciar anual en dólares

Ca: Costo del activo

EJEMPLO:

- Así mismo con el ejemplo de la depreciación de la suma de los dígitos de los años desarrollamos este método.

- Para el año 1

$$T = \frac{100\%}{5 \text{ años}} * 2$$

$$\therefore T = 40\%$$

$$I = (33000USD - (33000USD * 40\%))$$

$$\therefore I = 19800USD$$

- Para el año 2

$$T = \frac{100\%}{5 \text{ años}} * 2$$

$$\therefore T = 40\%$$

$$I = (19800USD - (19800USD * 40\%))$$

$$\therefore I = 11880USD$$

- Para el año 3

$$T = \frac{100\%}{5 \text{ años}} * 2$$

$$\therefore T = 40\%$$

$$I = (11880USD - (11880USD * 40\%))$$

$$\therefore I = 7128USD$$

- Para el año 4

$$T = \frac{100\%}{5 \text{ años}} * 2$$

$$\therefore T = 40\%$$

$$I = (7128USD - (7128USD * 40\%))$$

$$\therefore I = 4276,8USD$$

Para el año 5

$$T = \frac{100\%}{5 \text{ años}} * 2$$

$$\therefore T = 40\%$$

$$I = (4276,8USD - (4276,8USD * 40\%))$$

$$\therefore I = 2566,28USD$$

$$I_{total} = I_{año 1} + I_{año 2} + I_{año 3} + I_{año 4} + I_{año 5}$$

$$I_{total} = 30433,72 \text{ USD}$$

$$C_i = I_{total} + I_{año 5}$$

$$C_i = 30433,72 \text{ USD} + 2566,28 \text{ USD}$$

$$C_i = 33000$$

2.5 COSTO HORARIO DE MAQUINARIA ¹¹

El costo horario de la maquinaria nos indica el valor por cada hora de uso de los equipos.

La depreciación está basada en precios actuales y es calculada mediante el método de línea recta.

El factor utilización de la EPN se estima así: se trabajan doscientos ochenta días al año y el promedio de uso diario de las máquinas es de dos horas.

2.5.1 COSTO DE PROPIEDAD O DE POSESIÓN.

Son los gastos o desembolsos que efectúa el propietario de una maquinaria para adquirirla, es decir el costo de propiedad o de posesión es el costo inicial en la depreciación de la maquinaria, los costos para la operación de la maquinaria en nuestro caso es la Energía Eléctrica principalmente puesto que la mayoría de los equipos requieren de ella y finalmente el costo de mantenimiento el cual en nuestro caso es estimado el diez por ciento del costo inicial de la maquinaria.

¹¹ BALDEON D. NARANJO X.; Análisis de Costos en la Fabricación y Montaje de la Superestructura de Puentes Metálicos; Quito, 2003

Generalmente se denominan costos fijos.

2.5.2 COSTO DE OPERACIÓN.

Son los gastos que deben efectuarse para la operación de las máquinas. Ejemplo, Energía Eléctrica.

2.5.3 COSTO DE MANTENIMIENTO

Se consideran las reparaciones a efectuarse durante el período de vida útil, así como también los valores que se gastan en artículos especiales. Ejemplo, repuestos.

Para el cálculo de este rubro los promotores del proyecto deberán decidir si esta actividad se realiza dentro de la empresa o si se contrata un servicio externo. Si se decide realizarla internamente existe la misma consideración de necesidades de inversión en equipo, personal capacitado, además de que este costo dependerá del tipo de mantenimiento que se pretenda dar. ¹²

¹² BACA G.; Evaluación de Proyectos; México; 2001

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE COSTOS EN LOS TRABAJOS DEL LABORATORIO

La necesidad de contar con un método técnico para determinar los costos reales de los trabajos realizados en el laboratorio de soldadura, motivó el presente proyecto, en el cual se han recogido datos reales y en sitio de todas las actividades de servicio frecuentes para ingresarlos en una hoja de cálculo que permite sistematizarlos y a la vez compararlos con otros laboratorios similares y poder así alcanzar valores competitivos.

En el capítulo anterior se definió cada uno de los conceptos acerca de los costos por lo que en este se analiza cada uno de ellos aplicando a nuestra necesidad.

Los principales trabajos realizados en el Laboratorio de Soldadura de la EPN son:

- Calificación de Soldadores
- Calificación de Procedimientos
- Diseño de Procedimientos
- Calificación de Material de Aporte
- Cortes oxiacetilénicos y servicios varios

Dentro de los Costos de Producción podemos clasificar los insumos, implementos y todos los requerimientos para fijar un costo así:

3.1 MÉTODO DE DEPRECIACIÓN A UTILIZAR

El método de línea recta es el más usado con frecuencia y en nuestro caso es el más acertado por el tipo de maquinaria, pues debido al uso no tan frecuente se puede considerar un desgaste uniforme, por tanto la depreciación que nos permitirá llegar al costo horario de la maquina se obtendrá en base a la fórmula 1 del capítulo 2:

$$Da = \frac{Ci - Vd}{Tu}$$

Los equipos y herramientas a depreciar son aquellos de los cuales se va a obtener el costo hora y son los que se utilizan para los trabajos del laboratorio.

- Equipo para Oxicorte y Suelda Oxiacetilénica



Figura 3.1 Equipo para oxicorte

- Cilindros de Gases



Figura 3.2 Cilindros

- Hobart (SAW y automática, FCAW Y GMAW)



Figura 3.3 Máquina HOBART

- Inversores Miller XMT 300 CC DC Inverter Arc Welder



Figura 3.4 Inversor Miller

- Amoladora 2Kw.



Figura 3.5 Amoladora 2KW

- Amoladora 0,8 Kw.



Figura3.6 Amoladora 0,8 KW

- Máquina para ensayos de doblado



Figura 3.7 Máquina para Ensayo de Doblado

- Implementos para los procesos



Figura 3.8 Implementos para Procesos

- Horno para electrodos de bajo hidrógeno



Figura 3.9 Horno para electrodos

- Equipo de seguridad



Figura 3.10 Equipo de Seguridad

- Herramientas varias



Figura 3.11 Herramientas Varias

La vida útil que considera el Laboratorio para renovar equipos y por tanto tecnología es de cinco años ya que como todos conocemos esta avanza día a día.

El valor de deshecho de la maquinaria actual es cero pues en algunos casos esta en opera desde hace más de 20 años, y en otros no se podría venderlas en un valor adecuado.

3.2 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE SOLDADURA

Para determinar el costo de soldadura requiere un conocimiento exacto de los precios de los insumos (consumibles), costo de la maquinaria, materiales base, es decir de todos los parámetros que intervienen en la realización del trabajo para lo cual se ha visitado varios sitios de distribución de los implementos y demás antes mencionados para obtener las pro-formas necesarias. **(Anexos 1 y 2)**

Por otro lado se necesita de una persona que presencie y recolecte datos operacionales del trabajo, así como también tomar en cuenta las tareas de inspección. Por tanto se requiere datos de los siguientes aspectos:

- Materiales base y consumibles
- Tiempo de utilización de máquinas y herramientas
- Tiempo empleado de Mano de Obra Directa e Indirecta
- Pre calentamiento, corte, análisis, etc.

3.2.1 RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN

Para llegar a la recolección de datos indicados anteriormente, se participó en una serie de trabajos realizados por el laboratorio, los cuales sirven para levantar la base de datos, estos son:

3.2.1.1 Cortes Oxiacetilénicos

Los cortes oxiacetilénicos son los cortes que se realizan en el laboratorio generalmente para extraer probetas para ensayos.

3.2.1.1.1 Corte en placa de ¼ pulgada o 6,4 milímetros de espesor

En este trabajo uno de los parámetros más importantes es el flujo de oxígeno y acetileno el cual se determina mediante la presión observada en los manómetros y luego transformar a litros por minuto.

Pero para ello se requiere de la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Datos para el corte a mano y máquina de acero bajo carbono limpio, sin precalentamiento¹³

UNIDADES DEL SI							
Espesor del acero mm	Diámetro del orificio de corte, mm	Velocidad de corte mm/s	Flujo de gas, L/min				
			Oxígeno de cortar	Acetileno	MPS	Gas natural	Propano
3,2	0,51 - 1,02	6,8 - 13,5	7,2 - 21,2	2 - 4	2 - 4	4 - 12	2 - 5
6,4	0,76 - 1,52	6,8 - 11,0	14,2 - 26,0	2 - 4	2 - 5	4 - 12	2 - 6
9,5	0,76 - 1,52	6,4 - 10,1	18,9 - 33,0	3 - 5	2 - 5	5 - 12	3 - 7
13	1,02 - 1,52	5,1 - 9,7	26,0 - 40,0	3 - 5	2 - 5	7 - 14	3 - 8
19	1,14 - 1,52	5,1 - 8,9	47,2 - 70,9	3 - 6	2 - 5	7 - 14	3 - 9
25	1,14 - 1,52	3,8 - 7,6	51,9 - 75,5	4 - 7	4 - 7	8 - 17	4 - 9
38	1,52 - 2,03	2,5 - 5,9	51,9 - 82,6	4 - 8	4 - 8	9 - 17	4 - 10
51	1,52 - 2,03	2,5 - 5,5	61,4 - 89,6	4 - 8	4 - 8	9 - 19	4 - 10
76	1,65 - 2,16	1,7 - 4,7	89,6 - 142	4 - 9	4 - 10	10 - 19	5 - 11
102	2,03 - 2,29	1,7 - 4,2	113 - 170	5 - 10	4 - 10	10 - 19	5 - 11
127	2,03 - 2,41	1,7 - 3,4	127 - 170	5 - 10	5 - 10	12 - 24	5 - 12
152	2,41 - 2,67	1,3 - 3,0	123 - 236	5 - 12	5 - 12	12 - 24	6 - 19
203	2,41 - 2,79	1,3 - 2,1	217 - 293	7 - 14	10 - 19	14 - 30	7 - 15
254	2,41 - 2,79	0,85 - 1,7	274 - 331	7 - 17	10 - 19	16 - 33	7 - 15
305	2,79 - 3,30	0,85 - 1,7	340 - 401	9 - 19	15 - 29	20 - 75	10 - 22

¹³ Manual de Soldadura; Octava edición; México; 1996

En base a la Tabla 3.1 podemos establecer el flujo con el que se está trabajando y mediante el tiempo promedio conoceremos el tiempo que requiere cortar una determinada longitud de 9 pulgadas (230 mm.) y 6 mm. de espesor. (Tabla 3.2)

Tabla 3.2 Tiempo y flujos requerido para el corte de acero de 6,4mm. de espesor

Espesor del material [mm.]	Longitud [pulgadas]	Longitud mm.	Tiempo [minutos]	Tiempo [h]
6	9	230	2,5	0,042
6	9	230	2,5	0,042
6	9	230	2,5	0,042
6	9	230	2,5	0,042
Promedio de tiempo por cada 9 pulg.			2,5	0,042

Los cortes con el equipo oxiacetilénico requieren de una limpieza. En la Tabla 3.3 se resume el tiempo que son utilizados para una distancia de 36 pulgadas, aproximadamente 1 metro. Para el caso del tiempo de utilización de la maquinaria, incrementar el 20% al resultado de la Tabla 3.2 puesto que se necesita calibrar y con esto se incrementan los flujos de oxígeno y acetileno.

Tabla 3.3 Requerimientos para la Limpieza de Cortes.

Longitud [m]	Tiempo máquina oxicorte [h]	Tiempo amoladora [h]	No. de discos de desbaste
1	0,2	0,5	1

Con los datos del tiempo requerido para cada actividad, determinamos el tiempo de mano de obra, tiempo de utilización de implementos de procesos y el tiempo de utilización del equipo de protección.

La Tabla 3.4 nos presenta la hoja de cálculo utilizada para determinar el costo del corte con el equipo de oxicorte.

Tabla 3.4 Hoja de cálculo para la determinación del costo real de cortes oxiacetilénicos para e = 6,4mm.

MAQUINARIA				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	Costo Final [USD]
Equipo para oxicorte y suelda (OAW)*	0,3		0,2	0,12
FLUJOS				
	<i>Costo [USD/l]</i>	<i>Flujo [l/min]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Acetileno AGA	0,01929	2,0	0,2	0,93
O2 AGA	0,00464	14,2	0,2	1,58
LIMPIEZA				
	<i>Costo unidad [USD]</i>		<i>Unidades</i>	
Disco grande de desbaste	3,6		1	3,61
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Amoladora 2Kw incluido carbonos	0,7		0,5	0,35
MANO DE OBRA				
	<i>Costo hora [USD]</i>		<i>Número de horas</i>	
Sr. César Argüello	3,8		0,7	2,63
Ing. Gabriel Velasteguí	5,0		0,7	3,50
EQUIPO DE PROTECCIÓN				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Equipo de Seguridad Industrial	0,3		1,4	0,37
IMPLEMENTOS PARA LOS PROCESOS				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Implementos para los Procesos	0,6		0,7	0,40
			COSTO FINAL	9,99

Como se puede observar en la tabla el Costo Final del corte para un espesor de 6,4mm. y una longitud de 1 metro es de 9,99 USD costo que se maneja en la actualidad en el laboratorio.

3.2.1.121 Corte en placa de 1/2 pulgada o 13 milímetros de espesor

Basados en los fundamentos tales como la determinación de flujos mediante la tabla 3,1 y tiempo de utilización de los mismos, creamos la hoja de cálculo para la determinación del costo de corte oxiacetilénico por metro para un espesor de 13mm. Tabla 3.5

Es necesario mencionar que absolutamente todos los parámetros que intervienen en el cálculo del costo anterior tales como tiempo de utilización de la máquina para oxicorte, flujo de oxígeno y acetileno, tiempo requerido de la amoladora, número de discos consumidos para la limpieza son necesarios tomar en cuenta en este espesor ya que se trata del mismo trabajo pero en un espesor más grande.

Igualmente como en el caso anterior, el costo que se obtiene como resultado en esta hoja de cálculo es para un metro.

En los dos casos el costo obtenido incluye la limpieza de las probetas puesto que al momento de realizar el corte estas poseen escoria para lo cual se requiere el uso de la amoladora con discos de desbaste o corte y herramientas varias tales como cepillos.

Tabla 3.5 Hoja de cálculo para la determinación del costo real de cortes oxiacetilénicos para e = 12mm.

MAQUINARIA				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	Costo Final [USD]
Equipo para oxicorte y suelda (OAW)*	0,31		0,35	0,22
FLUJOS				
	<i>Costo [USD/l]</i>	<i>Flujo [l/min]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Acetileno AGA	0,02	3,0	0,35	2,43
O2 AGA	0,00	26,0	0,35	5,07
LIMPIEZA				
	<i>Costo unidad [USD]</i>		<i>Unidades</i>	
Disco grande de desbaste	3,61		1	3,61
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Amoladora 2Kw incluido carbones	0,71		0,5	0,35
MANO DE OBRA				
	<i>Costo hora [USD]</i>		<i>Número de horas</i>	
Sr. César Argüello	3,75		0,85	3,19
Ing. Gabriel Velasteguí	5,00		0,85	4,25
EQUIPO DE PROTECCIÓN				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Equipo de Seguridad Industrial	0,26		1,7	0,45
IMPLEMENTOS PARA LOS PROCESOS				
Implementos para los Procesos	0,57		0,85	0,49
			COSTO FINAL	15,80

A través de este estudio demostramos que el valor que se está cobrando en el laboratorio de soldadura están dentro del costo actual.

3.2.1.1 Calificación de Procedimiento

Corresponde a una calificación de procedimiento solicitada bajo la norma API1104 en tubería de 6 pulgadas de especificación API 5L grado B, cédula 40 (6mm.) Para cumplir con esta tarea, de acuerdo a la norma API1104 se establece el número de ensayos requeridos, los mismos que son en función del diámetro y del espesor, de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 3.6 Tipo y Número de Probetas para Prueba de Calificación de Procedimiento ¹⁴

Diámetro externo de la tubería		Número de Probetas					Total
Pulgadas	Milímetros	Resistencia a la Tracción	Rotura con muesca	Doblado de Raíz	Doblado de Cara	Doblado Lateral	
Espesor <=0.500 in. (12.7 mm)							
< 2.375	<60.3	0 ^b	2	2	0	0	4 ^a
2.375-4.500	60.3-323.9	0 ^b	2	2	0	0	4
>4.500-12.750	114.3-323.9	2	2	2	2	0	8
>12.750	>323.9	4	4	4	4	0	16
Espesor >0.500 in. (12.7 mm)							
<=4.500	<=114.3	0 ^b	2	0	0	2	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	0	0	4	8
>12.750	>323.9	4	4	0	0	8	16

^a Una probeta de rotura con muesca (NB) y una de doblado de raíz se deben extraer de cada dos pruebas de soldadura, o para tubería menor o igual a 1,315 pulgadas (3,34 milímetros) en diámetro, una probeta de sección completa debe ser extraída para prueba de resistencia a la tracción.

¹⁴ Welding of Pipelines and Related Facilities; U.S.; 1999 (API 1104)

^b Para materiales con especificación de fluencia mínima mayor que 42,000 psi (290 MPa), se requiere mínimo una probeta de resistencia a la tracción.

Del análisis de la tabla anterior determinamos el tipo y número de probetas a realizarse, en este caso se requieren de 8 probetas para calificar el procedimiento, en vista a la solicitud de trabajo especificada, la necesidad de calificar el procedimiento y dos soldadores que realizaron juntos la soldadura.

Adicionalmente para la preparación de probetas se exige una longitud mínima de 9" (230 mm), pero para facilitar el acople a la máquina de tracción es recomendable que tengan una longitud de 12" (300mm).

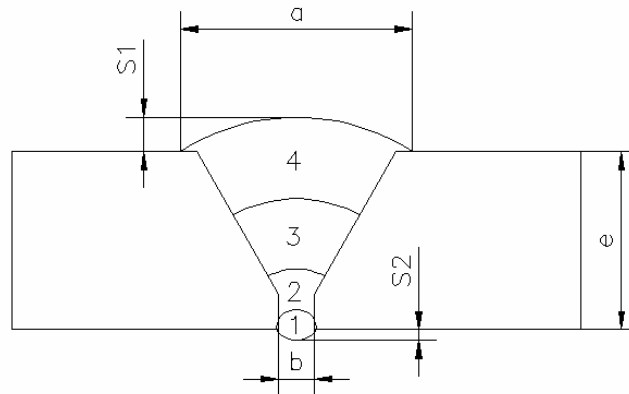


Figura 3.12 Probetas extraídas

Con base en la información anterior se procede a detallar a continuación cada una de las etapas para la Calificación de Procedimientos y Calificación de Soldadores.

3.2.1.1.1 Biselado

El bisel tiene que presentar un ángulo de 30°, es decir, que la junta queda con un ángulo de 60° y los cordones de soldadura se ubican como se indica en la figura 3.13.



S1	sobremonta
a	ancho del cordón
e	espesor del material base
b	separación de la raíz
S2	profundidad de la penetración

Figura 3.13 Bisel y posición de los cordones de soldadura

La realización del bisel implica los parámetros que se indican en la Tabla 3.8 cabe mencionar que estos datos son obtenidos para una placa y la junta está conformada por dos.

Tabla 3.7 Preparación del bisel

Tipo de bisel	Tipo de disco	Cantidad de discos	Uso amoladora [horas]
En V, con talón	Desbaste	1	0,5

3.2.1.1.2 Fijación

La posición 6G necesita ser fijada con la mesa de trabajo, para lo que son indispensables: 3 elementos de sujeción que se obtienen de ángulos de 2" x 3 milímetros de espesor y de una longitud de 600 milímetros, electrodos E6010 y, el

tiempo empleado por el inversor miller 300 cc con proceso SMAW en este caso, lo cual se detalla en la tabla 3.8

Tabla 3.8 Datos de consumo y tiempo para fijación

No.	Clasificación	Diámetro	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]
1	E6010	1/8"	0,01	82	27
2	E6010	1/8"	0,02	82	27
3	E6010	1/8"	0,02	82	27
			0,05		

No. de ángulos de 2 x 3 [pulg. x mm.]
2

El tiempo requerido para fijar la tubería es 0,05 hora, este tiempo es el que se utiliza el inversor miller para el proceso SMAW.

3.2.1.1.3 Calibración de la maquinaria

Este es un proceso en el cuál el soldador prueba la máquina con diferentes corrientes y voltajes hasta que esta quede completamente calibrada, es decir lista para realizar la calificación, a la vez que el soldador practica. Esto lo realiza en placas ya utilizadas (chatarra). A medida que se realizan las cuatro capas todo varía, desde el tipo de electrodo, hasta el voltaje y la corriente con lo que se trabaja por lo tanto la tabla 3.10 sólo se aplica a la primera capa o pase de raíz.

Tabla 3.9 Consumo y tiempo para la calibración de la máquina

No. de electrodos	Tipo de electrodo	Proceso	Tiempo de uso de la máquina [h]	Voltaje obtenido [V]	Intensidad Obtenida[A]
3	E6010	SMAW	0,05	27	82

3.2.1.1.4 Capas de soldadura

Para calificar un procedimiento y/o soldador se requieren 4 pases de soldadura, los inspectores de soldadura desde la primera capa pueden ya calificar al soldador y/o procedimiento, pues cada una tiene que presentar características propias.

Pase de Raíz

Debido a que este es la base de los demás se lo considera de mucha importancia en la soldadura, requiere de una buena penetración. La mayor parte de los defectos se localizan aquí por lo que se requiere mucho cuidado para realizarlo. Así en la tabla 3.11 se observa el número exacto de electrodos que se utilizan y parámetros establecidos.

Tabla 3.10 Datos para pase de raíz

No.	Clasificación	Diámetro	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]	Limpieza	Tiempo [h]
1	E6010	1/8"	0,015	82	27	Amoladora	0,006
2	E6010	1/8"	0,014	82	27	Amoladora	0,01
3	E6010	1/8"	0,015	82	27	Amoladora	0,008
4	E6010	1/8"	0,017	82	27	Amoladora	0,14
			0,061				0,16

Pase en Caliente

Una vez culminado el primer pase o pase de raíz se inicia con el pase en caliente tomando en cuenta que el lapso de tiempo entre pase y pase tiene que ser mínimo.

Calibración de la máquina para el pase en caliente o segunda capa tabla 3.12

Tabla 3.11 Datos para la calibración de la máquina para el pase en caliente

No. de electrodos	Tipo de electrodo	Proceso	Tiempo de uso de la máquina [h]	Voltaje obtenido [V]	Intensidad Obtenida[A]
1	E6010	SMAW	0,02	27-30	82-83

La tabla 3.13 nos presenta el número de electrodos utilizados, el tiempo de utilización del inversor miller 300 cc y con que corriente trabajó, así como también con que se realizó la limpieza.

Tabla 3.12 Datos para el pase en caliente

No.	Clasificación	Diámetro	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]	Limpieza	Tiempo [h]
1	E6010	1/8"	0,01	82-83	27-30	Grata	0,006
2	E6010	1/8"	0,01	82-83	27-30	Grata	0,007
3	E6010	1/8"	0,02	82-83	27-30	Grata	0,07
4	E6010	1/8"	0,007	82-83	27-30	Grata	0,017
			0,047				0,1

Pase en Relleno

Con este pase se inicia el llenado del espesor total de la junta.

Calibración de la máquina para el pase de relleno o tercera capa. Tabla 3.14

Tabla 3.13 Datos para la calibración de la máquina para el pase de relleno

No. de electrodos	Tipo de electrodo	Proceso	Tiempo de uso de la máquina [h]	Voltaje obtenido [V]	Intensidad obtenida[A]
1	E7018	SMAW	0,02	28-30	115-120

La tabla 3.15 contiene los elementos con los parámetros necesarios para realizar el pase de relleno.

Tabla 3.14 Datos para el pase de relleno

No.	Clasificación	Diámetro	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]	Limpieza	Tiempo [h]
1	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,005
2	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,003
3	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,02
4	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,004
5	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,04
			0,1				0,072

Pase de Presentación

Como su nombre lo indica este es el pase que se va a presentar debido a que es aquel que se encuentra a la vista.

Es importante también porque es aquí donde los defectos tales como mordedura suelen presentarse.

Calibración de la máquina para el pase de presentación o última capa **Tabla 3.15**

Tabla 3.15 Datos para la calibración de la máquina para el pase de presentación

No. de electrodos	Tipo de electrodo	Proceso	Tiempo de uso de la máquina [h]	Voltaje Obtenido [V]	Intensidad Obtenida[A]
1	E7018	SMAW	0,03	28-31	115-121

La 3.17 contiene los elementos con los parámetros necesarios para realizar el pase de relleno.

Tabla 3.16 Datos para el pase de presentación

No.	Clasificación	Diámetro	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]	Limpieza	Tiempo [h]
1	E7018	1/8"	0,018	115-120	28-30	Grata	0,004
2	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,009
3	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,04
4	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,006
5	E7018	1/8"	0,02	115-120	28-30	Grata	0,02
6	E7018	1/8"	0,03	115-120	28-30	Grata	0,004
7	E7018	1/8"	0,005	115-120	28-30	Grata	0,04
			0,14				0,13

En la Tabla 3.18 hacemos una recopilación de los datos de la calibración de la máquina en cada capa para obtener un total especialmente en el tiempo de utilización de la maquinaria.

Tabla 3.17 Datos recopilados de la calibración de la máquina proceso SMAW en las cuatro capas.

No. de electrodos	Clasificación	Diámetro	Capa	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]
3	E6010	1/8"	1era	0,05	82	27
1	E6010	1/8"	2da	0,02	82-83	27-30
1	E7018	1/8"	3era	0,02	115-120	28-30
1	E7018	1/8"	4ta	0,03	115-120	28-30
				0,12		

El valor que se encuentra resaltado al final de cada tabla en la columna de Tiempo en horas se refiere al tiempo total de utilización de la máquina.

Una vez culminados los pases de soldadura, se retira las placas de respaldo con la ayuda de un martillo, el mismo que se encuentra depreciado en la lista de herramientas varias. El tiempo requerido es de 10 minutos.

3.2.1.1.5 Corte de probetas

Las probetas que se requieren son las siguientes:

- Dos para ensayo de doblado de cara (DC).



Figura 3.14 Ensayo de doblado de cara

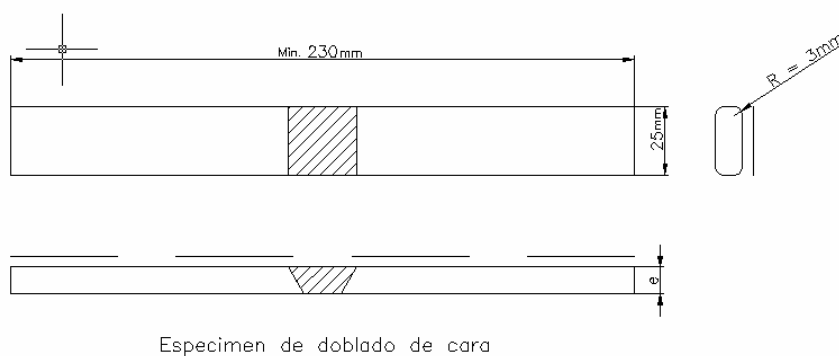


Figura 3.15 Esquema de la probeta de doblado de cara

- Dos para ensayo de doblado de raíz (DR)



Figura3.16 Ensayo de Doblado de Raíz

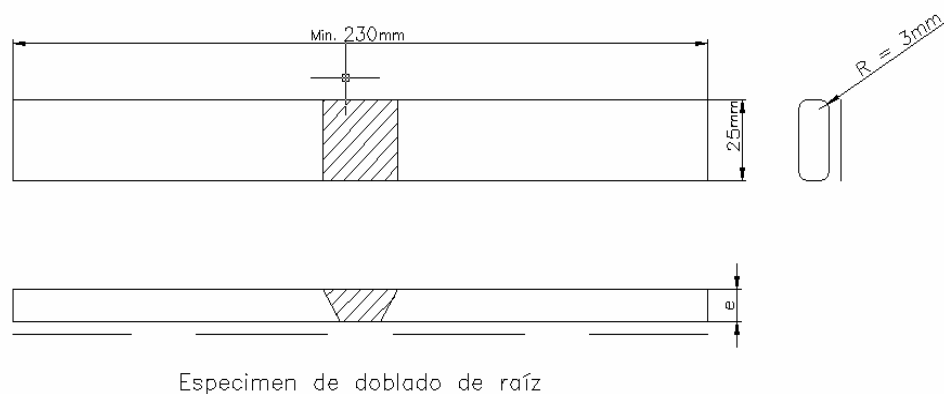


Figura 3.17 Esquema de la probeta de doblado de raíz

- Dos para ensayo de rotura con muesca (NB)



Figura 3.18 Ensayo de Rotura con Muesca (NB)

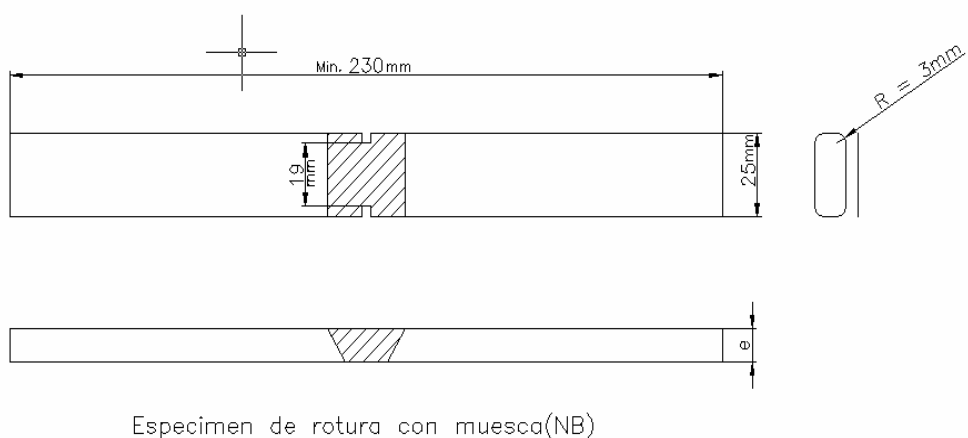


Figura 3.19 Esquema de la probeta de rotura con muesca

- Dos para ensayo de tracción (T)



Figura 3.20 Probetas para el ensayo de resistencia a la tracción

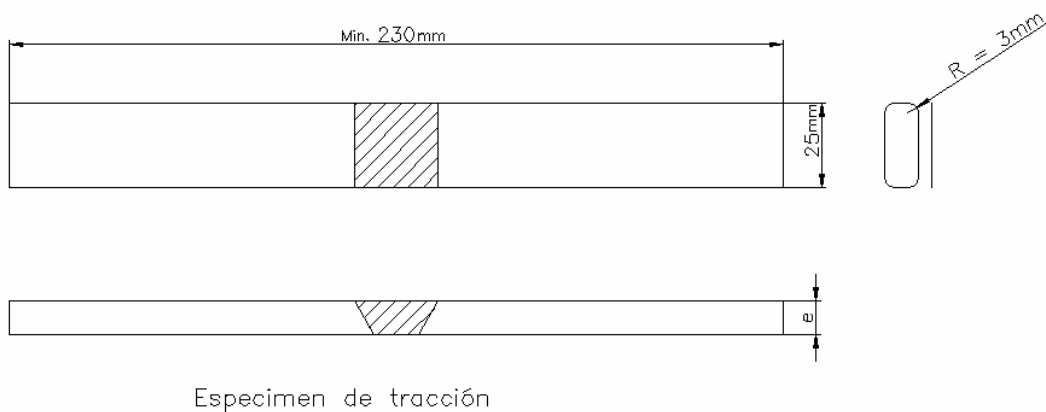


Figura 3.21 Esquema de la probeta para ensayo de resistencia a la tracción

Las ensayos de: doblado de cara, doblado de raíz y rotura con muesca se la realiza en el laboratorio de soldadura con el equipo para ensayos de doblado, mientras que los ensayos de tracción se lo realiza en el Laboratorio de Análisis y Esfuerzos con un valor de 30 USD + IVA por cada probeta.

Es importante indicar que en las mismas probetas que se realiza la calificación de procedimiento, se realiza la calificación de soldador, con la única diferencia que para esta se requieren sólo 6 probetas como pudimos apreciar en la tabla y en la tabla, en las que nos indica que para calificar el soldador no se requiere de las dos probetas para el ensayo de tracción.

3.2.1.1.6 Preparación de probetas para ensayos

Se inicia con la limpieza de probetas, lo que comprende la eliminación de la escoria existente.

Es necesario preparar las 8 probetas. La tabla 3.19 nos indica los materiales y el tiempo requerido para las mismas.

Tabla 3.18 Limpieza de Probetas

Probetas	No. de probetas	Número de discos	Tipo	Tiempo amoladora [h]
DC, DR, NB y T	8	2	Desbaste	1,14

Los datos de la **tabla 3.18** son tomados en cuenta para determinar el costo de cada ensayo que realiza el laboratorio de soldadura.

Las herramientas, materiales consumibles y tiempo que requieren las probetas para ser preparadas y limpiadas se detalla en la **Tabla 3.18**

3.2.1.1.7 Ensayos

Los ensayos de doblado de cara (DC), doblado de raíz (DR) y rotura con muesca (NB) son realizados en el Laboratorio de Soldadura.

En la tabla 3.20 se muestra el tiempo requerido de la maquinaria y mano de obra para los ensayos mencionados anteriormente.

Tabla 3.19 Ensayos

Probetas	No. de probetas	Tiempo equipo de doblado [h]	Mano de Obra [h]	Tiempo herramientas Varias [h]
DC y DR	8	0,40		
NB	2		0,5	0,5

Con los datos de la tabla 3.20 ya podemos determinar el costo de ensayos que se realizan en el laboratorio de soldadura.

El costo de cada ensayo que se realiza en el Laboratorio de Soldadura es de 9,10 USD + IVA.

El ensayo de Tracción (T) es realizado en el Laboratorio de Análisis y Esfuerzos con un precio de 30 USD + IVA por cada probeta, como ya observamos en la tabla 3.1 de este capítulo, se requieren dos probetas. El valor final es de 60 USD + IVA.

3.2.1.1.8 Informe

El informe lo realizan los ingenieros que califican el procedimiento, en este caso son: el ingeniero Homero Barragán con la asistencia del ingeniero Gabriel Velasteguí.

La elaboración del mismo toma alrededor de 1 día de trabajo lo que equivale a 8 horas, este tiene que ser firmado por el jefe del Laboratorio, en nuestro caso es el Ingeniero Homero Barragán.

Para nuestra hoja de cálculo los valores que intervienen son: la depreciación del computador y el número de impresiones que se obtienen.

Esta calificación de soldador y/o procedimiento toma 3 días siendo el tercero el día que se realiza el informe.

El número de horas al día de trabajo son 8, por lo que la mano de obra del señor César Argüello (soldador) es de 16 horas, la mano de obra de los ingenieros: Homero Barragán y Gabriel Velasteguí (inspectores) es de 24 horas.

Los costos de la mano de obra se detallan en el anexo 2.

Finalmente para determinar el costo se deberá tomar en cuenta el costo hora del equipo de seguridad que utilizó el soldador y los inspectores de soldadura.

Basados en el tiempo requerido de la mano de obra durante la operación, se concluye con el tiempo de equipo de seguridad e implementos para los procesos, en este caso son 16 horas debido a que 2 días nos toma la realización de cordones, extracción de probetas, limpieza de probetas y ensayos. Tabla 3.21

Tabla 3.20 Mano de Obra

No. de días operación en el laboratorio	No. de días para informe	Total [días]	Horno para electrodos [horas]
2	1	3	1

Poniendo en consideración cada uno de los datos obtenidos y con los precios actuales del material base, mano de obra y los gastos indirectos de fabricación se elabora la hoja de cálculo Tabla 3.22, la misma que contiene fórmulas y está ligada a las diferentes hojas para poder calcular el Costo Real, así podremos cambiar cualquier dato que se requiera y obtener el costo.

Tabla 3.21 Hoja de cálculo para la determinación del costo real de calificación de procedimiento

MATERIAL BASE			
	<i>Costo metro</i> <i>[USD/m. lineal ó m²]</i>	<i>Longitud</i> <i>[m ó m²]</i>	Costo total [USD]
API 5L grado B cédula 40 (tubería 6")	42,34	0,5	21,17
BISELADO			
	<i>Costo hora</i> <i>[USD/hora]</i>	<i>Tiempo de</i> <i>utilización [h]</i>	
Amoladora 2Kw incluido carbonos	0,71	1	0,71
	<i>Costo por</i> <i>unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
Disco grande de desbaste	3,61	2	7,22

FIJACIÓN			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
AGA E6010 - 1/8"	0,09	3	0,27
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
2			
Máquina soldadora HOBART con cilindro (GMAW)	6,64	0,05	0,66
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
Ángulos de 2" ; e=6mm.	3,00	2	6,00
CAPAS DE SOLDADURA			
Calibración para el Pase de Raíz			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
AGA E6010 - 1/8"	0,09	3	0,27
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,05	0,25
PASE DE RAÍZ			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
AGA E6010 - 1/8"	0,09	4	0,35
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,061	0,31
Limpieza			
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
1			
Amoladora 2Kw incluido carbonos	0,71	0,16	0,11
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
Disco grande de desbaste	3,61	0,5	1,81
Calibración para el Pase en Caliente			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
AGA E6010 - 1/8"	0,09	1	0,09
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,02	0,10
PASE EN CALIENTE			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
AGA E6010 - 1/8"	0,09	4	0,35
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,047	0,24

Limpieza			
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
1			
Amoladora 2Kw incluido carbonos	0,71	0,1	0,07
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
Grata trenzada de copa	27,72	0,1	2,77
Calibración para el Pase en Relleno			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
4			
AGA E7018 - 1/8"	0,14	1	0,14
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,02	0,10
PASE DE RELLENO			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
4			
AGA E7018 - 1/8"	0,14	5	0,68
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,1	0,51
Limpieza			
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
1			
Amoladora 2Kw incluido carbonos	0,71	0,072	0,05
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
Grata trenzada de copa	27,72	0,072	2,00
Calibración para el Pase de Presentación			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
4			
AGA E7018 - 1/8"	0,14	1	0,14
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,03	0,15
PASE DE PRESENTACIÓN			
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
4			
AGA E7018 - 1/8"	0,14	7	0,95
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
3			
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54	0,14	0,71

Limpieza			
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
1			
Amoladora 2Kw incluido carbones	0,71	0,13	0,09
	<i>Costo por unidad [USD]</i>	<i>Unidades</i>	
1			
Grata trenzada de copa	27,72	0,13	3,60
DETALLE Y NÚMERO DE PROBETAS DE ACUERDO AL DIÁMETRO Y ESPESOR DE LA TUBERÍA			
ESPESOR ≤0.500 pulg. (12.7 mm)		<i>Unidades</i>	
3		Tracción	
Diámetro de la tubería		2	
>4,500"-12,750" o 114,3-323,9 mm.		Rotura con Muesca	
		2	
		Doblado de Raíz	
		2	
		Doblado de Cara	
		2	
		Doblado Lateral	
		0	
		TOTAL	
		8	
ESPESOR >0.500 pulg. (12.7 mm)		<i>Unidades</i>	
0		Tracción	
Diámetro de la tubería		#N/A	
		Rotura con Muesca	
		#N/A	
		Doblado de Raíz	
		#N/A	
		Doblado de Cara	
		#N/A	
		Doblado Lateral	
		#N/A	
		TOTAL	
		#N/A	
ENSAYOS			
	<i>Costo por probeta [USD]</i>	<i>Número de probetas</i>	
3			
Ensayo Rotura con Muesca (NB)	17,98	2	35,95
2			
Ensayo Doblado de Raíz	17,98	2	35,95
1			
Ensayo Doblado de Cara	17,98	2	35,95
1			
Ensayo de Resistencia a la Tracción (API 1104)	33,60	2	67,20

INFORME			
	<i>Costo hora</i>	<i>Tiempo de</i>	
	<i>[USD/h]</i>	<i>utilización [h]</i>	
1			
Equipo para realizar el informe	1,18	8	9,43
	<i>Costo por hoja</i>	<i>Número de</i>	
	<i>[USD]</i>	<i>hojas</i>	
1			
Insumos de papelería	2,00	5	10,00
MANO DE OBRA			
	<i>Costo por</i>	<i>Número de</i>	
	<i>día [USD]</i>	<i>días requeridos</i>	
1			
Ing. Homero Barragán	80,00	3	240,00
2			
Ing. Gabriel Velasteguí	40,00	3	120,00
3			
Sr. César Argüello	30,00	2	60,00
EQUIPO DE PROTECCIÓN			
	<i>Costo hora</i>	<i>Tiempo de</i>	
	<i>[USD]</i>	<i>utilización [h]</i>	
1			
Equipo de Seguridad Industrial	0,26	64	16,84
IMPLEMENTOS PARA LOS PROCESOS			
	<i>Costo hora</i>	<i>Tiempo de</i>	
	<i>[USD/h]</i>	<i>utilización [h]</i>	
1			
Implementos para los procesos	0,57	24	13,78
HORNO PARA ELECTRODOS			
	<i>Costo hora</i>	<i>Tiempo de</i>	
	<i>[USD/h]</i>	<i>utilización [h]</i>	
1			
Horno para electrodos de bajo hidrógeno	0,63	8	5,08
COSTO FINAL			702,05

El costo final para la Calificación de Procedimiento bajo la norma API 1104 para tubería API 5L grado B cédula 40 de diámetro comprendido entre (4,5 - 12,75) “ (114,3 – 323,9)mm. es 702,05 dólares, costo que se encuentra dentro del rango que actualmente maneja el laboratorio de soldadura, el mismo que puede variar de acuerdo al tipo de empresa con la que se está trabajando, siendo así hemos clasificado en distintas categorías como son:

Tipo A: Gran Empresa o empresas petroleras

Tipo B: Medianas Empresas o empresas metalmeccánicas

Tipo C: Artesanos, talleres o personas particulares.

De acuerdo a la clasificación y al tipo de trabajo se determina el costo, así tenemos que algunas empresas solicitan cierta documentación la cuál es de mucha responsabilidad para el laboratorio y obviamente requiere de tiempo y un análisis más profundo, así es el caso de los diseños de WPS y la calificación respectiva, lo cual implica la responsabilidad que asume el laboratorio de soldadura de la EPN en este trabajo.

3.2.1.2 Calificación de Soldador

La Calificación de Soldador es posible realizar en conjunto con la Calificación de Procedimiento para el soldador que ejecuta el WPS de prueba.

Así también para cumplir con esta tarea, de acuerdo a la norma API1104 se establece el número de ensayos requeridos, los mismos que son en función del diámetro y del espesor, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.22 Tipo y Número de Probetas para Calificación de Soldador en juntas a tope por soldador ¹⁵

Diámetro externo de la tubería		Número de Probetas					
Pulgadas	Milímetros	Resistencia a la Tracción	Rotura con Muesca	Doblado de Raíz	Doblado de Cara	Doblado Lateral	Total
Espesor <=0.500 in. (12.7 mm)							
< 2.375	<60.3	0	2	2	0	0	4 ^a
2.375-4.500	60.3-323.9	0	2	2	0	0	4
>4.500-12.750	114.3-323.9	2	2	2	0	0	6
>12.750	>323.9	4	4	2	2	0	12
Espesor >0.500 in. (12.7 mm)							
<=4.500	<=114.3	0	2	0	0	2	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	0	0	2	6
>12.750	>323.9	4	4	0	0	4	12

¹⁵ Welding of Pipelines and Related Facilities; U.S.; 1999 (API 1104)

^a Para tubería menor o igual a 1.315 pulgadas (33.4 milímetros) en diámetro externo, deben ser hechas probetas de dos soldaduras o una probeta completa para resistencia a la tracción.

Como podemos apreciar en la tabla anterior, para diámetros mayores y comprendidos entre 4,5 – 12,75 pulgadas se necesitan 6 probetas para calificar al soldador.

Este trabajo se lo realiza habitualmente fuera del laboratorio, es decir en el área de la empresa solicitante, por lo que basados en la tabla de la calificación de procedimiento se omite la mayoría de los costos y se requiere de un solo día de trabajo de los inspectores de soldadura quienes viajan al lugar donde está ubicada la empresa, los gastos como pasaje, alimentación y hospedaje en caso de ser necesario, debe asumir la empresa solicitante.

En la siguiente tabla se determina el costo de la calificación de soldador.

Tabla 3.23 Detalle y Número de Probetas de acuerdo al diámetro y espesor de la tubería

DETALLE Y NÚMERO DE PROBETAS DE ACUERDO AL DIÁMETRO Y ESPESOR DE LA TUBERÍA			
ESPESOR ≤0.500 pulg. (12.7 mm)		<i>Unidades</i>	
	3	Tracción	
Diámetro de la tubería		2	
>4,500"-12,750" o 114,3-323,9 mm.		Rotura con Muesca	
		2	
		Doblado de Raíz	
		2	
		Doblado de Cara	
		0	
		Doblado Lateral	
		0	
		TOTAL	
		6	

ENSAYOS			
		<i>Costo por probeta [USD]</i>	<i>Número de probetas</i>
	1		
Ensayo Doblado de Cara	▼	17,98	0
	2		
Ensayo Doblado de Raíz	▼	17,98	2
	3		
Ensayo Rotura con Muescca (NB)	▼	17,98	2
	1		
Ensayo de Resistencia a la Tracción (API 1104)	▼	33,60	2
INFORME			
		<i>Costo hora [USD/h]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>
	1		
Equipo para realizar el informe	▼	1,18	8
	1	<i>Costo por hoja [USD]</i>	<i>Número de hojas</i>
Insumos de papelería	▼	2,00	5
MANO DE OBRA			
		<i>Costo por día [USD]</i>	<i>Número de días requeridos</i>
	1		
Ing. Homero Barragán	▼	80,00	1
	2		
Ing. Gabriel Velasteguí	▼	40,00	1
	3		
Sr. César Argüello	▼	30,00	0
EQUIPO DE PROTECCIÓN			
		<i>Costo hora [USD]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>
	1		
Equipo de Seguridad Industrial	▼	0,26	16
IMPLEMENTOS PARA LOS PROCESOS			
		<i>Costo hora [USD/h]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>
	1		
Implementos para los procesos	▼	0,57	16
HORNO PARA ELECTRODOS			
		<i>Costo hora [USD/h]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>
	1		
Horno para electrodos de bajo hidrógeno	▼	0,63	8
		COSTO FINAL	291,93

El Costo Final tiene que ver con el número de soldadores que se van a calificar, en este caso se ha tomado en cuenta como referencia el trabajo de una sola persona.

Fundamentados en el análisis de la calificación de procedimiento, se determina el costo de la calificación de soldador, el cuál también se encuentra dentro del costo manejado actualmente, Para todos los trabajos se toma en cuenta el tipo de empresa, A, B o C para establecer el costo.

En el costo de esta calificación, la Institución (EPN) ya percibe ganancias por ensayos, costo de personal, elaboración de informes, etc, de lo cual se concluye que existen ingresos significativos para la EPN.

3.2.1.3 Calificación de Material de Aporte

Corresponde a una calificación de electrodo marca PERMANENT ER70S-6 de diámetro 0,9 mm. solicitada bajo la norma AWS A5.18 en acero ASTM A36 de 1/2 pulgada. Para cumplir con esta tarea, de acuerdo a la norma AWS A5.18 se establece el número de ensayos requeridos, análisis químico según los componentes del electrodo como se observa en la Tabla 3.25

Tabla 3.24 Pruebas requeridas bajo la norma AWS A5.18

AWS	Análisis Químico		Pruebas Requeridas ¹⁶				
	Electrodo	Suelda del metal	Prueba de Radiografía	Prueba de Tensión	Prueba Lateral	Prueba de Impacto	Prueba de Hidrógeno Difusible
Electrodos Sólidos							
ER70S-2	Required	Not Required	Required	Required	Not Required	Required	C
ER70S-3	Required	Not Required	Required	Required	Not Required	Required	C
ER70S-4	Required	Not Required	Required	Required	Not Required	Required	C
ER70S-5	Required	Not Required	Required	Required	Not Required	Required	C
ER70S-6	Required	Not Required	Required	Required	Not Required	Required	C
ER70S-7	Required	Not Required	Required	Required	Not Required	Required	C
ER70S-G	Required	Not Required	Required	Required	Not Required	Required	C
Electrodos Compuestos							
E70C-3X	Not Required	Required	Required	Required	Not Required	Required	C
E70C-6X	Not Required	Required	Required	Required	Not Required	Required	C
E70C-G(X)	Not Required	Required	Required	Required	Not Required	Required	C
E70C-GS(X) ^a	Not Required	Not Required	Not Required	Required ^b	Not Required	Not Required	C

^a Propósito solo para pase de soldador.

^b Prueba transversal de tensión. Todos los otros son todas las pruebas de tensión de soldadura que se evalúan.

¹⁶ Specification for Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding; U.S.;1993 (AWS A 5.18)

c La prueba de hidrógeno difusible es opcional, es requerida solo cuando esta especificada por el comprador o cuando el fabricante pone el diseño de hidrógeno difusible en la etiqueta.

Este electrodo se emplea en proceso de soldadura GMAW por lo tanto el equipo de soldar a utilizar es la máquina HOBART

3.2.1.2.1 Análisis Químico

Del análisis de la tabla 3.17 se deduce que se requiere del análisis químico del material de aporte, trabajo que se envía a un Laboratorio de Metalurgia Extractiva con un costo de 130 USD + IVA.

3.2.1.2.2 Biselado

Las placas deberán presentar las siguientes medidas 150 x 300 mm. Biseladas a 22,5° cada una, formando un ángulo de 45° en total.

Tabla 3.25 Preparación del bisel

Tipo de bisel	Mano de Obra[h]	Tipo de disco	Cantidad de discos	Uso de amoladora [h]
En V, con talón	1	Desbaste	1	0,5

3.2.1.2.3 Fijación

Es necesario colocar placas de respaldo para evitar que el material base se desalinee, las placas de respaldo son residuos de acero, las placas son fijadas mediante proceso SMAW y con electrodos E6010 En la Tabla 3.25

Tabla 3.26 Datos de consumo y tiempo para fijación

No.	Clasificación	Diámetro	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]
1	E6011	1/8"	0,017	82	27
2	E6011	1/8"	0,017	82	27
3	E6011	1/8"	0,016	82	27
			0,05		

3.2.1.2.4 Calibración de la maquinaria y precalentamiento del material base

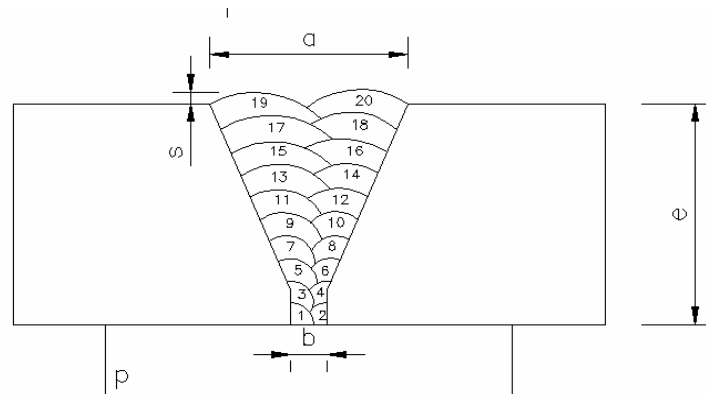
La calibración de la maquinaria es un proceso en el cuál el soldador prueba la máquina con diferentes corrientes, voltajes y velocidades hasta lograr los parámetros requeridas y la misma esté en condiciones de realizar los cordones, es decir lista para realizar la calificación, a la vez que el soldador se prepara.

Esto lo realiza en placas ya utilizadas (chatarra). En cuanto al material de aporte no nos representa un costo puesto que la empresa solicitante envía un rollo del material. El tiempo de utilización de la máquina en la calibración será considerado al final, puesto que el tiempo que esta este trabajando durante la realización de todos los cordones de soldadura se toma como referencia, aunque no esté realizando los cordones, esta consumiendo energía eléctrica.

En este caso es necesario precalentar el material base para lo que se requiere el equipo de oxicorte con sus respectivos gases durante un tiempo de 0,2 de hora.

3.2.1.2.5 Realización de cordones

Para calificar el material de aporte según la norma AWS 5.18 en este caso fueron necesarios 20 cordones de soldadura como se puede apreciar en la Figura 3.21, los inspectores de soldadura desde realización del primer cordón califican el material de aporte y observando las características que este presenta.



a	ancho de cordón
s	sobremonta
b	separación de la raíz
e	espesor del material base
p	placa de respaldo

Figura 3.22 Cordones de soldadura en la Calificación de Material de Aporte

Tabla 3.27 Datos para la obtención de cordones

No. de cordón	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]	Limpieza con Grata [h]
1	0,015	160-167	28	0,003
2	0,015	163-168	28	0,003
3	0,015	163-168	28	0,003
4	0,015	163-168	28	0,002
5	0,015	163-168	28	0,004
6	0,016	163-168	28	0,003
7	0,015	163-168	28	0,006
8	0,015	163-168	28	0,003
9	0,015	163-168	28	0,003
10	0,015	163-168	28	0,003
11	0,015	163-168	28	0,004
12	0,014	163-168	28	0,005
13	0,016	163-168	28	0,002
14	0,015	163-168	28	0,002
15	0,015	163-168	28	0,002
16	0,016	163-168	28	0,006

No. de cordón	Tiempo [h]	Intensidad [A]	Voltaje [V]	Limpieza con Grata [h]
17	0,015	163-168	28	0,004
18	0,015	163-168	28	0,003
19	0,015	163-168	28	0,004
20	0,015	163-168	28	0,004
TOTAL	0,31			0,07

El valor que se encuentra resaltado al final de cada tabla en la columna de tiempo en horas se refiere al tiempo total de utilización de la máquina.

El valor 0,31 multiplicar por 5 puesto que el tiempo total de utilización es de 3 horas pero como en el costo de utilización de máquinas en la hoja de cálculo el costo final se multiplica por 2 automáticamente así obtendremos las 3 horas.

Para la realización de cordones es necesario que el material base mantenga una temperatura constante de 150°C, se requiere del equipo de corte oxiacetilénico para en un inicio calentar el material base, y en lo posterior el material base se calienta obteniendo temperaturas superiores a los 150 °C razón por la cual el soldador tiene que esperar hasta que baje la temperatura y continuar, para saber a que temperatura se encuentra el material base se requiere del termómetro láser, el cual se encuentra depreciado en la lista de implementos para los procesos.

Una vez culminados los pases de soldadura, se retira las placas de respaldo con la amoladora para lo cual se utiliza esta con un disco de corte, 1 electrodo E6011 y el inversor miller con proceso SMAW. Tabla 3.29

Tabla 3.28 Máquinas y herramientas utilizadas durante la realización de cordones

Equipo para oxicorte [h]	Amoladora con disco [h]	Implementos para Procesos [h]	Electrodo E6011	Proceso SMAW [h]
0,003	0,004	3	1	0,001

3.2.1.2.6 Radiografía

La norma requiere de la radiografía de los cordones realizados. El Laboratorio de Ensayos No Destructivos realiza este tipo de trabajo con un costo de 70 USD + IVA.

3.2.1.2.7 Corte de probetas

Esta probeta es cortada mediante el equipo de oxicorte durante el tiempo que se muestra en la Tabla 3.28

Tabla 3.29 Tiempo requerido para cortar la probeta

Tiempo de utilización del equipo de oxicorte [h]
0,003

3.2.1.2.8 Obtención de probetas

En el Laboratorio de Análisis de Esfuerzos obtendrán las 5 probetas para el ensayo de impacto y 1 probeta para el ensayo de tracción.

El costo total del trabajo de ensayos es 135USD + IVA, desglosándose así:
Cada probeta de impacto tiene un costo de 15USD + IVA, mientras que el ensayo de tracción cuesta 60USD + IVA.



Figura 3.23 Probeta de Tracción para la Norma AWS 5.18

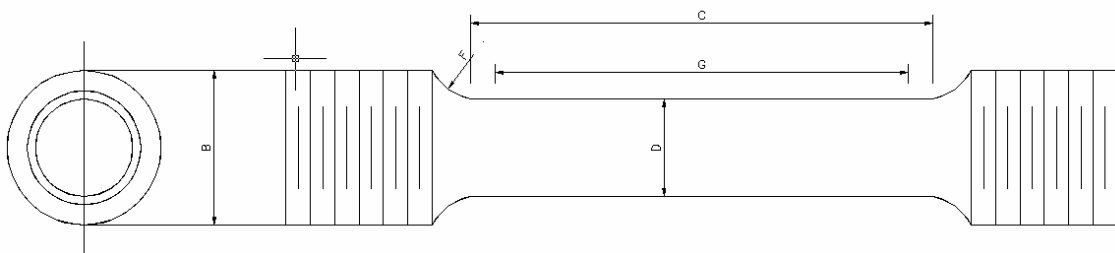


Figura 3.24 Esquema de la probeta de tracción



Figura 3.25 Probeta de Prueba de Impacto

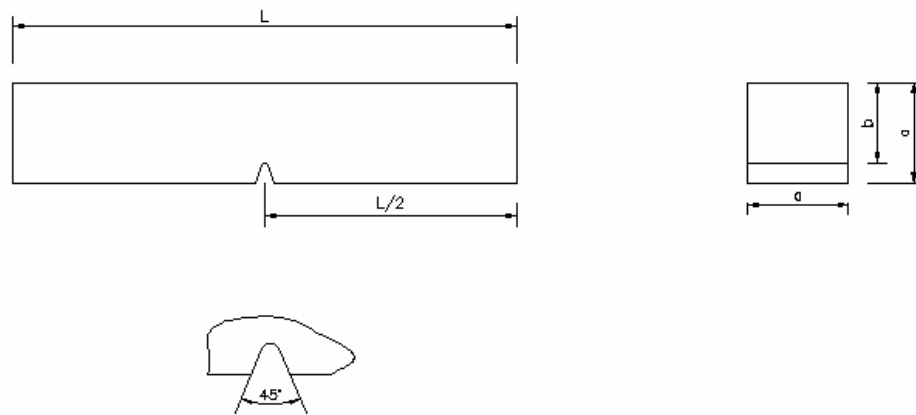


Figura 3.26 Esquema de la probeta para prueba de impacto

3.2.1.2.8 Informe

Una vez que se conoce el resultado de cada una de las pruebas anteriormente se procede a la elaboración del informe para el cuál se emplea un día de trabajo de los inspectores.

Es importante indicar que para esto se requiere de un computador con impresora y una cámara de fotos, las mismas que tienen que ser depreciadas e insumos de papelería.

Una vez conocidos con exactitud todos los datos, se elabora la hoja de cálculo de calificación de material de aporte (Tabla 3.31) la cuál se encuentra en Microsoft Excel para la manipulación de fórmulas y costos en caso de ser necesario.

Tabla 3.30 Hoja de Cálculo para determinar el Costo Real de Calificación de Material de Aporte

MATERIAL BASE				
	<i>Costo metro</i> [USD/m. lineal ó m ²]		<i>Area</i> [m ó m ²]	Costo total [USD]
ASTM A36 (1220x1440) mm ² ; e=(1/2")	180,37		0,045	8,12
BISELADO				
	<i>Costo hora</i> [USD/hora]		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Amoladora 2Kw incluido carbones	0,71		1	0,71
	<i>Costo por unidad [USD]</i>		<i>Unidades</i>	
DISCO GRANDE DE DESBASTE	3,61		2	7,22
FIJACIÓN				
	<i>Costo por unidad [USD]</i>		<i>Unidades</i>	
AGA E6011 - 1/8"	0,09		3	0,28
	<i>Costo hora</i> [USD/hora]		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW)	2,54		0,05	0,25
PRECALANTAMIENTO DEL MATERIAL BASE				
	<i>Costo hora</i> [USD/hora]		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Equipo para oxicorte y suelda (OAW)*	0,31		0,5	0,31
	<i>Costo</i> [USD/lt]	<i>Flujo</i> [lt/min]	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
O2 AGA	0,00	18,90	0,5	5,26
Acetileno AGA	0,02	3,00	0,5	3,47
REALIZACIÓN DE CORDONES				
	<i>Costo hora</i> [USD/hora]		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Máquina soldadora HOBART (GMAW)*	6,64		3	39,87
	<i>Costo</i> [USD/lt]	<i>Flujo</i> [lt/min]	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
CO2	0,00	20,00	3	24,19
LIMPIEZA DE CORDONES				
	<i>unidad [USD]</i>			
GRATA TRENZADA DE COPA	27,72		0,1	2,77

RETIRO DE PLACAS DE RESPALDO				
	<i>Costo hora [USD/hora]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
Inversor MILLER XMT 300 CC (SMAW) ▼	2,54		0,02	0,10
	<i>Costo por unidad [USD]</i>		<i>Unidades</i>	
AGA E6011 - 1/8" ▼	0,09		2	0,19
ENSAYOS				
	<i>Costo por probeta [USD/hora]</i>		<i>Total probetas [h]</i>	
Análisis Químico (AWS 5.18) ▼	145,60		1	145,60
	<i>Costo por probeta [USD/hora]</i>		<i>Total probetas [h]</i>	
Radiografía (AWS 5.18) ▼	78,40		1	78,40
	<i>Costo por probeta [USD/hora]</i>		<i>Total probetas [h]</i>	
Ensayo de Resistencia a la Tracción (AWS 5.18) ▼	67,20		1	67,20
	<i>Costo por probeta [USD/hora]</i>		<i>Total probetas [h]</i>	
Prueba de Impacto (API 1104) ▼	16,80		5	84,00
MANO DE OBRA				
	<i>Costo por día [USD]</i>		<i>Número de días requeridos</i>	
Ing. Gabriel Velasteguí ▼	40,00		5	200,00
Ing. Homero Barragán ▼	80,00		5	400,00
Sr. César Argüello ▼	30,00		2	60,00
EQUIPO DE PROTECCIÓN				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL ▼	0,26		2	0,53
IMPLEMENTOS PARA LOS PROCESOS				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
IMPLEMENTOS PARA PROCESOS ▼	0,57		3	1,72
INFORME				
	<i>Costo hora [USD/h]</i>		<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
EQUIPO PARA REALIZAR EL INFORME ▼	1,18		8	9,43
	<i>Costo por número de hojas [USD]</i>		<i>Número de hojas total</i>	
Insumos de papelería ▼	2,00		5	10,00
COSTO FINAL				1149,62

En este caso el Costo Final resulta un poco elevado en relación al costo actual que ofrece el laboratorio, pero esto no significa que la Institución asuma pérdidas, ya que como se mencionó anteriormente la misma ya percibe ganancias por costos de personal, elaboración de informes, entre otros.

Como podemos apreciar en la tabla se estima 5 días de trabajo del inspector de soldadura con su auxiliar, puesto que en este número de días está lista la calificación para ser entregada con su respectiva documentación, pero en realidad en estos 5 días el inspector con su auxiliar realizan también otras actividades, tal es el caso del ingeniero Homero Barragán (inspector) que se desempeña como docente en la Institución.

CAPÍTULO 4

MANEJO DE LAS HOJAS DE CÁLCULO

Basados en el capítulo 3 que resume en tablas todo lo necesario para una calificación de procedimiento procedemos a determinar el Costo Final

Las Hoja de Cálculo Principal se encuentra diseñada con tablas dinámicas, las mismas que se encuentra ligadas a hojas de cálculo secundarias en el mismo libro para facilitar el trabajo en el momento de determinar un costo real. Las hojas de cálculo secundarias se encuentran elaboradas mediante fórmulas para determinar el costo hora de máquinas, herramientas e implementos y el costo por unidad para el caso de materiales consumibles. También nos presentan la facilidad de cambiar datos, como los precios ya que como todos sabemos, estos, en cualquier momento pueden variar. Automáticamente el costo hora o por unidad según sea el caso se actualiza en la hoja de cálculo secundaria debido a que este calcula de inmediato costos complementarios.

A continuación se detalla paso a paso el funcionamiento de las mismas. Determinaremos el Costo Real de la Calificación de Procedimiento según la Norma API 1104.

4.1 HOJA DE CÁLCULO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO BAJO LA NORMA API 1104

4.1.1 MATERIAL BASE

Al abrir el archivo Calificación de Soldador según la Norma API 1104 en Microsoft Excel nos aparece la hoja de cálculo respectiva, en la columna A fila 7 consta el Material Base con sus respectivas opciones, hacer un clic en la opción que se requiere y nos aparece a continuación (columna B, fila 7) el costo por metro

cuadrado o metro lineal según corresponda puesto que el acero de especificación ASTM A36 se distribuye en planchas de (1220 x 1440)mm., Mientras que la tubería con especificación API 5L grado B cédula 40 de diámetro 6 pulgadas se distribuye por metros lineales.

Ingresar en la siguiente celda (columna C, fila 7) la longitud en metros lineales, o el área en metros cuadrados a utilizarse. Automáticamente en la celda final (columna D, fila 7) nos aparece el costo final del material base. **Figura 4.1**

	A	B	C	D
1	CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO			
2	NORMA API 1104			
3				
4	MATERIAL BASE			
5		<i>Costo metro</i>	<i>Longitud</i>	Costo total
6		<i>[USD/m. lineal ó m²]</i>	<i>[m ó m²]</i>	[USD]
7	API 5L grado B cédula 40 (tubería 6")	42,34	0,5	21,17
8	ASTM A36 (1220x1440) mm² ; e=2mm.			
9	ASTM A36 (1220x1440) mm² ; e=4mm.			
10	ASTM A36 (1220x1440) mm² ; e=6mm.			
11	BISELADO			

Figura 4.1 Opciones del material base

4.1.2 BISELADO

En esta sección encontramos los materiales e insumos necesarios para lograr el biselado requerido. De esta manera la amoladora y los discos se encuentran establecidos por separado como podemos apreciar en la **Figura 4.2**

Hacer clic en la amoladora de 2KW, la celda posterior horizontal nos presenta el costo de la amoladora por hora, en la siguiente celda siguiendo la misma fila, colocar el tiempo utilizado en horas.

	A	B	C	D
1	CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO			
2	NORMA API 1104			
3				
4	MATERIAL BASE			
5		<i>Costo metro</i>	<i>Longitud</i>	Costo total
6		<i>[USD/m. lineal ó m²]</i>	<i>[m ó m²]</i>	[USD]
7	API 5L grado B cédula 40 (tubería 6")	42,34	0,5	21,17
8				
9	BISELADO			
10		<i>Costo hora</i>	<i>Tiempo de</i>	
11		<i>[USD/hora]</i>	<i>utilización [h]</i>	
12	Amoladora 2Kw incluido carbonos	0,71	1	0,71
13	Amoladora 2Kw incluido carbonos	<i>Costo por</i>	<i>Unidades</i>	
14	Amoladora 0,8 Kw incluido carbonos	<i>unidad [USD]</i>		
15	Disco grande de desbaste	3,61	2	7,22

Figura 4.2 Opciones de la amoladora

En la columna A fila 15, escoger el tipo y tamaño del disco utilizado, siguiendo los pasos anteriormente indicados.

4.1.3 TIPO Y NÚMERO DE PRUEBAS

El proceso se repite para cada una de las etapas de la calificación de procedimiento, en cada una de ellas se encuentran todas las opciones para elegir y las operaciones a realizar pero es de vital importancia mencionar la información que se encuentra en la celda (columna A; fila 118 y fila 131), aquí tenemos las opciones de los diámetros en función de los espesores, en las celdas (columna B; fila 127 y fila 140) podemos apreciar el número de probetas en total a realizar y en las celdas (columna B; filas 117, 119, 121, 123, 125 y filas 130, 132, 134, 136 y 138) nos detalla el tipo y número de cada una de las probetas.

En este caso el espesor esta comprendido en el rango >4,500"-12,750" o 114,3-323,9 mm. , por lo que tomamos la primera opción así. **Figura 4.3**

	A	B	C	D
112	Grata trenzada de copa	27,72	0,13	3,60
113				
114	DETALLE Y NÚMERO DE PROBETAS DE ACUERDO AL DIÁMETRO Y ESPESOR DE LA TUBERÍA			
115	ESPESOR <=0.500 pulg. (12.7 mm)	<i>Unidades</i>		
116		Tracción		
117	Diámetro de la tubería	2		
118	>4,500"-12,750" o 114,3-323,9 mm.	Rotura con Muesca		
119		2		
120		Doblado de Raíz		
121		2		
122		Doblado de Cara		
123		2		
124		Doblado Lateral		
125		0		
126		TOTAL		
127		8		

Figura 4.3 Número y tipo de probetas

Todas los costos que se obtienen son con datos reales anexados en cada libro de Excel y realizándose la operación entre las columnas B y C, obteniendo el costo de cada parámetro para al final lograr el resultado total o costo final para el cuál se ha sumado cada uno de estos.

4.1.4 COSTO REAL FINAL

Finalmente el Costo Real Final será determinado por la suma de las celdas encerradas en un cuadrilátero y cuyos valores se encuentran resaltados con formato "negrita". La celda (Fila 185; Columna D) contiene el Costo Real de la Calificación del Procedimiento. **Figura 4.4**

161	MANO DE OBRA			
162		<i>Costo por día [USD]</i>	<i>Número de días requeridos</i>	
163				
164	Ing. Homero Barragán	80,00	3	240,00
165				
166	Ing. Gabriel Velasteguí	40,00	3	120,00
167				
168	Sr. César Argüello	30,00	2	60,00
169				
170	EQUIPO DE PROTECCIÓN			
171		<i>Costo hora [USD]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
172				
173	Equipo de Seguridad Industrial	0,26	64	16,84
174				
175	IMPLEMENTOS PARA LOS PROCESOS			
176		<i>Costo hora [USD/h]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
177				
178	Implementos para los procesos	0,57	24	13,78
179				
180	HORNO PARA ELECTRODOS			
181		<i>Costo hora [USD/h]</i>	<i>Tiempo de utilización [h]</i>	
182				
183	Horno para electrodos de bajo hidrógeno	0,63	8	5,08
184				
185		COSTO FINAL		702,05

Figura 4.4 Costo Final de Calificación de Procedimiento

Todas las hojas de cálculo se manejan de la misma manera, pues cada una de ellas posee la información adecuada y necesaria, ya sea de acuerdo a cada norma o requerimientos. Así tenemos como ejemplo que para la calificación de soldador bajo esta misma norma (API 1104) se maneja la misma hoja de cálculo, variando únicamente en el número de probetas a ensayar.

CAPÍTULO 5

LA SEGURIDAD EN LA SOLDADURA

El Laboratorio de Soldadura de la EPN no presenta la garantía ni las instalaciones adecuadas para cumplir con un trabajo seguro, es por eso que dentro de la proyección del Laboratorio mencionamos la falencia del mismo en este aspecto.

Contar con el espacio físico adecuado es de vital importancia más aun en el área industrial, esto marca el principio de un trabajo bien hecho.

Por su propia naturaleza, la soldadura expone algunos riesgos ya que produce humo y ruido, emite radiación, hace uso de electricidad o gases y puede provocar quemaduras, descargas eléctricas, incendios y explosiones.

5.1 RIESGOS¹⁷

Los riesgos más comunes durante el trabajo con sueldas son los siguientes:

5.1.1 RIESGO ELÉCTRICO

Es aquel susceptible de ser producido por instalaciones eléctricas, partes de las mismas, y cualquier dispositivo eléctrico bajo tensión, con potencial de daño suficiente para producir fenómenos de electrocución y quemaduras.

¹⁷ http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_494.htm

5.1.2 QUEMADURAS POR CONTACTO

En medicina, una quemadura es un tipo de lesión a la piel causada por diversos factores: las quemaduras térmicas se producen por el contacto con llamas, líquidos calientes, superficies calientes y otras fuentes de altas temperaturas; aunque el contacto con elementos a temperaturas extremadamente bajas, también las produce. También existen las quemaduras químicas y quemaduras eléctricas. Si el evento acaba de suceder y no sabe que hacer, active los servicios de emergencia de su localidad (bomberos, paramédicos, etc.).

El tratamiento inmediato como medida de primeros auxilios para las quemaduras leves consiste en sumergir el área afectada en agua fresca para enfriar los tejidos quemados.

5.1.3 RADIACIONES INFRARROJAS Y ULTRAVIOLETAS.

Entre los factores de riesgo, se presenta uno de los más dañinos para nuestra salud, es el riesgo de las radiaciones UV y luminosas.

A continuación se muestra un cuadro con los riesgos debido a los rayos nocivos.

Riesgos debidos a los rayos nocivos			
Zona	Longitud de onda	Entorno	Lesiones
UV-C	100 a 280 nm	Entorno Industrial. Soldadura de Arco.	Foto queratitis, eritema, cáncer y pérdida de visión.
UV-B	280 a 315 nm	Luz solar. Entorno industrial	Cataratas, eritema, cáncer.
UV-A	315 a 400 nm	Trabajos exteriores.	Foto queratitis, cataratas, molestia visual.
LUZ VISIBLE	400 a 700 nm	Entorno industrial.	Lesiones fotoquímicas y térmicas de la retina.
INFRARROJO	700 a 3000 nm	Soldadura eléctrica, trabajo de fusión (fabricación del vidrio y el acero). Procesos microondas.	Lesiones térmicas en la retina. Pérdida de la vista. Cataratas.

Figura 5.1 Riesgo debido a los rayos nocivos.¹⁸

¹⁸ Seminario de Seguridad Industrial e Higiene del Trabajo; Quito; 2008

5.1.4 PROYECCIONES DE PARTÍCULAS EN LOS OJOS

Más del 90% de las lesiones serias de los ojos se podrían prevenir si los trabajadores usaran equipo protector para la vista en todo momento.



Figura 5.2 Espejuelos y gafas de seguridad

Los espejuelos y gafas de seguridad son más útiles en el trabajo que los espejuelos corrientes porque tienen lentes de plástico o cristal a prueba de impactos, pueden estar tratados para resistir los químicos y el empañamiento. Los marcos son más fuertes y resistirán impactos mayores.

5.1.4.1 Cuerpos Extraños

Se produce cuando un objeto de variable tamaño y forma se aloja en alguna de las cavidades del ojo o dentro de sus tejidos principalmente bajo la piel y no es posible desalojarlo en forma inmediata o sin causar mayores lesiones. Al trabajar en áreas ventiladas, o áreas al aire libre con pequeñas partículas de polvo, sedimentos, polución y hasta de insectos.

5.1.4.2 Quemaduras

Químicos, al trasvasar o manipular ácidos, Ciclohexanona, alcoholes, al trabajar con lubricantes ACPM. Gasolina, aguas industriales.

Térmicas, por vapor de agua o agua caliente, o contacto con objetos calientes.

Si se le introduce un producto químico o líquido peligroso o irritante en el ojo, enjuágueselo inmediatamente por unos 15 o 20 minutos continuos y si usa lentes de contactos, sáqueselos mientras se lava. Si es posible, lávese con el chorro de agua del grifo y atiéndase con un médico o una enfermera tan pronto como pueda.

5.1.4.3 Si recibe un golpe en el ojo

Ponerse una compresa de agua helada o echar cubitos de hielo en una bolsa plástica o en un paño limpio, lo helado le ayudará a aliviar el dolor y aminorar la inflamación. Si no se le quita el dolor, o comienza a ver borroso, atiéndase con un médico de inmediato.

5.1.4.4 Si sufre una herida o una perforación en el ojo

- No se lo enjuague
- No se aplique presión
- No trate de sacarse nada de adentro del ojo
- Vaya de inmediato donde el médico.

5.1.4.5 Humos y Gases de Soldadura

El acero inoxidable contiene níquel y cromo. El níquel causa asma. El níquel y el cromo pueden ocasionar cáncer. El cromo puede ocasionar problemas respiratorios y "agujeros" entre las fosas nasales.

El acero liviano (acero rojo) y el acero al carbono contienen manganeso. El manganeso puede ocasionar la enfermedad de Parkinson la cual lesiona los nervios y los músculos.

El cinc en el metal galvanizado o en la pintura puede ocasionar lo que se conoce como fiebre por vapor de metal la cual le hará sentir como que tiene un resfrío fuerte y desaparece en unas pocas horas o días después de haber sido expuesto.

El plomo (contenido en algunas pinturas) puede ocasionar envenenamiento por plomo, dolores de cabeza, sensibilidad en los músculos y las articulaciones, náusea, retortijones, irritabilidad, pérdida de la memoria, anemia y daño en los riñones y el sistema nervioso. Si el polvo del plomo penetra en su hogar a través de su ropa o sus zapatos, podría también enfermar a su familia, en particular a los niños.

El cadmio (contenido en algunas pinturas y rellenos) puede ocasionar problemas en los riñones y también cáncer.

Soldaduras hechas sobre disolventes o cerca de ellos, pueden generar fosgeno, un gas venenoso. El gas puede producir líquido en los pulmones. Quizá ni siquiera note el problema hasta horas después de haber terminado de soldar pero el líquido en los pulmones puede ocasionar la muerte.

Cuando se utiliza dióxido de carbono como blindaje, se puede formar monóxido de carbono el cual lo puede matar. El monóxido de carbono también se puede formar en la soldadura de oxiacetileno.

El arco de soldadura puede formar ozono y óxidos nitrosos traídos del aire. La soldadura MIG y TIG producen la mayor cantidad de ozono, especialmente cuando se suelda aluminio. Estos vapores irritan los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones y pueden dañar los pulmones.

Los óxidos nitrosos pueden producir líquido en los pulmones.

5.1.4.6 Riesgo de Incendio

Nunca se debe soldar en la proximidad de líquidos inflamables, gases, vapores, metales en polvo o polvos combustibles.

Cuando el área de soldadura contiene gases, vapores o polvos, es necesario mantener perfectamente aireado y ventilado el lugar mientras se suelda.

Nunca soldar en la vecindad de materiales inflamables o de combustibles no protegidos.

El proceso de evaluar el peligro de incendio de una actividad comprende la identificación de peligros de incendio, el control del fuego y la protección adecuada. Esta etapa incluye la identificación de fuentes de ignición, materiales combustibles, factores que contribuyen a la coexistencia de fuentes de ignición y combustibles en espacio y tiempo y factores que contribuyen a la propagación del fuego y puesta en peligro de la vida o la propiedad.

El peligro de incendio se refiere a una condición que puede contribuir al inicio o propagación del fuego o a la puesta en peligro de la vida o la propiedad por este fuego. Los peligros de ignición son condiciones bajo la cual algo que puede arder (combustible) está o puede estar demasiado cerca de algo que está caliente (fuente de energía).

Los peligros de incendio pueden llevar a considerable daño y someter a personas expuestas a un riesgo indebido. Las cuatro categorías generales de peligros de incendio son ignición, combustibilidad, peligros estructurales de incendio y peligros a las personas.

La ignición es la iniciación de la combustión y se origina con el calentamiento de un combustible por una fuente de calor. Cualquier forma de energía es una fuente potencial de ignición. Combustibilidad es la propiedad que tienen la mayoría de los materiales comunes excepto algunos metales, minerales y el agua, de

encenderse y arder. Hay dos tipos de características estructurales de edificación que constituyen peligros de incendio: las condiciones estructurales que promueven la propagación del fuego y las condiciones que pueden llevar a una falla estructural durante un incendio.

La evacuación de los ocupantes es la principal condición de seguridad a la vida en un incendio. Se requieren adecuados medios de salida en los lugares de trabajo. El escape es un espacio de la edificación que provee una vía protegida de trayecto de seguridad.

5.2 PRECAUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.¹⁹

Algunos peligros son comunes tanto en la soldadura por arco eléctrico como a la realizada con gas y oxígeno. Se recomienda tomar las siguientes precauciones generales de seguridad.

- Soldar solamente en las áreas designadas.
- Utilizar solamente equipos de soldadura en los que haya sido capacitado.
- Saber que sustancia es la que se está soldando y si ésta tiene o no revestimiento.
- Llevar puesta ropa de protección para cubrir todas las partes expuestas del cuerpo que podrían recibir chispas, salpicaduras calientes y radiación.
- La ropa de protección debe estar seca y no tener agujeros, grasa, aceite ni ninguna otra sustancia inflamable.
- Llevar puestos guantes incombustibles, un delantal de cuero o asbesto, y zapatos altos para protegerse bien de las chispas y salpicaduras calientes.
- Llevar puesto un casco hermético específicamente diseñado para soldadura, dotado de placas de filtración para protegerse de los rayos infrarrojos, ultravioleta y de la radiación visible.

¹⁹ www.seguridadindustrial.com

- Nunca dirigir la mirada a los destellos producidos, ni siquiera por un instante.
- Mantener la cabeza alejada de la estela, manteniéndose detrás y a un lado del material que se está soldando.
- Hacer uso del casco y situar la cabeza correctamente para minimizar la inhalación de humos en la zona de respiración.
- No soldar en un espacio reducido sin ventilación adecuada y sin un respirador.
- No soldar en áreas húmedas, no llevar puesta ropa húmeda o mojada ni soldar con las manos mojadas.
- No soldar en contenedores en donde hayan sido almacenados materiales combustibles ni en bidones, barriles o tanques hasta que se hayan tomado las medidas de seguridad adecuadas para evitar explosiones.
- Si trabajan otras personas en el área, asegurarse de que hayan sido avisadas y estén protegidas contra los arcos, humos, chispas y otros peligros relacionados con la soldadura.
- No enrollarse el cable del electrodo alrededor del cuerpo.
- Poner a tierra el alojamiento del instrumento de soldadura y el metal que se esté soldando.
- Observar si las mangueras de gas tienen escapes, usar para ello un gas inerte.
- Revisar las inmediaciones antes de empezar a soldar para asegurarse de que no haya ningún material inflamable ni disolventes desgrasantes.
- Vigilar el área durante y después de la soldadura para asegurarse de que no haya lumbres, escorias calientes ni chispas encendidas que pueden causar un incendio.
- Localizar el extinguidor de incendios más próximo antes de empezar a soldar.
- Depositar todos los residuos y despuntes de electrodo en un recipiente de desechos adecuado para evitar incendios y humos tóxicos.

5.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN²⁰

Cuando se realicen trabajos de soldadura o corte se debe emplear equipo de protección personal consistente en:

- Gafas o pantalla facial adecuadas al tipo de soldadura específico o al corte.
- Guantes de cuero
- Delantal de cuero
- Calzado de seguridad homologado
- Mandil de cuero
- Polainas

5.4 SEÑALIZACIÓN

La señalización tiene como finalidad llamar la atención sobre la existencia de situaciones de riesgo especial, así como informar sobre el emplazamiento en que se encuentran los equipos útiles para controlarlas o los medios para protegerse.

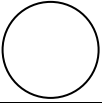
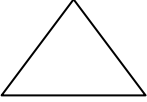

Tabla 5.1 Color y significado para señalización.

Color	Significado
Amarillo	Indica el riesgo de caídas, atropellamientos, cortadura, golpes o choque contra objetos y obstáculos.
Rojo	Señal de prohibición. Peligro – alarma. Material y equipos de lucha contra incendios.
Amarillo anaranjado	Señal de Advertencia
Azul	Señal de obligación
Verde	Señal de salvamento o de auxilio. Situación de seguridad.
Negro	Aguas negras, desechos peligrosos líquidos.

²⁰ Seminario de Seguridad Industrial e Higiene del Trabajo; Quito; 2008

La forma geométrica caracteriza igualmente es significado de las señales.

Tabla 5.2 Forma Geométrica de Señalización

	Círculo	Obligación
	Triángulo	Advertencia
	Cuadrilátero	Salvamento e información

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Los costos obtenidos en este análisis son superiores a los costos que están predeterminados, es decir aquellos que se manejan en el Laboratorio de Soldadura para los trabajos frecuentes.
- Los costos reales obtenidos no se pueden fijar como precios para el sector externo, pues los costos están determinados en función de los requerimientos para realizar un trabajo y el precio esta dado por el costo real más la utilidad, lo cual representa un valor variable.
- Las principales entidades que requieren de los servicios de la E.P.N. son las empresas petroleras, en el caso de Calificación de Procedimientos y Soldadores y empresas de distribución para el caso de la Calificación del Material de Aporte.
- Los trabajos que se realizan en el Laboratorio de Soldadura son óptimamente confiables debido a que este cuenta con el personal adecuado ya que se encuentra debidamente capacitado.
- La utilidad se puede establecer categorizando a las empresas en grado A para las empresas petroleras o grandes, grado B para las empresas del sector Metal Mecánico y grado C para empresas pequeñas.
- Los precios se deben manejar en función de los valores que maneja la competencia, los costos de oportunidad y otros aspectos.

- La responsabilidad del Laboratorio de Soldadura es muy grande en cuanto a Calificación de Soldadores, este deberá ser evaluado estrictamente, debido a la documentación que se entrega.
- Los costos obtenidos no son lo que en realidad asume la institución en cada trabajo, puesto que esta ya percibe ganancias en ensayos, elaboración de informes, costos de personal, etc.

6.2 RECOMENDACIONES

- El Laboratorio de Soldadura de la E.P.N de Ingeniería Mecánica no presenta las instalaciones adecuadas ni garantías necesarias para realizar los trabajos, por lo que debería reubicarse.
- Renovar la maquinaria existente, ya que como en todo aspecto, la tecnología avanza día a día.
- El personal del Laboratorio de Soldadura debería ser capacitado continuamente.
- Utilizar siempre el equipo de protección o seguridad, para prevenir accidentes y en general todo lo que se refiere a la seguridad industrial.
- La elaboración de tablas dinámicas en este proyecto es el inicio de lo que el Laboratorio de Soldadura debe implementar para determinar los costos. A futuro con la implementación de un Software.
- Para cada trabajo manejar registros para actualizar rendimientos, tiempos, consumos, etc.
- En la Calificación de Material de Aporte, mejorar los tiempos y disminuir la probabilidad de defectos, se pueden utilizar dispositivos para mecanizar los procesos.
- Se debe diversificar el uso de la maquinaria de tal manera que los equipos en general manejen los estudiantes y equipos especiales solo personal capacitado y autorizado para evitar que estos sufran descalibraciones.
- El Laboratorio de Soldadura es uno de los que más genera ingresos por lo que es necesario que este lleve una contabilidad y de acuerdo a ello renovar maquinaria e instruir a su personal.

- Existe una gran proyección para el Laboratorio de Soldadura por lo que sería necesario incrementar personal altamente capacitado para cada actividad que se genere en el.

BIBLIOGRAFÍA

- BACA G; (2001) “Evaluación de Proyectos”; (México)
- American Welding Society; (1996) Norma API 1104; (U.S.)
- American Welding Society; (1993) Norma AWS D5.18; (U.S.)
- ARPI, Carina: (2005) “Estudio de la Implantación de un Sistema de Calidad ISO/EC 17025 en el Laboratorio de Soldadura de la E.P.N.” (Quito).
- BOLAÑOS, G: (1989) “ La Didáctica de los Costos” (Quito).
- HORTWIZ, P (1976) “ Aplicaciones y Práctica de La soldadura” (Nueva York).
- BALDEÓN, D (2003) “Análisis de Costos en la Fabricación y Montaje de la Superestructura de Puentes Metálicos” (Quito)
- Manual de Soldadura de Ingeniería Mecánica, período Marzo – Agosto 2006.
- MONT, J: (1999) “ Contabilidad y Administración de Costos” (México).
- Seminario de Seguridad Industrial e Higiene del Trabajo; (2008); Ingeniería Química; EPN; (Quito)
- Manual de Soldadura; (1996); Octava edición; (México)

- http://www.contabilidad.com.py/articulos_127_clasificacin-funcional-de-los-costos-y-gastos.html
- <http://www.contabilidaddecostos.com>
- <http://www.monografias.com>
- <http://www.mailxmail.com/curso/empresa/acumulacioncostos/capitulo9.ht>
- http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_494.htm

ANEXO 1

COSTO UNITARIO

ANEXO 1
COSTOS UNITARIOS DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL
LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA E.P.N.

		Costo x unidad [USD]
ACEROS		
1	ASTM A36 (1220x1440) mm ² ; e=2mm.	39,37
2	ASTM A36 (1220x1440) mm ² ; e=4mm.	118,08
3	ASTM A36 (1220x1440) mm ² ; e=6mm.	180,37
4	API 5L grado B cédula 40 (tubería 6")mm.	42,34
CORTES		
1	Corte e=1/4 (6mm.)	12,50
2	Corte e=1/2 (12mm.)	17,01
GASES		
1	CO2	2,84
2	Acetileno AGA	19,29
3	Argón AGA	25,76
4	AGA MIX	12,32
5	O2 AGA	3,81
6	Gas Industrial	1,08
DISCOS		
1	Disco grande de desbaste	3,61
2	Disco grande de corte	3,76
3	Disco pequeño de desbaste	2,02
4	Disco pequeño de corte	2,24
GRATAS		
1	Grata trenzada de copa	27,72
2	Grata plana de cerdas entrelazadas	23,69
ELECTRODOS		
1	AGA E6010 - 1/8"	0,09
2	AGA E6011 - 1/8"	0,09
3	AGA E6013 - 1/8"	0,09
4	AGA E7018 - 1/8"	0,14
ENSAYOS		
1	Ensayo de Resistencia a la Tracción* (API 1104)	33,60
2	Ensayo de Resistencia a la Tracción* (AWS 5.18)	67,20
3	Prueba de Impacto* (API 1104)	16,80
4	Análisis Químico* (AWS 5.18)	145,60
5	Radiografía* (AWS 5.18)	78,40
1	Ensayo DC*	10,19
2	Ensayo DR*	10,19
3	Ensayo NB*	10,19

*Los precios ya incluyen IVA

ANEXO 2

COSTO HORA

ANEXO 3

PLANOS DEL ÁREA DE SOLDADURA