



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**ANÁLISIS TÉCNICO Y DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS MÉTODOS
PARA UNIR TUBERÍAS DE PEAD EN LA CONDUCCIÓN DE AGUA
POTABLE, DESECHOS INDUSTRIALES Y GAS NATURAL.**

TUTOR

ING. ANGEL ALAN VALENCIA BURGOS

AUTORES

ARGUELLO PACHECO GALO GUSTAVO

VELEZ SILVA MELANY ARIANA

GUAYAQUIL

2022

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: ANÁLISIS TÉCNICO Y DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS MÉTODOS PARA UNIR TUBERÍAS DE PEAD EN LA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, DESECHOS INDUSTRIALES Y GAS NATURAL.	
AUTOR/ES: Arguello Pacheco Galo Gustavo Vélez Silva Melany Ariana	REVISORES O TUTORES: Msc. Ing. Ángel Alan Valencia Burgos
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer Nivel
FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGS: 267
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Análisis técnico - Análisis precios unitarios - Polietileno alta densidad – Accesorios polietileno – Electrofundición – Termofusión – Agua Potable – Gas Natural – Desechos Industriales – Normas – Parámetros.	
RESUMEN: El avanzado crecimiento poblacional en el país, ha incurrido en el requerimiento de dotar a todas las comunidades de recursos tales como el agua, gas, internet, energía, para la supervivencia propia de un país y del ser humano, esta demanda ha generado que se apliquen nuevas tecnologías y técnicas para la conectividad de todos mediante el uso de tuberías. El polietileno en el Ecuador es un material relativamente nuevo, no obstante, ha existido desde hace más de 50 años, en países de primer mundo, de donde se ha evidenciado, la buena disponibilidad y durabilidad que la misma les brinda a las tuberías, en los diferentes ámbitos	

de la construcción, más sin embargo, lo último en material para tubería, se conoce como Pead o Hdpe (polietileno de alta densidad) el mismo brinda características químicas, físicas y mecánicas a los tubos, posicionándolos como un material N°1 hoy en día, para usar en conducción de AAPP, AASS, AALL, GAS, CABLES DE COMUNICACIÓN, DESECHOS ,ETC. El Pead es un tubo que únicamente puede ser unido, por métodos de soldadura tales como electrofusión y termofusión. El primero de ellos hace uso de accesorios y equipos a base de electricidad, para poder realizar las actividades de pega, por su parte el ultimo hace uso de equipos manuales e hidráulicos y planchas en caliente para unir tuberías, y en repentinos casos hace uso de accesorios. Esta revolucionara tecnología ha generado en el sector de la Construcción que muchas empresas y microempresas presten estos servicios, sin embargo, esto no ha frenado los continuos problemas sociales, que genera realizar una rehabilitación o reparación en tuberías, esto debido al déficit de conocimiento que existe al operar con estos métodos de soldadura. Este tema de investigación indaga en esa problemática, buscando aportar con información no solo técnica sino también económica, intentando sacar el mayor provecho que esta nueva tecnología puede brindar a largo plazo.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Arguello Pacheco Galo Gustavo Vélez Silva Melany Ariana	Teléfono: 0982296798 0992923129	E-mail: galo_ecua@live.com melani-velez@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Msc. Milton Andrade Laborde Decano Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: 042 2596500 Ext. 241 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

22/11/21 23:35

Turnán

Visualizador de documentos

Turnitin Informe de Originalidad

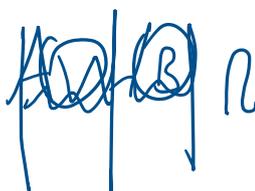
Procesado el: 29-sept-2021 16:37 -05
Identificador: 1960954955
Número de palabras: 15492
Entregado: 1

Tesis V3 Por Galo Arguello

Índice de similitud	Similitud según fuente
7%	Internet Sources: 6% Publicaciones: 0% Trabajos del estudiante: 2%

[Incluir citas](#) [Iniciar bibliografía](#) [ocultar las coincidencias menores](#) modo:
 [imprimir](#) [actualizar](#) [descargar](#)

<1% match (Internet desde 05-dic.-2013) http://blogdehugopemfocadcalaciasedequimica.blogspot.com	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 11-nov.-2020) https://conceptosdefiniciones.de/estrusion/	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 25-may.-2021) https://www.aristegui.info/como-seleccionar-una-conexion-de-tuberias-de-pead/	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 13-nov.-2020) https://www.liburvisora.com.co/wp-content/uploads/2019/11/1-TERMINOS-DE-REFERENCIA-INTERVENTORIA-DE-ACUERDO-A-ABASTADO-FON-ZOMAC-2017.docx	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 11-nov.-2020) https://ufprevenzionalsaludmental.wordpress.com/	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 06-may.-2021) https://www.tecnopua.es/media/unicada/noticias/documentos/procesos-sistemas-instalaciones-tuberias-plasticas-calidad-materiales-tecnopua.es.pdf	<input type="checkbox"/>
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 14-sept.-2018) Submitted to Universidad Católica San Pablo on 2018-09-14	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 15-jun.-2021) https://enlacesquimicos.net/tiempos-de-degradacion-del-cvlon/	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 15-sept.-2021) https://es.aniilab.com/dalfeccion-coeficiente-friccion.html	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 25-ago.-2019) http://unaleccionalda.blogspot.com	<input type="checkbox"/>



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados ARGUELLO PACHECO GALO GUSTAVO Y VÉLEZ SILVA MELANY ARIANA, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, ANÁLISIS TÉCNICO Y DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS MÉTODOS PARA UNIR TUBERÍAS DE PEAD EN LA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, DESECHOS INDUSTRIALES Y GAS NATURAL, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma: 
ARGUELLO PACHECO GALO GUSTAVO

C.I.0929113561

Firma: 
VÉLEZ SILVA MELANY ARIANA

C.I.0930398458

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación ANÁLISIS TÉCNICO Y DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS MÉTODOS PARA UNIR TUBERÍAS DE PEAD EN LA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, DESECHOS INDUSTRIALES Y GAS NATURAL, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: ANÁLISIS TÉCNICO Y DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS MÉTODOS PARA UNIR TUBERÍAS DE PEAD EN LA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, DESECHOS INDUSTRIALES Y GAS NATURAL, presentado por los estudiantes ARGUELLO PACHECO GALO GUSTAVO Y VÉLEZ SILVA MELANY ARIANA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MSC. ING. ANGEL ALAN VALENCIA BURGOS

C.C. 1204535775

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, mis amados padres ELIZABETH SILVA VALLEJO y EDUARDO VELEZ CEDEÑO por siempre estar presente moralmente y físicamente, quienes han creído en mí siempre, solo me queda decirles que estoy orgullosa y me siento privilegiada de ser su hija.

A mis cuatro queridos hermanos ANGIE, ANAMARIA, EDUARDO, SINDY y a mis tíos y tías por estar siempre presente, acompañándome, brindándome todo su apoyo y por extender sus manos cuando más necesitaba y en momentos difíciles demostrarme el amor familiar que nos une.

A mí enamorado GALO por su apoyo y amor incondicional de estar conmigo en todo este proceso, por su aliento y sus consejos que siempre me motivaban a seguir adelante, y sobretodo brindarme ese amor, dedicación y cariño.

A mis amigas SAMANTHA Y STIVALYS por acompañarme y compartir sus conocimientos, alegrías y tristezas conmigo, porque formamos un equipo y una amistad duradera, para así lograr esta meta.

Al ING. GUSTAVO ARGUELLO y al ING. FRANK RODRIGUEZ, gracias por el tiempo, por el apoyo y/o ayuda incondicional en la finalización de este proyecto de titulación.

Finalmente, agradezco a mi tutor al ING. ANGEL VALENCIA por brindarme su apoyo y nutrirme de sus conocimientos en todo este proceso de la elaboración de mis tesis.

Melany Ariana Vélez Silva

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial primero a Dios, a mi enamorada Melany y a mi familia en general, pero por sobre todo de manera muy exclusiva agradezco a mis Padres (Alfonso Arguello - Wendy Pacheco) y Abuelos (Gustavo Arguello - María Paredes), por el apoyo incondicional a lo largo de estos 5 años de carrera.

Al Ing. Frank Rodríguez, por compartir toda su experiencia, conocimiento, tiempo y paciencia, para poder llevar a cabo este proyecto de tesis.

Al tutor Ing. Ángel Valencia, quien ha puesto a disposición su experticia y tiempo para poder elaborar este proyecto de tesis.

Por ultimo agradecer a todo el personal de Salud, ante la difícil batalla contra el Covid 19.

Galo Gustavo Arguello Pacheco

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico con amor y cariño primeramente a Dios por darme fuerzas y esperanza en seguir adelante, a mi familia, por el apoyo incondicional que me han brindado durante mis años de estudios, y nunca dejarme sola en esta trayectoria dándome aliento día a día para así lograr culminar esta etapa universitaria y por fin tener nuestro título, porque es más suyo que mío.

En especial a mi ángel MI ABUELITA CELINDA, que hoy me cuida desde el cielo.

Solo queda decirle que los amo demasiado y estoy orgullosa de los padres que tengo a mi lado y sobre todo la gran abuelita que me pudo tocar.

Melany Ariana Vélez Silva

DEDICATORIA

Una dedicatoria muy representativa, a todos los percidos en tiempos de pandemia a causa del Covid 19.

Galo Gustavo Arguello Pacheco

INDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	II
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	V
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
DEDICATORIA.....	IX
DEDICATORIA.....	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Formulación del Problema.....	4
1.4 Sistematización del problema	4
1.5 Objetivo General.....	5
1.6 Objetivos Específicos	5
1.7 Justificación	5
1.8 Delimitación de la Investigación.....	6
1.9 Idea a Defender	7
1.10 Línea de investigación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEORICO	8
2.1 Marco Referencial.....	8
2.1.1 Antecedentes.....	8
2.1.2 Conducción del agua.....	10
2.1.3 Desechos industriales	11
2.1.3.1 Clasificación desechos industriales.....	11
2.1.3.2 Desechos industriales no peligroso o inertes	11
2.1.3.3 Desechos industriales peligrosos	12
2.1.4 Gas natural	12
2.1.5 Polietileno (PE).....	13
2.1.5.1 Evolución del polietileno	13
2.1.5.2 Características y propiedades del Polietileno (PE)	14
2.1.5.3 Tipos de Polietileno (PE).....	15
2.1.5.3.1 PEBD O LDPE – Polietileno de Baja Densidad – PE 40	15

2.1.5.3.2	MDPE - Polietileno de Media Densidad – PE 80	15
2.1.5.3.3	PEAD O HDPE – Polietileno de Alta Densidad – PE 100	16
2.1.6	Polietileno de alta densidad (PEAD)	16
2.1.6.1	Propiedades del polietileno de alta densidad	16
2.1.6.1.1	Propiedades físicas del polietileno de alta densidad	17
2.1.6.1.2	Propiedades químicas del polietileno de alta densidad	18
2.1.6.1.3	Propiedades mecánicas del polietileno de alta densidad	18
2.1.6.1.4	Propiedades térmicas del polietileno de alta densidad	20
2.1.7	Tubería de Polietileno	20
2.1.8	Tubería Polietileno de alta densidad	24
2.1.8.1	Función	24
2.1.8.2	Usos de la tubería de polietileno de alta densidad	24
2.1.8.3	Ventajas de la tubería de polietileno de alta densidad	24
2.1.8.4	Desventajas de la tubería de polietileno de alta densidad	27
2.1.8.5	Consideraciones para el diseño de la tubería de polietileno de alta densidad	27
2.1.8.5.1	Mínima resistencia requerida (MRS).....	27
2.1.8.5.2	Tensión de Diseño (s)	28
2.1.8.5.3	Presión Nominal (PN).....	28
2.1.8.5.4	Relación de dimensión estándar (SDR)	28
2.1.8.6	Características técnicas de la tubería de polietileno de alta densidad (PEAD)	29
2.1.8.6.1	Resistencia química de la tubería de polietileno de alta densidad	31
2.1.8.7	Especificaciones técnicas de la tubería de polietileno de alta densidad	33
2.1.9	Métodos de soldaduras para la unión de tuberías PEAD para la conducción de aguas potables y desechos industriales	35
2.1.9.1	Electrofusión	35
2.1.9.1.1	Ventajas de la Electrofusión.....	36
2.1.9.1.2	Accesorios de electrofusión – Plasson	36
2.1.9.1.3	Equipos para los procesos de soldadura por Electrofusión	41
2.1.9.1.4	Parámetros de la Electrofusión.....	41
2.1.9.1.5	Causas de fallo en la Electrofusión	45
2.1.9.1.6	Procesos de soldaduras.....	46
2.1.9.2	Termofusión	48
2.1.9.2.1	Fundamentos	51
2.1.9.2.2	Parámetros de soldadura	52
2.1.9.2.3	Equipos para los procesos de soldadura por Termofusión.....	55
2.1.9.2.4	Procesos de soldadura	57
2.1.9.2.5	Factores que influyen en la calidad de la soldadura.....	57
2.1.9.2.6	Control de la calidad de la soldadura	59

2.1.10	Métodos de soldaduras para la unión de tuberías PEAD para la conducción de gas natural	60
2.1.10.1	Generalidades	60
2.1.10.2	Consideraciones generales de los métodos de soldaduras para la unión de tuberías PEAD para la conducción de gas natural	60
2.1.10.3	Termofusión	61
2.1.10.3.1	Aspectos básicos a tener en cuenta	61
2.1.10.3.2	Accesorios para termofusión (tope- socket)	62
2.1.10.3.3	Termofusión a tope	64
2.1.10.3.3.1	Herramientas para la soldadura de termofusión a tope	64
2.1.10.3.3.2	Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope	65
2.1.10.3.3.3	Fases para la soldadura de termofusión a tope	68
2.1.10.3.3.4	Fallas más comunes en la soldadura de termofusión a tope	71
2.1.10.3.3.5	Ensayos en obra de la termofusión a tope (calificación)	75
2.1.10.3.4	Termofusión a socket (manguitos)	77
2.1.10.3.4.1	Herramientas para la soldadura de termofusión a socket	77
2.1.10.3.4.2	Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	78
2.1.10.3.4.3	Fallas comunes en la soldadura de termofusión a socket	83
2.1.10.3.4.4	Ensayos en obra de la termofusión a socket (calificación)	86
2.1.10.3.5	Termofusión de silletas (manguitos)	88
2.1.10.3.5.1	Herramientas para soldadura de termofusión de silletas	88
2.1.10.3.5.2	Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	89
2.1.10.3.5.3	Fallas comunes en la termofusión con silletas	95
2.1.10.3.5.4	Ensayos en obra de la termofusión de silleta (calificación)	97
2.1.10.4	Electrofusión	99
2.1.10.4.1	Procedimiento de instalación de accesorios de electrofusión	99
2.1.10.4.2	¿Quién puede soldar?	100
2.1.10.4.3	Continuidad de la soldadura	100
2.1.10.4.4	Generalidades	100
2.1.10.4.5	Parámetros a tomar en cuenta para la soldadura por electrofusión	101
2.1.10.4.6	Sistemas de soldadura por electrofusión	102
2.1.10.4.7	Accesorios para la soldadura por electrofusión	103
2.1.10.4.8	Herramientas para la soldadura por electrofusión	103
2.1.10.4.9	Preparación y operación para la soldadura por electrofusión	104
2.1.10.4.10	Etapa de fusión para la soldadura por electrofusión	107
2.1.10.4.11	Etapa de fusión para la soldadura por electrofusión	108
2.2	Marco Conceptual	110
2.2.1	Agua potable	110

2.2.2	Desechos industriales	110
2.2.2.1	Desechos industriales no peligrosos o inertes	110
2.2.2.2	Desechos industriales peligrosos	111
2.2.3	Gas natural	111
2.2.4	Polietileno	111
2.2.5	PEAD – Polietileno de Alta Densidad	112
2.2.6	Tuberías	112
2.2.7	Apus (Análisis de precios unitarios)	112
2.2.8	Termofusión	113
2.2.9	Electrofusión	113
2.2.10	Otros conceptos	113
2.3	Marco Legal	118
2.3.1	Constitución de la República del Ecuador Leyes y Derechos sobre el Agua.	118
2.3.2	Normas Técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)	122
2.3.2.1	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1742	122
2.3.2.2	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1744	122
2.3.2.3	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1372	122
2.3.2.4	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2489.....	122
2.3.2.5	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 266.....	123
2.3.2.6	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2493.....	123
2.3.3	Aseguramiento de la calidad del proceso de soldadura	123
2.3.4	Normativas internacionales	124
CAPÍTULO III		125
MARCO METODOLÓGICO		125
3.1	Metodología	125
3.2	Tipo de Investigación	129
3.3	Enfoque de la Investigación	129
3.4	Técnicas de Investigación	129
3.5	Población	130
3.6	Muestra	130
3.6.1	Entrevista	130
3.6.2	Observación	139
3.6.2.1	Método de Electrofusión	139
3.6.2.1.1	Descripción de la obra	139
3.6.2.1.2	Presupuesto (Método de electrofusión)	141
3.6.2.1.3	Cronograma de obra (Método de electrofusión)	141
3.6.2.1.4	Característica del lugar de trabajo	142

3.6.2.1.5	Proceso de soldadura por electrofusión	142
3.6.2.1.6	Fallas evidenciadas durante proceso de soldadura	146
3.6.2.1.7	Control de calidad en soldaduras	147
3.6.2.1.8	Ventajas y desventajas del proceso de soldadura por el método de Electrofusión.....	148
3.6.2.2	Método de Termofusión.....	149
3.6.2.2.1	Descripción de la obra	149
3.6.2.2.2	Presupuesto (Método de Termofusión)	151
3.6.2.2.3	Cronograma de trabajo (Método de Termofusión)	151
3.6.2.2.4	Características del lugar de trabajo	151
3.6.2.2.5	Proceso para la ejecución de soldaduras por Termofusión.....	152
3.6.2.2.6	Fallas evidenciadas durante proceso de soldadura	159
3.6.2.2.7	Control de calidad en soldaduras	159
3.6.2.2.8	Ventajas y desventajas del proceso de soldadura por el método de Termofusión.....	161
CAPÍTULO IV	162
INFORME FINAL	162
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS	162
4.1.1	“Rehabilitación de Redes - Requerimientos del Sistema Agua Potable en Obras Municipales, en Varios Sectores de la Ciudad de Guayaquil”	162
4.1.1.1	Análisis económico de los costos Directos	163
4.1.1.1.1	Costos directos en Suministros	163
4.1.1.1.2	Costos directos preparación del sitio y replanteo de obra.....	166
4.1.1.1.3	Costos directos de la instalación de tubería de AAPP	168
4.1.1.1.4	Costos directos de las actividades adicionales	170
4.1.1.1.5	Costos directos de la Seguridad Industrial y Señalización.....	171
4.1.1.2	Análisis de los tiempos de ejecución de obra.....	172
4.1.1.2.1	Método de Electrofusión.....	173
4.1.1.2.2	Método de Termofusión.....	174
4.1.1.3	Análisis del impacto social - ambiental	175
4.1.1.3.1	Tráfico vehicular y peatonal	176
4.1.1.3.2	Comunidad	176
4.1.1.3.3	Comercio y turismo.....	177
4.1.1.3.4	Pérdida de áreas verdes	177
4.1.1.4	Análisis técnico.....	178
4.1.1.5	Comparación de los Métodos de soldadura	179
4.1.2	“Instalación de Tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión”	180

4.1.2.1	Análisis económico de los costos Directos	180
4.1.2.1.1	Costos Directos en Suministros	180
4.1.2.1.2	Costos directos preparación del sitio y replanteo de obra	183
4.1.2.1.3	Costos directos de la instalación de tubería de AAPP	184
4.1.2.1.4	Costos directos de las actividades adicionales	186
4.1.2.1.5	Costos directos de la Seguridad Industrial y Señalización	187
4.1.2.2	Análisis de los tiempos de ejecución de obra.....	188
4.1.2.2.1	Método de Termofusión	189
4.1.2.2.2	Método de Electrofusión	191
4.1.2.3	Análisis del impacto social - ambiental	192
4.1.2.3.1	Tráfico vehicular y peatonal	193
4.1.2.3.2	Comunidad	194
4.1.2.3.3	Comercio y turismo	194
4.1.2.3.4	Perdida de áreas verdes	195
4.1.2.4	Análisis técnico	195
4.1.2.5	Comparación de los Métodos de soldadura	196
CONCLUSIONES		198
RECOMENDACIONES		201
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS		202
ANEXOS		206

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Línea de Investigación FIIC.....	7
Tabla 2. Principales propiedades físicas del PEAD.....	17
Tabla 3. Principales Propiedades Químicas del PEAD.....	18
Tabla 4. Principales Propiedades Mecánicas del PEAD.....	19
Tabla 5. Principales Propiedades Térmicas del PEAD.....	20
Tabla 6. Principales propiedades mecánicas del PEAD.....	21
Tabla 7. Tubería PEAD Acuaflex – Plastigama.....	22
Tabla 8. Características Técnicas del HDPE para Tuberías Fabricadas Bajo Normativa ASTM D 3350, Información Técnica AMANCO.	29
Tabla 9. Características Técnicas del HDPE para Tuberías Fabricadas Bajo Normativa NTP ISO 4427, Información Técnica AMANCO.	30
Tabla 10. Indicadores de la Evaluación de Resistencia Química de la Tubería de PEAD.....	31
Tabla 11. Evaluación de Resistencia química de la tubería de polietileno de alta densidad.....	32
Tabla 12. Equipos utilizados en la Soldadura por Termofusión.....	56
Tabla 13. Parámetros para el procedimiento de Unión por Termofusión a Socket.....	83
Tabla 14. Parámetros para el Procedimiento de Unión por termofusión con silleta.....	94
Tabla 15. Rango de Índice de Fluidez.....	99
Tabla 16. Suministro de Tubería de AAPP – Método Electrofusión.....	163
Tabla 17. Suministro de Tubería de AAPP - Método Termofusión.....	164
Tabla 18. Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Electrofusión.....	165
Tabla 19. Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Termofusión.....	166
Tabla 20. Porcentaje con respecto al costo total – Preparación del sitio - Método Electrofusión.....	167
Tabla 21. Porcentaje con respecto al costo total - Preparación del sitio - Método Termofusión.....	167
Tabla 22. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Electrofusión.....	168
Tabla 23. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Termofusión.....	169
Tabla 24. Porcentaje con respecto al costo total – Actividades adicionales - Método Electrofusión.....	170
Tabla 25. Porcentaje con respecto al costo total - Actividades adicionales - Método Termofusión.....	171
Tabla 26. Porcentaje con respecto al costo total – Seguridad - Método Electrofusión.....	172
Tabla 27. Porcentaje con respecto al costo total - Seguridad -Método Termofusión.....	172
Tabla 28. Análisis técnico.....	178
Tabla 29. Parámetros o aspectos.....	179
Tabla 30. Suministro de Tubería de AAPP - Método Termofusión.....	181
Tabla 31. Suministro de Tubería de AAPP - Método Electrofusión.....	181
Tabla 32. Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Termofusión.....	182
Tabla 33. Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Electrofusión.....	182
Tabla 34. Porcentaje con respecto al costo total – Preparación del sitio - Método Termofusión.....	183
Tabla 35. Porcentaje con respecto al costo total – Preparación del sitio - Método Electrofusión.....	183
Tabla 36. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Termofusión.....	184
Tabla 37. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Electrofusión.....	185
Tabla 38. Porcentaje con respecto al costo total – Actividades adicionales - Método Termofusión.....	186
Tabla 39. Porcentaje con respecto al costo total – Actividades adicionales - Método Electrofusión.....	187
Tabla 40. Porcentaje con respecto al costo total – Seguridad - Método Termofusión.....	188
Tabla 41. Porcentaje con respecto al costo total – Seguridad - Método Electrofusión.....	188
Tabla 42. Análisis técnico.....	196
Tabla 43. Parámetros o aspectos.....	197

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: (Izq.) Tubo PE para Agua Potable, (Der.) Tubo PE para Gas Natural.....	21
Figura 2: Tubo PE para Gas natural	22
Figura 3: <i>Tuberías de polietileno de alta densidad/ PE 80 para conducción de fluidos, especificaciones técnicas según norma NTP- ISO 4427.</i>	34
Figura 4: Tuberías de polietileno de alta densidad/ PE 100 para conducción de fluidos, especificaciones técnicas según norma NTP- ISO 4427.....	34
Figura 5: Soldadura con accesorios electrosoldables.	35
Figura 6: <i>Sección soldaduras.</i>	36
Figura 7: <i>Accesorios de electrofusión.</i>	37
Figura 8: <i>Accesorios de electrofusión.</i>	37
Figura 9: <i>Accesorios de electrofusión.</i>	38
Figura 10: Accesorios de electrofusión	38
Figura 11: <i>Accesorios de electrofusión.</i>	39
Figura 12: Accesorios de electrofusión	39
Figura 13: Etiqueta de accesorio.....	40
Figura 14: <i>Partes accesorios EF.</i>	40
Figura 15: Sección de una soldadura electrofusión.	42
Figura 16: <i>Limpiar, marcar y raspar.</i>	43
Figura 17: Alineadores.	44
Figura 18: Limpie y secar bien el extremo de la tubería.....	46
Figura 19: Primero marque la longitud de la tubería para que encaje en el acoplamiento, luego marque el área de la tubería a raspar dibujando líneas visibles perpendiculares al raspado.....	46
Figura 20: Afeite a mano o con un raspador hasta un grosor de aproximadamente 0,3 mm desde la superficie exterior. No toque la superficie rayada con las manos.....	47
Figura 21: Realice los pasos anteriores para el tubo opuesto, retire el accesorio del paquete e inserte el tubo hasta la línea creada. La zona a soldar debe permanecer estable e inmóvil, para ello se puede utilizar un alineador Plasson.	47
Figura 22: Conectar los electrodos de la electrofusora al accesorio comprobando el color de los terminales, soldar activando la antorcha, dejar enfriar por el tiempo indicado en la etiqueta antes de retirar el alineador Plasson.....	48
Figura 23: Máquina de soldar a tope de obra.	49
Figura 24: Máquina de soldar a tope de taller para fabricar accesorios manipulados.	49
Figura 25: Accesorios manipulados de PE fabricados por soldadura a tope.	49
Figura 26: Tipos de máquinas de soldar a tope.	50
Figura 27: Parámetros de soldadura a controlar.	52
Figura 28: Presión y tiempo según DVS 2207-1.....	52
Figura 29: Parámetro de soldadura por termofusión.	53
Figura 30: Proceso Termofusión.	57
Figura 31: Diferencias de Espesores.....	59
Figura 32: Diferencias de Espesores.....	59
Figura 33: Accesorios para Termofusión	63
Figura 34: Accesorios para Termofusión	63
Figura 35: Accesorios para Termofusión	64
Figura 36: Herramientas	64
Figura 37: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope.....	65
Figura 38: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope.....	66
Figura 39: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope.....	66
Figura 40: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope.....	67

Figura 41: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope.....	67
Figura 42: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope.....	68
Figura 43: Fase para la soldadura de termofusión a tope	68
Figura 44: Fase para la soldadura de termofusión a tope	69
Figura 45: Ciclo de Fusión.	70
Figura 46: Parámetros para el procedimiento de unión por termofusión a tope.....	71
Figura 47: Fallas más comunes.....	71
Figura 48: Fallas más comunes.....	72
Figura 49: Fallas más comunes.....	72
Figura 50: Fallas más comunes.....	73
Figura 51: Fallas más comunes.....	73
Figura 52: Fallas más comunes.....	74
Figura 53: Fallas más comunes.....	74
Figura 54: Fallas más comunes.....	75
Figura 55: Fallas más comunes.....	75
Figura 56: Examen visual.	76
Figura 57: Ensayo Destructivo en Obra.....	76
Figura 58: Doblado.	77
Figura 59: Herramientas.	77
Figura 60: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	78
Figura 61: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	79
Figura 62: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	79
Figura 63: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	79
Figura 64: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	80
Figura 65: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	80
Figura 66: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	81
Figura 67: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	81
Figura 68: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	82
Figura 69: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket	82
Figura 70: Fallas comunes	84
Figura 71: Fallas comunes	84
Figura 72: Fallas comunes	85
Figura 73: Fallas comunes	85
Figura 74: Fallas comunes	86
Figura 75: Fallas comunes	86
Figura 76: Examen visual.	87
Figura 77: Ensayo destructivo en obra.	87
Figura 78: Doblado.	88
Figura 79: Herramientas para soldadura de termofusión.....	88
Figura 80: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	89
Figura 81: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	90
Figura 82: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	90
Figura 83: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	90
Figura 84: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	91
Figura 85: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	91
Figura 86: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	92
Figura 87: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	92
Figura 88: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	93
Figura 89: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas	93
Figura 90: Fuerza Aplicada.	95
Figura 91: Fallas comunes en la termofusión con silletas	95

Figura 92: Fallas comunes en la termofusión con siletas	96
Figura 93: Fallas comunes en la termofusión con siletas	96
Figura 94: Fallas comunes en la termofusión con siletas	97
Figura 95: Fallas comunes en la termofusión con siletas	97
Figura 96: Examen Visual.	98
Figura 97: Ensayo destructivo en obra.	98
Figura 98: Doblado.	99
Figura 99: Herramientas para la soldadura por electrofusión.....	103
Figura 100: Preparación.....	104
Figura 101: Preparación.....	104
Figura 102: Preparación.....	105
Figura 103: Operación.....	105
Figura 104: Operación.....	106
Figura 105: Operación.....	106
Figura 106: Operación.....	106
Figura 107: Etapa de fusión.....	107
Figura 108: Etapa de fusión.....	107
Figura 109: Etapa de fusión.....	108
Figura 110: Etapa de fusión.....	108
Figura 111: Etapa de fusión.....	109
Figura 112: Esquema del diseño de la investigación.....	125
Figura 113: recolección de datos para el proceso por Termofusión.....	127
Figura 114: recolección de datos para el proceso por Termofusión.....	128
Figura 115: Ubicación del proyecto de rehabilitación y requerimientos en varios sectores de la ciudad de Guayaquil	140
Figura 116: Plano de ubicación de los accesorios, tubo de 90mm y tubería de 20 mm para guías... 141	141
Figura 117: Herramientas y equipos.....	143
Figura 118: Limpieza con alcohol de uno de los extremos del tubo, post raspado del mismo.....	144
Figura 119: Accesorios (Tee y Manguito).....	145
Figura 120: Etiqueta de control de cada accesorio	145
Figura 121: Electrofusión empleada para unir el accesorio manguito con la tubería PEAD.....	146
Figura 122: No uso del carro alienador correspondiente.....	147
Figura 123: Ubicación Satelital del proyecto de Rehabilitación en la Av. Benjamín Carrión	150
Figura 124: Plano de ubicación de la instalación de la tubería en pead de 700mm.....	150
Figura 125: Colocación del carro alineador.....	153
Figura 126: Acercamiento de los tubos	154
Figura 127: Plancha de calentamiento	155
Figura 128: Colocación de la plancha de calentamiento	155
Figura 129: Adecuada presión de calentamiento.....	156
Figura 130: Adecuada presión de calentamiento	156
Figura 131: Adecuada presión de calentamiento.....	157
Figura 132: Unión de los ambos extremos de la tubería.....	157
Figura 133: Tubería PEAD con su correcta fusión.....	158
Figura 134: Inspección de las fusiones	159
Figura 135: Trazabilidad.....	160
Figura 136: Comparación de costo directo en suministro	166
Figura 137: Comparación de costo directo en preparación del sitio.....	167
Figura 138: Comparación de costo directo en instalación.....	169
Figura 139: Comparación de costo directo en actividades adicionales	171
Figura 140: Comparación de costo directo en seguridad.....	172
Figura 141: Análisis de tiempo de ejecución – Método Electrofusión.....	173

Figura 142: Análisis de tiempo de ejecución – Método Termofusión.....	174
Figura 143: los aspectos obtenidos de este proyecto	176
Figura 144: Comparación de costo directo en suministro	182
Figura 145: Comparación de costo directo en preparación en sitio.....	183
Figura 146: Comparación de costo directo en instalación.....	185
Figura 147: Comparación de costo directo en actividades adicionales	187
Figura 148: Comparación de costo directo en seguridad.....	188
Figura 149: Análisis de tiempo de ejecución – Método Termofusión.....	189
Figura 150: Análisis de tiempo de ejecución – Método Electrofusión.....	191
Figura 151: los aspectos obtenidos de este proyecto	193

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de Termofusión.....	206
Anexo 2. Formato de Electrofusión.....	207
Anexo 3. Formato de la Entrevista	208
Anexo 4. Carnet Y Fotos de la Entrevista	209
Anexo 5. Presupuesto de Obra – Método Electrofusión – Rehabilitación de redes- requerimientos del sistema agua potable en obras municipales, en varios sectores de la ciudad de Guayaquil.....	211
Anexo 6. Cronograma de Obra – Método Electrofusión – Rehabilitación de redes- requerimientos del sistema agua potable en obras municipales, en varios sectores de la ciudad de Guayaquil.....	212
Anexo 7. Formato de Electrofusión con sus respectivos datos.....	213
Anexo 8. Presupuesto de Obra – Método Termofusión – Instalación de Tubería PE 100 DN 710 mm PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión.....	214
Anexo 9. Cronograma de Obra – Método Termofusión – Instalación de Tubería PE 100 DN 710 mm PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión.....	215
Anexo 10. Verificación de Equipos Hidráulicos de Termofusión	216
Anexo 11. Formato de Termofusión con sus respectivos datos.....	217
Anexo 12. Tabla con la normativa ISO 21307:2017-12	239
Anexo 13. Tabla de marcas/proveedores de tubería y accesorios de polietileno en Ecuador.....	240
Anexo 14. Presupuesto y Cronograma de Obra (Recreando información) – Método Termofusión – Rehabilitación de redes- requerimientos del sistema agua potable en obras municipales, en varios sectores de la ciudad de Guayaquil	241
Anexo 15. Presupuesto y Cronograma de Obra (Recreando información) – Método Electrofusión – Instalación de Tubería PE 100 DN 710 mm PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión	243

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Relación de Dimensión Estándar.	28
Ecuación 2. Presión.....	51

INTRODUCCIÓN

Actualmente se han venido realizando avances en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural con el fin de aprovechar la calidad de servicio y su disponibilidad. Aprovechando las nuevas tecnologías en los procesos de instalación, materiales y accesorios. Con la finalidad, de reducir los tiempos de ejecución en obra, mejorando su durabilidad y su rentabilidad en cuanto a costos a corto y largo plazo. Evitando de esa manera, los múltiples gastos en reparaciones, mantenimientos y rehabilitaciones de tubería.

Los equipos y accesorios electrofusión se utilizan para unir tubos o tubos y accesorios polivalentes o manipulados de PE media y alta densidad, PE 80 y PE 100. Estos accesorios se pueden utilizar en tubos de S+DR 17,6 para diámetros mayores de DN 90 y en tubos de SDR 11 para todos los diámetros. A su vez, las ventajas que presenta este tipo de método son: seguridad, uniones fiables y duraderas; ideal para soldar tubos de diámetro pequeño y realizar soldaduras en condiciones difíciles. Se mantiene la misma capacidad de transporte de caudal que la del tubo original; corto tiempo de instalación y fácil de realizar. De esta manera, es el mejor sistema para realizar una reparación ya que los equipos de electrofusión minimizan los fallos y errores que se puedan producir, además de darnos una trazabilidad total de la unión.

La termofusión consiste en unir por medio de calentamiento a temperatura de fusión y con acción mecánica o hidráulica, los extremos de la tubería. Es decir, consiste en calentar los extremos de los tubos a unir con una placa calefactora que se encuentra entre los 210 y 225 °C, y aplicando una determinada presión controlada, se logra la unión; previamente tabulada para cada máquina de soldar. Por esta razón, el punto de soldado es aún más resistente que el resto del tubo, lo cual garantiza sistemas libres de fugas. Puesto que, la tubería y las conexiones a unir deben tener el mismo diámetro interior y exterior; y es empleada en tubos a partir de 90 mm de diámetro y espesores de pared superiores a 3 mm. Por lo tanto, es ideal para aplicaciones en minería, industria e instalaciones de gas; y es reconocido en la industria como una unión de gran confiabilidad, pues no requiere coplas, no se producen filtraciones y las uniones son más resistentes que la tubería misma.

En el capítulo I, se deja en claro las diferentes problemáticas que se tiene a la hora de brindar estos servicios de soldaduras en el sector de la construcción, y el impacto económico que se puede tener en los diferentes proyectos de construcción, si no se tiene la suficiente información teórica y práctica, se establecen los objetivos primordiales de este tema de investigación, y dejando por asentado una clara idea a defender en este proyecto de titulación.

Para el capítulo II, se apunta toda la información técnica y teórica, además de fundamental para dar a conocer el material de tubería y sus diferentes tipos de soldaduras a emplear, dando a conocer así todo el gran abanico que se tiene para trabajar en los diferentes sistemas de conducción de fluidos, añadiendo además toda la normativa legal en vigencia que destacan como base para este título o tema de estudio.

Con respecto al capítulo III, se establece el plan de metodológico a que se va aplicar para este presente proyecto, empleando así las diferentes técnicas, instrumentos, tipos y enfoques de investigación, que nos servirá para autenticar y añadir información.

En el capítulo IV, se presenta el informe final del proyecto, teniendo así un análisis de resultados, contrastando toda la información base con los dos métodos de soldaduras establecidos para este proyecto, donde se establece, una serie de parámetros o aspectos muy útiles para evidenciar el mejor tipo de soldadura, según los criterios de los diferentes proyectos de construcción.

El fin de esta investigación, es brindar al constructor una perspectiva mucho más específica de estos dos tipos de métodos. Destacando así sus ventajas, desventajas, proceso de ejecución de las uniones y costos. Identificando, las fallas más comunes que se presenta en obra. Definiendo así, que equipo y accesorios responde de manera efectiva a los contratiempos presentado en obra para el mejoramiento de disponibilidad y calidad del servicio básico de los diferentes sistemas de redes.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Análisis técnico y de precios unitarios de los métodos para unir tuberías de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.

1.2 Planteamiento del Problema

Debido al avanzado crecimiento poblacional de nuestro país, se ha suscitado en los servicios de soldadura, una gran demanda que cada vez toma mayor relevancia. Esto ha generado en el sector de la Construcción que muchas empresas y microempresas, brinden servicios en soldadura de tuberías de PEAD. La realidad de muchas de estas empresas encargadas en brindar este servicio, es que presentan una deficiencia en cuanto conocimiento de los procesos de soldadura, además de la poca noción que se tienen acerca de los sistemas de aseguramiento de calidad, lo que resulta en los múltiples gastos, en reparaciones, en mantenimientos y en rehabilitación de tuberías.

En vista de que muchos contratistas presentan insuficiencia de información técnica y análisis de precios unitarios de los métodos de soldadura, suelen escoger alternativas de unir tuberías no acordes a las especificaciones técnicas de un proyecto, basándose en el hecho de escoger el procedimiento más sencillo, lo cual no significa que sea el más barato, pero que con lleva a inconvenientes técnicos y resultados económicos no favorables.

En las diferentes actividades como son agua potable, desechos industriales y gas natural, se evidencio que a lo largo de los años que se venía trabajando con materiales tradicionales de tuberías (hormigón, asbesto cemento, hierro dúctil, etc.), los cuales presentaban múltiples desventajas con el pasar de los años, al presentar problemas con sus propiedades, su durabilidad y capacidad de operación, dando como resultado en las constantes reparaciones y rehabilitaciones, que al exteriorizar estos inquebrantables problemas a corto plazo, ocasionaría una pérdida económica considerable.

Las tuberías de pead surgen como una de las opciones tecnológicas más factible e importantes a usar en redes de sistemas de agua potable, desechos industriales y gas natural, esto a partir de que presenta propiedades que llegan como una solución, a los constantes problemas del pasado en tuberías convencionales, que como todo elemento en la vida cumple su determinado tiempo de operación o vida útil. Las soldaduras en este nuevo material de tubería, beneficia a todo proyecto constructivo, de manera monetaria, su aplicación con lleva al ahorro de recursos y de una prolongada capacidad operativa durante muchos años. Evitando así las innumerables quejas por parte de las comunidades, a los múltiples cortes de agua, a las incontables toxicidades que afectan al medio ambiente por parte de industrias debido al mal uso de sus desechos y a la escasez del gas natural.

1.3 Formulación del Problema

¿Se puede proponer un análisis técnico y de precios unitarios de los métodos de termofusión y electrofusión para unir tuberías de PEAD en la de conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cuál es la información que se obtendría para analizar las técnicas y precios unitarios de los métodos de termofusión y electrofusión para unir tuberías de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural?
- ¿Cómo se podría analizar las técnicas y precios unitarios de los métodos de termofusión y electrofusión para unir tuberías de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural?
- ¿Cómo se podría desarrollar los parámetros para evidenciar la viabilidad de los métodos de soldadura en la unión de tubería de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural?

Objetivos de la Investigación

1.5 Objetivo General

Efectuar un análisis técnico y de precios unitarios mediante la comparación de proyecto de los métodos de termofusión y electrofusión para unir tuberías de PEAD en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.

1.6 Objetivos Específicos

- ❖ Determinar la información necesaria de una base de datos acerca de proyectos en etapa de ejecución de los métodos de termofusión y electrofusión.
- ❖ Analizar las características y costos del uso de estos métodos de soldaduras en proyectos de construcción.
- ❖ Detallar los parámetros para evidenciar la viabilidad de los métodos termofusión y electrofusión.

1.7 Justificación

Para el presente proyecto de investigación, es fundamental dar a conocer las nuevas técnicas o métodos alternativos para unir tuberías PEAD en sus diferentes usos, en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural. Dando a conocer el desarrollo tecnológico de los equipos y accesorios empleados en electrofusión y en termofusión, para una soldadura en tubería de polietileno de alta densidad. Lo cual resaltara como una valiosa contribución al continuo mejoramiento en la competitividad y calidad de los servicios en la soldadura de tuberías. Las tuberías de PEAD en su actualidad gozan de una demanda de crecimiento a gran escala, ya que es un sistema de tuberías utilizado en países de primer mundo, que se mantienen a la vanguardia tecnológica en el desarrollo y utilización de nuevos materiales.

Es muy importante mantener los estándares de calidad para la unión de tuberías, para lo cual es necesario dar a conocer, mediante información técnica, los procesos a emplear por cada uno de las alternativas a disposición para soldaduras en tuberías de PEAD. Es necesario analizar (propiedades, composición, durabilidad, ventajas y desventajas) de los accesorios y equipos, de tal manera que se tenga una perspectiva de esta nueva tecnología, frente a los materiales tradicionales, para poder tener así una razón del por qué utilizar estos métodos en nuestro medio. El análisis de precios unitarios a realizar, permitirá brindar a todo el sector de la construcción, información económica, que permitirá en sus diferentes actividades, gozar de resultados económicos según el método a utilizar. El fin de esta investigación será proporcionar un abanico de oportunidades a próximos trabajos en tuberías con una tecnología nueva, confiable y duradera.

1.8 Delimitación de la Investigación

Campo:	Educación superior. Tercer nivel
Área:	Ingeniera Civil
Aspecto:	Investigación exploratoria - Concluyente
Tema:	Análisis técnico y de precios unitarios de los métodos para unir tuberías de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural
Delimitación espacial:	Guayaquil- Ecuador
Delimitación temporal:	6 meses

1.9 Idea a Defender

El desarrollo del análisis técnico y de precios unitarios, tomando en consideración, el aspecto económico (costos directos), los tiempos de ejecución en obra, el aspecto social-ambiental y las especificaciones técnicas de los proyectos, determinará el método de soldadura más factible a usar en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.

1.10 Línea de investigación

Tabla 1. Línea de Investigación FIIC

Dominio	Línea Institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción

Fuente: FIIC (2019)

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Antecedentes

El polietileno de alta densidad (HDPE) comenzó a usarse en tuberías en Europa y Estados Unidos a principios de la década de 1950. Las características distintivas de su desarrollo fueron la flexibilidad, el bajo peso, las propiedades de resistencia física a los productos químicos, la facilidad de trabajo, la baja rugosidad y la facilidad de procesamiento, entre otros. “A partir de entonces, sucesivos avances en la tecnología de materiales, en la ingeniería de aplicación y en el diseño de producto crearon la tendencia creciente de sustitución de tuberías de otros materiales por PEAD en el mercado” (Aristegui, 2016). Además, es más habitual la posibilidad de realizar una excavación guiada o de insertar una nueva tubería de PEAD "in situ" en otra tubería de diferente material (sin necesidad de realizar una nueva zanja). En todos los casos se reduce al mínimo la demolición de aceras, parterres y bordillos; esto evita interrupciones debidas a excavaciones y reparaciones y da como resultado una mayor eficiencia y economía.

A continuación, se menciona, una serie de proyectos de titulación, que tienen relación de manera directa e indirecta con el trabajo de tesis, tomando en cuenta las variables de investigación.

Como antecedente a esta investigación, se presenta el siguiente tema que sirvió como trabajo de titulación “Guía metodológica para la correcta ejecución de uniones por electrofusión de tuberías y accesorios de polietileno en sistemas de agua potable” realizado por el Sr. Jorge Luis Álava Zavala, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad de Guayaquil en la facultad de ciencias matemáticas y físicas, presentada en el año 2018.

Tiene como propósito principal el proponer una guía metodológica, que indaga sobre el proceso de unión de tuberías con accesorios, mediante la tecnología de electrofusión. Donde

además se realizará una comparación mediante un Apus de la instalación de los mismos accesorios en ambos métodos (electrofusión y termofusión).

Para la variable de los procesos operativos de soldadura se utiliza la siguiente investigación titulada “Sistemas para el aseguramiento de la calidad en los procesos operativos de soldadura e instalaciones de tuberías de polietileno de alta densidad” realizada por Ofelia Nazario Bao, como requisito para optar al título de Ingeniero Químico en la universidad de Callao en Perú, presentada en el año 2009.

El objetivo de este estudio será definir procedimientos operativos, específicos para los servicios de soldadura e instalación de tuberías de PEAD, para sectores productivos como pesca, industria, minería, etc. Se concluye que los servicios de instalación y soldadura de tuberías de HDPE deben tener en cuenta los estándares internacionales, de acuerdo con la capacidad y limitaciones operativas que se presentan en esta práctica.

Un nuevo trabajo referencial es el “Estudio de los procesos de electrofusión y termofusión en unión de tuberías HDPE en una refinería” elaborado por Cristhian Briones Guanilo, en la universidad de Piura, facultad de ingeniería, departamento de ingeniería mecánica eléctrica, sustentada en el año 2017.

Investigación que tiene como fin el proporcionar las bases técnicas para realizar un buen proceso de unión en juntas de tubería de polietileno de alta densidad o también conocido en sus siglas en inglés como (HDPE), mediante los procesos de electrofusión y termofusión. Se darán a conocer los conceptos y pasos necesarios para asegurar la calidad del servicio de soldadura, ventajas y desventajas de ambos métodos. Concluyendo que la electrofusión es un proceso con mayor ventaja que la termofusión.

Como otra variable es el análisis técnico y económico se utiliza la siguiente investigación titulada “Análisis técnico y económico del uso del HDPE para la renovación de redes de agua potable, en el sector Pedro de Valdivia de Concepción” realizada por Francisco Arias Gaete, como requisito para optar al título de Ingeniero Constructor en la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción, presentada en el año 2017.

Su objetivo es desarrollar un análisis técnico-económico del proceso de innovación del acueducto de agua potable, en el que describe y caracteriza la red de distribución, en cuanto a materialidad y tamaño. Concluyendo que se deben considerar las regulaciones, estándares y recomendaciones técnicas aplicables.

2.1.2 Conducción del agua

La conducción o aducción es un elemento esencial de un sistema para el transporte de agua desde una cuenca o ríos, mediante bombeo y / o rebombeo, por gravedad, a un tanque de acondicionamiento, una estación de tratamiento o una ruta predeterminada de la red. Bajo la línea de gestión, tenemos oleoductos, instalaciones especiales de gestión y cruceros. Su capacidad se calculará al costo máximo diario o al costo que se considere adecuado según el lugar de origen. “De los accesorios que se tienen que instalar junto con las líneas de conducción tanto a gravedad como por bombeo, se deberán tomar en cuenta las válvulas de seccionamiento, expulsoras de aire, combinadas, de flotador, altitud, check, de alivio de presión (en bombeos), desfuegos, juntas de dilatación, etc., cuya ubicación y cantidad variará de acuerdo al proyecto en cada caso” (Siapa, 2016).

Estas líneas o tuberías deben ser fácilmente inspeccionadas, preferiblemente paralelas a una vía, de lo contrario se debe analizar la conveniencia de construir la vía de acceso, de acuerdo con el establecimiento del derecho de acceso relativo al ducto, considerando que este aumento de costos conllevará siendo compensado por los ahorros en los costos de mantenimiento de la tubería y, lo más importante, las fugas o daños causados por la tubería pueden detectarse y repararse de inmediato. Dadas las condiciones antes mencionadas y el mantenimiento posterior, estas líneas deben ubicarse en áreas ubicadas dentro de la ciudad. Los flujos o enlaces entre pozos y que transportan uno o más flujos acumulativos también se conocen como caminos. La elección de la tubería de acuerdo a la presión nominal de operación a la que debe soportar, debe ajustarse, en el caso de la línea de gravedad, para que sea mayor que la línea de presión estática durante el flujo del tanque de almacenamiento, pero una revisión. Si, debido a la acción de un tramo súbito aguas abajo, es probable que se produzca una sobrepresión, y en las tuberías de bombeo debe ser mayor que la corriente de sobrepresión provocando una sobrepresión comúnmente denominada "golpe de ariete".

2.1.3 Desechos industriales

Los residuos industriales son residuos provocados por una alta actividad industrial. Si bien estos son a menudo el caso, otros no son peligrosos ni tóxicos, como las fibras de desecho agrícolas y forestales. Muchas veces estos residuos industriales se pueden reutilizar y reciclar, la problemática está en que estas técnicas son demasiado costosas y resultan una pérdida en lo económico para las empresas. “Hoy en día se ha dispuesto que la mayoría de industrias comiencen a usar estos procesos a favor de mejorar el medio ambiente favoreciendo así al planeta tierra” (Díaz, 2019).

Los residuos industriales pueden ser de dos tipos: inertes o peligrosos. Los residuos industriales inertes son residuos como la piedra triturada y la arena, que no solo son inofensivos para el medio ambiente, sino que también se reutilizan con mucha facilidad en obras públicas y similares, aunque en algunos casos se envía directamente a vertederos adecuados. Por supuesto, el principal impacto que puede tener es en nuestros ojos, ya que pueden restarle belleza al paisaje. Los desechos industriales tóxicos, como su nombre indica, son muy peligrosos. Peligroso para la salud humana, para las plantas y los animales y para el medio ambiente en general. Estos residuos, que generalmente son tóxicos, corrosivos, unos plásticos y otros no son fáciles de reutilizar debido a lo dicho al inicio del artículo, por lo que se eliminan en la naturaleza o en algunos casos en vertederos, aunque todavía llevan un Mucho tiempo para degradarse.

2.1.3.1 Clasificación desechos industriales

Una forma de clasificar estas ruinas industriales es su densidad. Por tanto, disponemos de residuos industriales semisólidos, líquidos y gaseosos. A su vez, se clasifican como no peligrosos y peligrosos. Los desechos peligrosos también pueden ser inflamables, corrosivos, tóxicos y radiactivos.

2.1.3.2 Desechos industriales no peligroso o inertes

Estos desechos industriales, como su nombre lo indica, no representan una amenaza para la salud humana y el medio ambiente. Algunos ejemplos comunes son hierro, cobre, cartón, hormigón, arena y grava; Es el material típico del campo de la construcción. Una buena gestión no solo representa un mejor uso del espacio dentro de una empresa, sino que venderlo a distribuidores de chatarra y residuos industriales puede proporcionar ingresos adicionales para la empresa. Siempre recomendamos que busque firmas profesionales con experiencia comprobable para recolectar residuos industriales de su fábrica o taller.

2.1.3.3 Desechos industriales peligrosos

Como sabemos, este tipo de residuos puede poner en peligro la vida humana o dañar la flora y fauna que nos rodea. Y sus efectos no son necesariamente inmediatos y obvios; muchas veces pueden degradar nuestra salud o impactar el medio ambiente, pero de forma peligrosa. Es por ello que la gestión de residuos peligrosos, químicos, derivados del petróleo, combustibles y especialmente sustancias radiactivas debe ser realizada únicamente por empresas profesionales y autorizadas, gobiernos y autoridades sanitarias respectivas. Varios métodos de gestión de residuos peligrosos incluyen la contención, la destrucción y el reciclaje, lo que permite una reintegración segura en los procesos industriales.

La entrega de residuos industriales peligrosos a empresas no certificadas no solo representa una seria amenaza para nuestro medio ambiente, sino que también tiene consecuencias legales para las partes involucradas. Es muy importante que si tu empresa maneja este tipo de material, te asegures de que tu personal esté adecuadamente capacitado en cómo manejarlo y de que siempre contactes con empresas que se especializan en la recolección y eliminación de este material de la manera correcta.

2.1.4 Gas natural

El gas natural, uno de los combustibles más eficientes, se utiliza en todo el mundo en electricidad, uso doméstico, transporte y producción petroquímica. “Antes de que el gas natural sea usado como combustible, debe ser procesado para remover impurezas, incluyendo agua (humedad) para cumplir con las especificaciones del mercado y legislaciones nacionales” (gas, 2016). Además de la remoción de humedad, también se eliminan hidrocarburos pesados,

dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno para obtener combustibles con valores de BTU entre 950 y 1050. Los gasoductos o líneas de transmisión eléctrica son el medio de transporte y distribución principal de ventilación. Solo en los Estados Unidos, 317,000 millas de tubería.

2.1.5 Polietileno (PE)

Es uno de los plásticos más utilizados en la actualidad, en diversos procesos de construcción, dado que su fabricación es económica además de que en el mundo se genera una gran cantidad de toneladas de plásticos alrededor del mundo. Realizado a partir de una serie de procesos de polimerización adecuado a cada uno de los usos que se quiere dar y el tipo de producto a terminar.

Según (Ascaso, 2019) son los siguientes:

Proceso	Uso
+Extrusión	-Películas, cables, hilos y tuberías
+Co-extrusión	-Películas y láminas multicapa
+Moldeo por inyección:	-Permite crear partes en tercera dimensión
+Inyección y soplado	-Para fabricar botellas
+Extrusión y soplado	-Para bolsas y tubos de calibre delgado
+Extrusión y soplado de cuerpos huecos:	-Crea botellas de diferentes tamaños
+Rotomoldeo	-Para depósito y formas huecas grandes

2.1.5.1 Evolución del polietileno

A lo largo de los años, se han desarrollado nuevas tecnologías para proporcionar la gama completa de sus propiedades mecánicas, en particular su resistencia a la tracción. “Es así que inicialmente por el año 1950 se obtiene el primer tipo de polietileno PE 32/40, que se utilizaba principalmente para transporte de aguas servidas y riego a baja presión.

Posteriormente se desarrolló el PE 53/63 el cual ya se podía utilizar para transporte de agua potable a presión” (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conduccion Agua Potable y Riego, 2016). Hoy en día se tiene en el mercado los polietilenos PE 80 y PE 100, a los cuales se les da un uso en los sistemas de transporte de agua a presión y que ha tenido un gran impacto en el transporte de gas debido a su alta confiabilidad. Esta propiedad presente en el polietileno nos permite gozar de un tubo con espesores pequeños, pero q presentan una gran reacción ante la presión. Es así que el PE 100 es también llamado polietileno de alta densidad, por que presenta una de las más altas resistencias en el mercado.

2.1.5.2 Características y propiedades del Polietileno (PE)

Las características del polietileno son las siguientes:

- ✚ Es químicamente inerte, por lo tanto, no es reactivo.
- ✚ De aspecto blanquecino y traslucido.
- ✚ Al presentar temperaturas comunes, es flexible y resistente.
- ✚ En estado líquido, su viscosidad varía con la temperatura y la tensión cortante que se le aplica, por lo que ofrece resistencia a fuerzas de gran potencia cuando está sometido a bajas temperaturas.
- ✚ No es un buen conductor del calor ni de la electricidad, lo que lo hace ideal para cables y demás aislantes.

Sus propiedades están divididas de la siguiente manera:

- ❖ Propiedades mecánicas
 - ✚ Presenta una gran resistencia al choque y a la flexión.
 - ✚ Sus propiedades son las más óptimas ante el deslizamiento.
- ❖ Propiedades térmicas
 - ✚ Su conductividad térmica es muy baja.
 - ✚ Es capaz de soportar temperaturas que llegan hasta los 80 °C, sin someterlo a exigencias mecánicas de gran consideración.

❖ Propiedades de deslizamiento

- ✚ Posee propiedades autolubricantes, que actúan de gran manera ante la fricción seca deslizante con metales, tales como: acero, latón, cobre.
- ✚ Ante la absorción del agua, no presenta consecuencias de hinchamiento – Hidrófugo.

2.1.5.3 Tipos de Polietileno (PE)

El polietileno presenta una densidad variada, en el mercado encontramos de dos tipos, cuyas características se encuentran diferenciadas según la dureza y densidad.

2.1.5.3.1 PEBD O LDPE – Polietileno de Baja Densidad – PE 40

Este tipo de polietileno se utiliza para diferentes productos, entre los que tenemos bolas de plástico, productos industriales y tuberías de riego. Es un material inodoro, incoloro y atóxico, muy utilizado en la industria alimentaria, especialmente para el envasado de alimentos.

Según (Jubedi, 2019) el polietileno de baja densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos, como el polipropileno. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como LDPE (por sus siglas en inglés, Low Density PolyEthylene) o PEBD (polietileno de baja densidad). Como el resto de los termoplásticos, el LDPE puede reciclarse. El polietileno de baja densidad es un polímero con una estructura de cadenas muy ramificadas; esto le da una densidad más baja que la del HDPE.

2.1.5.3.2 MDPE - Polietileno de Media Densidad – PE 80

Este tipo de polietileno, a diferencia del LDPE, es un material utilizado en aplicaciones donde se requieren mayor rigidez o puntos de ablandamiento más altos. Sin embargo, el MDPE es un poco más caro que el LDPE. También presentan excelentes propiedades ópticas para una apariencia más atractiva, impresiones de calidad y el despliegue de pantallas transparentes.

Según (Mariano, 2012) el MDPE está definido por un intervalo de densidad de 0,926-0,940 g/cm³. El MDPE puede ser producido por los catalizadores de cromo/sílica, catalizadores de Ziegler-Natta o catalizadores de metalloceno. El MDPE tiene buenas propiedades de resistencia al choque y la caída. También es menos sensible a la muesca que el LDPE y la resistencia al agrietamiento por tensión es mejor que el HDPE. El MDPE se suele utilizar en tuberías y accesorios de gas, sacos, film retráctil, película de embalaje, bolsas de plástico y los cierres de los tornillos.

2.1.5.3.3 PEAD O HDPE – Polietileno de Alta Densidad – PE 100

Destacado principalmente por que entre sus propiedades intervienen la densidad y dureza, usado en las bolsas de supermercados, aceites, tambores, guías de cadena, piezas mecánicas, en tuberías para gas, tuberías para comunicación, tuberías para agua potable y desechos industriales.

Según (Mariano, 2012) el HDPE está definido por una densidad mayor o igual a 0,941 g/cm³. El HDPE tiene un bajo grado de ramificación y por lo tanto fuertes fuerzas intermoleculares y resistencia a la tracción. El HDPE puede ser producido por catalizadores cromo/sílica, catalizadores de Ziegler-Natta o catalizadores de metalloceno. En 2007, el consumo de polietileno de alta densidad global alcanzó un volumen de más de 30 millones de toneladas.

2.1.6 Polietileno de alta densidad (PEAD)

Es importante conocer primero el PEAD o conocido por sus siglas HDPE, el cual toma como nombre adicional el también llamado PE 100, el cual es concebido por medio de un proceso de polimerización del etileno denominado Ziegler-Natta, que involucra el uso de un catalizador y un solvente entre los cuales tenemos el benceno. Señala (Plastico, 2021) una vez se concluye la polimerización, se llevan a cabo posteriores fases comerciales entre las que se incluyen, métodos en disolución, suspensión e interfase gaseosa, que derivarán hacia los distintos procesamientos, según el uso al cual derive su realización.

2.1.6.1 Propiedades del polietileno de alta densidad

Ante los innumerables usos que se le da a cualquier producto hecho a base de polietileno es de gran conocimiento conocer desde la química misma, las propiedades fundamentales que ayudan a este material tener grandes diferenciales sobre otro tipo de materiales. Sin embargo, las propiedades del PEAD dependen de su estructura tanto como la de cualquier otro polímero que depende fundamentalmente de su estructura; es decir, su peso molecular y grado de cristalinidad (Lopez Pozo & Topanta Herrera, 2019).

2.1.6.1.1 Propiedades físicas del polietileno de alta densidad

Su alto grado de cristalización, lo convierte en un material opaco y de aspecto ceroso, siendo su densidad una de sus propiedades físicas más resonantes, aunque no esté presente en la tabla vale destacar que la permeabilidad depende de su espesor, densidad y de la temperatura del medio. Cuanto mayor es su densidad presenta una menor permeabilidad; por lo que el PEAD tiene una baja permeabilidad.

En la siguiente tabla indica las principales propiedades físicas, en la cual será representada en unidad y valor, para así conocer los materiales que contiene físicamente el polietileno de alta densidad.

Tabla 2. Principales propiedades físicas del PEAD

Propiedades	Unidades	Valor
Absorción de agua	mg a 96 h	<0.5
Contracción	%	1.5-3
Densidad	g/cm^3	0.941-0.965
Elongación punto de ruptura	%	1000
Resistencia a la tensión	N/mm^2	18-35
Resistencia al impacto Ranurado 1		
A 20 °C	KJ/m	No rompe -
A -20°C	KJ/m	6>5
Resistencia Dieléctrica	KV/cm	>600

Fuente: López Pozo & Topante Herrera, 2019

2.1.6.1.2 Propiedades químicas del polietileno de alta densidad

Es de vital importancia conocer los elementos químicos que componen el PE 100, ya que el uso que se le da, en este caso las tuberías, presenta muchos microorganismos los cuales actúan de manera negativa en muchas otras clases de materiales, es por esto que el HDPE debe ser capaz de reaccionar de manera favorable ante este tipo de perjuicios. Por lo tanto, la resistencia química del polímero es alta a reactivos inorgánicos como ácidos y álcalis. Pero son muy sensibles a algunos disolventes orgánicos, especialmente si su estructura química está cerca de las unidades estructurales que los componen. (Lopez Pozo & Topanta Herrera, 2019)

En la siguiente tabla indica las principales propiedades químicas, en la cual será representada por resistencia, por lo tanto los reactivos serán calificados por su resistencia muy buena, buena y mala, para así conocer su variación de resistencia de cada uno que contiene químicamente el polietileno de alta densidad.

Tabla 3. Principales Propiedades Químicas del PEAD

Reactivo	Resistencia
Ácidos - concentrados	Muy buena
Ácidos - diluidos	Muy buena
Álcalis	Muy buena
Alcoholes	Muy buena
Cetonas	Muy buena
Grasas y Aceites	Buena
Halógenos	Mala
Hidrocarburos y Aromáticos	Buena

Fuente: López Pozo & Topante Herrera, 2019

2.1.6.1.3 Propiedades mecánicas del polietileno de alta densidad

La estructura de sus propiedades mecánicas depende:

- ✚ Peso molecular
- ✚ Distribución del peso molecular
- ✚ Cristalinidad

Factores externos entre los cuales tenemos:

- Temperatura
- Medio químico
- Tiempo

Se produce el incremento de la densidad debido a:

- Tracción
- Rigidez
- Dureza

“Sin embargo, existen muchas pruebas y ensayos aplicados para medir las propiedades mecánicas del Polietileno de alta densidad, las mismas que nos sirven para realizar gráficas, como las de esfuerzo deformación”. (Lopez Pozo & Topanta Herrera, 2019)

En la siguiente tabla indica las principales propiedades mecánica, en la cual será representada en unidad y valor, para así conocer la estructura, los factores externos y la densidad que contiene mecánicamente el polietileno de alta densidad.

Tabla 4. Principales Propiedades Mecánicas del PEAD

Propiedades	Unidades	Valor
Coefficiente de Fricción	-	0.29
Dureza (Rockwell)	-	D 60 – 73
Módulo de elasticidad	GPa	0.5 – 1.2
Relación de Poisson	-	0.46
Resistencia a la tracción	Mpa	15 – 40
Resistencia al impacto	J m-1	20 -210

Fuente: López Pozo & Topante Herrera, 2019

2.1.6.1.4 Propiedades térmicas del polietileno de alta densidad

Según (Lopez Pozo & Topanta Herrera, 2019) las propiedades térmicas dependen de su estructura, y el comportamiento es diferente si se trata de un polímero amorfo, cristalino o semicristalino.

En la siguiente tabla indica las principales propiedades térmicas más importantes, en la cual será representada en unidad y valor, para así conocer su comportamiento que contiene térmicamente el polietileno de alta densidad.

Tabla 5. Principales Propiedades Térmicas del PEAD

Propiedades	Unidades	Valor
Calor Especifico	$KJ * Kg^{-1} * K^{-1}$	1.9
Conductividad Térmica	$a 23\text{ }^{\circ}C(w * m^{-1} * k^{-1})$	0.45 – 0.52
Dilatación Térmica	$x10^{-6} * k^{-1}$	100 - 200
Temperatura Máxima de Utilización	$^{\circ}C$	55 -120
Temperatura de Deflexión en Caliente – 0.45 Mpa	$^{\circ}C$	75

Fuente: López Pozo & Topante Herrera, 2019

2.1.7 Tubería de Polietileno

El polietileno es uno de los plásticos más comunes y se deriva de la polimerización del etileno. Es un material en parte cristalino y en parte amorfo, de color ligeramente blanco y translúcido. La tubería de PE está hecha de resina de polietileno, pigmento y almohadilla, mejorando las propiedades físicas y químicas. Se pueden clasificar según su MRA, SDR y serie (S).

En obra civil, tanto para el diseño de redes públicas, privadas e industriales hay una gran cantidad de aplicaciones como: abastecimiento de agua potable, saneamiento (por gravedad, bajo presión hidráulica interna o por vacío), riego, reutilización de aguas residuales,

microrriego, aplicaciones industriales, drenaje submarino, conexiones domiciliarias, drenaje profundo de carreteras u otra infraestructura, renovación de tuberías existentes.

En la siguiente tabla indica la fabricación de los tubos en diferentes tipos de colores, en donde se podrá diferenciar fácilmente su aplicabilidad en diferentes actividades ya mencionada previamente. Así tenemos:

Tabla 6. Principales propiedades mecánicas del PEAD

Tipos de Colores	Aplicación
Azul	
Negro con bandas azules	Agua Potable
Negro	
Negro con bandas marrones	Aguas Industriales
Negro	
Negro con bandas moradas	Aguas Reciclada
Amarillo	
Anaranjado	Gas Natural
Negro con bandas Anaranjado	

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)



Figura 1: (Izq.) Tubo PE para Agua Potable, (Der.) Tubo PE para Gas Natural.

Fuente: Balairón Pérez, (2009)



Figura 2: Tubo PE para Gas natural

Fuente: MogSupply, (2017)

En respuesta a las diversas necesidades para la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural, se ha puesto en consideración la utilización de tuberías PEAD (Poliétileno de Alta Densidad), esto debido a sus grandes beneficios, tales como, en conducción de agua potable conserva la calidad del agua, en desechos industriales resistencia a la abrasión y al desgaste, y en gas natural resistencia química y mecánica.

En esta siguiente tabla indica específicamente las tuberías de polietileno que se utilizan mayormente en nuestro medio para las diferentes actividades son: PE 100, las mismas que vienen en las siguientes presentaciones:

Tabla 7. Tubería PEAD Acuaflex – Plastigama

Diámetro mm	Nominal	Presión		Espesor	
		Nominal de Trabajo MPa	Serie	Nominal de Pared mm	Longitud m
20		1.60	5	2.0	
32		1.60	5	2.0	Rollos
40		1.25	6.3	3.0	1000
50		1.25	6.3	3.1	

63	1.25	6.3	4.7	
90	1.00	8	5.4	
110	1.00	8	6.6	Rollos 60
160	1.00	8	9.5	
200	1.00	8	11.90	
225	1.00	8	13.4	
250	1.00	8	14.8	
	1.00	8	18.7	
315	1.25	6.3	23.2	
	1.60	5	28.6	
	1.00	8	21.1	
355	1.25	6.3	26.1	
	1.60	5	32.2	
	1.00	8	23.7	
400	1.25	6.3	29.4	Tramos
	1.60	5	36.3	11.80
	1.00	8	26.7	
450	1.25	6.3	33.1	
	1.60	5	40.0	
	1.00	8	20.7	
500	1.25	6.3	36.8	
	1.6	5	45.4	
	1.00	8	33.2	
560	1.25	6.3	41.2	
	1.60	5	50.8	
	1.00	8	37.4	
630	1.25	6.3	46.3	
	1.60	5	57.2	

Fuente: Mexichem Ecuador, (2018)

2.1.8 Tubería Polietileno de alta densidad

Destaca (Geosai, Soluciones Ambientales, s.f), durante los últimos años el uso de tubería pead se ha incrementado debido a sus propiedades y ventajas en comparación con otros materiales tradicionales como acero, concreto, PVC, entre otros. Por motivos técnicos y económicos el notable desarrollo y amplia difusión de las conducciones a base de polietileno se puede atribuir a las características especiales del material.

2.1.8.1 Función

Cumple muchas funciones y es utilizada de diferentes maneras, para el transporte de agua en sistemas enterrados en aducción y distribución del agua. Asimismo, en la conducción de desechos industriales y minerales. Se da la posibilidad de que se haga uso en sistemas expuestos con tuberías de color negro.

2.1.8.2 Usos de la tubería de polietileno de alta densidad

Como se mencionó anteriormente, se le da un uso, en diferentes actividades, como en la construcción, en la agronomía, en la comunicación, etc. Según (Tigre, Linea Polietileno Alta Densidad para Conduccion Agua Potable y Riego, 2016), se detalla sus múltiples aplicaciones:

- ⊗ Redes de aducción y distribución de agua potable
- ⊗ Redes de alcantarillado
- ⊗ Conducción de residuos industriales y químicos
- ⊗ Conducción de relaves y riego de pilas de lixiviación en plantas mineras
- ⊗ Transporte de gas y petróleo
- ⊗ Riego tecnificado
- ⊗ Protección de cables eléctricos y telefónicos

2.1.8.3 Ventajas de la tubería de polietileno de alta densidad

Según (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego, 2016) indica las principales ventajas del PEAD, que son las siguientes:

- **Durabilidad:** Las tuberías de HDPE están diseñadas para una vida útil mínima de 50 años ya que operarán bajo tierra a 20 ° C, sin embargo, se puede concluir que su vida útil es mucho mayor, debido a la profundidad de 0,80 m, no afectan más esto, las condiciones de temperatura ambiente.
- **Alta resistencia a la abrasión:** La tubería de PEAD, cuando se somete a flujos abrasivos, ha demostrado ser más resistente a la abrasión que las tuberías de acero y concreto, razón por la cual su uso en la industria minera se ha incrementado en los últimos años.
- **Gran flexibilidad:** La tubería de PEAD permite cambios sensibles de dirección en curvas frías sin accesorios, adaptándose a las líneas de falla. Es adecuado para terrenos sinuosos y ahorra dinero en giros y codos.
- **Ligereza:** Las tuberías de HDPE son fáciles de manipular, lo que permite el transporte y el montaje en menos tiempo, a veces incluso sin necesidad de maquinaria de manipulación, lo que se traduce en un ahorro de costo en el transporte y la instalación.
- **Resistencia a la corrosión:** Al ser un material termoplástico, la tubería de PEAD, gracias a su resistencia a la corrosión y abrasión, mantiene constante su sección original, eliminando el efecto de la pérdida de capacidad de la malla por reducción del diámetro interno, evitando así la necesidad de mantenimiento. y usos. sistema de protección catódica, reduciendo costos.
- **Resistente a productos químicos:** Las tuberías de PEAD son resistentes a la mayoría de los productos químicos, como álcalis, aceites, alcoholes, detergentes, blanqueadores, etc., con la excepción de los disolventes. sin embargo, en aplicaciones para impulsar estos agentes, su comportamiento debe verificarse con el fabricante.
- **Estable a las variaciones térmicas:** La tubería de PEAD es resistente a los rayos UV, gracias a su estabilidad a través de su contenido de carbono negro, lo que la hace adecuada para redes expuestas al sol.

- Estabilidad térmica: La baja conductividad térmica de las tuberías de PEAD reduce el riesgo de congelación de líquidos en la red. Si el agua del interior se congela, el aumento de volumen aumenta el diámetro, sin llegar a romperse, restaurando el diámetro original después de la descongelación.
- Propiedades químicas: La tubería de PEAD está hecha de uno de los polímeros más inertes y estables que uno esperaría de su estructura de parafina básica.
- Ausencia de toxicidad: Las tuberías de PEAD no contienen sales de metales pesados a diferencia de otros plásticos, son inodoros.
- Poca rugosidad: Las paredes de las tuberías pueden considerarse hidráulicamente lisas y tienen una resistencia mínima al flujo de fluido, lo que produce una caída de presión menor que las tuberías tradicionales. Coeficiente de fricción de Manning $n = 0,009$, hazenwilliams $c = 150$.
- Uniones: Las tuberías de PEAD requieren pocas conexiones, se realizan de manera fácil y rápida a través de varios sistemas, destacando; soldadura a tope, soldadura eléctrica y unión con accesorios mecánicos.

Su rendimiento hidráulico es excepcional gracias a su bajo coeficiente de rugosidad, del que se puede decir que es un material excelente para el transporte de líquidos con bajas caídas de presión en largas distancias. El sellado, por sus propiedades, que le permite realizar uniones de fundición, se considera uno de los más ajustados. Los rangos de temperaturas a los que trabajan tiene como recomendación los -40°C hasta los 60°C es uno de los materiales que presentan mejor resistencia a bajas temperaturas convirtiéndolo en un material versátil. Otras ventajas a destacar:

- ⊗ Ligero y fácil de manejar
- ⊗ Instalación rápida
- ⊗ Menos juntas

- ⊗ Quitar pintura o revestimiento de cualquier tipo para proteger contra la corrosión
- ⊗ Menor costo total que los sistemas tradicionales
- ⊗ Excelente soldabilidad
- ⊗ Alta resistencia al impacto
- ⊗ Alta resistencia al stress-cracking
- ⊗ Bajo efecto de incrustación

2.1.8.4 Desventajas de la tubería de polietileno de alta densidad

Según (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conduccion Agua Potable y Riego, 2016) indica las siguientes desventajas:

- Baja conductividad eléctrica: Las tuberías de PEAD no son sensibles a las corrientes subterráneas, como se esperaba debido a su composición química, baja conductividad, baja permitividad y alta rigidez dieléctrica.
- Baja resistencia a las sobrecargas excesivas.
- Sensible a la expansión térmicas.
- Problemas con conexiones plásticas a base de resina acetilica.
- No permita conexiones pegadas o roscada.

2.1.8.5 Consideraciones para el diseño de la tubería de polietileno de alta densidad

Las consideraciones que debemos de tener en cuenta para el diseño de las tuberías de PEAD, es que la materia prima es 100 % virgen y que cumpla con la calificación de MRS conforme a la normas ISO 4427.- ASTM D 3350.

2.1.8.5.1 Mínima resistencia requerida (MRS)

El MRS caracteriza la Mínima Resistencia Requerida que corresponde a la mínima resistencia Tangencial que el material debe resistir a una temperatura de 20°C por un período de por lo menos 50 años. Las resinas utilizadas son MRS 80 y MRS 100, también conocidas

como PE 80 y PE 100. Estos valores de 80 kgf/cm² (8 MPa) y 100 kgf/cm² (10 MPa) corresponden a la tensión circunferencial del material PE 80 y PE 100. (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego, 2016)

2.1.8.5.2 Tensión de Diseño (s)

“Corresponde a la tensión Tangencial Admisible que se obtiene de dividir la mínima resistencia requerida por un factor de seguridad C, denominado coeficiente de diseño, y que de acuerdo a la normativa de diseño ISO”. (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego, 2016)

2.1.8.5.3 Presión Nominal (PN)

“Es la máxima Presión de trabajo a la que puede ser sometida una línea o sistema de presión a 20° C por un período de por lo menos 50 años”. (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego, 2016)

2.1.8.5.4 Relación de dimensión estándar (SDR)

“Es un valor adimensional que relaciona el diámetro externo nominal (DN) y el espesor de pared de la tubería (e). El SDR está estandarizado en valores y representa una presión nominal. Se tienen las siguientes ecuaciones”. (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego, 2016)

Ecuación 1. Relación de Dimensión Estándar.

Es expresada como:

$$SDR = \frac{DN}{e};$$
$$SDR = \frac{2 \times \sigma_s}{e} + 1$$

$$e = \frac{PN \times DN}{2 \times \sigma_s + PN}$$

Donde:

PN=Presión Nominal (Mpa)

DN= Diámetro Externo (mm)

σ_s =Tensión de diseño (Mpa)

2.1.8.6 Características técnicas de la tubería de polietileno de alta densidad (PEAD)

“La calidad de una tubería de PEAD en cuanto a su estructura molecular y resistencia hidráulica, está fuertemente influenciada por la calidad de la resina que se utiliza”. (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego, 2016) Normas como las ISO y la ASTM, ponen mucha pedantería en la composición de los compuestos para la fabricación de las tuberías. Las resinas en el mercado nacional, muchas de ellas satisfacen las normas ISO 4427.- ASTM D 3350.

En la siguiente tabla se detalla las características técnicas del PEAD con la normativa ASTM D 3350. En donde las propiedades se representan por valores límites. Para así tener un conocimiento de las principales propiedades.

Tabla 8. Características Técnicas del HDPE para Tuberías Fabricadas Bajo Normativa ASTM D 3350, Información Técnica AMANCO.

Propiedades	Norma de ensayo Celda (ASTM 3350)	Valores Límites
Densidad (gr/cm ³)	ASTM D 1505 3	0,941 a 0,955
Índice de fusión (g/10 min)	ASTMD 1238/E 4	<0,15
Módulo de flexión (x 1000 PSI)	ASTM D 790 5	110 a 160
Esfuerzo de fluencia (x 1000 PSI)	ASTM D 638 4	3,000 a 3,500

Resistencia al Agrietamiento (Duración del ensayo en horas)	ASTMD 1693/3	3	192
(Fallas máxima en %)			20%
HDB (Base Hidrostática de diseño) (PSI)	ASTM D 2837	4	1600 Mínimo
Pigmento	ASTM D 3350	C	Negro, >2%

Fuente: Nazario Ofelia, (2009)

De la misma manera que existen las características con normativa ISO, se da el caso para la ASTM, donde también se exigen requerimientos para la materia prima a emplear. En este caso, el material o compuesto se especifica en categorías basadas en su MRR (resistencia mínima requerida a 20 ° C para una vida útil de 50 años de la tubería) La mayoría de las empresas en el mercado nacional producen sus propias tuberías de PEAD con los siguientes dos grados superiores PE 1 00 y PE80. (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conduccion Agua Potable y Riego, 2016)

En la siguiente tabla, indica las características técnicas del Pead para tuberías fabricadas bajo normativa NTP ISO 4427. En donde será representada por esfuerzo de ensayo. Para así tener una información técnica más clara y precisa.

Tabla 9. Características Técnicas del HDPE para Tuberías Fabricadas Bajo Normativa NTP ISO 4427, Información Técnica AMANCO.

Mpa (PSI)	Esfuerzo de ensayo según NTP ISO 4427			
	Mpa (PSI)			
	Máximo			
Designación del Insumo	MRR a 50 años y 20 °C	esfuerzo Permisible de diseño hidrostático	100 horas a 20°C	1 hora a 20°C
			165 horas a 80 °c	1000 horas a 80°C

PE	100	10,0(1,450)	8,0(1,160)	12,4(1,798)	5,5(797)	5,0(725)	14,0(2,030)
PE 80		8,0(1,160)	6,3(914)	9,0(1,305)	4,6(667)	4,0(580)	11,3(1,638)

Fuente: Nazario Ofelia, (2009)

2.1.8.6.1 Resistencia química de la tubería de polietileno de alta densidad

La resistencia química que presenta la tubería en material PEAD, se la ha evaluado en una serie de actividades, donde se ha obtenido resultados muy alentadores. Evaluación realizada a partir del comportamiento de una probeta de HDPE la cual ha sido puesta a pruebas en fluidos a 20°C y 60°C, la evaluación ha sido detallada en la siguiente tabla:

En la siguiente tabla se detalla los indicadores de la evaluación de resistencia química de la tubería de PEAD, en donde la leyenda será representada por evaluación, hinchamiento, pérdida de carga y alargamiento de la rotura. Concluyendo una tabla de más precisa para evaluar.

Tabla 10. *Indicadores de la Evaluación de Resistencia Química de la Tubería de PEAD*

Leyenda	Evaluación	Hinchamiento	Perdida de Carga	Alargamiento de la rotura
S	satisfactorio	<3%	<0,5%	invariable
L	limite	3-8%	0,5-5%	disminución <50%
NS	no satisfactorio	>8%	>5%	disminución >50%

Fuente: Tigre, (2016)

En la siguiente tabla se detalla la evaluación de resistencia química de la tubería de PEAD, en donde la sustancia química será representada por dos tipos de diámetros de tubería de PEAD. Para así tener una información más clara.

Tabla 11. Evaluación de Resistencia química de la tubería de polietileno de alta densidad

Sustancia Química	HDPE		Sustancia Química	HDPE	
	20	60		20	60
Acetato de amilo	S	S	Cloroformo	N/S	N/S
Acetato de butilo	S	L	Cloro (Líquido y Gaseoso)	N/S	N/S
Acetato	S	S	Cloruro de aluminio	S	S
Ácidos aromáticos	S	S	Cloruro de amonio	S	S
Ácidos grasos	S	L	Cloruro de calcio	S	S
Ácidos carbónico	S	S	Cloruro de magnesio	S	S
Ácido cítrico	S	S	Detergente	S	S
Ácido clorhídrico	S	S	Dicloroetano	L	L
Ácido crómico	S	N/S	Eter alifático	S	L
Ácido fórmico	S	S	Eter	L	L
Ácido glicólico	S	S	Eter dietílico	L	L
Ácido láctico	S	S	Eter de petróleo	S	L
Ácido maleico	S	S	Fenol	S	S
Ácido monocloracético	S	S	Fluos	N/S	N/S
Ácido nítrico (25%)	S	S	Formaldehido 40%	S	S
Ácido nítrico (50-70%)	S	N/S	Fosfatos	S	S
Ácido oxálico	S	S	Glicerina	S	S
Ácido sílico	S	S	Glicol	S	S
Ácido tartárico	S	S	Hipoclorito de calcio	S	S
Ácido tricoloracético 50%	S	S	Hipoclorito de sodio	S	S
Ácido tricoloracético 100%	S	N/S	Jarabes	S	S
Agua de mar	S	S	Lejía	S	N/S

Agua oxigenada a 30%	S	S	Levadura	S	S
Agua oxigenada a 100%	S	N/S	Mercurio	S	S
Agua regia	N/S	N/S	Metanol	S	S
Alcanflor	S	L	Naftalina	S	L
Alcohol alílico	S	S	Nitrato de plata	S	S
Alumnre	S	S	Nitrato de sodi	S	S
Amoniaco	S	S	Ozono	L	N/S
Anhidrido acético	S	L	Petróleo	S	L
Carbonato de sodio	S	S	Sal de cobre	S	S
Cetona	S	S	Silicato de sodio	S	S
Ciclohexano	S	S	Tetracloruro de carbono	N/S	N/S
			Vaselina	L	L

Fuente: Tigre, (2016)

2.1.8.7 Especificaciones técnicas de la tubería de polietileno de alta densidad

Vale destacar que para la fabricación de las tuberías de HDPE, se realiza a partir de procesos estandarizados y de sistemas que aseguran la calidad del mismo. Los ensayos a los están sometidos se encuentran regulados por normas internacionales como la ISO, ASTM, entre otras. Las especificaciones técnicas que deben cumplir las tuberías de uso más común como son las PE 80 y PE 100 se encuentran detallados en las siguientes ilustraciones:

DIAM.NOM. Diam. mm.	PN=4 bar SDR 32		PN=6 bar SDR 21		PN=8 bar SDR 17		PN=10 bar SDR 13.6		PN=12.5 bar SDR 11		PN=16 bar SDR 9		PN=20 bar SDR 7.4	
	e pared min mm.	Diam.int. aprox. Mm.												
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	15.40	-	-
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8	19.40	-	-
32.0	-	-	-	-	-	-	2.8	26.40	3.0	26.00	3.6	24.80	-	-
40.0	-	-	-	-	-	-	3.0	34.00	3.7	32.60	4.5	31.00	-	-
50.0	-	-	-	-	-	-	3.7	42.60	4.6	40.80	5.6	38.80	-	-
63.0	-	-	-	-	3.7	55.60	4.7	53.60	5.8	51.40	7.1	48.80	8.6	45.80
75.0	-	-	-	-	4.5	66.00	5.6	63.80	6.8	61.40	8.4	58.20	10.3	54.40
90.0	-	-	-	-	5.4	79.20	6.7	76.60	8.2	73.60	10.1	69.80	12.3	65.40
110.0	3.4	103.20	5.3	99.40	6.6	96.80	8.1	93.80	10.0	90.00	12.3	85.40	15.1	79.80
125.0	-	-	6.0	113.00	7.4	110.20	9.2	106.60	11.4	102.20	14.0	97.00	17.1	90.80
140.0	4.3	131.40	6.7	126.60	8.3	123.40	10.3	119.40	12.7	114.60	15.7	108.60	19.2	101.60
160.0	4.9	150.20	7.7	144.60	9.5	141.00	11.8	136.40	14.6	130.80	17.9	124.20	21.9	116.20
200.0	6.2	187.60	9.6	180.80	11.9	176.20	14.7	170.60	18.2	163.60	22.4	155.20	27.4	145.20
250.0	7.7	234.60	11.9	226.20	14.8	220.40	18.4	213.20	22.7	204.60	27.9	194.20	34.2	181.60
315.0	9.7	295.60	15.0	285.00	18.7	277.60	23.2	268.60	28.6	257.80	35.2	244.60	-	-
355.0	10.9	333.20	16.9	321.20	21.1	312.80	26.1	302.80	32.2	290.60	39.7	275.60	-	-
400.0	12.3	375.40	19.1	361.80	23.7	352.60	29.4	341.20	36.3	327.40	-	-	-	-
450.0	13.9	422.20	21.5	407.00	26.7	396.60	33.1	383.80	-	-	-	-	-	-
500.0	15.4	469.20	23.9	452.20	29.7	440.60	36.8	426.40	-	-	-	-	-	-
560.0	17.3	525.40	26.7	506.60	33.2	493.60	-	-	-	-	-	-	-	-
630.0	19.4	591.20	30.0	570.00	37.4	555.20	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 3: Tuberías de polietileno de alta densidad/ PE 80 para conducción de fluidos, especificaciones técnicas según norma NTP- ISO 4427.

Fuente: Nazario Ofelia, (2009)

DIAM. NOM. Diam. mm.	PN=4 bar SDR 41		PN=6 bar SDR 27.6		PN=8 bar SDR 21		PN=10 bar SDR 17		PN=12.5 bar SDR 13.6		PN=16 bar SDR 11		PN=20 bar SDR 9	
	e pared min mm.	Diam.int. aprox. Mm.	e pared min mm.	Diam.int. aprox. Mm.	e pared min mm.	Diam.int. aprox. Mm.	e pared min mm.	Diam.int. aprox. Mm.						
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	15.40	-	-
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	19.80	-	-
32.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	26.00	-	-
40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	32.60	-	-
50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.6	40.80	-	-
63.0	-	-	-	-	-	-	3.7	55.60	4.7	53.60	5.8	51.40	-	-
75.0	-	-	-	-	-	-	4.5	66.00	5.6	63.80	6.8	61.40	-	-
90.0	-	-	-	-	4.3	81.40	5.4	79.20	6.7	76.60	8.2	73.60	-	-
110.0	-	-	-	-	5.3	99.40	6.6	96.80	8.1	93.80	10.0	90.00	12.3	85.40
125.0	-	-	4.6	115.80	5.9	113.20	7.4	110.20	9.2	106.60	11.4	102.20	14.0	97.00
140.0	-	-	5.1	129.80	6.7	126.60	8.3	123.40	10.3	119.40	12.7	114.60	15.7	108.60
160.0	-	-	5.8	148.40	7.7	144.60	9.5	141.00	11.8	136.40	14.6	130.80	17.9	124.20
200.0	-	-	7.3	185.40	9.5	181.00	11.9	176.20	14.7	170.60	18.2	163.60	22.4	155.20
250.0	6.1	237.80	9.1	231.80	11.9	226.20	14.8	220.40	18.4	213.20	22.7	204.60	27.9	194.20
315.0	7.7	299.60	11.4	292.20	15.0	285.00	18.7	277.60	23.2	268.60	28.6	257.80	35.2	244.60
355.0	8.7	337.60	12.9	329.20	16.9	321.20	21.1	312.80	26.1	302.80	32.2	290.60	-	-
400.0	9.8	380.40	14.5	371.00	19.1	361.80	23.7	352.60	29.4	341.20	36.3	327.40	-	-
450.0	11.0	428.00	16.3	417.40	21.5	407.00	26.7	396.60	33.1	383.80	-	-	-	-
500.0	12.2	475.60	18.1	463.80	23.9	452.20	29.7	440.60	36.8	426.40	-	-	-	-
560.0	13.7	532.60	20.3	519.40	26.7	506.60	33.2	493.60	-	-	-	-	-	-
630.0	15.4	599.20	22.8	584.40	30.0	570.00	37.4	555.20	-	-	-	-	-	-

Figura 4: Tuberías de polietileno de alta densidad/ PE 100 para conducción de fluidos, especificaciones técnicas según norma NTP- ISO 4427.

Fuente: Nazario Ofelia, (2009)

2.1.9 Métodos de soldaduras para la unión de tuberías PEAD para la conducción de aguas potables y desechos industriales

Los principales métodos de soldaduras son dos: Electrofundición y Termofundición, su objetivo esencial es aprovechar las características termoplásticas del polietileno, tanto para la conducción de aguas potables y desechos industriales. Estas dos técnicas son sumamente que simples de ejecutar en el campo, donde se requiere correctamente la preparación de las superficies para ser soldadas y así cumplir con los parámetros dados.

Al momento que no se cumpla los procedimientos de soldaduras, puede suceder las uniones supuestamente buenas, sean en realidad puntos débiles que pueden generar fracasos cuando la tubería este habilitado.

2.1.9.1 Electrofundición

La electrofundición se da al transmitir corriente eléctrica a baja tensión (entre 8 y 48 V según el modelo) por las espiras metálicas en los accesorios electrosoldables, se origina un calentamiento (efecto joule) que suelda o fundiona el tubo con el accesorio originando la electrofundición. (ASETUB, 2010). En la actualidad la tensión más común utilizada por los fabricantes es de 40 V. Este método es eficaz y fácil de ejecutar en campo.

El uso del método de electrofundición para unir tuberías o válvulas de PE hace que la instalación de tuberías subterráneas homogéneas del mismo material sea segura, económica y eficiente.



Figura 5: Soldadura con accesorios electrosoldables.

Fuente: Asetub, (2010)

Según (Balairón, 2008) hoy en día el método de evaluación no destructiva más importante de una unión soldada de tuberías de PEAD, es el control y registro de las condiciones y parámetros de soldadura (llamado trazabilidad) y el examen visual de la misma (raspado, alineación y testigos de fusión del accesorio electrosoldable).

2.1.9.1.1 Ventajas de la Electrofusión

Las principales ventajas son:

- Es ideal para soldar en situaciones difíciles o poco espacio para acceder a la tubería, y no se requiere movimiento de los tubos al momento de soldar.
- Aplicable a las uniones de materiales de polietileno de diferentes generaciones y espesores (PE 80 y PE 100) sin que la soldadura se resienta.
- Este tipo de soldadura da seguridad, uniones fiables y duraderas, también es ideal para diámetros pequeños.
- Es reconocido como el mejor sistemas para realizar una reparación, con bajo costo de instalación y fácil de realizar, ya que ofrece una amplia gama de soluciones simples.
- Se mantiene la misma capacidad de transporte de caudal que la del tubo original.
- Los accesorios de esta soldadura están certificados en muchos países.
- Las máquinas automáticas de electrofusión disminuyen los fallos y errores que se puedan producir, además de darnos una trazabilidad total de la unión.

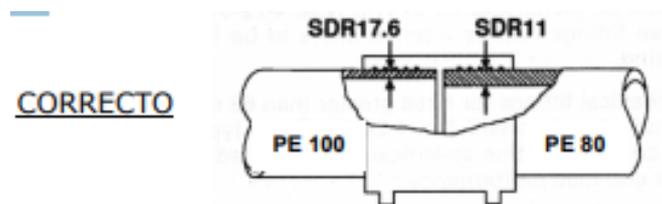


Figura 6: Sección soldaduras.

Fuente: Asetub, (2010)

2.1.9.1.2 Accesorios de electrofusión – Plasson

Como accesorios electrosoldables se pueden encontrar tee, codos, reductores, uniones, silletas etc., los cuales varían según su diámetro que van desde los 20mm. En la cual son los siguientes accesorios:

Copla Electrofusión P/SDR11



Figura 7: Accesorios de electrofusión

Fuente: Tigre, (2016)

Codo 90° Electrofusión P/SDR11



Figura 8: Accesorios de electrofusión

Fuente: Tigre, (2016)

Codo 45° Electrofundición P/SDR11



Figura 9: Accesorios de electrofundición

Fuente: Tigre, (2016)

Tee Electrofundición P/SDR11



Figura 10: Accesorios de electrofundición

Fuente: Tigre, (2016)

Toma de servicio en carga Electrofundición P/SDR11



Figura 11: Accesorios de electrofundición

Fuente: Tigre, (2016)

Toma en carga con limitador de caudal P/SDR11



Figura 12: Accesorios de electrofundición

Fuente: Tigre, (2016)

Los accesorios de electrosoldables se suministran con etiquetas de código de barras o etiquetas, que muestran toda la información relevante del producto y los datos de fusión.



Figura 13: Etiqueta de accesorio.

Fuente: Google, (2019)

Los accesorios electrosoldables se componen de las siguientes partes (ASETUB, 2010):

1. Espira calefactora
2. Bornes para acoplar los conectores de las máquinas de soldadura.
3. Testigos de soldadura que indican que se ha completado la fusión.
4. Tope interior central para facilitar la introducción del accesorio hasta la profundidad correcta. Este tope se puede eliminar fácilmente para permitir el desplazamiento del accesorio sobre el tubo, por ejemplo, en reparaciones.

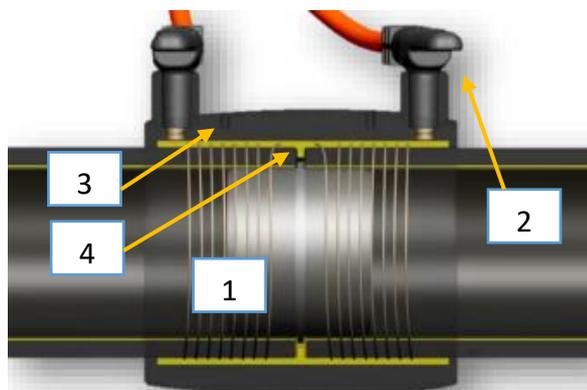


Figura 14: Partes accesorios EF.

Fuente: Asetub, (2010)

2.1.9.1.3 Equipos para los procesos de soldadura por Electrofundición

Según (Nazario, 2009) para ejecutar soldaduras por Electrofundición se emplean máquinas y útiles especiales, como:

- 1) Máquinas de soldadura con sus accesorios de conexión.

En la actualidad estas máquinas son automáticas y polivalentes, accediendo mediante el empleo de los terminales correspondientes soldar cualquier tipo de marca y accesorio. Para su funcionamiento se pretende una fuente de corriente, ya sea mediante una conexión a red o a un grupo electrógeno.

- 2) Corta tubo adecuado a cada diámetro
- 3) Raspador
- 4) Líquido limpiador (Isopropanol), papel celulósico.
- 5) Posicionado para accesorios
- 6) Útiles de perforación para derivados simples.
 - a) Equipo de taladrar sin carga
 - b) Equipo de taladrar en carga
- 7) Rotulador de tinta indeleble apto para tubos de PE

2.1.9.1.4 Parámetros de la Electrofundición

La soldadura entre tuberías y accesorios es un sistema de unión seguro, económico y eficiente. Por lo tanto, la preparación cuidadosa de la superficie de soldadura no puede ignorarse como un requisito previo necesario.

Según (ASETUB, 2010) se debe tener en cuenta para la correcta ejecución de la unión por electrofusión lo siguiente:

- Tolerancia de las embocaduras de los accesorios EF

Estos tipos de accesorios están diseñadas para aceptar unas tolerancias de trabajo apropiadas a la práctica de las instalaciones. Además, las zonas muertas (sin resistencia eléctrica) del centro y de los extremos, proporcionan una seguridad extra y uniones fiables. Un aumento de la longitud de las embocaduras, aumenta la estabilidad y ayuda al alineamiento del tubo durante el proceso de fusión en condiciones difíciles.

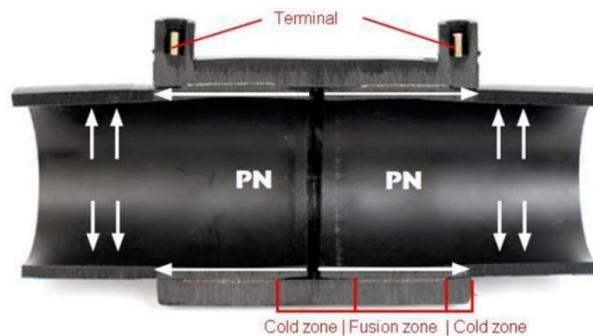


Figura 15: Sección de una soldadura electrofusión.

Fuente: Asetub, (2010)

- Manejo de los accesorios

La limpieza es elemental para ejecutar una soldadura fiable y de alta calidad. Estos tipos de accesorios se elaboran en un entorno que asegura que el producto llegue hasta el cliente convenientemente protegido y limpio. Todos aquellos factores o materiales que afectan a la calidad del producto, están rigurosamente controlados durante la fabricación y el accesorio es convenientemente empaquetado antes de salir de fábrica.

Además, la mejor manera de conservar las condiciones de limpieza es mantener el accesorio en su embalaje original hasta el final, es decir, sacar el accesorio de su bolsa solamente cuando se haya completado la preparación del tubo y se vaya a hacer la soldadura en ese momento.



Figura 16: Limpiar, marcar y raspar.

Fuente: Asetub, (2010)

- Tiempo de fusión

El tiempo de fusión se encuentra mencionado en cada accesorio, expresado en segundos, y es aplicable cuando se trabaja a temperaturas entre -5°C y $+45^{\circ}\text{C}$. En el caso de estar trabajando con máquina manual y debido a que la temperatura de los tubos y accesorios que se van a soldar interviene en el tiempo de soldadura, es necesario ajustar el tiempo de fusión de acuerdo con las tablas suministradas por el fabricante del accesorio. Cuando se trabaja con máquina automática y con el modo código de barras, el tiempo de fusión siempre es seleccionado de forma automática por la máquina, de acuerdo a la temperatura ambiente medida por la propia unidad.

- Unión por electrofusión

Durante el proceso de fusión, hay que impedir cualquier tipo de tensión que pueda producir movimientos en la unión. Esto se consigue utilizando alineadores. Si por alguna causa no se puede utilizar este tipo de herramienta, la unión se debe asegurar mediante cualquier otro medio.



Figura 17: Alineadores.

Fuente: Asetub, (2010)

- Fusión y control de las soldaduras

Demostrar que la fusión se ha completado de forma correcta, según lo indicado a continuación:

- Prestar atención que la máquina electrosoldable ha completado el ciclo.
- Colocar la mano sobre el accesorio para demostrar que se ha calentado.
- Comprobar que han salido los testigos de soldadura.

Si se ha suspendido el ciclo de fusión por alguna causa, por ejemplo un corte de corriente eléctrica, la unión puede ser recalentada una vez más, pero debe haberse dejado enfriar completamente antes de iniciar el recalentamiento y después debe completarse totalmente el ciclo de fusión.

- Finalización del trabajo

El tiempo de enfriamiento de los accesorios electrosoldables está indicado en los accesorios y es el tiempo mínimo que se requiere antes de manipular la unión o proceder a realizar los rellenos respectivos.

No se debe retirar el alineador antes de este tiempo de enfriamiento, ni tampoco se debe efectuar ningún otro tipo de trabajo, como perforar la tubería, cuando de una instalación de silleta se refiere. Se debe registrar con un marcador en la tubería la hora de finalización de la unión, así como también la de enfriamiento del accesorio electrofusionado.

- Interrupción por fallo eléctrico

Si se ha causado un fallo eléctrico por causas externas, por ejemplo fallo en el generador) y la soldadura se ha interrumpido, se puede volver a fundir teniendo en cuenta estos puntos:

- Comprobar y corregir las causas del fallo, y no soltar los alineadores.
- Enfriar mínimo 1 hora el accesorio completamente hasta llegar a una temperatura ambiente. No utilizar ningún elemento adicional para enfriar (agua fría, aire, etc.).
- Proteger la unión de la suciedad y de la humedad durante la fase de enfriamiento.
- Realizar la soldadura de nuevo de acuerdo con las instrucciones de montaje y las especificaciones del fabricante.
- No se recomienda volver a re-soldar la toma en carga.
- Se debe de tomar en cuenta que si la soldadura falla en la prueba de presión, no se debe realizar la re-soldadura en el mismo punto.

2.1.9.1.5 Causas de fallo en la Electrofundición

Según (ASETUB, 2010) las principales causas de fallas de soldadura electrofundición son:

- ✓ Por no raspar el tubo adecuadamente o por raspar demasiado el tubo
- ✓ Tensión del grupo electrógeno incorrecta.
- ✓ Excesivo espacio entre el tubo y el accesorio y movimiento del tubo durante la fusión.
- ✓ Tubo excesivamente ovalado y no haber utilizado redondeador.
- ✓ Introducción incorrecta del voltaje del accesorio en la máquina.
- ✓ No limpiar adecuadamente los tubos y/o accesorios provocando la contaminación o suciedad.
- ✓ Preparación insuficiente (mirar con un espejo la parte inferior del tubo).
- ✓ Incorrecta introducción del tiempo en la máquina, e complicación del ciclo de fusión.
- ✓ Haber realizado un corte inadecuado de la tubería y no haber utilizado alineadores.
- ✓ No esperar a cumplir el tiempo de enfriamiento.

2.1.9.1.6 Procesos de soldaduras

Según (Tigre, Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego, 2016) los procesos de soldaduras son esenciales al momento de una unión que es ejecutada utilizando un accesorio especial que contiene resistencias eléctricas agregadas internamente las cuales son calentadas a través de un equipo de electrofusión siendo controlada eléctricamente. Este dispositivo suministra corriente a través de resistencias que se calientan y forman una fusión entre el tubo y el accesorio, formando una de las conexiones más seguras disponibles.



Figura 18: Limpie y secar bien el extremo de la tubería.

Fuente: Tigre (2016)

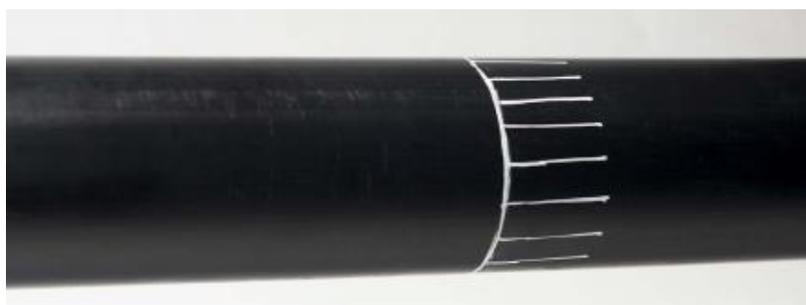


Figura 19: Primero marque la longitud de la tubería para que encaje en el acoplamiento, luego marque el área de la tubería a raspar dibujando líneas visibles perpendiculares al raspado.

Fuente: Tigre (2016)



Figura 20: Afeite a mano o con un raspador hasta un grosor de aproximadamente 0,3 mm desde la superficie exterior. No toque la superficie rayada con las manos.

Fuente: Tigre (2016)



Figura 21: Realice los pasos anteriores para el tubo opuesto, retire el accesorio del paquete e inserte el tubo hasta la línea creada. La zona a soldar debe permanecer estable e inmóvil, para ello se puede utilizar un alineador Plasson.

Fuente:, Tigre (2016)

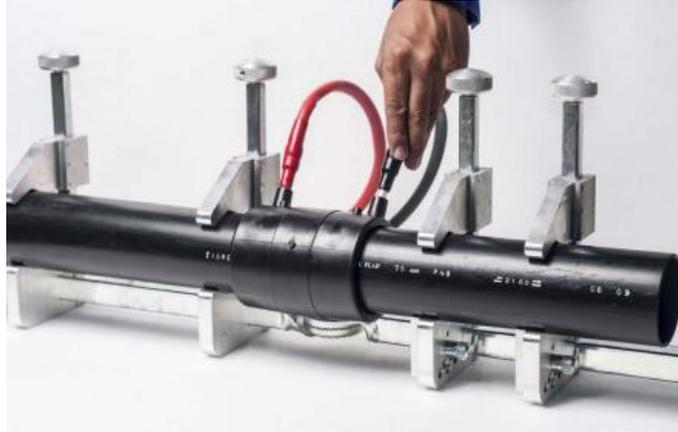


Figura 22: Conectar los electrodos de la electrofusora al accesorio comprobando el color de los terminales, soldar activando la antorcha, dejar enfriar por el tiempo indicado en la etiqueta antes de retirar el alineador Plasson.

Fuente: Tigre (2016)

2.1.9.2 Termofusión

La termofusión es un proceso antiguo, se viene usando 40 años atrás como técnica de soldadura, dicho proceso consiste en calentar los extremos de los tubos mediante una placa calefactora. Posteriormente se procede a unir los extremos de cada tubo ejerciendo una presión previamente analizada y tabulada. (Lopez Pozo & Topanta Herrera, 2019)

En este tipo de soldadura por calor, es importante que las superficies estén preparadas para la soldadura, donde se funden simultáneamente con el calentador de placa caliente, se retira el calentador y los flujos de superficies calientes se presionan juntos y se mantienen bajo presión. A medida que los materiales fundidos se enfrían, se combinan y se vuelven a montar en un enlace monolítico intacto.

Este tipo de soldadura se aprovecha a partir de 90 mm de diámetro y espesores de pared superiores a 3 mm. Además, las máquinas de soldar tienden a ser cada día más automáticas y al mismo tiempo es importantes las habilidades y formación de los operarios. En donde, facilitan el proceso de soldadura y también nos brinda un informe de las soldaduras elaboradas.

Existen máquinas de soldar a tope para trabajar en obra y otro tipo de máquina que se utiliza en el taller y que nos permite hacer accesorios manipulados (codos, té, etc.) y pueden soldar tubos de PE desde diámetro 90 hasta 1600 mm. (ASETUB, 2010)



Figura 23: Máquina de soldar a tope de obra.

Fuente: Asetub, (2010)



Figura 24: Máquina de soldar a tope de taller para fabricar accesorios manipulados.

Fuente: Asetub, (2010)

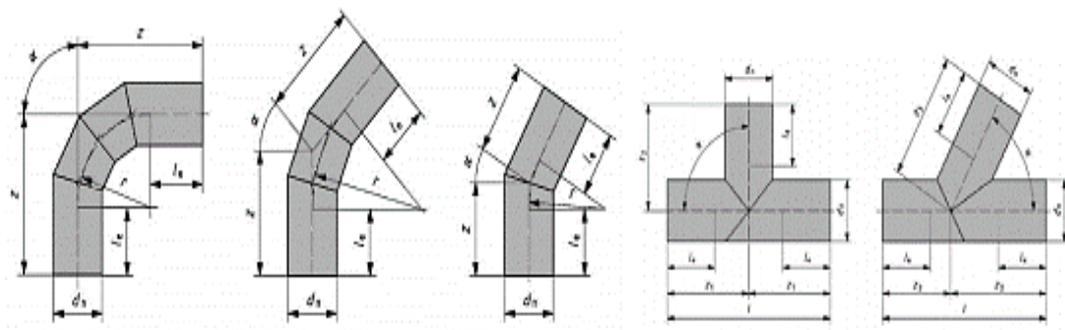


Figura 25: Accesorios manipulados de PE fabricados por soldadura a tope.

Fuente: Asetub, (2010)

Según (ASETUB, 2010) la norma ISO 12176-1 las máquinas están clasificadas según el tipo de presión utilizado o el grado de automatización, se indica las siguientes:

Manuales: Aquellas en las que los parámetros de soldadura los controla el soldador		
Mecánicas Desde DN 40 a 160 mm		
Hidráulicas Desde DN 90 a 1600 mm		
Automáticas: Aquellas máquinas en las que los parámetros de soldadura los controla la máquina y no pueden ser manipulados por el soldador		
Eléctricas Desde DN 90 a 250 mm		
Hidráulicas Desde DN 63 a 500 mm		
Auto desplazables Desde DN 250 a 900 mm		

Figura 26:Tipos de máquinas de soldar a tope.

Fuente: Asetub, (2010)

2.1.9.2.1 Fundamentos

La termofusión viene ser calentar los extremos de los tubos para así unir mediante un placa calefactora que tiene que tener una temperatura entre 210 y 225 °C, en la cual se une los tubos y depende de cada tipo de tubo se aplica la presión.

La presión es constante, viene ser 0.15 N/mm² que se usa para unir los tubos. Esta presión es determinada, así como la constante de la máquina de soldar, la única variable es la superficie de la sección de los tubos a unir, la cual establece las diferentes presiones de soldadura para cada tubo. (Lopez Pozo & Topanta Herrera, 2019)

Ecuación 2. Presión.

Es expresada como:

$$\text{Sistema hidráulico: } F = p \times S$$

$$\text{Tubo: } F_1 = p_k \times S_1$$

De estas expresiones se obtiene:

$$F = F_1$$

$$p \times S = p_k \times S_1$$

$$p = p_k \times \left(\frac{S_1}{S}\right)$$

Siendo:

F Y F1 = Fuerza (Kg)

P = Presión del sistema hidráulico (manómetro en bar)

Pk = Constante de presión de soldadura: 0.15 N/mm² o 1.5 bar

S = Superficie pistones hidráulicos (cm²)

S1 = Superficie sección transversal del tubo (cm²)

2.1.9.2.2 Parámetros de soldadura

Los parámetros se representan para un mejor entendimiento:

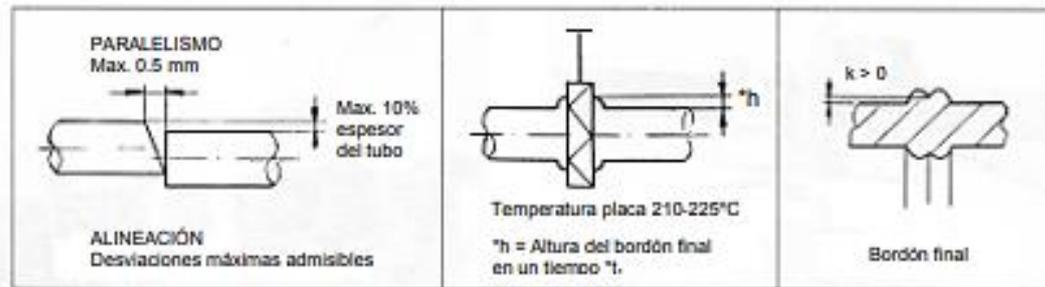


Figura 27: Parámetros de soldadura a controlar.

Fuente: Asetub, (2010)

También, se representa la presión con respecto al tiempo durante el proceso de unión mediante termofusión.

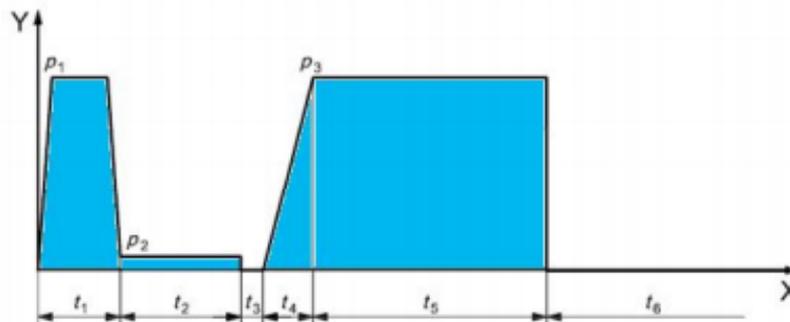


Figura 28: Presión y tiempo según DVS 2207-1.

Fuente: Asetub, (2010)

Son valores para los parámetros de una soldadura por termofusión, conforme con el espesor de la tubería seleccionada.

Espesor tubo mm	Altura cordón Inicial *h mm	Tiempo de calentamiento t ₂ segundos	Tiempo para retirar placa t ₃ segundos	Tiempo para alcanzar la presión t ₄ segundos	Tiempo de enfriamiento t ₅ minutos
Hasta 4.5	0.5	45	5	5	5
4.5- 7	1.0	45-70	5-6	5-6	6-10
7-12	1.5	70-120	6-8	6-8	10-16
12 -19	2.0	120-190	8-10	8-11	16-24
19-26	2.5	190-260	10-12	11-14	24-32
26-37	3.0	260-370	12-16	14-19	32-45
37-50	3.5	370-500	16-20	19-25	45-60
50-70	4.0	500-700	20-25	25-35	60-80

Figura 29: Parámetro de soldadura por termofusión.

Fuente: Asetub, (2010)

Donde:

t₁=Tiempo de formación del cordón inicial de altura *h

t₂=Tiempo de calentamiento en segundos

t₃=Tiempo de retirar la placa en segundos

t₄=Tiempo para alcanzar la presión de soldadura en segundos

t₅=Tiempo de enfriamiento en minutos

t₆=Tiempo necesario antes de someter al tubo a la presión

Según (ASETUB, 2010) indican los parámetros en orden de importancia, teniendo en cuenta que el desempeño de la soldadura cumple con los requisitos y estándares de calidad:

- a) Tiempo de calentamiento (t₂): Adquirir suficiente zona fundida.
- b) Tiempo enfriamiento (t₅): Siempre tener en claro que si es demasiado corto el tiempo de enfriamiento, puede generar posibles roturas por las tensiones internas.
- c) Rampa de presión (t₄): Después del calentamiento, se debe de juntar los extremos de los tubos rápidamente, pero la presión debe ser gradual.

- d) Retirar placa y cerrar (t_3): Lo recomendable de esta operación debe ser realizada en el menor tiempo posible, menos de 10 segundos. Es importante que el tiempo sea pequeño para que las superficies fundidas de los tubos no se enfríen.
- e) Presión de fusión (p_1): Puede variar en el rango de 0.10-0.22 N/mm². Valores más bajos no son aconsejables cuando la fuerza de arrastre (p_2) sea alta. El valor de p_1 es el que viene en la tabla de la máquina más la presión de arrastre. El valor de p_2 suele ser un 10% de p_1 .
- f) Temperatura (T): Su rango puede estar entre 200–230°C.

Según (Nazario, 2009) para lograr una correcta soldadura por Termofusión deben considerarse los siguientes factores:

- Calor de fusión
- Presión de fusión adecuada
- Velocidad de fusión
- Presión de enfriamiento
- Temperatura del termoelemento correcta
- Temperatura adecuada del ambiente
- Uso de tiempos de calentamiento y enfriamiento adecuados
- Alineación correcta
- Evitar el contacto con suciedad, aceites y residuos

Según (Nazario, 2009) los tipos de soldadura por termofusión más conocidos, son:

- La fusión a tope (o "butt fusion") principalmente se utiliza para hacer juntas de extremo a extremo entre extremos de tuberías con "tope" o planos y accesorios que tiene el mismo diámetro exterior y similar espesor de pared.
- La fusión de silleta o flanco (o "saddle fusion") se utiliza para instalar un accesorio de salida de ramal en la parte superior o lateral de la tubería principal. Habitualmente se instalan tee roscadas en la parte superior de la tubería principal y los accesorios de silleta de ramales o de servicios a los lados de la misma. Una vez enfriada la unión, la pared del tubo principal se perfora (machuela) para admitir el paso del flujo por el ramal. El "Machuelado en Caliente" es una fusión de silleta a una línea "viva" o presurizada.

- La fusión a socket (o "socket fusion") se utiliza para unir tubos de 4 pulgadas o menores y tuberías a accesorios de enchufe. Los accesorios de enchufe están disponibles para ciertos materiales PE.

2.1.9.2.3 Equipos para los procesos de soldadura por Termofusión

Se cuenta con una serie de modelos a máquinas para el proceso de soldadura por Termofusión. Mismos que se diferencian por su campo de acción eléctrico o hidráulico, Con la finalidad de fijar los parámetros de soldadura, en base al control y registro de las pegas, puede definir que se tiene máquinas automáticas y manuales. (Nazario, 2009)

Utilizar máquinas manuales implica que el soldador controla y establece los parámetros de soldadura. También mediante una bomba aplica la presión y verifica el registro de presión utilizando un manómetro. En cambio para tomar datos de los tiempos se tiene que hacer uso de un cronómetro.

En una gran mayoría de máquinas manuales, el operador se ayuda de herramientas tales como dispositivos que actúan sobre una válvula de regulación, su trabajo principal es que permite observar que la presión dentro del proceso de soldadura sea la asignada. Además se apoya en el uso de un reloj programable, que avisa antes de finalizar cada operación. Se concluye que el operador se ayuda con diferentes dispositivos para tener parámetros de soldadura.

Cabe de indicar que las máquinas manuales no guardan información de la soldadura, por lo que la solución es apoyarse con los datos de control y otras herramientas del control de los procesos en base a información estadística.

Por otra parte, en las máquinas automáticas, el soldador mediante un módulo electrónico, lleva una adecuada trazabilidad del proceso, control y registro de las soldaduras, por último, selecciona las características de los elementos a soldar (DN, SDR) de los procesos de soldadura.

El equipo requerido para realizar uniones térmicas depende de los diámetros de tuberías a soldar, en el mercado existen una gran variedad de marca y diseño específico, por ejemplo:

Tabla 12. Equipos utilizados en la Soldadura por Termofusión

Equipo	Diámetro
Gamma 110	25 mm - 110 mm
Delta 160	40 mm - 160 mm
Delta 315	90 mm - 315 mm
Delta 500	200 mm - 500 mm
Delta 630	355 mm - 630 mm
Escareadores	Rebaba

Fuente: Nazario, 2009

Las máquinas de acción automática registran los parámetros en la memoria, mismos que pueden visualizarse en la pantalla o ser transferidos a una computadora.

Según (Nazario, 2009) normalmente el equipo automático y sus accesorios para la soldadura por Termofusión a tope están compuestos por los siguientes elementos:

- Máquina básica o unidad de fuerza. Capaz de mantener y alinear las dos tuberías a soldar y moverlas longitudinalmente, presionando las superficies de tope de una tubería contra la otra, con una presión o fuerza determinada y registrable.
- Disco de soldadura o placa calefactora. Un disco, generalmente de aluminio, con resistencias eléctricas embutidas, reconocidas a través de un termostato a fin de mantener una temperatura determinada, constante, en las superficies del disco.
- Refrentador. Dispositivo rotativo, de accionamiento manual o motorizado, provisto de láminas de corte, con la finalidad de dejar paralelas las superficies de tope de las tuberías que van a ser unidas. Accesorios. Casquillos de reducción para diversos diámetros de tuberías; dispositivos para sostener conexiones.
- Carpa. Para protección en caso de temperaturas bajas o condiciones climáticas adversas (lluvia, viento, nieve). También es necesaria su utilización cuando existe polvo en el medio ambiente.
- Termómetro. Termómetro digital con una sonda de superficie para chequear regularmente la temperatura de la placa calefactora.

2.1.9.2.4 Procesos de soldadura

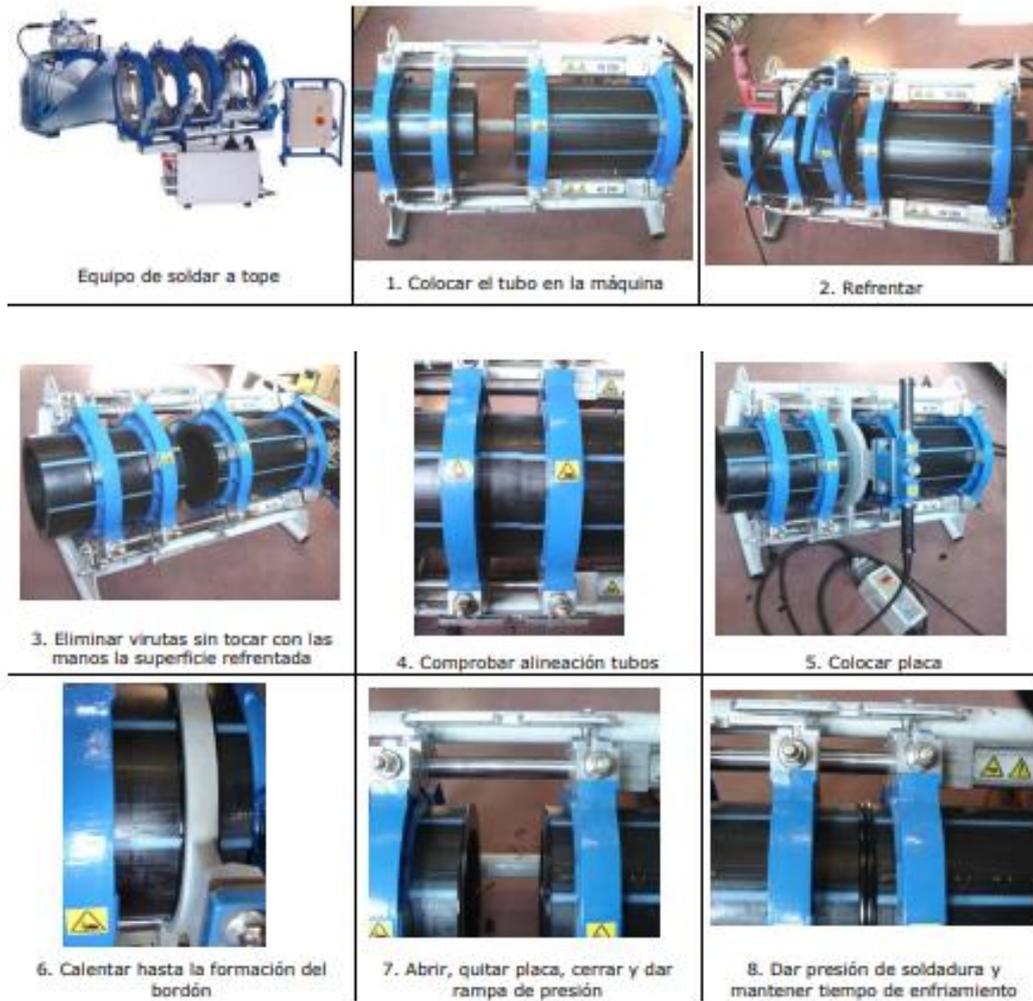


Figura 30: Proceso Termofusión.

Fuente: Asetub, (2010)

2.1.9.2.5 Factores que influyen en la calidad de la soldadura

- Condiciones de trabajo

Unos de los problemas que afecta la calidad de la soldadura es el viento, ya que provoca que se enfríen algunas zonas de la placa calefactora dando lugar a una desigualdad en la distribución de la temperatura en la misma. Además, es fundamental proteger la unión realizada

por soldadura, de fenómenos tales como son el sol, viento y polvo, para ello es recomendable realizar las uniones en un lugar cerrado o si estamos trabajando en campo se arme una tienda.

Es muy importante desde que se inicia hasta que se finalice la termofusión, mantener la limpieza, el correcto alineado de los tubos en ambos extremos y la placa calefactora, libres de partículas de polvo o de sustancias extrañas que pueden afectar y contaminar el desarrollo correcto de la soldadura.

- Alineación

El desalineamiento de los extremos de los tubos desencadena la posibilidad de que se pueda reducir la vida útil de la soldadura y su resistencia. La deflexión de la tubería no debe superar los 10%. Estos pueden deberse a una alineación incorrecta del tubo en la abrazadera o al corte incorrecto de las puntas de la boquilla del tubo.

“Es recomendable tener el menor desalineamiento posible, para tener una buena unión o pega. Al tener el caso que el desalineamiento sea excesivo se pueden tener formas entalladas o afiladas, con concentración de tensiones, lo que puede producir una temprana falla en la unión”. (Lopez Pozo & Topanta Herrera, 2019)

- Índice de fluidez en masa (MFR)

Este índice se detalla como criterio para soldar diferentes materiales utilizando el mismo proceso de soldadura. Teniendo en cuenta el índice de fluidez MFR 190 °C / 5 Kg de 0,3 a 1,7 g/10 min, es posible soldar entre tuberías de PE 80 y PE 100.

- Parámetros de soldadura

Para que los parámetros cumpla con lo establecido para así tener una soldadura fiable y duradera, es elemental tener en cuenta los siguientes: Presión, Temperatura y Tiempo.

- Diferencias de espesores

Según (ASETUB, 2010) indica diferentes tipos de espesores, son lo siguiente:

No se recomienda unir tuberías de diferentes materiales y con diferentes espesores de pared, mediante soldadura a tope:

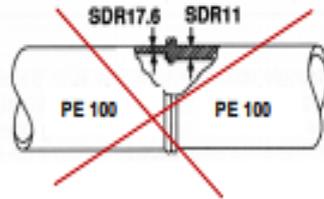


Figura 31: Diferencias de Espesores

Fuente: Asetub, (2010)

El procedimiento de soldadura a tope solo debe utilizarse para unir tuberías del mismo grosor de pared:

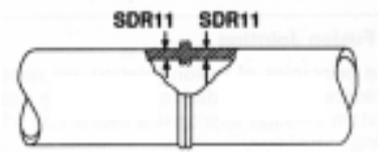


Figura 32: Diferencias de Espesores

Fuente: Asetub, (2010)

2.1.9.2.6 Control de la calidad de la soldadura

En primer lugar, se realizan ensayos destructivos en el laboratorio, como resistencia a la presión interna a corto y largo plazo, resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura, para demostrar la adecuación de los parámetros de soldadura utilizados. Una vez que se ha demostrado que estos parámetros son apropiados, es sencillo aplicarlos y probarlos. Ahora, la inspección visual del tipo de bordón da una idea de la calidad de la soldadura. Siendo este método el más manejado para identificar posibles fallos en la misma o si ha sido realizada correctamente. Las soldaduras pueden ser inspeccionadas utilizando métodos no destructivos o destructivos a corto o largo plazo. (ASETUB, 2010)

2.1.10 Métodos de soldaduras para la unión de tuberías PEAD para la conducción de gas natural

Las soldaduras en tuberías para gas, se las puede realizar por medio de 2 métodos: Termofusión, se utiliza una placa calefactora para inducir la plastificación del material, luego se retira la herramienta y los extremos se unen aplicando una presión adecuada al tipo de acoplamiento que realizamos.

Parámetros:

- ✚ Presión de calentamiento y unión
- ✚ Temperatura de la plancha
- ✚ Tiempo de calentamiento

Electrofusión, siempre se realiza con un accesorio, que tiene incorporada una resistencia. Este accesorio se conecta mediante dos bornes a una máquina que le suministra una tensión, que da origen a la circulación de corriente eléctrica a través de la resistencia. La temperatura crea una resistencia que plastifica tanto las tuberías como los accesorios. El parámetro fundamental es el tiempo de conexión del accesorio a la máquina de electrofusión. La presión requerida para la junta es creada por la interferencia que ocurre cuando la tubería y el accesorio están plastificados. (Pavco, 2014)

2.1.10.1 Generalidades

Estos dos métodos de soldadura, se clasifican de la siguiente manera:

1. Unión a tope: Se utiliza cuando los extremos deben pegarse entre sí.
2. Unión a Socket: Realizada entre un extremo macho a conectar (tubería) y otro extremo hembra (accesorio).
3. Unión con silla: Se manipula para realizar conexiones domiciliarias.

2.1.10.2 Consideraciones generales de los métodos de soldaduras para la unión de tuberías PEAD para la conducción de gas natural

Para las soldaduras en tuberías de PEAD, hay que tener mucho en cuenta el material polietileno, el cual presenta ligero cambios con respecto a soldaduras y material en tubería, usada en agua potable y gas natural. Se detallará a continuación información muy puntual:

- ✚ La tubería usada para este ámbito de construcción, presenta una larga vida útil, llegando a los 50 años de operación.
- ✚ Gracias a su resistencia mecánica, la tubería está diseñada para el transporte de gas y las cargas, además de las propias tensiones de instalación. Evidenciado en los ensayos de rotura y tensión de anillos, debido al acabado interior que posee sus pérdidas de fricción son mínimas.
- ✚ Su resistencia mecánica, hace que este material sea considerado inerte a la mayoría de los químicos en rangos de temperatura de -5°C a 60°C , agregar que posee características que hacen que la tubería no se corroe.
- ✚ La presión máxima a usar no debe ser mayor a los 15 psi de esta manera evitamos los famosos condensados en la red.
- ✚ Presenta una gran resistencia ante la degradación producida por los rayos UV, sin embargo, es importante que su exposición al sol no debe ser por más de 3 meses antes de ser enterrado bajo tierra, de ocurrir esto es necesario efectuar ensayos de laboratorio que garanticen la calidad de la tubería y su desempeño.

2.1.10.3 Termofusión

2.1.10.3.1 Aspectos básicos a tener en cuenta

Para la correcta ejecución de la soldadura por termofusión debemos tener en cuenta muchos aspectos importantes:

- Disponer de todas las herramientas adecuadas en obra
- Verificar que los elementos o accesorios a usarse pertenezcan a un mismo sistema
- Tenemos que estar seguros que la superficie de tubería a soldar, se encuentre limpia y seca
- La plancha calentadora debe cumplir con la temperatura por norma, verificar el funcionamiento del sistema de medición de la temperatura de la superficie calefactora con el termómetro de contacto.
- Se debe cumplir con las normas, es decir se debe llevar a cabo los tiempos de calentamiento, enfriamiento y presiones especificados por normativa para cumplir con una adecuada unión.

No se debe:

- Toque o sople sobre superficies que han sido limpiadas y preparadas para la conexión
- Caliente la tubería o reensamble
- Use partes metálicas para limpiar superficies calientes, se recomienda el uso de espátulas de madera o usar trozos derretidos de la tubería de polietileno.

El realizar pegas por termofusión en condiciones que se encuentren por debajo de Los 8°C, ocasionaría que el polietileno pierda sus propiedades mecánicas, la más importante su resistencia al impacto. Para todo tipo de uniones, se debe realizar previamente un modelo de ensayo, esto con el fin de optimizar el tiempo de calentamiento de las partes a unir, lo cual va de la mano con el periodo de calentamiento en lapsos de 3 segundos, hasta lograr la unión correcta. La plancha calentadora debe permanecer en un lugar aislado, de esta manera evitamos la excesiva disipación de calor. El uso de carpas protectoras, ayuda en caso de lluvias, etc.

2.1.10.3.2 Accesorios para termofusión (tope- socket)

Según (Pavco, 2014) y cumpliendo con la norma ASTM D 2513 los accesorios para la soldadura por termofusión son las detalladas a continuación:



Codos 90°

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Codo 90 Gas Socket	1/2 IPS	2903175
Codo 90 Gas Socket	3/4 IPS	2903178
Codo 90 Gas Socket	1 IPS	2903174
Codo 90 Gas Tope	2 IPS	2903176
Codo 90 Gas Tope	3 IPS	2903177
Codo 90 Gas Tope	4 IPS	2903179
Codo 90 Gas Tope	6 IPS	2903180



Tapones

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Tapón Gas Socket	1/2 IPS	2903310
Tapón Gas Socket	3/4 IPS	2903313
Tapón Gas Socket	1 IPS	2903309
Tapón Gas Socket	2 IPS	2903311
Tapón Gas Tope	2 IPS	2903312
Tapón Gas Tope	3 IPS	2903446
Tapón Gas Tope	4 IPS	2903314
Tapón Gas Tope	6 IPS	2903315

Figura 33: Accesorios para Termofusión

Fuente: Pavco, (2014)



Tees

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Tee Gas Socket	1/2 IPS	2903331
Tee Gas Socket	3/4 IPS	2903334
Tee Gas Socket	1 IPS	2903330
Tee Gas Tope	2 IPS	2903332
Tee Gas Tope	3 IPS	2903333
Tee Gas Tope	4 IPS	2903335
Tee Gas Tope	6 IPS	2903336



Tee Reducidas

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Tee Reducida Gas Socket	3/4 x 1/2 IPS	2903359
Tee Reducida Gas Socket	1 x 3/4 IPS	2903358
Tee Reducida Gas Socket	1 x 1/2 IPS	2903357

Figura 34: Accesorios para Termofusión

Fuente: Pavco, (2014)



Válvulas

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Válvula Polietileno Gas	1 IPS	2903428
Válvula Polietileno Gas	1/2 IPS	2903429
Válvula Polietileno Gas	3/4 IPS	2903430
Válvula Polietileno Gas	3 IPS	2903440
Válvula Polietileno Gas	4 IPS	2903431



Uniones

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Unión Gas Socket	1/2 IPS	2903369
Unión Gas Socket	3/4 IPS	2903371
Unión Gas Socket	1 IPS	2903368
Unión Gas Socket	2 IPS	2903370



Sillas Reducidas

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Silla Gas Socket	2 IPS x 1 IPS	2903291
Silla Gas Socket	2 IPS x 1/2 IPS	2903292
Silla Gas Socket	2 IPS x 3/4 IPS	2903393
Silla Gas Socket	3 IPS x 1 IPS	2903441
Silla Gas Socket	3 IPS x 1/2 IPS	2903442
Silla Gas Socket	3 IPS x 3/4 IPS	2903294
Silla Gas Socket	4 IPS x 1 IPS	2903295
Silla Gas Socket	4 IPS x 1/2 IPS	2903296
Silla Gas Socket	4 IPS x 3/4 IPS	2903297
Silla Gas Socket	6 IPS x 1 IPS	2903443



Uniones Reducidas

Descripción	Diámetro Nóminal	Referencia
Unión Reducida Gas Socket	1 IPS x 1/2 IPS	2903389
Unión Reducida Gas Socket	1 IPS x 3/4 IPS	2903290
Unión Reducida Gas Socket	3/4 IPS x 1/2 IPS	2903367
Unión Reducida Gas Socket	3/4 IPS x 1/2 CTS	2903448
Unión Reducida Gas Tope	3 IPS x 2 IPS	2903393
Unión Reducida Gas Socket	2 IPS x 1 IPS	2903391
Unión Reducida Gas Tope	2 IPS x 1 IPS	2903392
Unión Reducida Gas Tope	4 IPS x 2 IPS	2903394
Unión Reducida Gas Tope	4 IPS x 3 IPS	2903395
Unión Reducida Gas Tope	6 IPS x 4 IPS	2903396

Figura 35: Accesorios para Termofusión

Fuente: Pavco, (2014)

2.1.10.3.3 Termofusión a tope

2.1.10.3.3.1 Herramientas para la soldadura de termofusión a tope



Figura 36: Herramientas

Fuente: Extrucol, (2016)

Se describe a continuación, las herramientas a utilizar según (Extracol, 2016)

- A. Plancha de calentamiento con indicador de temperatura y caras planas teflonadas.
- B. Refrentador
- C. Carro alineador
- D. Tela de algodón (se recomienda no usar telas sintéticas)
- E. Manual de instalación
- F. Reloj o cronometro
- G. Indicador de temperatura (calibrado)
- H. Mordazas intercambiables (adaptación a los diferentes diámetros)
- I. Guantes de protección (temperatura)
- J. Alcohol (limpieza total de la boca de los tubos)

2.1.10.3.3.2 Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope

Vale recordar que este tipo de soldadura debe estar protegido de todo tipo de condición climática, tenemos el caso de la lluvia, el polvo, los rayos uv del sol en exceso y cualquier otra condición que pueda perjudicar la superficie a pegar. Los extremos opuestos que se van a soldar deben estar en posiciones cerradas de tal manera que se evite la entrada de corrientes de aire en la tubería, de no ser así se produciría un enfriamiento del área a fusionar.

Según (Extracol, 2016) los procesos se realizan de la siguiente manera:



Figura 37: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope

Fuente: Manual de Instalación (Fotografía), <https://extracol.com/wp-content/uploads/2021/06/Manual-de-instalacion-de-tuberias-Linea-gas.pdf>

Elaborado por: Extracol, (2016)

Ubicación de los tubos o tubo y accesorio, sobre el carro alineador de tal manera que los extremos de los tubos sobresalgan 25mm de las mordazas del carro.



Figura 38: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope

Fuente: Extrucol, (2016)

Limpieza de la boca de tubería con la tela de algodón, es preferible usar esta tela de algodón para la limpieza de los extremos de los tubos, así evitamos el uso de tela en material sintético, se necesitará de alcohol y de agua en casos de contaminación excesiva, de ser el caso que la contaminación continúe lo recomendable sería cortar ese tramo de tubería o la otra opción sería raspar ese tramo con lija de tela.

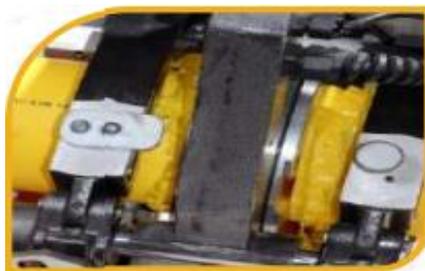


Figura 39: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope

Fuente: Extrucol, (2016)

Refrentar los tubos, se coloca la refrentadora sobre las guías del carro alineador, se prosigue a encender la refrentadora y presionar los extremos de los tubos contra la cortadora para refrentar completamente la superficie de tal manera que esta obtenga una forma espiral,

de igual espesor en ambos extremos, retiramos la presión de los tubos y sepárelos de la refrentadora.



Figura 40: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope

Fuente: Extrucol, (2016)

Retirar la refrentadora, una vez cortada la boca del tubo, se debe retirar los residuos en la parte externa del tubo y de la parte interna con mucha precaución esto debido a que no se puede tocar la zona refrentada, de ser así quedaría contaminada.



Figura 41: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope

Fuente: Extrucol, (2016)

Verificar el alineamiento, uniendo suavemente los extremos refrentados y pasando el dedo para chequear el desalineamiento, el cual tiene el parámetro ideal $< 10\%$ del espesor de pared de tubería. En el caso de que no se cumpla el parámetro, se debe corregir la mordaza del lado donde existe la mayor altura o realice movimientos laterales a los tubos para disminuirlo, hecho eso proceda a alinear nuevamente los extremos de los tubos, refrente la tubería, hecho esto se encontraría listo para realizar el ciclo de fusión.

Darles soporte a los tubos en varios puntos distantes del carro alineador 1m, 3m, 6m, garantizara la buena alineación, horizontalidad y que no se ejerzan esfuerzos sobre la termofusión. Agregar de igual manera que se debe de buscar la manera de brindarle un fácil deslizamiento al tubo y disminuir así las fuerzas de arrastre.



Figura 42: Procedimiento para la soldadura de termofusión a tope
Fuente: Extrucol, (2016)

Ciclo de fusión, la plancha de calentamiento de estar limpia y sin ningún tipo de rayones, debe estar recubierta con teflón, la temperatura que debe de alcanzar para a fusión es de $210\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($410\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 18\text{ }^{\circ}\text{F}$), verificar que el mismo se encuentre calibrado. Rangos de temperatura según norma NTC 5037.

2.1.10.3.3 Fases para la soldadura de termofusión a tope



Figura 43: Fase para la soldadura de termofusión a tope
Fuente: Extrucol, (2016)

Pre calentamiento, el primer paso de esta fase, se colocará la plancha entre los tubos a unir aplicando una presión continua P_1 que le dará forma al reborde. A continuación, se ejercerá una presión interfacial de $P_1 = 0,18 \text{ Mpa} \pm 0,02 \text{ Mpa}$ (26 psi \pm 3 psi) entre los tubos y la plancha de calentamiento, sosteniéndola hasta que el reborde (B1) se empiece a formar sobre la circunferencia de los tubos. El tamaño recomendado es entre 1 mm y 2 mm aproximadamente. Tamaño del reborde B1.

Calentamiento, Cuando el tamaño del reborde (B1) se encuentre dentro del rango recomendado, disminuya la presión a la presión interfacial de calentamiento (P_2) = $0,03 \text{ Mpa} \pm 0,02 \text{ Mpa}$ (4 psi \pm 3 psi), que es una presión de contacto solamente, mantenga esta presión durante el tiempo de calentamiento t_2 . Prestar atención a no separar los extremos de los tubos de la plancha de calentamiento, si esto sucede es necesario repetir el procedimiento.



Figura 44: Fase para la soldadura de termofusión a tope
Fuente: Extrucol, (2016)

Retiro de la plancha, Separe el extremo móvil del carro alineador, retire la plancha de calentamiento sin tocar el material fundido en ambos extremos, inspeccione rápidamente que la fusión de los extremos sea uniforme y una suavemente los extremos fundidos. El tiempo máximo empleado debe ser menor o igual a (t_3).

Alcance de la presión de soldadura, Suba la presión en forma gradual y constante empleando el tiempo t_4 establecido hasta alcanzar una presión de enfriamiento (P_5) = 0,18 MPa \pm 0,02 MPa (26 psi \pm 3 psi)

Enfriamiento con presión, Sosténgala en el carro alineador durante el tiempo de enfriamiento con presión (t_5).

Enfriamiento sin presión, Una vez concluido el tiempo de enfriamiento con presión (t_5), disminuya la presión a presión de contacto y deje enfriar la unión sobre el carro alineador durante el tiempo de enfriamiento sin presión (t_6). Recuerde que no se debe acelerar el enfriamiento con agua, solventes o corrientes de aire.

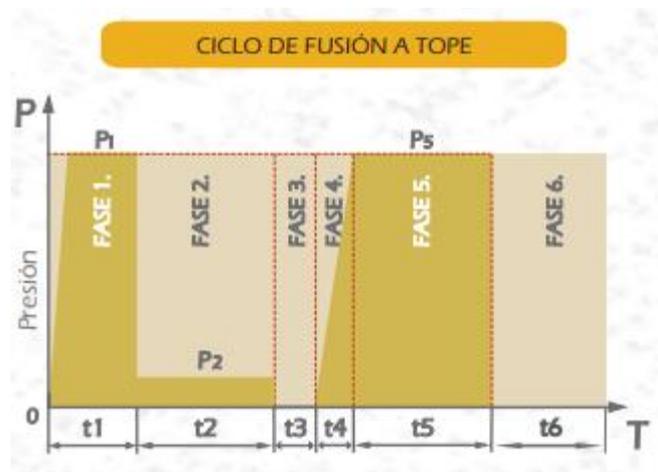


Figura 45: Ciclo de Fusión.

Fuente: Extrucol, (2016)

PARÁMETROS PARA EL PROCEDIMIENTO DE UNIÓN POR TERMOFUSIÓN A TOPE
(EQUIPO MANUAL)

NTC 5037 ISO 11414

CONDICIONES INICIALES: LIMPIEZA, PARALELISMO, LITE, ALINEACIÓN

CICLO DE FUSIÓN A TOPE



POLIETILENO (PE)	D	e [mm]	RDE = D/e	T [°C] ± 10	1		2		3	4	5		6	ANCHO REBORDE FINAL [mm]
					P1 [psi]	t1 [mm]	P2 [psi]	t2 [s]	t3 max [s]	t4 [s]	P5 [psi]	t5 [min]	t6 [min]	
PE80 PEMD	2 Pulg IPS	5,49	11	210	26	1-2	4	60	4	4	26	10	10	8-10
	3 Pulg IPS	8,08	11	210	26	1-2	4	75	4	4	26	10	10	8-10
	4 Pulg IPS	10,39	11	210	26	1-2	4	87	4	4	26	10	12	9-12
	6 Pulg IPS	15,29	11	210	26	1-2	4	114	5	5	26	10	20	10-14
	63 mm	5,80	11	210	26	1-2	4	62	4	4	26	10	12	8-10
	90 mm	8,20	11	210	26	1-2	4	75	4	4	26	10	16	8-10
PE100 PEAD	110 mm	10,00	11	210	26	1-2	4	85	4	4	26	10	16	9-12
	160 mm	14,6	11	210	26	1-2	4	110	5	5	26	10	20	10-14
	63 mm	5,80	11	210	26	1-2	4	62	4	4	26	10	10	8-10
	63 mm	3,80	17	210	26	1-2	4	62	4	4	26	10	10	7-8
	90 mm	8,20	11	210	26	1-2	4	75	4	4	26	10	12	8-10
	90 mm	5,40	17	210	26	1-2	4	75	4	4	26	10	12	8-9
	110 mm	10,00	11	210	26	1-2	4	85	4	4	26	10	16	9-12
	110 mm	6,60	17	210	26	1-2	4	85	4	4	26	10	16	8-10
160 mm	14,6	11	210	26	1-2	4	110	5	5	26	10	20	10-14	
160 mm	9,5	17	210	26	1-2	4	110	5	5	26	10	20	9-12	

Para diámetros superiores a 4" IPS o 110 mm recomendamos usar equipos hidráulicos, los cuales proporcionan sus propias tablas de tiempo

T: Temperatura de la Plancha P2: Presión de calentamiento t3: Tiempo Máximo de Apertura y Cierre t5: Tiempo de Enfriamiento con Presión
P1: Presión para formar reborde inicial t2: Tiempo de Calentamiento t4: Tiempo Máximo de Alcance de Presión t6: Tiempo de Enfriamiento sin Presión
tt: Tiempo para formar reborde inicial (A) A: Ancho del Reborde Inicial P5: Presión de Enfriamiento S: Segundos

Figura 46: Parámetros para el procedimiento de unión por termofusión a tope

Fuente: Extrucol, (2016)

2.1.10.3.4 Fallas más comunes en la soldadura de termofusión a tope

Según (Extrucol, 2016) las fallas más comunes, son las que se presentan a continuación:



Figura 47: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

La contaminación, en las uniones hechas mediante fusión, se suele observar la presencia de materiales extraños o suciedad como, por ejemplo: grasa, tierra, etc.

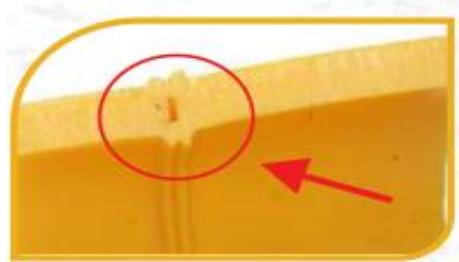


Figura 48: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Ranuras o vacíos, ocasionado por la presencia de agua o material extraño en la zona de pega, se da por el exceso de presión aplicada en las fases de calentamiento, o cuando la presión de enfriamiento no es regular, durante el tiempo establecido, provocando que la fuerza de arrastre actúe de forma contraria.

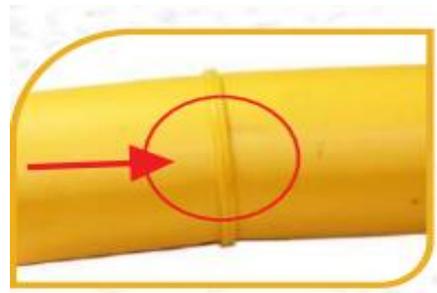


Figura 49: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Desalinamiento, provocado por la incorrecta fijación de los extremos de los tubos en el carro alineador con lo cual se observará un reborde más alto que el otro con una diferencia entre los ejes de los tramos soldados.



Figura 50: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Tamaño del reborde, reborde pequeño cuando las presiones en ciclos de fusión son demasiado bajas, los tiempos de fusión son muy cortos o la temperatura de la plancha también es mengua.



Figura 51: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Unión fría, se forma cuando no hay suficiente material fundido aportante a la unión como consecuencia de tiempo de calentamiento insuficiente o muy corto, dado además por temperaturas leves de la placa o presiones en el ciclo de fusión bajas o cuando se mantiene la presión de precalentamiento durante la fase de calentamiento.



Figura 52: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Reborde en V, al igual que las anteriores fallas las presiones en ciclo de fusión son bajas, tiempos de fusión cortos, temperatura de placa insuficiente y podría darse que exista una falla en el ajuste de las mordazas.



Figura 53: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Deformación local, originado principalmente por el desliz de la placa calentadora durante la etapa de calentamiento o cuando ocurre un golpe en los rebordes, fusionados en la tubería, o al momento de retirar la placa por un movimiento involuntario sobre el reborde durante su desarrollo.



Figura 54: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Reborde no simétrico, falla generada por la falta de contacto en los extremos a unir con la placa calentadora o por un pésimo refrenado de tubos.

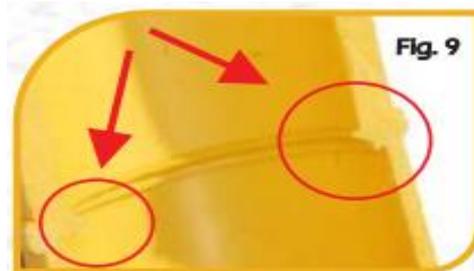


Figura 55: Fallas más comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Diferente RDE, unión de tuberías que tiene desigual relación diámetro espesor de pared.

2.1.10.3.3.5 Ensayos en obra de la termofusión a tope (calificación)

Para poder cumplir con la calidad por norma, de las soldaduras en termofusión a tope, tendremos que recurrir a ensayos destructivo en los casos, que se presentaran a continuación:

- Se detecte aplicación de manera incorrecta o se haya ingerido en algún incumplimiento de los parámetros establecidos para los tiempos, presiones y temperatura, o motivaciones mismas de las variaciones climáticas.

- A simple vista o pura observación se aprecie una soldadura que no satisfaga el examen visual de los demás.

Examen visual

- ✓ Alineación perfecta de los tubos.
- ✓ El perímetro del cordón debe contar con una distribución uniforme en sus dos lados de unión, no deben observarse fisuras, porosidades u alguna otra deficiencia.

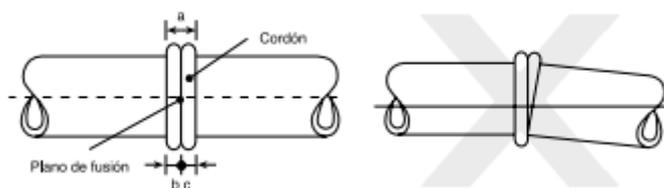


Figura 56: Examen visual.

Fuente: Pavco, (2014)

Ensayo destructivo en obra

- ⊗ Tamaño de probeta

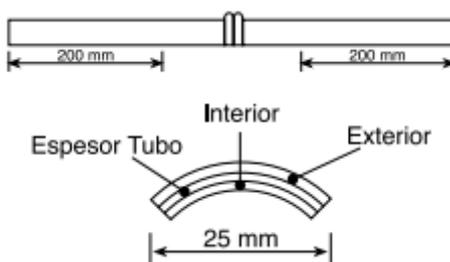


Figura 57: Ensayo Destructivo en Obra.

Fuente: Pavco, (2014)

Doblado

- La prueba del doblado consiste en tomar los dos extremos de la probeta, y se ejercerá la misma presión con ambas manos.
 - ✓ No deben observarse fisuras, poros, cavidades en la soldadura, ni el cordón interior y exterior.

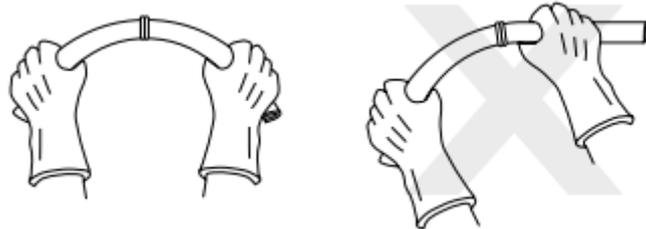


Figura 58: Doblado.

Fuente: Pavco, (2014)

2.1.10.3.4 Termofusión a socket (manguitos)

2.1.10.3.4.1 Herramientas para la soldadura de termofusión a socket



Figura 59: Herramientas.

Fuente: Extracol, (2016)

Se describe a continuación, las herramientas a utilizar según (Extrucol, 2016)

- a) Plancha de calentamiento
- b) Socket recubierto en teflón para calentar las superficies
- c) Cortador de tubos
- d) Biselador
- e) Pinza o anillo frío
- f) Calibrador de profundidad
- g) Tela de algodón y reloj o cronometro
- h) Destornillador
- i) Indicador de temperatura calibrado
- j) Manual de instalación
- k) Guantes de protección para temperatura
- l) Alcohol

2.1.10.3.4.2 Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Según (Extrucol, 2016) los procesos se realizan de la siguiente manera:



Figura 60: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Cortar, se procede primero a cortar el extremo del tubo, utilizando un cortatubo.



Figura 61: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Colocar el biselador, sobre el tubo y rotarlo removiendo 1,5 mm del borde externo del extremo del tubo.



Figura 62: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Limpiar, con tela de algodón el extremo del tubo y la superficie interna del accesorio. Evite tocar las superficies a unir con las manos. No utilice jabón, ni disolventes. Si la contaminación continua, preferiblemente, corte la sección del tubo o cambie el accesorio.



Figura 63: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Ubicar el calibrador de profundidad, en el extremo del tubo para determinar la longitud a temofundir y a esa distancia ubicar el anillo frío.



Figura 64: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket
Fuente: Extrucol, (2016)

Revise, que los sockets, de calentamiento no estén rayados y límpielos con una tela de algodón, conecte la plancha de calentamiento y déjela estabilizar hasta alcanzar una temperatura de $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($500\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$).



Figura 65: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket
Fuente: Extrucol, (2016)

Revise que la pancha de calentamiento, se encuentre en el rango óptimo de termofusión, utilizando el indicador de temperatura calibrado. Temperaturas demasiado altas presentan

riesgos de degradación térmica y temperaturas demasiado bajas presentan problemas por falta de material fundido, ocasionando uniones en frío.



Figura 66: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Calentar, simultáneamente el accesorio y el extremo del tubo, colocándolos en forma perpendicular a la plancha de calentamiento. Aplique una presión continua hasta que el tubo y el accesorio lleguen al fondo de los sockets de calentamiento mediante una estocada llana y recta. Sostenga el tubo y el accesorio durante el tiempo de calentamiento conforme a la Nota: El tiempo de calentamiento empieza cuando el accesorio y el tubo han llegado al fondo de los sockets. No se recomienda girar el tubo ni el accesorio.



Figura 67: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Cuando el ciclo de calentamiento este completo, separe el tubo y el accesorio de los sockets. Revise visualmente la calidad del fundido. Si el fundido no es completo, corte la parte fundida del tubo y cambie el accesorio e inicie nuevamente el procedimiento.



Figura 68: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Si el fundido es satisfactorio, rápidamente empuje el accesorio sobre el extremo del tubo con una estocada llana y recta, sin movimientos laterales, ni de giros, hasta que haga contacto con el anillo frío. Mantenga la presión constante hasta completar el tiempo de enfriamiento para soltar el anillo frío.



Figura 69: Procedimiento para la soldadura de termofusión a socket

Fuente: Extrucol, (2016)

Revisar que la unión no presente vacíos, ranuras, ni material extraño o contaminación.

La tubería debe permanecer inmóvil durante el tiempo de enfriamiento recomendado para realizar pruebas de presión. No acelere el enfriamiento con agua, solventes ni corrientes de aire, protéjala de los rayos solares, así como de la humedad o lluvia.

En la siguiente tabla se detalla los parámetros para el procedimiento de unión por termofusión, en la cual es muy esencial para este tipo de procedimiento, en donde hace referencia al ciclo de tiempo.

Tabla 13. Parámetros para el procedimiento de Unión por Termofusión a Socket.

Ciclos de Tiempo	de Diámetro (Pulgadas)	Tiempo de Calentamiento	de Tiempo de Enfriamiento	Tiempo Adicional
				de para Realizar Pruebas de Presión (min)
	Pulg.	Seg.	Seg.	
	1/2	6 - 7	20	10
	3/4	8 - 10	20	10
	1	10 - 12	30	14
Temperatura de Fusión	1 1/4	12 - 14	30	14
(260°C ± 5°C)	2	16 - 19	30	14
(500°F ± 10°F)	3	20 - 24	40	30
	4	24 - 28	40	30
	(Milímetros)			
	20	5 - 6	20	10
	25	7 - 9	20	10
	32	9 - 12	30	14
	90	19 - 23	40	30

Fuente: Pavco, (2014)

2.1.10.3.4.3 Fallas comunes en la soldadura de termofusión a socket

Según (Extrucol, 2016) las fallas más comunes en la termofusión a socket son las siguientes:



Figura 70: Fallas comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

El área de fusión es muy corta, esto debido a:

- ✚ No utilización del calibrador de profundidad
- ✚ Mala colocación del anillo frío y corte incorrecto del extremo del tubo
- ✚ El accesorio no fue introducido totalmente en el socket
- ✚ Movimiento del tubo antes de que se enfriara la termofusión

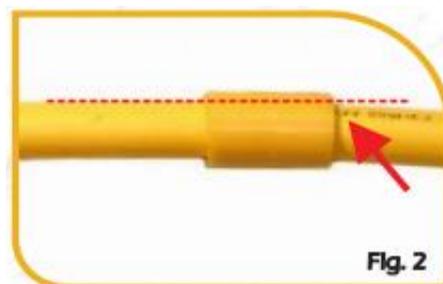


Figura 71: Fallas comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

El desalineamiento se produce por:

- ✚ Corte incorrecto en el extremo del tubo
- ✚ No utilización del anillo frío
- ✚ La entrada incorrecta del tubo en el accesorio
- ✚ Unión sometida a esfuerzos externos



Figura 72: Fallas comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

El Reborde incorrecto es debido a:

- ✚ Insuficiente tiempo de calentamiento
- ✚ Falta o mala utilización del anillo frío
- ✚ Desalineamiento en el momento de realizar la unión

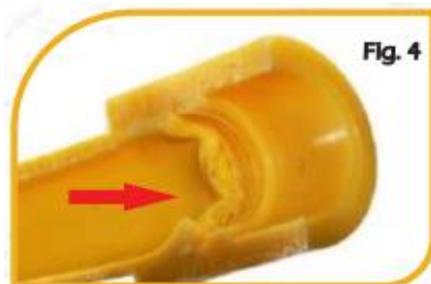


Figura 73: Fallas comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Obstrucción de diámetro interno por:

- ✚ Demasiado tiempo de calentamiento
- ✚ No utilización del calibrador de profundidad
- ✚ La longitud del tubo a fundir demasiado larga y excesiva presión del socket



Figura 74: Fallas comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

La contaminación, ocurre debido a la presencia en la unión de cuerpos extraños o suciedad como tierra, material de recubrimiento de los sockets, material degradado, grasa que se adhiere al tubo debido a la falta de limpieza antes de iniciar el procedimiento.

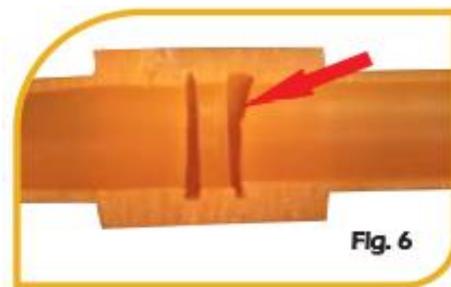


Figura 75: Fallas comunes

Fuente: Extrucol, (2016)

Corte incorrecto de la tubería:

- ✚ Debido a la no utilización de la herramienta correcta (corta tubo) la cual garantiza el Corte recto
- ✚ Cuchilla de la herramienta de corte defectuosa

2.1.10.3.4.4 Ensayos en obra de la termofusión a socket (calificación)

Examen visual

- ✓ Tubos y accesorios perfectamente alineados.
- ✓ Cordón interno deber presentar una buena uniformidad.
- ✓ Correcto encaje del tubo en el accesorio.
- ✓ El cordón exterior continuo comprimido con la pared de la boca del accesorio.

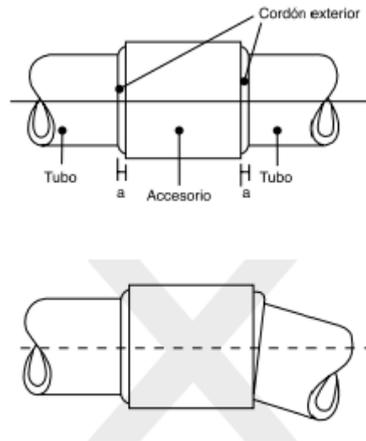


Figura 76: Examen visual.

Fuente: Pavco, (2014)

Ensayo destructivo en obra

- ⊗ Tamaño de probeta

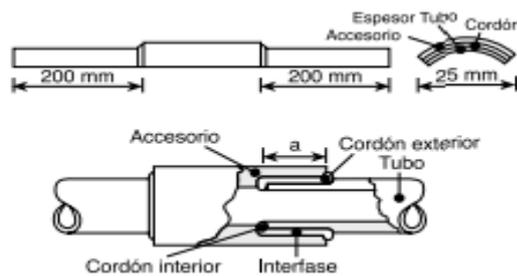


Figura 77: Ensayo destructivo en obra.

Fuente: Pavco, (2014)

Doblado

- La prueba del doblado consiste en tomar los dos extremos de la probeta, y se ejercerá la misma presión con ambas manos.

- ✓ No deben observarse fisuras, poros, cavidades en la soldadura, ni el cordón interior y exterior.



Figura 78: Doblado.

Fuente: Pavco, (2014)

2.1.10.3.5 Termofusión de silletas (manguitos)

2.1.10.3.5.1 Herramientas para soldadura de termofusión de silletas

Las herramientas para soldar a termofusión en silletas, según (Extrucol, 2016) son:



Figura 79: Herramientas para soldadura de termofusión

Fuente: Extrucol, (2016)

- A. Carro porta silletas con manómetro de indicación
- B. Mordazas para diferentes diámetros

- C. Plancha de calentamiento
- D. Accesorios para calentar las superficies (caras cóncavas y convexas)
- E. Tela de Algodón
- F. Lija de tela (tamaño de grano N° 50 ó N° 60).
- G. Reloj o cronómetro
- H. Indicador de temperatura calibrado
- I. Manual de Instalación
- J. Guantes de protección para temperatura
- K. Alcohol
- L. Destornillador

2.1.10.3.5.2 Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Los procedimientos según (Extracol, 2016), se describe a continuación:



Figura 80: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extracol, (2016)

Acondicionar, el carro porta silleta según el diámetro y la silleta que se va a unir.



Figura 81: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Instalar, la silleta y el tubo en el equipo silletero.



Figura 82: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Limpiar la superficie del tubo, y la base de la silleta con la tela de algodón. No utilice tela de material sintético. Use alcohol o agua para realizar la limpieza.



Figura 83: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Lijar la superficie del tubo y la base del accesorio, limpiar los residuos con tela de algodón.



Figura 84: Procedimiento para soldadura de termofusión de siletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Asegurar que la curvatura de la silleta, es la adecuada para la curvatura del tubo y ajústela sobre este.



Figura 85: Procedimiento para soldadura de termofusión de siletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Verificar, que las curvaturas de las caras cóncavas y convexas correspondan con el tubo y la silleta, que no estén rayadas y límpielas con la tela de algodón. Conecte la plancha de calentamiento y déjela estabilizar hasta alcanzar la temperatura de fusión comprendida entre $250\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $480\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$.



Figura 86: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Revisar, que la plancha de calentamiento se encuentre en el rango óptimo para la termofusión, utilizando un indicador de temperatura calibrado. Temperaturas demasiado bajas presentan problemas por falta de material fundido, provocando uniones en frío.



Figura 87: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Colocar, la plancha de calentamiento entre la silleta y el tubo, bajar la silleta y aplicar presión hasta alcanzar un valor en el manómetro del equipo entre 60 psi y 80 psi. Mantener esta presión hasta alcanzar la formación de un pequeño reborde en la base de la silleta y en el lomo del tubo e iniciar el tiempo de calentamiento a partir de su formación.



Figura 88: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Después, que el tiempo de calentamiento recomendado se ha alcanzado, disminuya la presión, desplace el carro portasilletas y retire la plancha de calentamiento sin golpear las superficies fundidas. Hacer una rápida inspección visual sobre las superficies fundidas para verificar que no existan puntos fríos o material sin fundir.



Figura 89: Procedimiento para soldadura de termofusión de silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Si el patrón de fundido es satisfactorio, unir las superficies rápidamente, desplazando la guía del carro portasilletas, sin golpear las caras del material fundido. Aplicar la presión de unión Hasta un valor en el manómetro del equipo entre 60 psi y 80 psi, mantener esta presión durante 10 segundos.

Dejar un tiempo de 10 minutos, antes de desmontar el carro portasilletas, Dejar un tiempo adicional de 15 minutos previo a la conexión de la línea de servicios, pruebas de presión o esfuerzos. No acelerar el enfriamiento con agua, solventes, ni corrientes de aire.

En la siguiente tabla se detalla los parámetros para el procedimiento de unión por termofusión con silleta, en donde se podrá ver que el radio de curvatura se distribuye en unidades de pulgadas y en métrico.

Tabla 14. *Parámetros para el Procedimiento de Unión por termofusión con silleta.*

Radio de Curvatura	Pulgadas	(PSI)	2-3-4-6
	Métrico	(mm)	63-90-110-160
Temperatura de la plancha de calentamiento		°C	250 ± 10
		°F	480 ± 10
Tiempo de calentamiento		(S)	45 base silleta 45 tubería
Presión inicial de calentamiento		(PSI)	Rango entre 60 - 80
Tiempo en remover plancha de calentamiento		(S)	3
Tiempo de enfriamiento con presión entre 60 - 80 PSI		(min)	10
Tiempo para ensayo o servicio		(min)	15

Fuente: Extrucol, (2016)

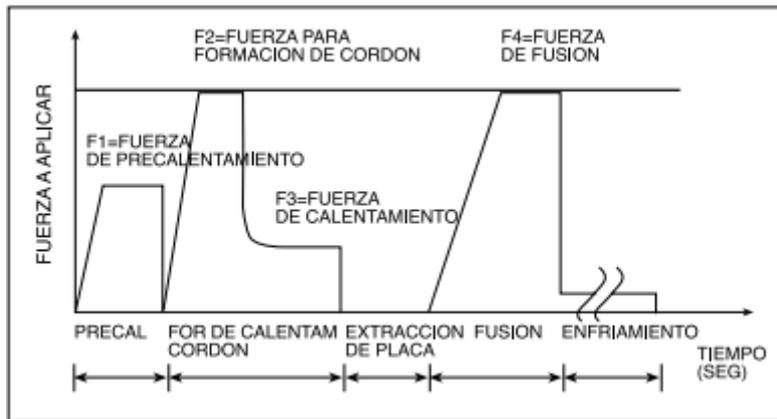


Figura 90: Fuerza Aplicada.

Fuente: Pavco, (2014)

2.1.10.3.5.3 Fallas comunes en la termofusión con silletas

Las fallas más comunes según (Extracol, 2016) son las siguientes:



Figura 91: Fallas comunes en la termofusión con silletas

Fuente: Extracol, (2016)

Mala alineación por:

- ✚ Mal funcionamiento o fijación del carro porta silleta
- ✚ Movimiento del tubo en el momento de la unión
- ✚ Desalineamiento transversal debido a que el accesorio se encuentra girado con respecto al tubo



Figura 92: Fallas comunes en la termofusión con silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Excesivo reborde debido a:

- ✚ Demasiado tiempo de calentamiento en la tubería y la silleta
- ✚ Daño en la plancha de calentamiento
- ✚ Mal funcionamiento del manómetro del carro portasilletas



Figura 93: Fallas comunes en la termofusión con silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Reborde pequeño por:

- ✚ Falta de calentamiento de la silleta y el tubo
- ✚ Mal funcionamiento de la plancha de calentamiento
- ✚ Tiempos cortos de calentamiento
- ✚ Mal funcionamiento del manómetro del carro portasilletas

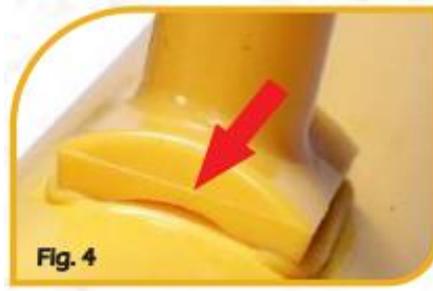


Figura 94: Fallas comunes en la termofusión con silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Curvatura de la silleta no corresponde a la base de la silleta no corresponde al diámetro de la tubería a unir.

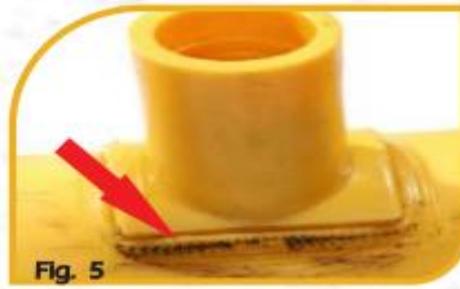


Figura 95: Fallas comunes en la termofusión con silletas

Fuente: Extrucol, (2016)

Contaminación en el área de fundida presencia de cuerpos pequeños al realizar la unión como por ejemplo tierra, material degradado, grasa, etc.

2.1.10.3.5.4 Ensayos en obra de la termofusión de silleta (calificación)

Examen visual

- ✓ Área de unión impecable.
- ✓ Contorno de la interfase de unión sin observación de porosidad

- ✓ Cordones hacia afuera del accesorio, uniforme y perímetro similares de la base del accesorio.

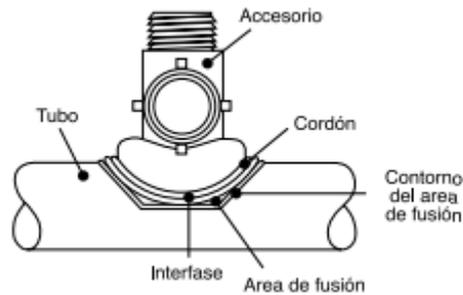


Figura 96: Examen Visual.

Fuente: Pavco, (2014)

Ensayo destructivo en obra

- ⊗ Tamaño de probeta

- ✓ Se realizará un corte transversal del accesorio hasta en 1 cm de la superficie del tubo.

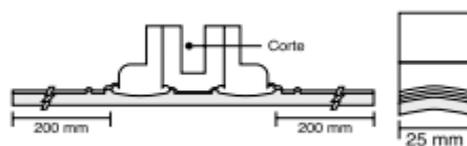


Figura 97: Ensayo destructivo en obra.

Fuente: Pavco, (2014)

Doblado

- La prueba del doblado consiste en tomar los dos extremos de la probeta, y se ejercerá la misma presión con ambas manos.

- ✓ No deben observarse fisuras, poros, cavidades en la soldadura, ni el cordón interior y exterior.

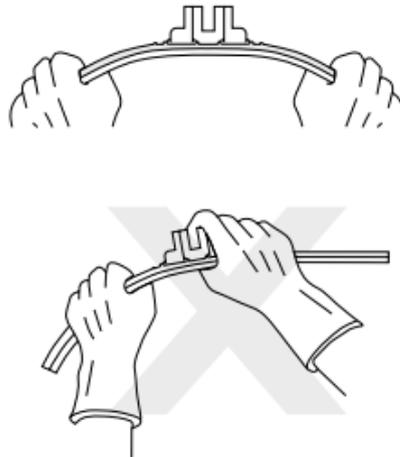


Figura 98: Doblado.

Fuente: Pavco, (2014)

2.1.10.4 Electrofundición

2.1.10.4.1 Procedimiento de instalación de accesorios de electrofundición

Para el procedimiento de soldaduras por electrofundición, debemos cumplir con los índices de fluidez, presentados a continuación:

En la siguiente tabla se indica el rango de índice de fluidez, para así conocer en que índice se encuentra cada procedimiento de soldaduras por electrofundición.

Tabla 15. Rango de Índice de Fluidez.

Grupo MFR (según SIN 16776)	Índice de fluidez
T 003	0,2 - 0,4 g/10min
T 005	0,4 - 0,7 g/10min

Fuente: Extrucol, (2016)

Esta guía de soldadura, tienen validez para la fusión de tuberías y accesorios, cuyo valor MFR de 190°C/5 kg se encuentra en el índice de fluidez de 0,3 y 1,7 g/10 min, cuando el valor no se encuentra en este índice de fluidez se deberá demostrar la idoneidad de la soldadura por medio de pruebas.

2.1.10.4.2 ¿Quién puede soldar?

Podrán realizar los trabajos de pega, solo aquellas personas que hayan sido formadas y se encuentren lo suficientemente capacitadas, además de contar con la experiencia necesaria para los correspondientes métodos de soldadura. De forma obligatoria se debe solicitar al operador su certificado de capacitación en esta tecnología.

2.1.10.4.3 Continuidad de la soldadura

A diferencia del otro método de pega (termofusión), con la electrofusión es posible soldar tuberías de PE 80 con PE 100 y de igual o diferente RDE.

2.1.10.4.4 Generalidades

Según (Extrucol, 2016) se detalla, los principales principios a tener en cuenta:

- El lugar donde se realice la electrofusión debe estar protegido de condiciones atmosféricas desfavorables (ej: lluvia, humedad, viento, radiación solar fuerte, temperaturas menores a 5 °C).

- En el caso de lluvia no se puede soldar sin medidas de protección especiales (ej.: cubierta). A temperatura por debajo del 5 °C no se puede llevar a cabo el procedimiento.
- En todos los procedimientos que realice usando la técnica para electrofusión se debe mantener el sitio de soldadura libre de tensiones de flexión (ej.: almacenajes cuidadosos, caballetes, portapoleas).
- Las superficies de unión de las piezas a soldar deben estar libres de impurezas. La limpieza de las superficies de unión se debe realizar justo antes del proceso de soldadura.
- Este tipo de unión de tuberías de polietileno (PE) se efectúa por medio de accesorios que, en su superficie interna, llevan incorporadas una o varias resistencias. Al pasar por ellas la corriente eléctrica, producen un calor suficiente para que el (PE) del accesorio en contacto con ellas y el de la superficie externa del tubo fundan y permitan su soldadura. El abastecimiento de energía se realiza por medio de un transformador de corriente
- La dilatación de la masa fundida y las tensiones de contracción producen la presión de soldadura necesaria que garantiza una soldadura óptima. El procedimiento se caracteriza por la pequeña tensión de seguridad aplicada al accesorio de electrofusión, así como por el alto grado de automatización.

2.1.10.4.5 Parámetros a tomar en cuenta para la soldadura por electrofusión

Es muy importante tomar apuntes de cada detalle que interviene en este método de pega, a continuación, se hablara de los principales parámetros a seguir:

Los parámetros para una correcta pega son tres, entre los que tenemos a la temperatura, la presión y los tiempos de enfriamiento y calentamiento. En este caso la temperatura y a presión, son propias de la naturaleza o de las características de las tuberías, la primera está directamente conectada con su unidad de control o conexión de red, a cuál al no cumplir con los valores adecuados estará preparado para advertir al operador, la presión depende de la temperatura de la soldadura y de las tolerancias dimensionales entre accesorio y tubería.

En el caso de los tiempos de fusión, está relacionado y va a depender del sistema de electrofusión que se vaya a utilizar. En la electrofusión se cuenta con un código de barra o por una tabla impresa en el accesorio. En muchos casos se incluye los dos códigos de barra, el primero con las directrices y el otro con la trazabilidad del producto.

2.1.10.4.6 Sistemas de soldadura por electrofusión

Sistema clásico

El parámetro de tiempo de fusión, será cargado por el operador (capacitado y con certificación), mediante un teclado ubicado en el equipo de pega. La información ya viene añadida en las fundas de los accesorios o en el propio accesorio.

Sistema inteligente

Este sistema es nuevo, donde la tecnología juega un punto crucial, aquí el sistema de unidad de control debe ser compatible con los accesorios, esta unidad de control reconocerá el accesorio que ha sido conectado e introducirá automáticamente la información de tiempo de fusión, tomando en cuenta la temperatura del lugar y la correcta puesta del accesorio en la tubería. Con este sistema se eliminan por completo los errores humanos, dado que el equipo asume todos los parámetros automáticamente y de haber algún inconveniente alertara al operador.

Existe también un equipo el cual últimamente es muy utilizado en obras, ya q este permite guardar toda la información en la memoria, para posteriormente poder descargar toda esa información al ordenador y hacer un levantamiento de toda estadística y detalles, que sirven además para buscar soluciones a futuro.

2.1.10.4.7 Accesorios para la soldadura por electrofusión

2.1.10.4.8 Herramientas para la soldadura por electrofusión



Figura 99: Herramientas para la soldadura por electrofusión

Elaborado: Extrucol, (2016)

Según (Extrucol, 2016) las herramientas necesarias para una soldadura por electrofusión:

- A. Unidad de control
- B. Botones de mando, parada de emergencia, inicio, stop.
- C. Acoples para la conexión del accesorio de electrofusión.
- D. Carro sujetador-Alineador para uniones de electrofusión.
- E. Raspador manual para tubería.
- F. Guantes de cuero
- G. Raspador o lija de tela No.50 o 60

- H. Lanilla blanca.
- I. Alcohol Isopropilico.

2.1.10.4.9 Preparación y operación para la soldadura por electrofusión

Preparación



Figura 100: Preparación.

Fuente: Pavco, (2014)

El primer paso es cortar los extremos del tubo a escuadra, mediante una cortadura de tubos.

El segundo paso tenemos que limpiar con alcohol los extremos de los tubos, con un trapo limpio y seco, no usar ningún otro tipo que no se alcohol.



Figura 101: Preparación.

Fuente: Pavco, (2014)

Tercer paso, con un marcador trazar una circunferencia sin borde punzante, a 2.5 mm de los extremos de cada tubo.



Figura 102: Preparación.

Fuente: Pavco, (2014)

Como cuarto paso, hay q proceder a raspar el tubo desde sus extremos hasta la línea de circunferencia marcada en el anterior paso, con una película de 0,2 mm de manera uniforme, evitando dañar el contorno del tubo.

Operación



Figura 103: Operación.

Fuente: Pavco, (2014)

Abrir la funda y retirar el accesorio sin tocar ni apoyar los dedos sobre la superficie interna, de no cumplirlo, se tendrá que limpiar con un paño limpio seco y con alcohol y pasar además sobre los extremos raspados.



Figura 104: Operación.

Fuente: Pavco, (2014)

Colocar el accesorio sobre el extremo del tubo y deslizarlo hasta el tope central.



Figura 105: Operación.

Fuente: Pavco, (2014)

Ubicar el tubo junto con su accesorio sobre las mordazas que sirven para alinear y no forzar más allá del tope, finalmente ajuste las mordazas.



Figura 106: Operación.

Fuente: Pavco, (2014)

Introducir el extremo del otro tubo hasta el tope central y ajuste las mordazas



Figura 107: Etapa de fusión.

Fuente: Pavco, (2014)

2.1.10.4.10 Etapa de fusión para la soldadura por electrofusión

Para la etapa de fusión se va a necesitar del equipo de pegas y de un generador eléctrico, una vez que contemos con eso, proseguimos a conectar el cable del equipo de fusión a la fuente de energía propia del generador eléctrico, encendemos el equipo de electro y revisamos que esté lista para operar y que los cables no se encuentren dañados, conectamos las terminales de salida a la unidad de control a los bornes del accesorio.



Figura 108: Etapa de fusión.

Fuente: Pavco, (2014)

Se enciende la unidad de control o equipo de pega, y según el sistema que tenga (clásica o inteligente), en el caso de la clásica será necesario que el operador ingrese los datos de tiempo de fusión a la unidad de control según lo indicado en la funda o en el accesorio, para el sistema

inteligente este mediante el código de barras o lápiz, automáticamente introducirá los parámetros de operación.



Figura 109: Etapa de fusión.

Fuente: Pavco, (2014)

Dar inicio al ciclo de fusión, presionando el botón verde o botón de inicio fuera el caso de utilizar diferentes equipos de pega, en cuanto a marca comercial, una vez hecho esto, se escuchará un “clic” significado de que inicio la cuenta regresiva.



Figura 110: Etapa de fusión.

Fuente: Pavco, (2014)

Durante el ciclo de fusión, con el pasar de los minutos, se podrá observar el movimiento ascendente de los “testigos de fusión” los cuales se encuentran ubicados en la parte superior de los accesorios. Esto quiere decir que la fusión es correcta.

2.1.10.4.11 Etapa de fusión para la soldadura por electrofusión

Examen visual

- ✓ Debemos verificar que el material en la etapa de fusión no exceda los límites del accesorio ni los límites del extremo del tubo, excepto en los testigos.
- ✓ El accesorio y la tubería deben estar perfectamente alineado, además de su profundidad de penetración del tubo en el accesorio

Ensayo destructivo en obra

- ⊗ Tamaño de probeta

Doblado

- La prueba del doblado consiste en tomar los dos extremos de la probeta, y se ejercerá la misma presión con ambas manos.
- No deben observarse cavidades ni fisuras en el área transversal de la unión.



Figura 111: Etapa de fusión.

Fuente: Pavco, (2014)

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Agua potable

El agua potable se denomina agua dulce, después de haber pasado por el proceso de depuración se vuelve potable, por lo tanto lista para el consumo humano gracias al valor equilibrado que aportan los minerales; De esta forma, este tipo de agua se puede consumir sin restricciones. Beber agua nos permite consumir sin condiciones ya que está garantizado que por su condición no tendrá ningún efecto negativo en nuestro organismo. Cuando el agua no se trata, puede portar virus, bacterias, sustancias tóxicas, sustancias radiactivas y otras sustancias muy nocivas para la salud de los seres vivos. Siempre que el agua se pueda consumir sin restricciones, será necesario seguir un proceso conocido como tratamiento de agua potable, que es exactamente lo que eliminará, eliminará cualquier tipo de presencia de sustancias nocivas y la convertirá en una sustancia segura. Para consumo ilimitado. Para realizar la purificación, es necesario realizar análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la fuente a tratar para seleccionar la mejor técnica.

2.2.2 Desechos industriales

Los residuos industriales son residuos generados por actividades industriales que no tienen ningún beneficio. Se crean durante los procesos productivos propios de las fábricas, talleres, industrias y operaciones mineras. A veces, los envases y envases no reciclables pueden incluirse en esta categoría. Algunos ejemplos de residuos industriales son el hierro, el cobre, la madera, el hierro, la arena, el cartón, PET, el cemento, los disolventes, los productos químicos, los materiales peligrosos e incluso los residuos orgánicos.

2.2.2.1 Desechos industriales no peligrosos o inertes

Estos desechos industriales, como sugiere su nombre, no representan una amenaza para la salud humana y el medio ambiente. Algunos ejemplos comunes son hierro, cobre, cartón, hormigón, arena y grava; es decir, materiales propios de la industria de la construcción. Una buena gestión no solo representa un mejor uso del espacio dentro de una empresa, sino que las ventas a los distribuidores de chatarra y residuos industriales también pueden ser una fuente

adicional de ingresos para la empresa. . Siempre recomendamos que utilices empresas profesionales con experiencia contrastada para la recogida de residuos industriales de tu fábrica o taller.

2.2.2.2 Desechos industriales peligrosos

Como habrás adivinado, este tipo de desechos pueden poner en peligro la vida humana o dañar la flora o fauna que nos rodea. Y sus efectos no son necesariamente inmediatos y notorios; A menudo, pueden degradar nuestra salud o afectar el medio ambiente, pero de forma peligrosa. Es por ello que la gestión de residuos peligrosos, químicos, petrolíferos, combustibles y sobre todo radiactivos sólo debe ser realizada por empresas profesionales y homologadas, el gobierno y las respectivas autoridades sanitarias. Varios métodos de gestión de residuos peligrosos incluyen la contención, la destrucción y el reciclaje, lo que permite su reintegración segura en los procesos industriales.

2.2.3 Gas natural

El gas natural es un gas combustible altamente inflamable compuesto principalmente de metano (CH₄). También contiene nitrógeno (N₂) y pequeñas cantidades de otros hidrocarburos, como etano, propano y butano, así como trazas de helio y, en algunos casos, sulfuro de hidrógeno. Estos combustibles fósiles son las emisiones, grupo que, además del gas natural, incluye hidrógeno y gases de refinería como el butano y el propano (productos derivados del refino del petróleo). El gas natural se produce mediante procesos geoquímicos en materia orgánica a grandes profundidades, desde donde se eleva a través de grietas y vacíos en formaciones rocosas. Si encuentra barreras osmóticas en su camino hacia arriba, se forman depósitos de gas subterráneos, también conocidos como trampas de gas natural. Por lo general, se presenta en combinación con el petróleo crudo y, al igual que el petróleo crudo, se extrae, limpia y seca mediante perforación.

2.2.4 Polietileno

Se sabe que el polietileno (PE) o polietileno es el polímero más simple en términos de química, que consta de una unidad lineal repetida de átomos de carbono e hidrógeno. Es uno

de los plásticos más baratos y fáciles de producir, por lo que se producen alrededor de 80 millones de toneladas al año en todo el mundo. La producción de polietileno se realiza mediante diversos procesos de polimerización, tanto por radicales libres como por procesos de coordinación aniónica, catiónica o iónica. Dependiendo del tipo de reacción elegida, se obtendrán diferentes formas de la misma resina.

2.2.5 PEAD – Polietileno de Alta Densidad

Material obtenido por adición, en el que se mezclan diferentes tipos de etileno. Donde sus moléculas tienen ramificaciones, esto le confiere densidad molecular, lo que le confiere una gran resistencia y rigidez. Además de ser resistente a temperaturas muy altas, esta es la característica que marca la diferencia entre alta densidad y baja densidad. El polietileno de alta densidad es un polímero termoplástico compuesto por muchas unidades de etileno. También es conocido por sus iniciales en inglés (HDPE, o High Density Polyethylene) y en español (PEAD, o polietileno de alta densidad).

2.2.6 Tuberías

Una tubería o también llamado acueducto es uno de los métodos que se desarrolla con tubos donde se facilita la conducción de agua, desechos industrial y gas, etc. “Un tubo, en tanto, es un cilindro hueco que suele utilizarse para el transporte o el almacenamiento de fluidos” (Julián, 2020). Podemos decir que este concepto se puede utilizar como sinónimo de tubería. Una tubería, de esta manera, es un conducto hecho de tuberías o tubos. Las tuberías pueden tener nombres específicos según lo que lleven. Si el gasoducto es para gas, a menudo se le llama gasoducto o gasoducto. Cuando lo que se transporta es petróleo, se llama oleoducto, mientras que si es agua es tubería de agua.

2.2.7 Apus (Análisis de precios unitarios)

Es la compensación o pago que paga el cliente a la empresa constructora por las actividades realizadas por la empresa, los materiales, equipos y maquinaria utilizados por el cliente para llevar a cabo los conceptos constructivos de la empresa constructora. Su proyecto de construcción. El precio unitario establecido es un componente del presupuesto, que incluye una lista completa de todos los elementos de trabajo evaluados, incluidas todas las actividades

de construcción de principio a fin a solicitud del propietario, especificadas en las especificaciones arquitectónicas. El precio unitario se integra agregando dos tarifas directas e indirectas. El análisis de costo unitario determina la cantidad de cada insumo que conforma cada concepto específico de trabajo.

El análisis de todos estos factores que integran los precios unitarios y que complementan un presupuesto total de obra y que comprende valorar todo el requerimiento indicado en las Especificaciones Técnicas de Obra (Arquitectura, Estructura, Instalaciones Sanitarias, Gas, Electricidad, especialidades, etc.). También llamado análisis, en un sentido simple, permite analizar, desglosar y detallar el beneficio de cada precio unitario de cada partida del balance (por unidad de trabajo); Este precio unitario debe desglosarse y desglosarse en cuatro partes principales:

Materiales+ Mano de Obra+ Medios Auxiliares+ Imprevistos

2.2.8 Termofusión

Uno de los métodos de soldadura rápidos y fáciles para unir tuberías de polietileno y sus accesorios es el sistema de empalme por fusión. La superficie de las piezas ensambladas se calienta hasta el punto de fusión y se une por presión, acción mecánica o hidráulica, según el tamaño de la tubería, y sin el uso de acoplamientos adicionales.

2.2.9 Electrofusión

El proceso de ensamblaje de los tubos se basa en el uso del calor como componente principal, donde cada conexión se realiza con una resistencia incorporada, las conexiones indican que hay dos terminales a los que se debe conectar la tensión, lo que provoca la producción de la resistencia que contiene en él funde su material y así permite la fusión con el tubo, es por ello que es el único método de fusión que no requiere movimiento longitudinal de las partículas. Es útil cuando es necesario crear una junta y la tubería no se puede mover, como durante la reparación o las juntas "lingadas" en una zanja.

2.2.10 Otros conceptos

❖ Extrusión

En general, la extrusión es la acción y el efecto de la extrusión; Por otro lado, más precisamente, se puede definir como el proceso de prensado, prototipado y conformado de una determinada materia prima para producir un objeto de sección transversal definida y fija, mediante un flujo continuo con presión, tensión o fuerza.

❖ Rotomoldeo

El rotomoldeo, conocido también como moldeo rotacional o rotocasting, es un proceso utilizado para la fabricación de productos plásticos huecos. Aunque tiene que competir con los moldes de soplado, los moldes en caliente y los moldes de inyección para la producción de productos huecos, los moldes rotatorios tienen la ventaja particular de tensiones residuales relativamente bajas y moldes de bajo costo.

❖ Presión

Se define presión como el cociente entre la componente normal de la fuerza sobre una superficie y el área de dicha superficie.

La fuerza que ejerce un fluido en equilibrio sobre un cuerpo sumergido en cualquier punto es perpendicular a la superficie del cuerpo. La presión es una magnitud escalar y es una característica del punto del fluido en equilibrio, que dependerá únicamente de sus coordenadas.

❖ Viscosidad

Cuando hablamos de viscosidad nos referimos a una propiedad de los fluidos equivalente al concepto de espesor, es decir, a la resistencia que tienen ciertas sustancias para fluir y para sufrir deformaciones graduales producto de tensiones cortantes o tensiones de tracción.

❖ Polímero

El polímero es un compuesto químico que posee una elevada masa molecular y que es obtenido a través de un proceso de polimerización. En tanto, la polimerización consiste en la unión de varias moléculas de un compuesto a partir del calor, la luz o un catalizador, con la

misión de conformar una cadena de múltiples eslabones de moléculas y así entonces obtener una macromolécula. Entre los polímeros naturales más conocidos se cuentan: el ADN, la seda, el almidón y la celulosa y entre los sintéticos: polietileno, baquelita y el nylon.

❖ Densidad

Es la relación entre el peso (masa) de una sustancia y el volumen que ocupa (esa misma sustancia). Entre las unidades de masa más comúnmente utilizadas están kg/m^3 o g/cm^3 para los sólidos, y kg/l o g/ml para los líquidos y los gases. Cuando se hace referencia a la densidad de una sustancia, se describe su peso en relación a su tamaño.

❖ Resistencia

La resistencia de un tubo se puede definir como una reacción natural que opone el material ante la imposición de una carga, a fin de evitar o alcanzar los niveles de una falla. De tal manera, la capacidad de resistencia de una tubería se define como aquella aptitud o condición que ofrece una tubería para reaccionar y evitar cualquier tipo de falla o deformación, ante la acción combinada de cargas.

❖ Permeabilidad

La permeabilidad o impermeabilidad es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

❖ Resistencia a tracción

La resistencia a la tracción R_m (tb. resistencia a rotura) es un valor característico para evaluar el comportamiento de resistencia. La resistencia a la tracción (ingl. tensile strength) se define como el esfuerzo de tracción mecánico máximo, con el que se puede someter a carga una probeta. Si se supera la resistencia a la tracción, se produce la rotura del material: La absorción de fuerzas disminuye hasta que la probeta de material, finalmente, se rompe. Sin

embargo, antes de alcanzar la resistencia a la tracción, el material empieza a experimentar una deformación plástica, a saber, permanente.

❖ Coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción es la relación entre la fuerza de deslizamiento y la fuerza de retención ejercida por dos superficies en contacto. Este coeficiente es de hecho una evaluación de la dificultad con la que la superficie de un material se deslizará sobre otro material.

❖ Modulo elasticidad

El módulo de elasticidad es la medida de la tenacidad y rigidez del material del resorte, o su capacidad elástica. Mientras mayor el valor (módulo), más rígido el material. A la inversa, los materiales con valores bajos son más fáciles de doblar bajo carga.

❖ Abrasión

El fenómeno de la abrasión puede ser definido como la acción mecánica de rozamiento provocada por una partícula más dura, que ocasiona desgaste y erosión a la superficie en contacto.

❖ Desgaste

El desgaste es el acto y la consecuencia de desgastarse o de desgastar. Este verbo refiere a consumir o deteriorar algo de a poco por su utilización o por algún tipo de contacto o roce.

❖ Corrosión

La corrosión es el proceso de degradación de ciertos materiales, como consecuencia de una reacción electroquímica, o sea, de óxido-reducción, a partir de su entorno. Se trata de un fenómeno natural, espontáneo, que afecta sobre todo (aunque no exclusivamente) a los metales. La velocidad de la reacción depende de la temperatura a la que ocurre, así como de las propiedades de los elementos involucrados, especialmente de su salinidad.

❖ Rugosidad

La rugosidad (que es la huella digital de una pieza) son irregularidades provocadas por la herramienta de corte o elemento utilizado en su proceso de producción, corte, arranque y fatiga superficial.

❖ Estanqueidad

La estanqueidad es una propiedad que se basa en la capacidad para evitar que entren partículas externas al interior de una pieza, circuito o habitáculo, ya sea agua, aire, polvo, etc.

❖ Diámetro nominal (DN)

El diámetro nominal indica el diámetro interior de los elementos de un sistema de canalización. La indicación del diámetro nominal se hace siguiendo la norma EN ISO 6708, usando la abreviatura DN seguida de un número adimensional, que se corresponde aproximadamente al diámetro interno en mm del tubo.

❖ Tensión o presión de diseño (PD)

Presión máxima de funcionamiento, en régimen permanente, de la red o de la zona de presión en una sección de la tubería, excluyendo el golpe de ariete.

❖ Presión nominal (PN)

Valor numérico de una serie convencional que se adopta, a efectos de referencia, para caracterizar los tubos, las piezas especiales y los demás elementos de la tubería en relación con la presión hidráulica interior (kp/cm²) que son capaces de resistir en ausencia de cargas externas.

❖ Mínima resistencia requerida (MRS)

MRS (Minimum Required Strength) caracteriza la resistencia de la resina para fines de cálculo de presión de servicio de las tuberías.

❖ Relación de dimensiones standard (SDR)

Relación de Dimensiones Standard (SDR): Es un valor a dimensional que relaciona el diámetro externo nominal (DN) y el espesor de pared de una tubería (e).

2.3 Marco Legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador Leyes y Derechos sobre el Agua.

Según (Asamblea Nacional Constituyente, 2008), los artículos y secciones relacionados o vinculados con nuestro proyecto de investigación son los siguientes:

La Constitución de la República del Ecuador, con Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.

Establece en los Art. 12, 313 y 318, el derecho del agua como Patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia

Título I; sobre Elementos Constitutivos Del Estado en el Capítulo Primero, Principios Fundamentales.

Según el Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado: Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

En este artículo se constituye como derecho fundamental, entre otros al acceso de agua de los pueblos y nacionalidades del Ecuador, sin exclusión de ninguna índole, donde se prohíbe la privatización de la misma.

Capítulo segundo Derechos del buen vivir

Sección primera Agua y alimentación.

Según el Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Se destalla en este artículo el derecho a tener accesibilidad al agua como una base primordial y necesaria a la que nadie puede renunciar, siendo heredad de los ecuatorianos debido a su importancia para el desarrollo de la vida.

Sección segunda Ambiente sano; Según el Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Según el Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

En la sección segunda, sobre Ambiente sano, se establecen dos artículos primordiales en cuanto compete a derechos sobre el agua, en el primero; Art. 14.- establece en este artículo el compromiso que tiene el estado en garantizar el buen vivir de los pueblos y nacionalidades, lo cual puede ser posible siempre y cuando se tenga acceso al agua para consumo.

En el segundo artículo Art. 15.- se menciona el incentivo del estado a los sectores tanto públicos como privados, para varios sectores estratégicos donde ninguno ponga el riesgo el derecho al agua, o esta se vea afectada por contaminación.

Sección séptima Salud; Según el Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la Seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Se establece en este artículo Art. 32 la estricta relación que tiene que el acceso al agua con el sector salud, siendo el derecho al agua primordial para que se garantice la continuidad y el goce de buena salud en la población.

En referencia al Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

En este artículo además de describirse una serie de derechos, se establece el reconocimiento, así mismo como se asegura el derecho a la accesibilidad de Agua Potable a los ecuatorianos.

Capítulo cuarto Régimen de competencias; Según el Art. 264.- 4. Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Sección 4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

En la sección 4 del Art. 264 se puntualiza la obligatoriedad de los gobiernos municipales ante el estado y la nación en proporcionar el servicio público de dotación de agua potable, de manera competente.

Capítulo quinto; Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas: Citando al Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento... y los demás que determine la ley.

Y el Art.318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

... El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

En los artículos Art. 314 y Art. 318 se menciona el agua como un patrimonio nacional el cual es de potestad exclusivo y propio del estado ecuatoriano, así mismo como la gestión del agua será exclusivamente público o comunitario. Para realizar la proyección y servicio de gestión de los recursos hídricos para consumo humano y demás serán responsables en conjunto el estado y la autoridad única del agua.

Sección sexta Agua; En referencia al Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Y Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque eco sistémico.

La sección sexta es exclusiva a el agua, en ella se describen los derechos fundamentales al acceso de agua potable, así mismo como de detalla que será obligatoriedad del estado en reglamentar las actividades relacionadas a los estándares de calidad que puedan afectar la calidad y cantidad de agua

Capítulo segundo Tratados e instrumentos internacionales; Comprometan el patrimonio natural y en especial el agua, la biodiversidad y su patrimonio genético. Es para el estado ecuatoriano de interés s comprometerse a sí mismo como al patrimonio natural, haciendo énfasis en el agua en incluirlos a tratados e instrumentos internacionales.

2.3.2 Normas Técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

2.3.2.1 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1742

Según a la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1742, 2015) esto, se establece los métodos de ensayos para determinar la densidad de las tuberías de polietileno PE.

2.3.2.2 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1744

Según a la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1744, 2015) deben cumplir los tubos de polietileno producidos por extrusión para conducir agua a presión, tanto para redes de agua potable como para usos generales.

2.3.2.3 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1372

Según a la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1372, 2015) establece los requisitos bromatológicos y organolépticos que deben cumplir los tubos y accesorios plásticos (PVC, CPVC, PP, PE, PRFV o GRP y otros), sin uso, destinados a la conducción de agua potable y de ésta como componente de productos alimenticios y describe el procedimiento general para obtener muestras por extracción.

2.3.2.4 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2489

Según a la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2489, 2009), establece los requisitos que debe cumplir el gas natural.

2.3.2.5 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 266

Según a la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266, 2017), se establece las normas para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos. Requisitos.

2.3.2.6 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2493

Según a la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2493, 2009) establece los requisitos mínimos que deben cumplir las tuberías, equipos, instalaciones y dispositivos que son necesarios para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, control de la corrosión e inspección de los sistemas de transporte de gas natural.

2.3.3 Aseguramiento de la calidad del proceso de soldadura

En las páginas siguientes, se desarrollan los Procedimientos operativos del sistema de aseguramiento de calidad propuesta. Para tal efecto se ha tenido como referencias las siguientes normas:

- ISO 21307; Tuberías y accesorios de plástico procedimientos de unión.
- ISO12176-2; Tuberías y accesorios de Plástico -Equipo para la fusión de unión de polietileno- Parte 2: Electrofusión.
- ISO 18225; Sistemas de tuberías de plástico- Los sistemas de tuberías multicapas para instalaciones de gas-especificaciones para los sistemas.
- ISO 10839; Tubería y accesorio de polietileno- Código de práctica para el manejo, diseño e instalación.
- ISO 13067; Personal de soldadura de plástico -Pruebas de cualificación de soldadores.

2.3.4 Normativas internacionales

- ASTM 3350; Características técnicas HDPE para tubería de agua potable.
- NTP ISO 4427; Características técnicas HDPE para tubería de agua potable.
- ISO 12176-1; Clasificación de maquinaria para soldadura según la presión.
- ASTM D 2513; Accesorios para soldaduras en tuberías PE a gas.
- NTC 5037; Rangos de temperatura para soldadura en tuberías PE a gas.
- NTC 5037 ISO 11414; Parámetros de procedimiento para termofusión a tope en tuberías PE a gas.
- ASTM F 2620-11; Parámetros de procedimiento para termofusión a silleta en tuberías PE a gas.
- ISO-4427 Polyethylene (PE) pipes for water supply – Specifications. International Organization for Standardization. (Tuberías para el suministro de agua).
- ASTM-F-714: Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (SDR-PR) (Especificación Estándar para Tubería Plástica de Polietileno).
- AWWA C901: Polyethylene (PE) Pressure Pipe and Tubing, 1/2 in. through 3in. for Water Service (Tubería y Entubado de Presión de Polietileno, 1/2 pulgada hasta 3 pulgadas para Servicio de Agua).
- AWWA C906: Standard for Polyethylene (PE) Pressure Pipe and Fittings 4 in. through 63 in., for Water Distribution (Norma para Tubería de Presión de Polietileno de 4 pulgada hasta 63 pulg., para Distribución de Agua).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

Para el diseño de la investigación, inicialmente se realiza la parte exploratoria con base en la observación y entrevistas a expertos que nos ayudaran como guía en el proceso de investigación, para luego con base de la información concluir.



*Figura 112: Esquema del diseño de la investigación
Elaborado por: Arguello y Velez (2021)*

Con la finalidad que se tiene de lograr reducir o acabar con la deficiencia que se tiene o el poco conocimiento sobre estos dos métodos, se muestra información necesaria partiendo de dos proyectos ejecutados, donde se evidencio el uso de ambas tecnologías, y se extracto información destacada tales como características, ventajas, desventajas, procesos o procedimientos e identificación del beneficio económico que nos brindan estos métodos.

La metodología que se comprende en esta investigación es la de: 1.- La obtención y registro de información bajo los parámetros definidos; 2.- La observación de los procesos en la ejecución de los trabajos, a fin de identificar las características, fallas, ventajas, desventajas y demás información; 3.- Análisis desde un criterio técnico y económico (Apus) cada una de la información recabada, añadiendo además información bajo la experiencia y entrevista realizada a personal técnico profesional de la construcción. En este último punto y como se mencionó anteriormente se ha puesto de referencia dos proyectos ejecutados, para la comparación económica que servirá como análisis de resultado de este tema de tesis, se recreó un presupuesto con su respectivo (Apus) y cronograma de obra, donde se pretende evidenciar

económicamente y técnicamente, que tan viable resulta ejecutar el proyecto utilizando ambos métodos de soldadura.

1.- Obtención y registro de información bajo los parámetros definidos.

Para la obtención de información y su respectivo registro fue necesario acudir a campo, a proyectos que se encontraban en etapa de ejecución, donde se les dio fiel seguimiento a los trabajos, especialmente a las incontables soldaduras realizadas e instalación de la tubería de HDPE.

A continuación, se detallan dos esquemas con los parámetros e información que servirá para registrar información.

En el siguiente esquema se indica la información para la recolección de datos para el proceso por Termofusión. El formato de tabla (Ver Anexo 1).

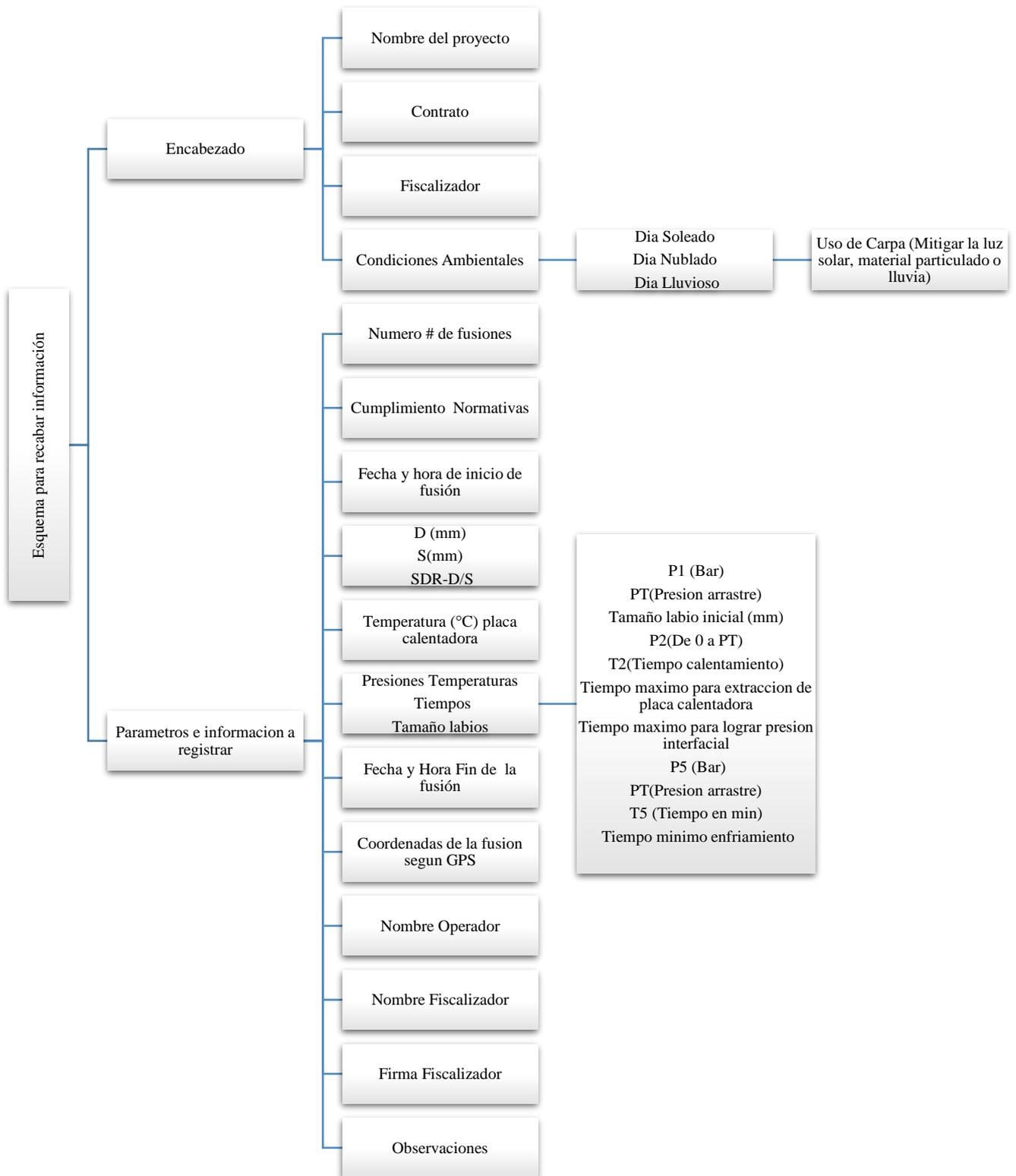


Figura 113: recolección de datos para el proceso por Termofusión
 Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

En el siguiente esquema se indica la información para la recolección de datos para el proceso por Electrofundición. El formato de tabla (Ver Anexo 2).

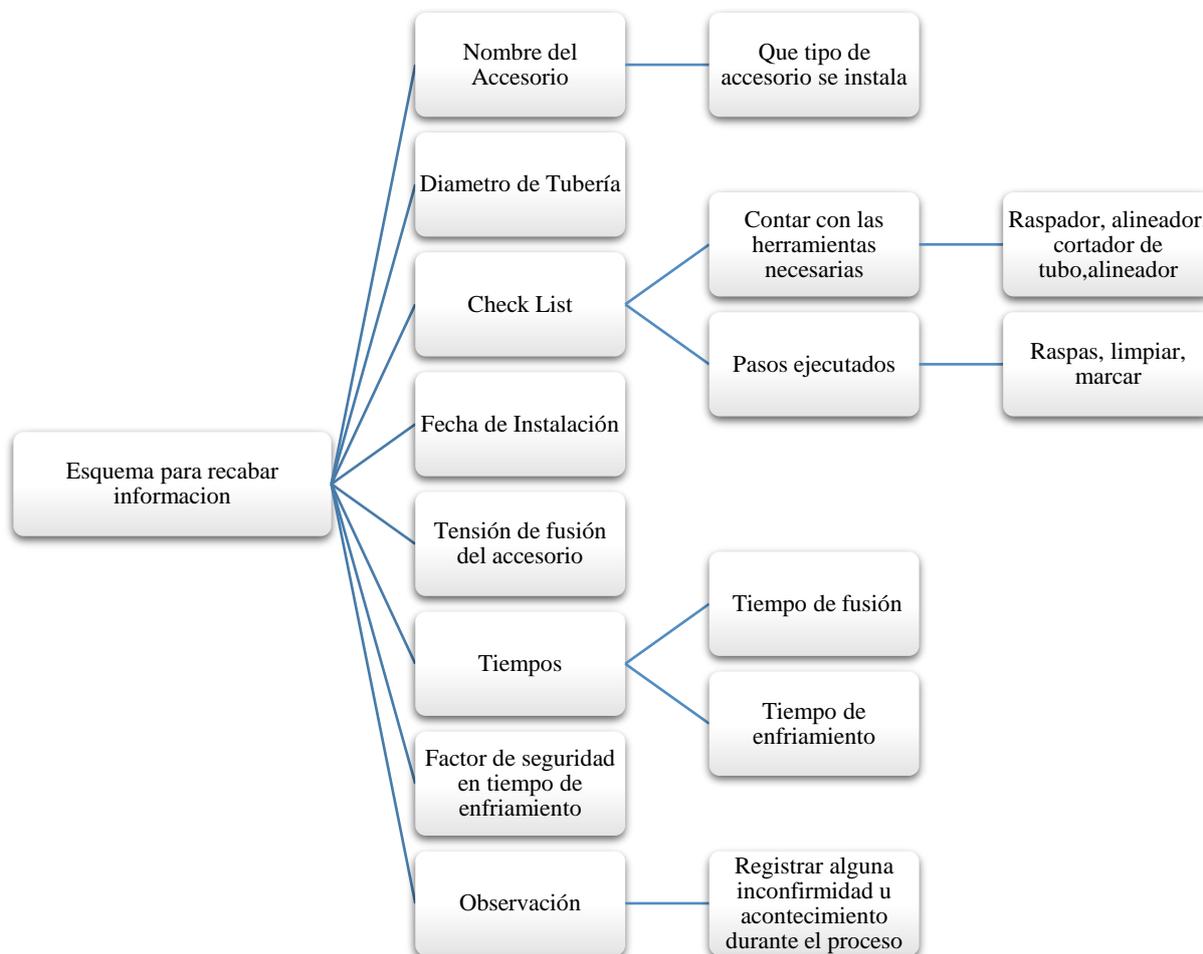


Figura 114: recolección de datos para el proceso por Termofusión

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

2.- La observación de los procesos en la ejecución de los trabajos.

La observación de los procesos para la ejecución de los trabajos mediante el uso de ambos métodos de soldadura, pondrá todos sus esfuerzos en los protocolos a seguir para asegurar la correcta calidad de las fusiones. Teniendo que constatar que se cumplan con todos los implementos, y siguiendo atentamente cada una de las acciones ejecutadas por el operador,

cumpliendo así con todas las especificaciones y normas dispuestas. Nos permitió identificar además las características, fallas, ventajas y desventajas, etc.

3.- Análisis desde un criterio técnico y económico (Apus).

En esta etapa se agregó y corroboró información a partir de las entrevistas realizadas a profesionales de la construcción (Ingenieros Civiles), se definió y se comparó cada una de la información obtenida para los métodos (Electrofusión y Termofusión).

De esta manera se mantuvo y evidencio la postura que redacto anteriormente como idea.

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación a utilizarse será la exploratoria – concluyente dado que se analizará técnica y económicamente estas dos tecnologías, donde se pondrá en comparación sus características, ventajas, desventajas, proceso de ejecución y costos, de tal manera que permita comprobar las hipótesis o idea a defender.

3.3 Enfoque de la Investigación

El enfoque que se aplicará en la investigación será cuantitativo-cualitativo (mixto), ya que se procederá a elaborar un Apus que proporcionará datos económicos sobre ambos métodos. Además, se obtendrá diferentes características técnicas de modo que se definiera la conveniencia de estas tecnologías en otros ámbitos como son la conducción de agua potable, desechos naturales y gas natural.

3.4 Técnicas de Investigación

La técnica de investigación que se usará será la entrevista, a partir de un banco de preguntas, la cual será realizada a personal técnico profesional, con la finalidad de corroborar y agregar información, la otra técnica que se aplicará será la observación, con el fin de poder obtener información certera, bajo los parámetros estipulados, que permitirá dar con una diferenciación de criterios técnicos sobre ambos métodos de soldadura.

3.5 Población

Para este presente tema de investigación se estableció trabajar en dos proyectos llevados a cabo en la ciudad de Guayaquil, por la concesionaria Interagua, esto ante la iniciativa del Municipio de Guayaquil de efectuar la regeneración urbana en muchos sectores de la urbe porteña, que involucra además el cambio del sistema de agua potable y sus diferentes obligaciones, el “Requerimientos del Sistema AAPP en obras municipales, en varios sectores de la Ciudad de Guayaquil” es una obra que se lleva a cabo en responsabilidad de la empresa SADE contratista de Interagua con el fin de realizar las diferentes conexiones en tuberías de pead y el cambio de guías domiciliarias en varias direcciones de la ciudad. El otro proyecto es la “Instalación de tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con metodología de perforación dirigida en calle Benjamín Carrión” que de igual manera involucra la participación de Interagua y el Municipio de Guayaquil, en actividades de regeneración urbana, es importante destacar que también deben ejecutarse trabajos en la renovación del sistema de agua potable, los cuales son efectuados por Ricsons contratista de Interagua, las actividades involucran la instalación de la tubería en pead y sus guía domiciliarias, además de la colocación de válvulas e hidrantes.

3.6 Muestra

Se ha escogido una muestra no probabilística ya que se tomará en cuenta exclusivamente las actividades que tengan relación directa con la instalación de la tubería y sus guías domiciliarias, misma que una vez establecidos los proyectos que van a entrar en análisis y aportación de información.

3.6.1 Entrevista

La entrevista es una técnica que sirvió de gran ayuda para elaborar el banco de preguntas. Con ello, se elaboró la matriz de investigación cuya finalidad es la generar preguntas que ayuden a dar un sustento a la idea planteada; además de agregar y corroborar información.

Matriz de Investigación

MATRIZ DE INVESTIGACIÓN UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

MATRIZ DE INVESTIGACION: ANALISIS TECNICO Y DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS METODOS PARA UNIR TUBERIAS DE PEAD EN LA CONDUCCION DE AGUA POTABLE, DESECHOS INDUSTRIALES Y GAS NATURAL A

GRUPO DE TRABAJO: ARGUELLO GALO - VELEZ MELANY

PERIODO: JUNIO 2021

PROBLEMA (Breve antecedente y justificación)	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS GENERAL	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES	INDICADORES	OBJETIVO DE LA PREGUNTA	PREGUNTAS
¿Se puede proponer un análisis técnico y de precios unitarios de los métodos de termofusión y electrofusión para unir tuberías de PEAD en la de conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural?	Efectuar un análisis técnico y de precios unitarios de los métodos de termofusión y electrofusión para unir tuberías de PEAD en la de conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.	Determinar la información necesaria de una base de datos acerca de proyectos ejecutados o en etapa de ejecución para analizar las técnicas y precios unitarios de los métodos de termofusión y electrofusión para unir tuberías de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.	El desarrollo del análisis técnico y de precios unitarios, tomando en consideración, el aspecto económico (costos directos), los tiempos de ejecución en obra, el aspecto social y las especificaciones técnicas de los proyectos, determinará el método de soldadura más factible a usar en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.	Determinar la información permitira, realizar el respectivo analisis de las características tecnicas y economica de costos de los rubros que tienen una relación directa con el método de soldadura.	Determinar información	Información oportuna	La información definida es la adecuada, para realizar un análisis técnico y de precios unitarios de los métodos de soldadura	¿Un presupuesto, cronograma y guía metodológica me brindara información justa para realizar un análisis técnico y de precios unitarios?
						Verificar información	Verificar que la información determinada, puede esclarecer las diferencias técnicas y de costos de ambos métodos de soldadura	¿Qué diferencias técnicas y de costos, puede encontrar entre los métodos de soldadura?
		Análisis de las características y costos del uso de estos métodos de soldaduras en proyectos de construcción, para obtener un conocimiento y criterio de diferencia técnica y de precios unitarios de los métodos termofusión y electrofusión para unir tuberías de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.		El análisis de las características y costos, brindará un conocimiento y criterio de diferencia de técnica y de costos de los métodos termofusión y electrofusión para unir tuberías de pead en la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural.	Análisis de las características y costos	Características / ventajas/ desventajas, etc	Obtener criterios de diferencia técnica	¿Estaria usted de acuerdo en que se ponga en comparación (características, ventajas, desventajas, etc) de ambos métodos (termofusión y electrofusión) con la finalidad de obtener criterios de diferencia técnica?
					Costos	Determinar si el análisis de precios unitarios es la herramienta adecuada.	¿Cree usted que un análisis de precios unitarios, sería la herramienta adecuada, para obtener información económica y ponerla en comparación de ambos métodos (termofusión y electrofusión)?	
					Conocimiento y criterio de diferencia de técnica y de costos de los métodos	Corroborar que los procesos de soldadura por termofusión y electrofusión, son empleados de igual manera en los diferentes ámbitos de la construcción (Agua potable, desechos industriales y gas natural)	¿Los procesos para realizar soldadura por termofusión y electrofusión, se emplean de la misma manera en los diferentes ámbitos de la construcción (Agua potable, desechos industriales y gas natural)?	
					Detallar parámetros	Corroborar que el análisis técnico y de precios unitarios ayudara a reducir la deficiencia que existe sobre los métodos de soldadura	¿Considera usted que el presentar un análisis técnico y de precios unitarios , ayudará a reducir la deficiencia que existe sobre los procedimientos y costos de los métodos de soldaduras (termofusión y electrofusión)?	
					Logro de Objetivos.	Los parámetros señalados, logran evidenciar la factibilidad de los métodos de soldaduras en los diferentes proyectos de obra.	¿Conoce usted los parámetros que pueden ayudarle a tomar una decisión eficaz a la hora de decidir emplear un método de soldadura en un proyecto?	
					Deficiencia	Corroborar que el análisis técnico y de precios unitarios ayudara a reducir la deficiencia en cuanto información que existe sobre los métodos de soldadura	¿Considera usted que el presentar un análisis técnico y de precios unitarios , ayudará a reducir la deficiencia que existe sobre los procedimientos y costos de los métodos de soldaduras (termofusión y electrofusión)?	
					Logro de Objetivos.	Determinar si el análisis técnico y de precios unitarios permitirá seleccionar el método más conveniente a usar en cada campo en que se estableció la investigación	¿Un correcto análisis técnico y de precios unitarios le brindara a usted la información base para establecer el método de soldadura (termofusión y electrofusión) más conveniente a usar en los diferentes ámbitos de la construcción (Agua potable, desechos industriales y gas natural)?	

Entrevista a Ingeniero Civil

Nombre: Frank Robert Rodríguez Palma

Cargo: Ingeniero Proyecto en Interagua, Carnet IA (Ver Anexo #4)

1 ¿Porque se ha vuelto muy común hoy en día el uso de tuberías en pead con respecto a las tuberías tradicionales?

Porque para las empresas el (costo - beneficio) es mejor, pese a que existe un incremento económico con respecto a tuberías como él (PVC, HIERRO DUCTIL, ABESTO CEMENTO, ENTRE OTROS) los beneficios que presentan se evidencian tanto a corto como largo plazo.

Las fases de instalaciones en diámetros de 20 a 160 vienen en rollos de 100 metros, en caso de abrir una zanja solo abres el rollo, lo haces en un día, en cambio con tuberías tradicionales la instalación tendrá mucho más retraso con respecto a un rollo de tubería de PEAD, es decir el rendimiento para tuberías tradicionales es menor al de un rendimiento en pead.

En cuanto a costo el PVC es mucho más económico que el PEAD, pero los beneficios químicos del PEAD está en las resinas y son mejores, el pead por ser flexibles va a soportar movimientos sísmicos, el PVC al ser rígido y ante movimientos longitudinales sísmicos tiende a romperse.

En un tramo de 100 m por ejemplo en PVC existirán 10 puntos de falla, porque son 10 tubos máximos a colocar entre pico y campana, en pead en cambio en cuanto a fugas no existen mucho margen de falla de existir es mínimo en las uniones.

2 ¿En qué tipos de obras civiles es más frecuente trabajar con tubería de pead?

En cualquier obra en la que se conduzcan fluidos, en Guayaquil por parte de Interagua todas las obras de agua potable se lo realiza en pead, en otras ciudades lo único que se instala es la línea de ½ que va de la línea de fabricar al domicilio, por ser un material caro.

Los accesorios de electrofusión en diámetros grande a partir de 400 mm en adelante es muy difícil conseguir en el mercado, debe ser importado, al tener esto en cualquier proyecto esto aumentara los montos de contratos

-Tanto la electrofusión como termofusión son muy buenas siempre y cuando se cumplan con los parámetros establecidos por norma.

- Los accesorios tanto por electrofusión y termofusión van a la par de costos, presentan una variación del 10% nada más, los accesorios deben estar normados.
- No se puede instalar accesorios artesanales, ya que estos incurren en muchas fallas.
- Se los puede usar en múltiples actividades, en la industria minera no se requiere de mucha presión en el tubo, ya que estas conducen por gravedad, con bajas presiones, para lo cual en este caso suelen usar polietileno de media densidad.
- En agua potable por ejemplo siempre es PE 100 o pead, en Guayaquil nunca se llega a las presiones nominales que brinda el tubo si el PN es 16 bars se suele llegar a 8 bars.
- En el caso de la minería al ser una tubería que va a estar en el aire se suele usar PE 80 o polietileno media densidad, con la gran diferencia que suele aumentar el SDR o espesor con el fin de proteger a la resina.
- Para gas si se requiere usar PE 100 ya que las tuberías si van a estar presurizadas, entonces se siguen los mismos parámetros de instalación y soldaduras.
- Es recomendable para agua potable, desechos industriales, gas natural, etc. usar siempre PEAD, ya que brinda durabilidad, resistencia, vida útil de 40 años, químicamente es idóneo, es fácil de instalar y muy fácil al momento de realizar una reparación ya que estas serían puntuales, a diferencia de otros materiales de tubería, donde tocaría cambiar toda la línea para una simple reparación.
- Incluso se usa para AASS y AALL.

3 ¿Cuáles son los métodos de soldadura más empleados en tuberías de pead?

-Según norma ASTM se tiene la termofusión y la electrofusión. Existen también métodos mecánicos, pero que no son confiables a usar en tubería de pead, estas se utilizan para unir diferentes materiales de tubería.

4 ¿Bajo qué parámetros y consideraciones se deben realizar las soldaduras en tuberías de pead?

-Los parámetros, las normas técnicas (limpieza, desinfección, alineación, temperatura, calentamiento, enfriamiento, presiones (manómetro), etc.), son las que se debe seguir para cualquier proceso de soldadura, de esta manera se puede sustentar legalmente un trabajo realizado.

-En la etapa de calentamiento la placa debe estar en una temperatura de $260^{\circ} \pm 5$.

-También se debe realizar pruebas con respecto a los labios en termofusión, los cuales se cortaba según norma desde el centro del labio con 15 cm a un lado y 15 cm al otro lado y con un espesor de 15 cm y se llevaba laboratorio para poner a tensión y compresión, donde en el caso de evidenciar alguna ruptura, esta nunca podía ser en el labio, sino que en cualquier otra parte que no se el labio.

-Para electrofusión se cumple el 50% de los parámetros con respecto a termofusión, porque el software del equipo está configurado para que el realice toda la fusión, lo único que se necesita es que el operador cumpla con la disciplina del corte de tubería, la limpieza, desinfección de tubería y accesorio, la alineación de tubo accesorio con el alineador. Se bajó así en un 50% de capacidad al operador, ya que por cada accesorio que se fusiona el equipo de electrofusión guarda en su memoria la trazabilidad de control, de esta manera se puede mediante la memoria revisar y chequear cada una de las fusiones realizadas y corroborar información. De cumplir con todos los parámetros se logrará tener una tubería con una vida útil de más de 40 años.

-Hay que también nombrar que por culpa de moradores inescrupulosos que intentan manipular los accesorios con la finalidad de conectarse clandestinamente a la red causan fallos en estas.

5 ¿A qué atribuiría usted los múltiples fallos que se producen en los métodos de soldadura?

-Los fallos se presentan, cuando los operadores no tienen conocimiento y capacitación adecuada, es decir existe una deficiencia.

-Otra causa sería cuando se tiene equipos descalibrados y cuando los operadores no siguen los parámetros establecidos por normas.

6 De existir una deficiencia o poco conocimiento sobre el uso de estos métodos, ¿cuáles serían sus causas y posibles soluciones?

Muchos operadores deciden trabajar de manera empírica y no bajo normas, una solución sería una capacitación y una evaluación tanto teórica como práctica (certificación).

7 ¿De qué manera se podría asegurar la calidad de las fusiones?

-En electrofusión (Memoria de datos y archivo fotográfico):

A. El equipo debe estar calibrado.

- B. Contar con todas las herramientas mecánicas necesarias.
- C. Descargar la memoria de las pegadas del equipo de electrofusión. los parámetros de error van desde el (0 hasta el 13). El error 0 me indica que las fusiones están correctas, desde el error 1 hasta el 13 vienen las observaciones (por falta de voltaje, de amperaje, exceso de calentamiento, etc).

-En termofusión (Formulario de Datos de pegadas y archivo fotográfico)

Se tiene un formulario para control de datos el cual es escrito, lo cual podría incumplir con los filtros y datos reales. Es bueno decir también que no todas las marcas brindan esta ayuda para control de datos. Y no tienen los bancos de calibración.

8 ¿Los procesos de soldadura y los parámetros bajo los cuales se realizan, son iguales para la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural?

-Los procesos y parámetros son iguales ya que se debe cumplir con dos requerimientos importantes como son la resistencia y la hermeticidad, y esto se logra gracias a los accesorios que sirven para fusionar las tuberías.

9 ¿Qué diferencias técnicas existen entre el método de termofusión y electrofusión?

-Ambos métodos son confiables siempre y cuando el operador tenga disciplina de normas.

-Una diferencia es que el labio en termofusión presenta un grosor de 0,5 mm y en accesorio de media en electrofusión por ejemplo presenta adherencia el labio es de 8 cm de un lado y 8 cm de otro lado, es decir hay 16 cm de adherencia con respecto labio de termofusión.

-Por electrofusión se tiene la facilidad de corroborar la información, mediante la memoria de pegadas que tiene el equipo.

10 ¿Desde el punto económico, qué diferencia hay entre el método de termofusión y electrofusión?

-Desde el punto de vista económico, la diferencia que existe es producto de la variación de costos que se da en los accesorios, el costo varía de acuerdo a los diámetros. Cuando se tiene que realizar instalaciones o rehabilitaciones donde a línea sea solo longitudinal es recomendable

la termofusión, ahora si la instalación o rehabilitación de la línea va a presentar varias derivaciones va hacer necesario emplear accesorios para lo cual lo ideal será la electrofusión.

11 ¿Qué aspectos y consideraciones, tanto técnicas como económicas se debe tomar en cuenta para elegir el método más beneficioso en un proyecto?

-En el aspecto técnico se deber tener muy en cuenta el estudio o diseño hidráulico (diámetros y presiones de tubería).

-Material (Polietileno de baja, media y alta) dependiendo de las presiones a manejar.

-También es importante destacar que ambos métodos son beneficiosos para todos los diámetros de tubería, con la única diferencia que los accesorios para electrofusión con diámetros que van desde los 20 mm hasta 160 mm son más fácil de conseguir y presentan costos considerados normales, para lo cual la electrofusión sería ideal, pero cuando los diámetros de los accesorios van desde los 250 mm en adelante el costo va a ser considerable, es decir muy alto y difícil de conseguir en el mercado, para lo cual la termofusión sería lo ideal.

Resultado de entrevista

Partiendo de la matriz de investigación donde se generó preguntas más generales con respecto al tema de investigación, se pudo llegar a formular preguntas más específicas con la finalidad de agregar, corroborar y comprobar información, en referencia a los métodos de soldadura en las tuberías de pead. En base a la pregunta 1 donde se preguntó sobre el por qué se ha vuelto muy común el uso de tubería de pead con respecto a tuberías tradicionales, la persona entrevistada, en este caso ingeniero civil y con mucha experiencia en los controles de calidad en la empresa Interagua, nos supo manifestar que el costo-beneficio es un punto a destacar, ya que si bien una tubería en pead va a presentar un costo elevado frente a otras tuberías tradicionales tales como el pvc, el hierro dúctil, el hormigón, el asbesto cemento, etc., el beneficio que se va a lograr tener va a hacer representativo tanto a corto como a largo plazo, esto gracias a la propiedades y características que nos provee la tubería de polietileno de alta densidad.

En la pregunta 2, se indago sobre las obras civiles en las cuales se hace frecuente el uso de la tubería de pead y como ya se había detallado en el capítulo 2, se pudo corroborar que

efectivamente se emplea esta clase de tubería para la conducción de fluidos, ya sea en la industria minera, gas natural, desechos industriales, agua potable, agua servidas, aguas lluvias, etc., agregando además que no siempre se suele usar el pead en estos ámbitos, dado que en muchos casos no se suele tener las tuberías presurizadas, ya que algunas pueden trabajar a gravedad, dicho esto se puede decir brevemente, que al momento en el que una tubería necesite trabajar a presión se necesitara usar una tubería de Pead, y cuando se tenga presiones mínimas y se necesite trabajar a gravedad, se podría emplear el polietileno de media densidad. Para la pregunta 3, se pudo comprobar que, ante lo manifestado por el profesional de la construcción, los métodos de soldadura más efectivos y recomendados para unir tuberías en pead son la termofusión y electrofusión. Existen también los métodos mecánicos, pero estos se los suele emplear cuando se requiere unir tuberías de diferente material. La pregunta 4 está referida a los parámetros y consideraciones bajo los cuales se realizan los procesos de soldadura, lo manifestado por el entrevistado fue muy simple, todos estos procesos se los debe realizar apegado a las normas técnicas, en ella se detallan los parámetros a tener en cuenta a la hora de realizar operaciones por parte del operador, esto es una base legal para justificar un buen trabajo, se agregó información importante, como el hecho de que en la termofusión es obligatorio y necesario que el operador cumpla al 100% con los parámetros para las fusiones, mientras que en la electrofusión cumple con el 50% de parámetros respecto de la termofusión, esto gracias a que los equipos de pegas vienen incluidos con software configurados para realizar las soldaduras bajo los parámetros establecidos, las únicas actividades que debe cumplir el operador son la limpieza, desinfección, alineación de la tubería y accesorio.

En la pregunta 5 se hace mención a los múltiples fallos que se presentan en las soldaduras, en respuesta obtuvimos que gran parte de estas se producen cuando el operador no tiene el conocimiento suficiente y capacitación adecuada, esto incurre en una deficiencia, misma que fue establecida como problemática de este tema de investigación, el ingeniero agregó además que el uso de equipos que se encuentren descalabrados y la poca disciplina del operador en seguir los parámetros establecidos, provocan también fallas en las soldaduras. La pregunta 6 va de la mano con la pregunta 5 en esta se destaca las posibles causas que dan lugar a la deficiencia o poco conocimiento de parte de los operadores, una de las más importante es que muchos de estos deciden trabajar de manera empírica, sin tener una preparación e información técnica adecuada, para poder reducir o acabar con esta deficiencia, una posible solución es el que ellos logren capacitarse y avalarse por algún ente regulador en estos temas.

En base a la pregunta 7 sobre si existe manera alguna de asegurar la calidad de las soldaduras, se puso en manifiesto por parte del interrogado, que en este aspecto la electrofusión presenta una ventaja con respecto a la termofusión, ya que el equipo de electrofusión ostenta una memoria de trazabilidad para cada una de las fusiones a realizar, lo cual nos dotara de datos precisos y reales, si a esto le agregamos también que teniendo respaldos fotográficos oportunos, se cumpla con las herramientas a necesitar y que los equipos estén calibrados, tranquilamente se podrá tener pegadas correctas y sin ningún tipo de fallo. Ahora que en caso de haber o incurrir en algún fallo se debe a la manipulación de los moradores que con el fin de conectarse clandestinamente provocas insuficiencia en los accesorios y tuberías. Para termofusión también existe manera alguna de poder asegurar la calidad, esto se realiza a partir de tablas que tiene como fin llevar un registro de cada una de las fusiones, pero esta información no siempre cumple con los filtros necesarios y con lleva a proveer de datos reales.

En la pregunta número 8 se tiene como fin justificar que los procesos y parámetros bajo los cuales se realizan las fusiones, son las mismas a usar en cualquier ámbito de la construcción tanto para AAPP, AASS, AALL, GAS NATURAL, DESECHOS INDUSTRIALES, ETC. En este caso hay que recordar que se debe cumplir con dos requerimientos importantes como son la resistencia y hermeticidad, y esto se cumple utilizando accesorios para unir tuberías.

La pregunta 9 tuvo lugar a las diferencias técnicas entre ambos métodos de soldadura, donde para empezar el experto, nos dejó muy en claro que ambos métodos son muy confiables siempre y cuando el operador tenga la disciplina necesaria para cumplir con cada parámetro. Una clara diferencia se presenta en las adhesiones, en la termofusión se tendrá un labio con grosor de 0,05 cm, mientras que por ejemplo en un accesorio de ½ pulgada se tendrá adherencia a lo largo de la misma teniendo así 16 cm, 8 en un lado y 8 en otro lado. Una muy importante diferencia que existe esta en la corroboración de información o datos de pegadas, como se mencionó anteriormente el equipo de electrofusión posee una memoria de trazabilidad.

Para la pregunta 10 se tuvo como fin identificar en que difieren económicamente ambos métodos, como respuesta se obtuvo que la diferencia que existe es producto de la variación de costos que se da en los accesorios, el cual vario acorde a los diámetros.

Para la última pregunta la numero 11 y quizás la más importante, se destacó los aspectos y consideraciones a tener en cuenta para establecer el método más beneficioso para un proyecto, se puso de manifiesto, que una de las primeras consideraciones es el estudio o diseño hidráulico,

en este caso se van a definir presiones y diámetros de tuberías, la segunda consideración es el material a usar dependiendo de las presiones a manejar, están pueden ser en polietileno de baja, media y alta densidad, dependiendo del tipo de actividad a realizar, ejemplo cuando se realizan instalaciones o rehabilitaciones y la tubería sigue una sola dirección longitudinal es recomendable la termofusión ya que no se hará uso de ningún tipo de accesorio, en cambio cuando la línea presenta derivaciones, será necesario hacer uso de accesorios para lo cual es fundamental la electrofusión. Es importante destacar ambos métodos son beneficiosos para todos los diámetros de tubería con la diferencia que los accesorios para electrofusión en diámetros que van desde los 20 hasta los 160 mm, son fáciles de conseguir en el mercado y con costos no muy altos, pero cuando los diámetros van desde los 250 mm en adelante el accesorio se vuelve muy costoso y difícil de conseguir en el mercado, en este caso la termofusión sería ideal.

3.6.2 Observación

3.6.2.1 Método de Electrofusión

Para recabar la información técnica y económica necesaria para el posterior análisis de resultados, se referencio el siguiente proyecto ejecutado por el método de electrofusión en la ciudad de Guayaquil.

3.6.2.1.1 Descripción de la obra

El proyecto “Requerimientos del Sistema AAPP en obras municipales, en varios sectores de la Ciudad de Guayaquil” es una obra realizada por la concesionaria Interagua, a pedido de la Municipalidad de Guayaquil, esto debido a las actividades de regeneración urbana que se están dando en el lugar, la cual incluye el cambio de la línea de agua potable del lugar, la instalación de la nueva línea de agua potable establece el cambio de la tubería existente de pvc por una de pead de 90mm, dicha responsabilidad le compete al Contratista municipal, mientras que las conexiones de las tuberías y el cambio de guías domiciliarias es responsabilidad del contratista de Interagua.

Para el análisis técnico y económico de esta investigación se ha establecido trabajar en un pequeño tramo que comprende desde el Callejón 1 SO y la Calle Juan León Mera en la Cda Bellavista, Guayaquil en la cual se realizó los trabajos de conexiones y cambio de guías domiciliarias, actividades llevadas a cabo por la empresa Sade, contratista de Interagua. La actividad realizada en ese tramo consiste en la conexión de la tubería instalada en pead de 90mm ubicada en la Calle Juan León Mera, con la tubería instalada en pead de 90 mm del Callejón 1 SO, para realizar los trabajos de conexión se necesitó de accesorios electrosoldables (manguitos y tee de 90 mm) y de tubería de 90 mm, mientras que para los trabajos en las guías domiciliarias fue necesario utilizar silletas electrosoldables y la tubería en pead de 20 mm.

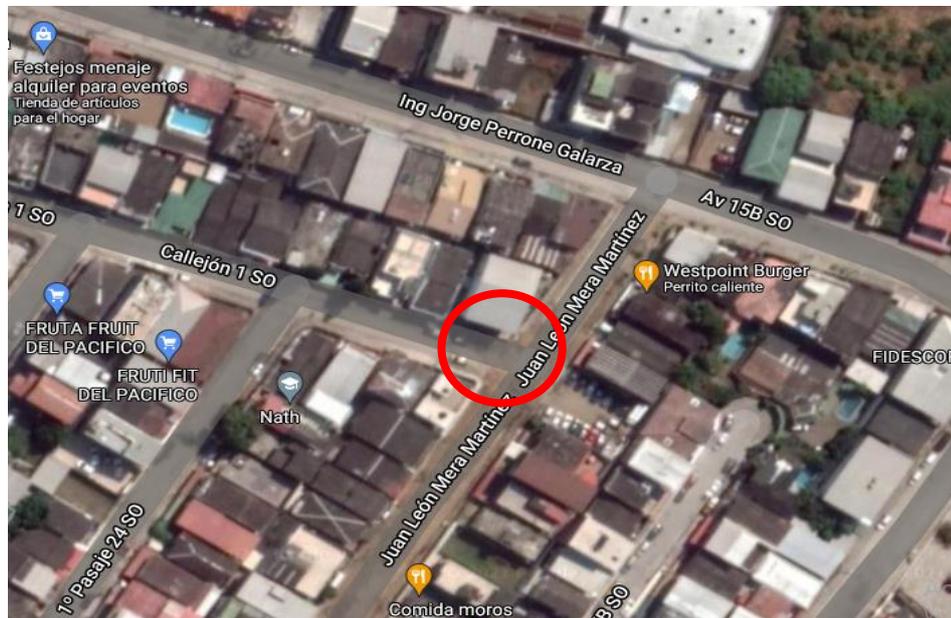


Figura 115: Ubicación del proyecto de rehabilitación y requerimientos en varios sectores de la ciudad de Guayaquil

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

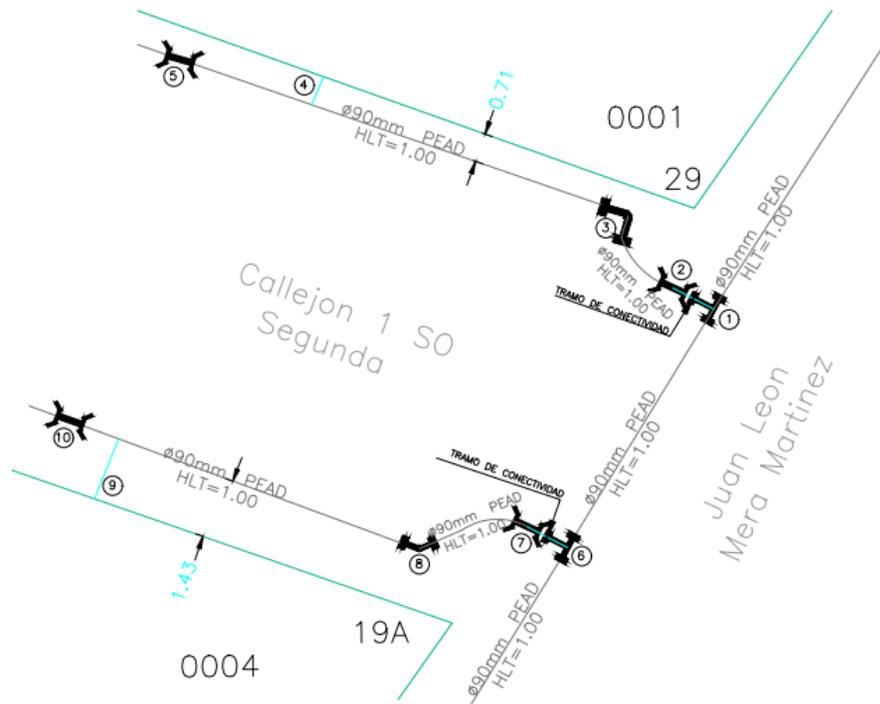


Figura 116: Plano de ubicación de los accesorios, tubo de 90mm y tubería de 20 mm para guías.

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

3.6.2.1.2 Presupuesto (Método de electrofusión)

Para la elaboración del presupuesto se tomó en consideración rubros pertinentes a materiales y obra civil, los cuales tienen relación directa en actividades anteriores y posteriores a las actividades de soldadura en tubería de pead. Entre los rubros de materiales tenemos los suministros de tuberías, accesorios y guías domiciliarias, la obra civil por su parte comprende las actividades de instalación, empezando por la preparación del sitio y replanteo de obras, la instalación de la tubería de agua potable y las medidas de seguridad industrial y factores ambientales. (Ver Anexo # 5)

3.6.2.1.3 Cronograma de obra (Método de electrofusión)

En el cronograma de obra se detalla los tiempos de ejecución de cada una de las actividades, tanto para los suministros, instalación de tubería y actividades adicionales. (Ver Anexo # 6)

- ✚ Nota: Para proceder con la comparación de métodos a utilizar para este proyecto se recreó información, tal como presupuesto y cronograma empleado para el método de termofusión. (Ver Anexo # 14)

3.6.2.1.4 Característica del lugar de trabajo

- Tráfico vehicular y peatonal moderado
- Tiempo soleado-lluvioso
- Zona residencial

Es importante destacar que la actividad de instalación de la nueva tubería en pead de 90mm fue realizada por el contratista municipal, ante esto y previo a las conexiones a realizar, se le tuvo que haber realizado la desinfección a la tubería.

3.6.2.1.5 Proceso de soldadura por electrofusión

Herramienta y Equipos necesarios

Las herramientas y equipos necesarios para este tipo de soldadura que se utiliza en esta obra son fundamental para tener un resultado positivo en la obra, estos son:

- Raspador (herramienta que elimina la capa superficial del tubo)
- Trapo no sintético, seco y limpio
- Alcohol
- Cortadora de tubos
- Equipo de electrofusión (Trazabilidad automática)
- Marcador para delimitar el área a raspar
- Accesorios electrosoldables (suministrado con el código de barras)
- Generador eléctrico



Figura 117: Herramientas y equipos

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Preparación

Para los trabajos de soldadura por electrofusión se ilustrará la instalación de un manguito electrosoldable de 90 mm.

1. El operador procede a cortar la tubería, se lo debe realizar con un cortador, ya que tiene que ser un corte preciso y perpendicular. Luego del corte se procede con la limpieza de la boca del tubo de aproximadamente unos 500 mm con un paño limpio y humedecido en alcohol.
2. Sin la necesidad de sacar el accesorio de su respectiva bolsa, se procede a marcar la longitud requerida en el tubo que debe ser raspada en ambos extremos de tubería a fusionar (mitad del manguito + 25 mm).
3. Se procede a realizar el raspado (utilizar el raspador adecuado), de esta manera se elimina la capa superficial marcada previamente, y se nos garantiza de que las bocas de ambos extremos de tubería están libres de cualquier micro partícula, que pueda afectar la fusión. No se debe utilizar lija o tela esmeril y no se debe tocar con las manos las zonas raspadas.
4. Se vuelve a limpiar con un trapo humedecido en alcohol, los extremos del tubo donde se realizó los raspados.



Figura 118: Limpieza con alcohol de uno de los extremos del tubo, post raspado del mismo

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Operación

Después de cumplir todos los anteriores pasos de preparación, se procede a realizar la soldadura de electrofusión del accesorio.

1. Se empieza retirando el accesorio de su empaque, sin tocar ni apoyar los dedos sobre la superficie interna y nos aseguramos de leer la etiqueta para cerciorar que se va a trabajar con la medida correcta.
2. Se coloca el manguito electrosoldable sobre el extremo de uno de los tubos y marcamos la profundidad de penetración cuando la marca central del manguito coincida con el extremo del tubo.
3. Teniendo esas referencias, se ubica el manguito y se introduce en el extremo de la tubería.
4. Debemos asegurarnos de que el generador eléctrico, tenga el suficiente combustible a fin de evitar interrupciones al momento de las fusiones.
5. Se procede a retirar los tapones que protegen a cada uno de los terminales del manguito y procedemos a conectar los cables con su respectivo positivo y negativo.
6. Al tener un equipo de electrofusión automático, la trazabilidad será controlada y efectuada por la propia máquina.
7. Encendemos la máquina de electrofusión.
8. Se procede a pasar el lápiz óptico por el código de barra del accesorio,
9. A continuación, en la maquina aparece la siguiente pregunta: ¿Tubo raspado y alineado?, y presionamos “Ok” y se procede a ejecutar la electrofusión.
10. Nos aseguramos de que se ha completado el ciclo de la fusión y retiramos los cables.

11. Dejamos enfriar el tiempo estipulado para el accesorio y evitamos que se produzca cualquier movimiento innecesario en el mismo.
12. Por ultimo hay que inspeccionar si se levantaron los testigos de fusión, lo cual indica que se ha realizado la soldadura con éxito.



Figura 119: Accesorios (Tee y Manguito)

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)



Figura 120: Etiqueta de control de cada accesorio

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

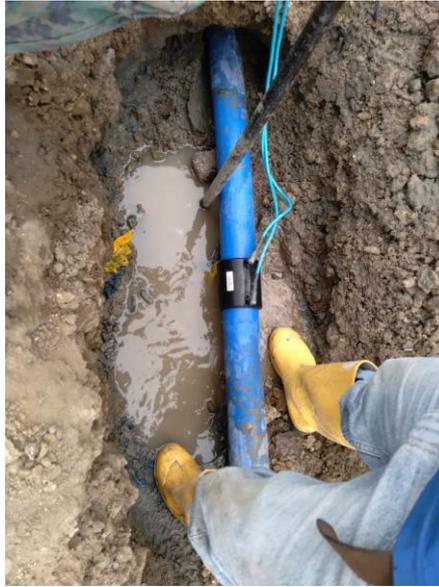


Figura 121: Electrofusión empleada para unir el accesorio manguito con la tubería PEAD

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Para el registro de información, de los procesos de soldadura, se adjunta la tabla de parámetros electrofusión (Ver anexo # 7), los datos registrados en esta tabla, corresponden a las actividades realizadas el día 28 de agosto del 2020.

3.6.2.1.6 Fallas evidenciadas durante proceso de soldadura

En la ejecución de la soldadura se evidenciaron algunas fallas, pero mencionaremos además las posibles fallas que se puede presentar en una obra:

- ⊗ Raspado inadecuado de la superficie de la tubería a fusionar, se suele presentar micro partículas que suelen ser unas de las causas de una incorrecta fusión.
- ⊗ El incorrecto o no marcado en la tubería, provoca que el accesorio no se centre y tenga una mala colocación en la zona a fusionarse.
- ⊗ No uso del carro alineador, ocasiona que el accesorio se mueva durante la fusión, y por retirar antes los alineadores provoca el no cumplimiento del tiempo de enfriamiento. **(falla evidenciada en la obra)**



Figura 122: No uso del carro alienador correspondiente

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

- ⊗ Máquinas y accesorios no son de la misma marca, provoca el ingreso de datos incorrectos.
- ⊗ Operadores no cuentan con la suficiente capacitación y certificación.
- ⊗ Incumplimiento de los parámetros, en caso de trabajar con un equipo de electrofusión manual.
- ⊗ Desigualdad de distribución de la temperatura, esto puede ocurrir debido a la presencia del viento, lo que provoca un enfriamiento en varias zonas de la placa.

3.6.2.1.7 Control de calidad en soldaduras

En este campo de la observación se pudieron establecer algunos indicadores que nos ayudaran a mitigar las fallas:

- ✓ Elaborar un chek list de las herramientas necesaria.
- ✓ Solicitar el respaldo de la calibración de la máquina de electrofusión.
 - Norma ISO 12176-2
 - Norma ISO 12176-3
 - Norma ISO 12176-4
 - Norma ISO/TR 13950
- ✓ Verificar que el operario este calificado y capacitado para realizar el trabajo de soldadura de electrofusión.

- ✓ Si los accesorios no son de la misma marca que la máquina de electrofusión, se tiene que ingresar manualmente el voltaje y tiempo de fusión indicado para cada accesorio.
- ✓ Es muy importante tener en cuenta las condiciones del trabajo, no se puede trabajar en presencia del agua, ya sea ocasionada por el nivel freático de la zona o por lluvia, de contar con lluvia será necesario utilizar una carpa.
- ✓ Realizar la respectiva inspección visual del tipo de bordón.

En este tipo de soldadura de electrofusión, se encuentra unos indicadores visuales que está en cada accesorio:

- Los testigos de unión de los accesorios aparecen en cada uno de ellos y de un tamaño similar.
- En la junta entre el accesorio con la tubería no debe aparecer ningún derrame de material fundido.

3.6.2.1.8 Ventajas y desventajas del proceso de soldadura por el método de Electrofusión

Ventajas Electrofusión

- ✓ Este tipo de soldadura le provee al accesorio y a la tubería más durabilidad y seguridad.
- ✓ Es el método más efectivo, cuando se necesita hacer derivaciones en la tubería, esto debido a la fácil manipulación de sus accesorios y gran variedad de los mismos.
- ✓ Garantiza resistencia y hermeticidad.
- ✓ Idóneo para realizar soldaduras complicadas, y para reparaciones es útil, por su practicidad de la unión de sus accesorios con la tubería.
- ✓ Comparando con la soldadura termofusión, la electrofusión no requiere movimiento de la tubería durante la ejecución.
- ✓ Es semi-automática, por lo tanto, requiere de solo un operador para la preparación de los elementos a unir, ya que la máquina genera el voltaje requerido cuando son de la misma marca, caso contrario el operador debe de poner los voltajes y tiempo de fusión manualmente.
- ✓ Corto tiempo de instalación y fácil maniobrabilidad.

- ✓ Ideal para soldar tuberías con diámetros pequeños.
- ✓ Método adecuado para realizar reparaciones puntuales, sin necesidad de levantar todo un tramo considerado de tubería.
- ✓ Las máquinas automáticas, nos garantizan una trazabilidad completa y minimiza los errores.

Desventajas Electrofusión

- ⊗ En comparación con el costo de la soldadura de termofusión, los accesorios e instalación de electrofusión incrementan su costo.
- ⊗ No es recomendable trabajar con electrofusión cuando son diámetros grandes, ya que sus accesorios son más caros.
- ⊗ Falta de capacitación de los operadores.
- ⊗ En el país existe una falta de stock de los accesorios en diámetros considerados grandes, lo cual implica un incremento adicional debido a su importación.

3.6.2.2 Método de Termofusión

Para recabar la información técnica y económica necesaria para el posterior análisis de resultados, se referencio el siguiente proyecto ejecutado por el método de termofusión en la ciudad de Guayaquil.

3.6.2.2.1 Descripción de la obra

El proyecto en el cual se está ubicando este tema de investigación, toma por nombre “Instalación de tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con metodología de perforación dirigida en calle Benjamín Carrión”, obra que fue solicitada a la concesionaria Interagua ha pedido formal del municipio de Guayaquil, la misma tiene como fin principal realizar la regeneración urbana en esa Avenida, el contratista municipal deben rehabilitar la calle existente y requieren de una profundidad considerada para poder realizar el cajón, donde se colocará cada uno de los materiales de rellenos, además de esto, en lugar se pudo identificar la presencia de la tubería matriz de asbesto cemento, la cual se encuentra muy superficial al nivel de la calle, ante esto es necesario instalar en toda la avenida a regenerar, una tubería matriz de agua potable en pead, a

una profundidad que evite obstaculizar los trabajos para la cajoneta de rellenos para la construcción de la nueva calle.

La nueva tubería tendrá un diámetro de 710mm de exterior y será instalada por tramos de aproximadamente 200 m por el método de perforación dirigida, la cantidad de tubería a instalar es de 1250m que va desde intersección de la Av. Francisco de Orellana y la Av. Benjamín Carrión, hasta la intersección de la Av. Isidro Ayora, en la Ciudad de Guayaquil. Es importante destacar que la zona donde se ejecutaran los trabajos tiene mucha afluencia de vehículos al ser una zona muy comercial.



Figura 123: Ubicación del proyecto de Rehabilitación en la Av. Benjamín Carrión

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

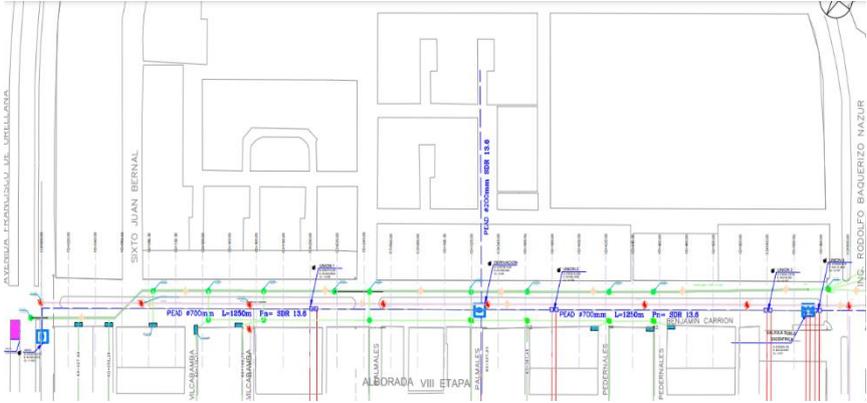


Figura 124: Plano de ubicación de la instalación de la tubería en pead de 700mm

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

3.6.2.2.2 Presupuesto (Método de Termofusión)

Para la elaboración del presupuesto se tomó en consideración rubros pertinentes a materiales y obra civil, los cuales tienen relación directa en actividades anteriores y posteriores a las actividades de soldadura en tubería de Pead. Entre los rubros de materiales tenemos los suministros de tuberías, la obra civil por su parte comprende las actividades de instalación, empezando por la preparación del sitio y replanteo de obra, la instalación de la tubería de agua potable, actividades adicionales y las medidas de seguridad industrial y factores ambientales. (Ver Anexo # 8)

3.6.2.2.3 Cronograma de trabajo (Método de Termofusión)

En el cronograma de obra se detalla los tiempos de ejecución de cada una de las actividades, tanto para los suministros, instalación de tubería y actividades adicionales. (Ver Anexo # 9)

- ✚ Nota: Para proceder con la comparación de métodos a utilizar para este proyecto se recreó información, tal como presupuesto y cronograma empleado para el método de electrofusión. (Ver Anexo # 15)

3.6.2.2.4 Características del lugar de trabajo

- Zona muy comercial y turística de la ciudad de Guayaquil
- Gran afluencia de tráfico vehicular y peatonal
- La avenida Benjamín Carrión, consta de dos carriles para circular
- Temporada soleada- lluviosa

Como se mencionó anteriormente, el lugar de trabajo presenta ciertas características a tener en consideración, al tener una zona muy transitada por peatones y vehículos debido al potencial turístico y comercial que se presenta, es necesario no escatimar en recursos y brindar soluciones prontas y rápidas, los tiempos de ejecución y rendimientos serán tan importantes como la calidad de servicio que se vaya a brindar, es por esto que el beneficio-costos que se tiene

al usar una instalación de tubería por termofusión y sin zanja, juega un papel fundamental en favor de la comunidad. Los trabajos se llevarán a cabo en uno de los dos carriles que se tiene a disposición. En caso de que se presente una ligera llovizna será obligatorio, disponer de una carpa, que proteja los equipos y la tubería de la lluvia, recordar que las soldaduras deben realizarse en un espacio totalmente seco, de generarse una lluvia potencialmente agresiva, suspender los trabajos en soldadura hasta nuevo aviso.

3.6.2.2.5 Proceso para la ejecución de soldaduras por Termofusión

A continuación, se detalla paso a paso el procedimiento que se llevó a cabo en obra, para realizar una fusión por termofusión en la tubería de pead de 710 mm.

Equipo necesario

Para iniciar con el proceso de soldadura se necesitó contar en obra con las siguientes herramientas:

- Carro alineador manual o hidráulico
- Plancha calentadora
- Caras de calentamiento
- Refrentadora
- Trapo
- Cronometro o reloj
- Alcohol
- Equipo para medición de presión
- Generador eléctrico

Para la verificación de los equipos hidráulicos de termofusión, se llena un formato en donde se verifica si los equipos cumplen con la ficha técnica. (Ver Anexo # 10)

Preparación

Previo a la operación de la soldadura se debió tomar en cuenta las siguientes indicaciones y precauciones:

- Condiciones climáticas adecuadas, en caso de tener presencia de lluvia usar carpa en el lugar donde se realice la fusión.
 - Equipos calibrados.
 - El tubo y las herramientas deben estar libre de residuos y limpias, se debe evitar tener pedazos de tuberías en la placa calentadora previa a una nueva fusión.
 - Todas las tuberías deben cumplir con el mismo diámetro y presión nominal.
 - Cumplir con los parámetros dispuestos por normativa.
1. El operador procede a colocar ambos extremos de tubería en el carro alineador dejando un espacio considerable entre las abrazaderas internas del carro para posterior colocación de la refrentadora.



Figura 125: Colocación del carro alineador

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

2. Con una presión de arrastre de 20, establecido por normativa se procede a acercar un extremo de tubería al otro.



Figura 126: Acercamiento de los tubos

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

3. Una vez que se tiene cara a cara los extremos del tubo, se inserta la refrentadora, se aproxima los tubos a las cuchillas, hasta lograr tener un correcto corte de los extremos de tubería. Una vez que se obtiene una viruta perfecta se deja de aplicar en ambos lados, presión, y se separa los tubos. Recordar que después de cada proceso, se debe limpiar y retirar residuos de la refrentadora.
4. Se debe verificar que la tubería en los extremos se encuentre totalmente paralelas y alineadas, esto se lo puede obtener poniendo en contacto cada una de las caras de la tubería, por norma se permite una desalineación del 10% del espesor del tubo.

Operación

1. Para dar inicio con la etapa de fusión, se debe revisar que la plancha de calentamiento este limpia y en correcto funcionamiento, como se tiene una tubería de 710 mm, por normativa la temperatura que se debe cumplir es de 225°C \pm 10.



Figura 127: Plancha de calentamiento

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)



Figura 128: Colocación de la plancha de calentamiento

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

2. El operador debe limpiar los extremos del tubo con el alcohol y el trapo no sintético.
3. Por normativa nuestra presión de calentamiento a aplicar es de 42 bar.
4. Una vez que se tenga la presión de calentamiento adecuada y la temperatura de la plancha antes oportuna, el operario debe posicionar la plancha de calentamiento y juntar los tubos con la presión de 42 bar.



Figura 129: Adecuada presión de calentamiento

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

5. Se debe mantener la presión hasta que la tubería se derrita uniformemente formando el reborde o labio de 5,7mm solicitado por normativa, una vez obtenido esto se debe mover las válvulas de control a la posición neutra de manera que se elimine por completo la presión de la tubería contra la plancha de calentamiento.



Figura 130: Adecuada presión de calentamiento

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

6. El tiempo por normativa que se debe tener en contacto al tubo con la plancha de calentamiento es de 705 segundos según normativa. (Nota: si no se cumple con el tiempo establecido de tendrá una unión muy débil).



Figura 131: Adecuada presión de calentamiento

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

7. Una vez el operario haya cumplido con el tiempo de calentamiento se retira la plancha y se unirá muy rápido ambos extremos, con un tiempo máximo de 9 segundos por normativa. (Nota: en esta etapa de fusión se debe tener precaución de no golpear el material fundido con la plancha calentadora una vez retirada, para esto se debe aplicar la misma presión de 42 bar).



Figura 132: Unión de los ambos extremos de la tubería

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

8. La misma presión de 42 bar se debe mantener durante el tiempo de enfriamiento mínimo de 55 segundos por norma.
9. Una vez culminada la etapa de fusión, el operador deber retirar los tramos unidos de tubería de la máquina de termofusión. Antes de aplicar algún esfuerzo de doblado o prueba de presión se debe dejar enfriar mínimo 20 minutos.



Figura 133: Tubería PEAD con su correcta fusión

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)



Figura 134: Inspección de las fusiones

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Para el registro de información, de los procesos de soldadura, se adjunta la tabla de parámetros termofusión (Ver anexo # 11), los datos registrados en esta tabla, corresponden a las actividades realizadas el día 23 de junio del 2020; también se adjunta la tabla con la normativa ISO 21307:2017-12. (Ver Anexo # 12)

3.6.2.2.6 Fallas evidenciadas durante proceso de soldadura

Una vez culminado los procesos de pegas se pudo evidenciar, fallos en la preparación, previa a la operación, tales como:

- Colocación incorrecta de la tubería en el carro alineador.
- Utilización del incorrecto (sintético) para efectuar la limpieza y reutilización del mismo para las posteriores soldaduras.

3.6.2.2.7 Control de calidad en soldaduras

Es necesario realizar antes y después de los procesos de soldaduras, lo respectivos controles de calidad a las tuberías suministradas, a las herramientas y equipos usados para la ejecución de fusiones por termofusión, y cada uno de los labios post soldadura, de esta manera se evitará incurrir en fallas y asegurar un correcto funcionamiento del servicio de agua potable.

Para poder llevar a cabo un correcto registro de calidad, se detalla a continuación una serie de indicaciones:

- Mediante una lista de chequeo (check list), verificar que el operador cuente con las herramientas suficientes para llevar a cabo las soldaduras.
- Por medio de un documento formalizado, solicitar el respaldo de calibración de los equipos y adecuado estado de las herramientas de termofusión.
 - Norma ISO 11414
 - Norma ISO 12176-1
 - Norma ISO 12176-3
 - Norma ISO 12176-4
- Solicitar al operador, documento de respaldo que lo avale como capacitado y calificado para llevar a cabo este tipo de actividades.
- Verificar que se cumpla con la preparación previa de la tubería y los parámetros establecidos bajo normativa ISO 21307 para realizar las fusiones.
- Una manera de llevar una adecuada trazabilidad de las pegas es marcando en el tubo los parámetros ya ejecutados a fin de poder identificar con facilidad cada tramo de tubería ya realizado.

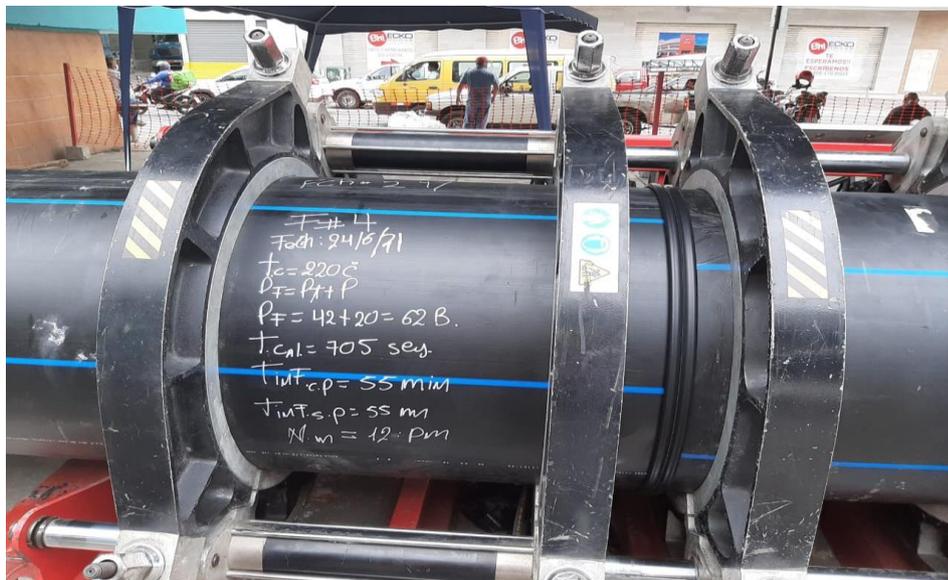


Figura 135: Trazabilidad

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

3.6.2.2.8 Ventajas y desventajas del proceso de soldadura por el método de Termofusión

Ventajas de la Termofusión

- ✓ Al tratarse de un proyecto donde no se requiere de la apertura de zanjas, la termofusión brinda la posibilidad de realizar soldaduras al espacio libre para su posterior instalación.
- ✓ Proceso idóneo para realizar soldaduras en tuberías con diámetros mayores a los 160mm.
- ✓ No requiere de la utilización de accesorios, cuando la tubería es instalada sin ningún tipo de derivaciones.
- ✓ Es un proceso que le brinda a la tubería una vida útil mayor a los 40 años.
- ✓ Le proporciona resistencia y hermeticidad a la tubería.
- ✓ De existir algún daño en una tubería, por termofusión el trabajo de reparación sería puntual, sin la necesidad de levantar e instalar nuevamente la tubería.
- ✓ La fusión por termofusión garantiza la seguridad en instalación de agua fría y caliente, además es útil para calefacción, desagüe, etc.
- ✓ En caso de trabajar con tuberías donde se necesite utilizar derivaciones, será necesario utilizar accesorios los cuales a comparación de la electrofusión estos son relativamente baratos.

Desventajas de la termofusión

- ⊗ No dispone de una trazabilidad automática en comparación con la electrofusión, y de no tener un operador altamente calificado se puede incidir en continuos fallos.
- ⊗ A mayor diámetro de tubería se requiere disponer de un espacio considerable para colocar los equipos y realizar las respectivas maniobras.
- ⊗ No es un método muy recomendado para la instalación de guías domiciliarias.

CAPÍTULO IV

INFORME FINAL

4.1 ANALISIS DE RESULTADOS

Dentro del objetivo de este último capítulo, se tiene el de analizar toda la información recopilada mediante la metodología establecida en este proyecto de investigación, tomando en consideración los parámetros económicos, sociales-ambientales, técnicos y tiempos de ejecución que entrarán en comparación, a fin de establecer el costo-beneficio, que contribuya a disponer de la mejor solución entre ambas alternativas para un proyecto de construcción. Con la finalidad de instituir las consideraciones técnicas y económicas, para visualizar la viabilidad de los métodos de soldadura a utilizar para los venideros proyectos de construcción, se estableció referenciar dos proyectos en agua potable ejecutados en la Ciudad de Guayaquil, vale destacar que dichos parámetros y consideraciones tendrán la misma repercusión en trabajos realizados en los diferentes ámbitos establecidos en esta investigación, sea en gas natural y desechos industriales, esto debido a que los procesos o procedimientos que se tiene para realizar las soldaduras son los mismos y tienen la única finalidad de garantizar la resistencia y hermeticidad de la tubería y accesorio.

4.1.1 “Rehabilitación de Redes - Requerimientos del Sistema Agua Potable en Obras Municipales, en Varios Sectores de la Ciudad de Guayaquil”

Para el presente informe final de este proyecto de investigación, se procedió a realizar el análisis económico de los costos directos, el análisis de los tiempos de ejecución de obra, el análisis del impacto social – ambiental y finalmente el análisis técnico del proyecto de “Requerimientos del Sistema AAPP en obras municipales, en varios sectores de la Ciudad de Guayaquil”, el cual se ejecutó originalmente utilizando el método de electrofusión, sin embargo, se recopiló y recreo información técnica, económica y social empleando el uso del método de termofusión para este proyecto de obra, esto con el fin de evidenciar que método es más viable emplear en proyectos de similares condiciones. Los rubros puestos en análisis en este capítulo 4 y que conforman el presupuesto de la obra, son considerados los más importantes, en vista de que presentaran un incremento y decremento, dependiendo del método de soldadura a emplear.

4.1.1.1 Análisis económico de los costos Directos

En el siguiente análisis económico, se tomó como base los costos directos, los cuales juegan un papel esencial a la hora de elegir económicamente que método de soldadura es más factible a usar en este proyecto de obra, para esto fue necesario realizar un análisis de precio unitario (Apus) ver en anexos, donde se analiza además los materiales, equipos y mano de obra.

4.1.1.1.1 Costos directos en Suministros

El rubro de suministros, es aquella actividad a realizar previo a la ejecución de los trabajos, para el análisis de los mismos se ha incluido, las tuberías en pead de 20mm usado para las guías domiciliarias y el tubo en pead de 90mm usado para la red principal de agua potable, incluyendo los accesorios tales como manguitos, tee, silletas, codos de 45° y de 90°.

A continuación, se muestra el cuadro de cantidades con sus precios unitarios, de suministros empleados en electrofusión:

Tabla 16. Suministro de Tubería de AAPP – Método Electrofusión

REHABILITACION DE REDES - REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN OBRAS MUNICIPALES. EN VARIOS SECTORES DE GUAYAQUIL				
METODO ELECTROFUSIÓN				
Item	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario (SIN IND)
MATERIALES				
SUMINISTRO				
SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP				
1	TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	m	2.14	0.59
2	TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10.00	5.05
3	SILLETAS DE ELECTROFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM /ACOMETIDAS TOMA SIMPLE	u	2.00	25.69
4	MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 90MM	u	2.00	9.80
5	TEE DE PEAD KIT PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN D=90MM (INCLUYE MANGUITO DE UNIÓN)	u	2.00	34.00
6	CODO PEAD KIT.PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 45°	u	1.00	25.50
7	CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 90°	u	1.00	25.50

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Empleado el método de electrofusión en este proyecto, podemos observar que la cantidad de tubería en pead de 20mm como suministro a utilizar para las guías domiciliarias es de 2,14m, mientras que la tubería en pead de 90mm para la red principal como suministro a utilizar son de 10 metros, y los accesorios para realizar las actividades de soldadura serán 2 silletas, 2 manguitos, 2 tee, 1 codo de 45° y 1 codo de 90°, teniendo un total de 8 accesorios.

Ahora utilizando el método de termofusión para este mismo proyecto, se presenta el cuadro de cantidades con sus respectivos precios unitarios:

Tabla 17. Suministro de Tubería de AAPP - Método Termofusión

REHABILITACION DE REDES - REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN OBRAS MUNICIPALES. EN VARIOS SECTORES DE GUAYAQUIL				
METODO TERMOFUSION				
Item	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario (SIN IND)
MATERIALES				
SUMINISTRO				
SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP				
1	TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	m	2.14	0.59
2	TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10.00	5.05
3	SILLETAS DE TERMOFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM	u	2.00	3.40
4	TEE PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM X 90MM	u	2.00	14.23
5	CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 45°	u	1.00	10.41
6	CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 90°	u	1.00	12.85

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

El resumen de cantidades al igual que usando electrofusión se utiliza las mismas cantidades de metros para las tuberías en pead de 20 mm para guías domiciliarias y de 90 para la red principal de agua potable, para este método de soldadura no es necesario hacer uso del manguito esto debido a que la fusión es realizada por los extremos de las tuberías, los accesorios a usar son 2 silletas, 2 tee, 1 codo de 45° y 1 codo de 90°, con un total de 6 accesorios.

Para este tipo de proyectos, es importante poner en conocimiento la diferencia en cuanto a cantidades de accesorios a emplear por los diferentes métodos de soldadura, por electrofusión

se va usar 8 accesorios, mientras que por termofusión se va a hacer uso de 6 accesorios, los accesorios de electrofusión cuestan aproximadamente el doble de lo que representa uno en termofusión. El costo directo del rubro de suministros representa el 19,75% del subtotal del presupuesto por el método de electrofusión, por su parte el costo directo del rubro de suministros en termofusión tan solo presenta un porcentaje del 9,36% del subtotal del presupuesto.

Tabla 18. *Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Electrofusión*

METODO ELECTROFUSIÓN		
SUMINISTROS	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	\$ 1.26	0.10%
TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	\$ 50.50	4.13%
SILLETAS DE ELECTROFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM /ACOMETIDAS TOMA SIMPLE	\$ 51.38	4.20%
MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 90MM	\$ 19.60	1.60%
TEE DE PEAD KIT PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN D=90MM (INCLUYE MANGUITO DE UNIÓN)	\$ 68.00	5.56%
CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 45°	\$ 25.50	2.08%
CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 90°	\$ 25.50	2.08%
SUBTOTAL SUMINISTROS	\$ 241.74	19.75%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 19. Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
SUMINISTROS	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	\$ 1.26	0.11%
TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	\$ 50.50	4.28%
SILLETAS DE TERMOFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM	\$ 6.80	0.58%
TEE PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM X 90MM (*)	\$ 28.46	2.41%
CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 45° (*)	\$ 10.41	0.88%
CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 90° (*)	\$ 12.85	1.09%
SUBTOTAL SUMINISTROS	\$ 110.28	9.36%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

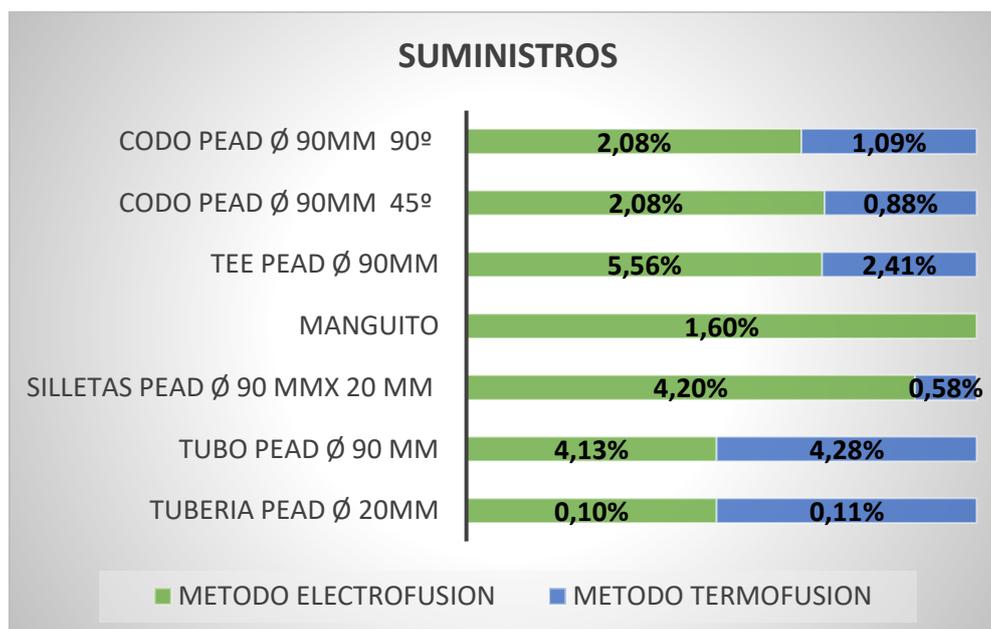


Figura 136: Comparación de costo directo en suministro

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

4.1.1.1.2 Costos directos preparación del sitio y replanteo de obra

Esta actividad correspondiente a obra civil, indaga en los trabajos previos a la delimitación del área de trabajo, para este proyecto en específico la zona de instalación de tubería de agua potable.

Tabla 20. Porcentaje con respecto al costo total – Preparación del sitio - Método Electrofusión

METODO ELECTROFUSIÓN		
PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	\$ 3.70	0.30%
SUBTOTAL PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS	\$ 3.70	0.30%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 21. Porcentaje con respecto al costo total - Preparación del sitio - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	\$ 3.70	0.31%
SUBTOTAL PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS	\$ 3.70	0.31%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)



Figura 137: Comparación de costo directo en preparación del sitio

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

La preparación del sitio y replanteo no presenta gran incidencia, esto debido a que la cantidad de metros a replantear va hacer la misma que la instalación de tubería, si se hace uso de la electrofusión en el proyecto se puede ver que representa el 0,30% del subtotal del

presupuesto, por su parte si el proyecto se realiza en termofusión el porcentaje sería del 0,31 % del subtotal del presupuesto.

4.1.1.1.3 Costos directos de la instalación de tubería de AAPP

Lo correspondiente a la instalación de la tubería, concierne todas las actividades anteriores y posteriores a la instalación del tubo de 90 mm, tales como rubro de cuadrillas con sus números de trabajadores para sus frentes de trabajo en este caso solo 1, el alquiler de la retroexcavadora, camión, generador, bombeo, y sus rellenos, etc. Es importante destacar que al ser un pequeño tramo a analizar, las cantidades no serán muy grande, es por esto que el rubro que debería utilizarse para realizar las actividades de fusión será, el de cuadrilla 1, donde se cobra por horas, y no por metros si se cobrara como rubro de transporte e instalación de tubería, así también el rubro de alquiler de retroexcavadora cobrado en horas y representaría una buen beneficio con respecto si se lo trabajara con el rubro de excavación a máquina cobrado en metros.

Tabla 22. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Electrofusión

METODO ELECTROFUSIÓN		
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	\$ 121.44	9.92%
ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INLCUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	\$ 256.00	20.92%
DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	\$ 60.45	4.94%
ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	\$ 156.40	12.78%
ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	\$ 60.00	4.90%
BOMBEO DE D=3"	\$ 45.58	3.72%
RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	\$ 131.90	10.78%
RELLENO DE ARENA	\$ 65.02	5.31%
BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	\$ 17.50	1.43%
SUBTOTAL INSTALACION DE TUBERIA	\$ 914.28	74.70%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 23. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	\$ 121.44	10.30%
ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INLCUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	\$ 256.00	21.72%
DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	\$ 108.81	9.23%
ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	\$ 156.40	13.27%
ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	\$ 60.00	5.09%
BOMBEO DE D=3"	\$ 45.58	3.87%
RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	\$ 158.28	13.43%
RELLENO DE ARENA	\$ 78.20	6.63%
BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	\$ 17.50	1.48%
SUBTOTAL INSTALACION DE TUBERIA	\$ 1,002.21	85.02%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

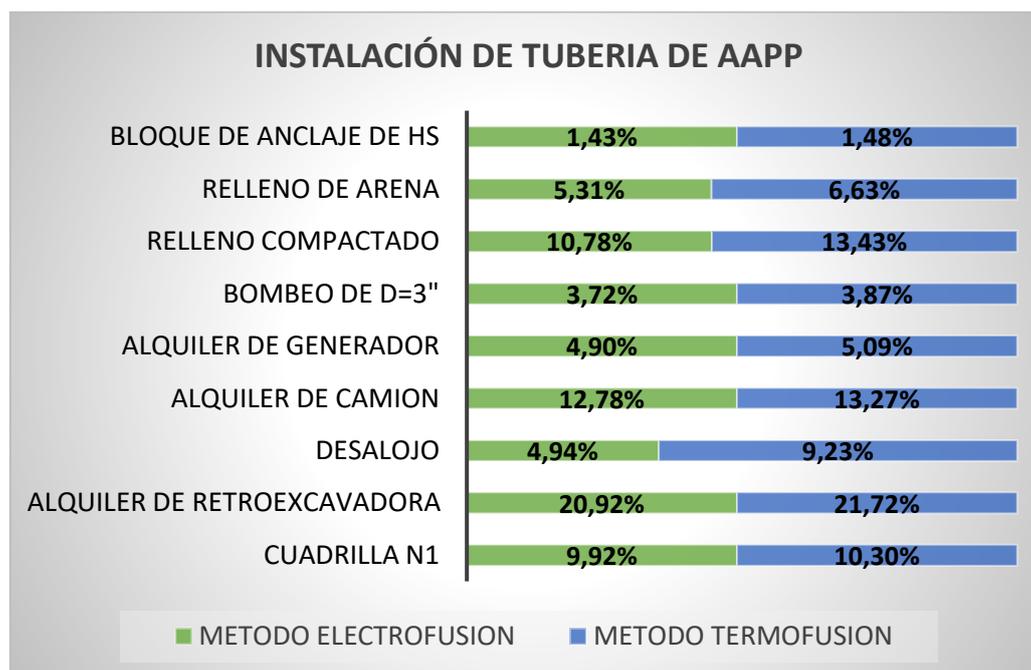


Figura 138: Comparación de costo directo en instalación

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Para la actividad de instalación de tubería de agua potable, vemos que el uso de cualquiera método de soldadura tendrá un diferencial de incidencia en los rubros de desalojo, rellenos con cascajo y rellenos con arena, si bien es cierto las pegas o fusiones se las puede realizar tanto fuera de la zanja como dentro de la zanja, al utilizar esta última, los equipos de

electrofusión, no necesitaran de un espacio considerado grande para meter el equipo en la zanja y manipular la tubería, a diferencia de los equipos para termofusión, donde sí se necesitara de un espacio considerable para la manipulación del equipo de termofusión y de la tubería, ante esto los movimientos de tierra y rellenos para instalar una tubería por termofusión tendrán un mayor incremento con respecto a una instalación de tubería por electrofusión. Para esta actividad se tiene, que empleando el método de soldadura por electrofusión, el mismo tiene un porcentaje del 74,70% del subtotal presupuestado, por su parte lo presupuestado, de utilizar el método de termofusión es del 85,02 % del subtotal.

4.1.1.1.4 Costos directos de las actividades adicionales

Para las actividades adicionales de este proyecto, tenemos las pruebas hidráulicas que son las pruebas de presión que se les realiza a las tuberías, y la desinfección de las mismas previo a las conexiones, en esta actividad los métodos de soldadura no tienen mayor relevancia esto debido a que las cantidades de estos rubros serán los mismos metros de instalación de tubería. Esta actividad se tiene el 1,41% del subtotal del presupuesto en electrofusión, mientras que el 1,46% del subtotal es lo que presenta esta actividad por el método de termofusión.

Tabla 24. *Porcentaje con respecto al costo total – Actividades adicionales - Método Electrofusión*

METODO ELECTROFUSIÓN		
ACTIVIDADES ADICIONALES	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	\$ 5.62	0.46%
DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	\$ 11.58	0.95%
SUBTOTAL ACTIVIDADES ADICIONALES	\$ 17.20	1.41%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 25. Porcentaje con respecto al costo total - Actividades adicionales - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
ACTIVIDADES ADICIONALES	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	\$ 5.62	0.48%
DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	\$ 11.58	0.98%
SUBTOTAL ACTIVIDADES ADICIONALES	\$ 17.20	1.46%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

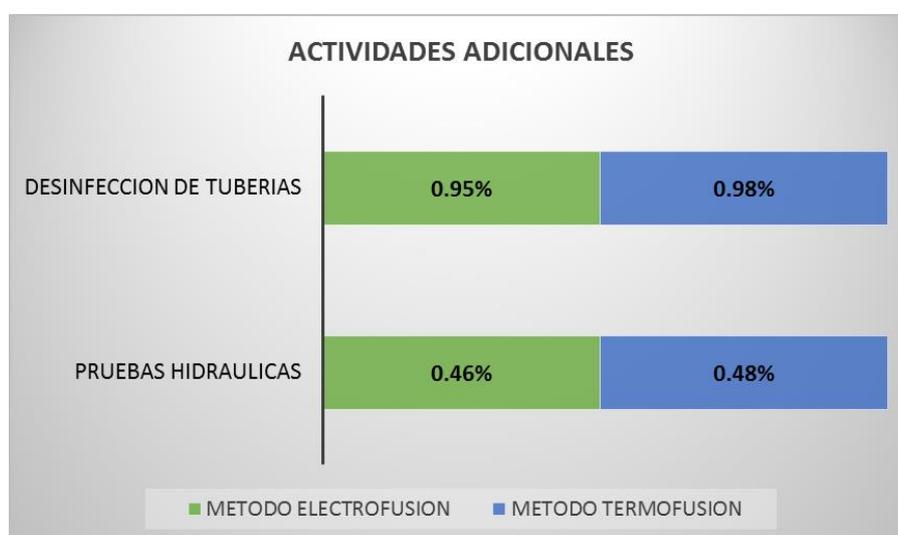


Figura 139: Comparación de costo directo en actividades adicionales

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

4.1.1.1.5 Costos directos de la Seguridad Industrial y Señalización

El rubro de seguridad industrial y señalización, representa entre el 2- 4% del subtotal del proyecto, de emplear cualquier método de soldadura el porcentaje es de 3,85% del subtotal del presupuesto.

Tabla 26. Porcentaje con respecto al costo total – Seguridad - Método Electrofundición

METODO ELECTROFUSIÓN		
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	\$ 47.08	3.85%
SUBTOTAL SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION	\$ 47.08	3.85%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 27. Porcentaje con respecto al costo total - Seguridad -Método Termofundición

METODO TERMOFUSIÓN		
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	\$ 45.34	3.85%
SUBTOTAL SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION	\$ 45.34	3.85%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

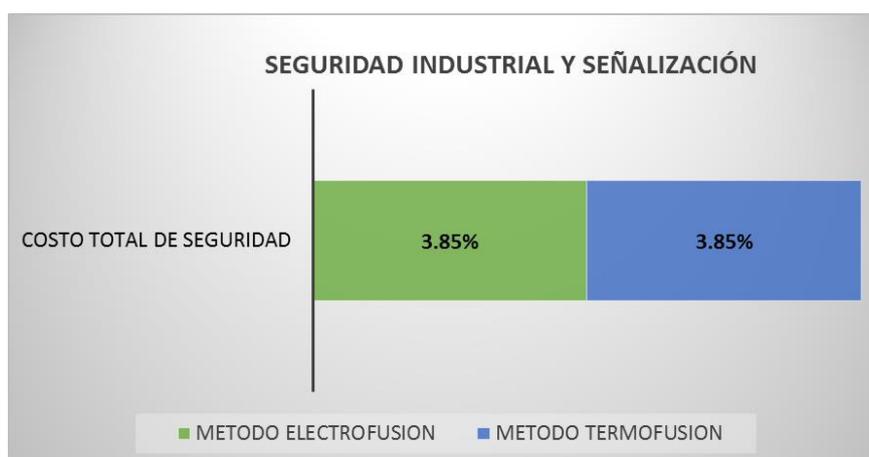


Figura 140: Comparación de costo directo en seguridad

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

4.1.1.2 Análisis de los tiempos de ejecución de obra

Otro de los parámetros relevantes en la toma de decisiones para elegir el método de soldadura adecuado, son los tiempos de ejecución de obra. Para esto se va a analizar las actividades y rubros correspondientes en este proyecto.

4.1.1.2.1 Método de Electrofundición

CRONOGRAMA DE OBRA						SEMANA 1							SEMANA 2						
ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.UNIT	TOTAL	DIAS							DIAS						
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	m	2.14	0.59	1.26														
2	TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10.00	5.05	50.50														
3	SILLETAS DE ELECTROFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM /ACOMETIDAS TOMA SIMPLE	u	2.00	25.69	51.38														
4	MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 90MM	u	2.00	9.80	19.60														
5	TEE DE PEAD KIT PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN D=90MM (INCLUYE MANGUITO DE UNIÓN)	u	2.00	34.00	68.00														
6	CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 45º	u	1.00	25.50	25.50														
7	CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 90º	u	1.00	25.50	25.50														
8	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	10.00	0.37	3.70														
9	CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	H	8.00	15.18	121.44														
10	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INCLUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	H	8.00	32.00	256.00														
11	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	15.00	4.03	60.45														
12	ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	H	8.00	19.55	156.40														
13	ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	H	8.00	7.50	60.00														
14	BOMBEO DE D=3"	Día	1.00	45.58	45.58														
15	RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	10.50	12.56	131.90														
16	RELLENO DE ARENA	m3	4.44	14.66	65.02														
17	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	m3	0.11	162.04	17.50														
18	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	0.56	5.62														
19	DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	1.16	11.58														
20	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	gl	1.00	47.08	47.08														

Figura 141: Análisis de tiempo de ejecución – Método Electrofundición

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

➤ Suministros

Los suministros para este proyecto corresponden a diámetros de 90mm de tubo en pead y accesorios electrosoldables, además de los 20mm de tubería de guía domiciliaria, estas medidas son muy comerciales en el mercado nacional, pero si se estima un máximo de 1 semana para suministrar al proyecto.

➤ Instalación de tubería

Los rubros pertinentes a obra civil, tienen una duración de 8 horas laborables, es decir un 1 día de trabajo, destacando aquí respetar los parámetros (tiempos de fusiones, temperatura, presiones y tiempos de enfriamiento) correspondientes a la actividad de soldadura de tubería y accesorio.

4.1.1.2.2 Método de Termofusión

CRONOGRAMA DE OBRA						SEMANA 1							SEMANA 2								
ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.UNIT	TOTAL	DIAS							DIAS								
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	m	2.14	0.59	1.26																
2	TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10.00	5.05	50.50																
3	SILLETAS DE TERMOFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM	u	2.00	3.40	6.80																
4	TEE PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM X 90MM (*)	u	2.00	14.23	28.46																
5	CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 45º (*)	u	1.00	10.41	10.41																
6	CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 90º (*)	u	1.00	12.85	12.85																
7	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	10.00	0.37	3.70																
8	CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	H	8.00	15.18	121.44																
9	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INCLUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	H	8.00	32.00	256.00																
10	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM. (Incluye esponjamiento)	m3	27.00	4.03	108.81																
11	ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	H	8.00	19.55	156.40																
12	ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	H	8.00	7.50	60.00																
13	BOMBEO DE D=3"	Dia	1.00	45.58	45.58																
14	RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	12.60	12.56	158.28																
15	RELLENO DE ARENA	m3	5.34	14.66	78.20																
16	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	m3	0.11	162.04	17.50																
18	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	0.56	5.62																
19	DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	1.16	11.58																
19	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	gl	1.00	45.34	45.34																

Figura 142: Análisis de tiempo de ejecución – Método Termofusión

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

➤ Suministros

El proyecto empleando el método de termofusión, al igual que la electrofusión tendrá suministros que corresponden a diámetros de 90mm de tubo en pead y accesorios para termofusión, además de los 20mm de tubería de guía domiciliaria, estos materiales son relativamente difícil de encontrar en el mercado, esto debido a que la termofusión en nuestro país no es útil en diámetros pequeños, sin embargo, puede ser suministrada por importación, teniendo un máximo igual de 1 semana para proveer al proyecto.

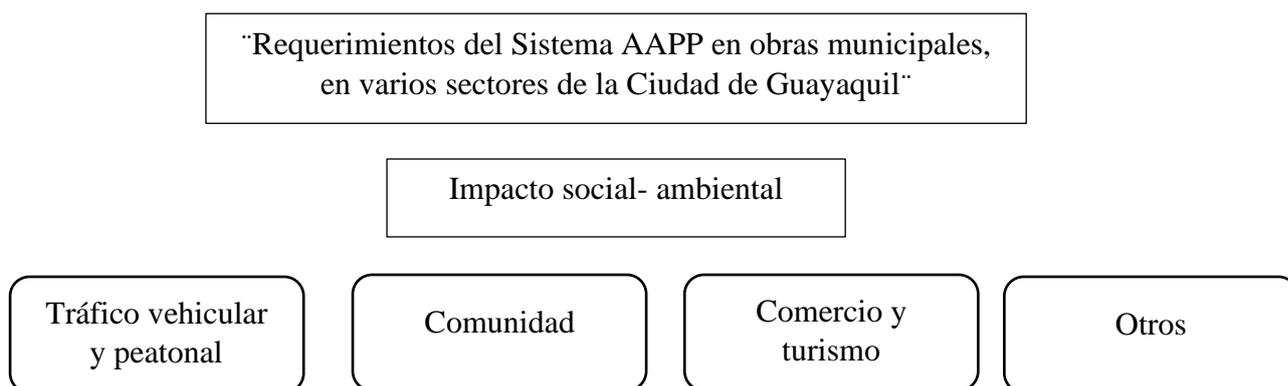
➤ Instalación de tubería

Los rubros pertinentes a obra civil por el método de termofusión, al igual que emplear la electrofusión tienen una duración de 8 horas laborables, es decir un 1 día de trabajo, destacando aquí respetar los parámetros (tiempos de fusiones, temperatura, presiones y tiempos de enfriamiento) correspondientes a la actividad de soldadura de tubería y accesorio.

4.1.1.3 Análisis del impacto social - ambiental

Para el análisis social - ambiental de este proyecto, se considera el impacto que ocasiona, no solo el equipo y el accesorio de soldadura, sino también las actividades correspondientes a la instalación de la tubería como tal. Es muy importante tener en cuenta en todo proyecto, dichos impactos, ya que pueden ser la base suficiente para destinar la viabilidad de las metodologías más eficientes para la ejecución de los trabajos en obra.

Se esquematiza los aspectos obtenidos de este proyecto en el siguiente esquema:



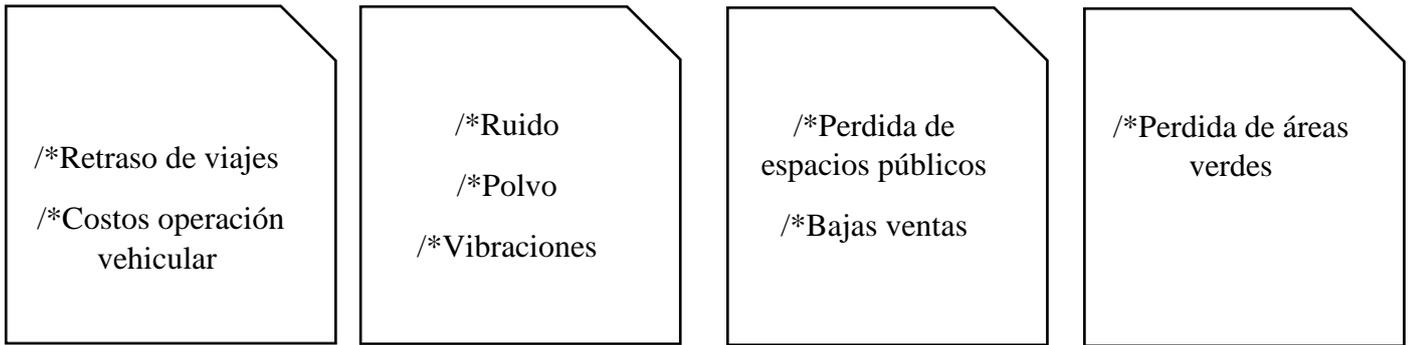


Figura 143: los aspectos obtenidos de este proyecto
Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Para empezar este análisis es importante mencionar que el proyecto de “Requerimientos del Sistema AAPP en obras municipales, en varios sectores de la Ciudad de Guayaquil”, está ubicado en una zona residencial, más específicamente en la ciudadela Bellavista, dicho lugar tiene un tráfico vehicular como peatonal moderado, un comercio y turismo muy por debajo de lo esperado.

4.1.1.3.1 Tráfico vehicular y peatonal

Cierre de vías

En este proyecto se necesitó apenas un cierre de vía parcial, esto ya que los puntos a intervenir se dieron en las esquinas y aceras, para lo cual, si fue necesario ubicar, los letreros informativos de que se estaban ejecutando trabajos para así evitar accidentes viales.

Retraso de viajes

Al tener un cierre parcial de vía y un tráfico vehicular-peatonal moderado, no se presentaba mayor incidencia en retrasos vehiculares ni peatonales.

Costos de operaciones vehiculares

Al no tener ningún tipo de incidencia vial, los vehículos no requerían de mayores distancias por recorrer ni del uso de combustibles.

4.1.1.3.2 Comunidad

Ruido

Para la instalación de la tubería se hizo uso de maquinaria pesada, en este caso una Retroexcavadora, para la unión de las tuberías y sus derivaciones se requiero de equipos y accesorios, sea cual sea el método de soldadura a ejecutar, para lo cual se hizo uso de un generador eléctrico que provee de energía a los equipos. El uso de maquinaria y generador si ocasiona un ruido considerable para la comunidad.

Polvo

Al igual que en el anterior ítem, los trabajos a realizar con la retroexcavadora, más concretamente en actividades de excavación y desalojo para la instalación de la tubería, ocasionaba que exista la presencia de polvo, dado que para el movimiento de tierra se tenía un material seco.

Vibraciones

Los constantes movimientos de las retroexcavadoras, camiones y el funcionamiento del generador eléctrico, producen vibraciones en el terreno, las cuales no tenían mayor impacto para las residentes y turistas, ya que estos se encuentran dentro de los estándares permisibles.

4.1.1.3.3 Comercio y turismo

Perdida de espacios públicos

Los tiempos de ejecución física de la obra, la cual tenía una duración máxima de 8 horas, y las actividades realizadas en sitios puntuales, no evidenciaban la perdida de espacios públicos y de haber una afectación iba a ser de no más de un solo día laboral.

Bajas ventas

No se presentó gran comercio en lugar de obra, solo la presencia de pequeñas tiendas, con lo cual no existió una verdadera afectación al comercio y turismo.

4.1.1.3.4 Pérdida de áreas verdes

La intersección puntual donde se ejecutó los trabajos carecía de ares verdes y recreativas.

4.1.1.4 Análisis técnico

Para este análisis técnico, se presenta una tabla con las características técnicas más relevantes de los métodos de soldadura para el proyecto de “Rehabilitación de redes”, en la instalación de tubería de 90 mm de agua potable y de 20 mm de guías domiciliarias.

Tabla 28. Análisis técnico

Características Técnicas	Método de soldadura	
	Electrofusión	Termofusión
Facilidad de trazabilidad (Temperatura, tiempo, presión)	√	√
Mayor efectividad de soldadura entre tubería y accesorio	√	√
Memoria de registro de soldaduras	√	X
Fácil manipulación de equipos y accesorios	√	X
Información de procedimientos y normativas	√	√
Adecuado para la instalación de tuberías longitudinales	√	√
Adecuado para la instalación de tuberías con presencia de derivaciones	√	X
Mejor rendimiento	√	X
Pruebas para verificación de soldaduras	√	√

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

La siguiente tabla nos muestra las características técnicas, de ambos métodos de soldadura, como se puede observar ambos métodos, son eficientes, sobresaliendo la electrofusión para este proyecto, por el gran dinamismo que presenta el uso de silletas para las guías domiciliarias en comparación a las silletas por termofusión, que ante cualquier leve movimiento del mismo, con lleva al fallo de la misma, el uso de este accesorio en electrofusión resulta ser más eficaz, dado que el accesorio como tal va a agarrado con una abrazadera al tubo, resistente a cualquier intrascendente inestabilidad. Añadiendo además la tecnología digital que presenta el equipo en electrofusión, que permite una fácil trazabilidad de las soldaduras y de una memoria de registro de las mismas, en el caso de la termofusión el equipo como tal no tiene esta opción, pero existe un aparato que podría realizar la trazabilidad y registrarla con un costo adicional. Las soldaduras como tal se las puede realizar tanto dentro de la zanja como fuera del lugar de excavación, en soldaduras por electrofusión se va a tener una manipulación del tubo, accesorio y equipo mucho más fácil y rápida, y sin la necesidad de requerir un espacio confinado, a diferencia de una soldadura por termofusión donde se tiene una manipulación de tubería y equipo, mucho más cautelosa, y donde el carro alineador es pieza fundamental de una buena fusión, la cual corrige el pando del tubo y lo mantiene estable con el otro extremo del

tubo para una correcta soldadura, pero para esto se va a requerir de un espacio confinado más grande, esto a su vez nos genera una gran diferencia de rendimientos y tiempos de ejecución de las actividades. Por último y no menos importante, se sabe que la electrofusión es muy usada en instalaciones donde se tenga constante derivaciones del tubo, esto gracias a los múltiples accesorios de fácil manipulación que presenta este método de soldadura, mismos accesorios que tiene el método de termofusión, pero que se hace uso más específicamente en instalaciones de tuberías longitudinales o en una sola dirección.

4.1.1.5 Comparación de los Métodos de soldadura

Los parámetros o aspectos antes descritos y puestos en análisis a modo de comparación para el proyecto "Requerimientos del Sistema AAPP en obras municipales, en varios sectores de la Ciudad de Guayaquil" en este presente trabajo de tesis, nos provee de gran información para definir que método es el conveniente a emplear en proyectos de similares características. Se presenta una tabla comparativa entre los dos métodos de soldadura:

Tabla 29. Parámetros o aspectos

Parámetros o Aspectos	Método de soldadura	
	Electrofusión	Termofusión
Menor costo directo en Suministros	X	√
Menor costo directo en Instalación	√	X
Menor Tiempo de ejecución de obra	√	√
Bajo Impacto social – ambiental	√	√
Mejores Características técnicas	√	X

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Una vez hecho la tabla comparativa se puede observar que, para este tipo de proyectos, el método más conveniente a utilizar es la electrofusión, más allá del alto costo de sus accesorios en comparación con la termofusión, los costos de instalación, los tiempos de ejecución, el impacto social – ambiental y sus características técnicas, refleja el beneficio-costado que se busca dentro de un proyecto de obra.

4.1.2 “Instalación de Tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión”

Para el presente informe final de este proyecto de investigación, se procedió a realizar el análisis económico de los costos directos, el análisis de los tiempos de ejecución de obra, el análisis del impacto social - ambiental y finalmente el análisis técnico del proyecto de “Instalación de tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con metodología de perforación dirigida en calle Benjamín Carrión”, el cual se ejecutó originalmente utilizando el método de termofusión, sin embargo, se recopiló y recreó información técnica, económica y social empleando el uso del método de electrofusión para este proyecto de obra, esto con el fin de evidenciar que método es más factible emplear en proyectos de similares condiciones.

4.1.2.1 Análisis económico de los costos Directos

En el siguiente análisis económico, se tomó como base los costos directos, los cuales juegan un papel esencial a la hora de elegir económicamente que método de soldadura es más factible a usar en este proyecto de obra, para esto fue necesario realizar un análisis de precio unitario (Apu) ver en anexos, donde se analiza además los materiales, equipos y mano de obra.

4.1.2.1.1 Costos Directos en Suministros

Como se nombró anteriormente el rubro de suministro, es aquella actividad a realizar previo a la ejecución de los trabajos, los suministros que entran a análisis para este proyecto se tiene el tubo en PEAD de 700mm y el accesorio de unión o maguito en electrofusión, mientras que de realizar por termofusión el proyecto solo se haría uso del tubo, recordar que la fusión se realiza con los extremos de los tubos.

A continuación, se muestra el cuadro de cantidades de suministros empleados en termofusión:

Tabla 30. Suministro de Tubería de AAPP - Método Termofusión

INSTALACION DE TUBERIA PE 100 DN 700 MM PN 12,5 CON METODOLOGIA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BEJAMÍN CARRIÓN				
PRESUPUESTO				
METODO TERMOFUSIÓN				
Rubro	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario
	MATERIALES			
	SUMINISTRO			
	SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP			
1	TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	m	1,250.00	285.32

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Emplear el método de termofusión en el proyecto, significa que vamos a hacer uso de 1250m de tubo en pead de 700mm para la instalación de tubería, los cuales vienen en tramos de 12m de tubo.

Ahora utilizando el método de electrofusión para este mismo proyecto, se presenta el cuadro de cantidades:

Tabla 31. Suministro de Tubería de AAPP - Método Electrofusión

INSTALACION DE TUBERIA PE 100 DN 700 MM PN 12,5 CON METODOLOGIA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BEJAMÍN CARRIÓN				
PRESUPUESTO				
METODO ELECTROFUSIÓN				
Rubro	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario
	MATERIALES			
	SUMINISTRO			
	SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP			
1	TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	m	1,250.00	285.32
2	MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 700 M	u.	104.00	2,547.25

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

El uso del método de electrofusión para la instalación de tubería en este mismo proyecto, nos sugiere que habría un incremento de costos en comparación con la termofusión, al tener que emplear 1250m de tubos en pead de 700mm y de 104 maguitos electrosoldables.

Tabla 32. Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
SUMINISTROS	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	\$ 356,650.00	34.40%
SUBTOTAL SUMINISTROS	\$ 356,650.00	34.40%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 33. Porcentaje con respecto al costo total - Suministro - Método Electrofusión

METODO ELECTROFUSIÓN		
SUMINISTROS	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	\$ 356,650.00	34.58%
MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 700 M	\$ 264,914.00	25.69%
SUBTOTAL SUMINISTROS	\$ 621,564.00	60.27%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

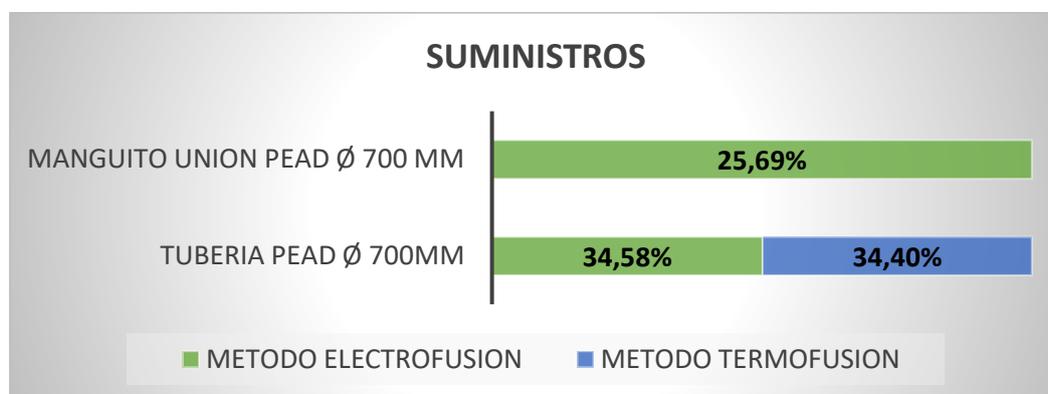


Figura 144: Comparación de costo directo en suministro

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Para proyectos de instalación de tuberías, es importante contrarrestar las cantidades de suministros a usar, como se puede observar por electrofusión se va a tener más materiales por ende el costo en suministros es mayor, en reflejo del uso de la termofusión donde solo se va a emplear como material el tubo. El costo directo del rubro de suministro en termofusión es del

34.40% del subtotal del presupuesto, por otra parte, lo que representa en costos el hacer uso de la electrofusión corresponde al 60.27% del subtotal del presupuesto.

4.1.2.1.2 Costos directos preparación del sitio y replanteo de obra

Dentro de este rubro tenemos las actividades previas a la delimitación del área de instalación de la tubería.

Tabla 34. Porcentaje con respecto al costo total – Preparación del sitio - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	\$ 462.50	0.04%
SUBTOTAL PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.	\$ 462.50	0.04%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 35. Porcentaje con respecto al costo total – Preparación del sitio - Método Electrofusión

METODO ELECTROFUSIÓN		
PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	\$ 462.50	0.04%
SUBTOTAL PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.	\$ 462.50	0.04%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)



Figura 145: Comparación de costo directo en preparación en sitio

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Sea cual sea el método de soldadura a emplear, las cantidades a replantear van hacer las mismas a considerar para la instalación de tubería para esta obra serán 1250m.

4.1.2.1.3 Costos directos de la instalación de tubería de AAPP

Las cantidades a instalar de tubería para este proyecto son considerables, una de las grandes ventajas que se tiene en obra al trabajar bajo el método de soldadura en termofusión, es la metodología de instalación de tubería que le brinda al constructor, esta puede ser por zanja o sin zanja, esta última se puede lograr concebir por el método de perforación horizontal dirigida, lo cual implica tener perfiladas, excavaciones, roturas, rellenos, desalojos y reposiciones puntuales y de gran ahorro económico, sin embargo el rubro como tal de perforación sin apertura de zanja tiene un elevado costo. Por su parte de emplear el método por electrofusión, solo se tiene la opción de instalar la tubería por el método de zanjas, para esto tenemos rubros de transporte e instalaciones de tuberías, dicho rubro es utilizado, para instalar grandes metros de tuberías, las perfiladas, excavaciones, roturas, rellenos, desalojos y reposiciones, tendrán cantidades considerables dentro del proyecto.

Tabla 36. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA LA INSTALACIÓN DE PEAD AAPP D=	\$ 614,912.50	59.31%
EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2.00M DE PROFUNDIDAD	\$ 890.40	0.09%
PERFILADA DE PAVIMENTO RÍGIDO DE HS EN CALLE, INCLUYE MATERIAL	\$ 572.16	0.06%
ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLE DE E = 0.25M, CON BOB - CAT	\$ 2,141.76	0.21%
REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4,5 MPA MOD ROT FLEX	\$ 2,611.30	0.25%
MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL	\$ 1,293.12	0.12%
TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2.01 HASTA 3.50	\$ 3,652.80	0.35%
REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	\$ 1,440.60	0.14%
RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	\$ 1,476.89	0.14%
DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	\$ 974.40	0.09%
SUBTOTAL INSTALACION DE TUBERIA DE AAPP	\$ 629,965.93	60.77%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 37. Porcentaje con respecto al costo total – Instalación - Método Electrofusión

METODO ELECTROFUSIÓN		
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA	\$ 8,737.50	0.85%
EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 2.00M HASTA 3,50M DE PROFUNDIDAD	\$ 23,187.50	2.25%
PERFILADA DE PAVIMENTO RÍGIDO DE HS EN CALLE, INCLUYE MATERIAL	\$ 11,192.88	1.09%
ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLE DE E = 0.25M, CON BOB - CAT.	\$ 55,775.00	5.41%
REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4,5 MPA MOD ROT FLEX	\$ 68,002.50	6.59%
MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL	\$ 33,675.00	3.27%
TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2.01 HASTA 3.50	\$ 66,587.50	6.46%
REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	\$ 37,515.66	3.64%
RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	\$ 38,460.66	3.73%
DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	\$ 25,375.00	2.46%
SUBTOTAL INSTALACION DE TUBERIA DE AAPP	\$ 368,509.19	35.73%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

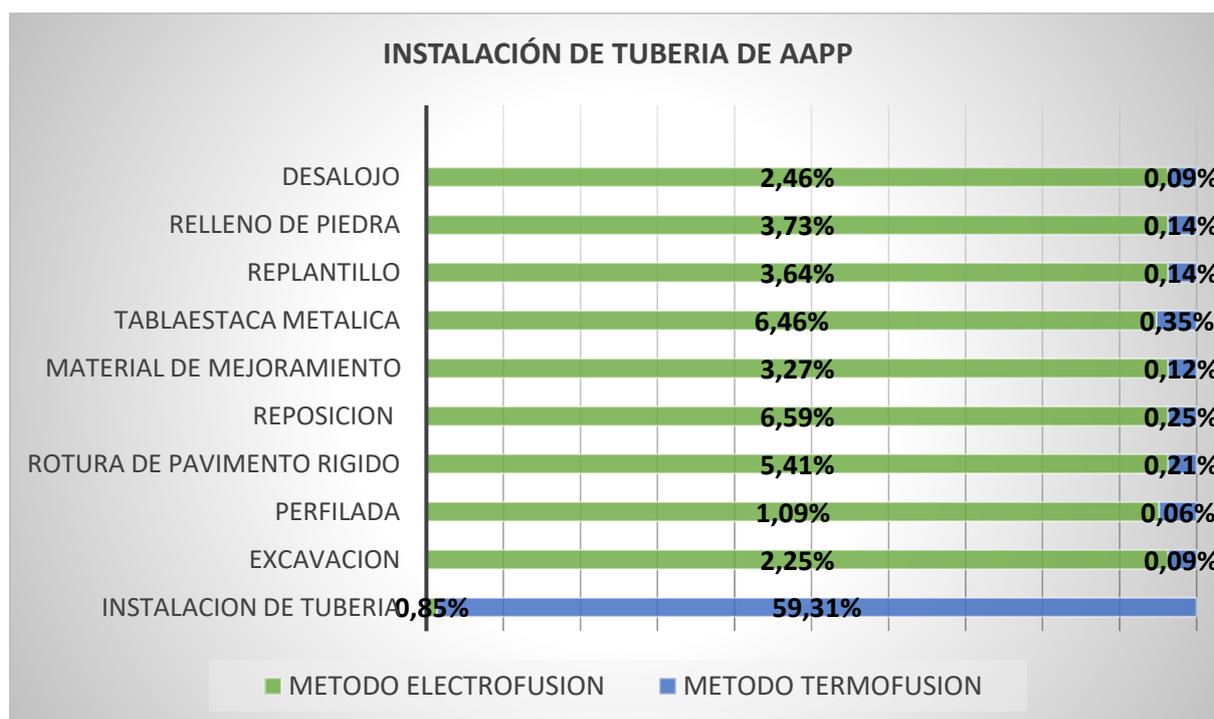


Figura 146: Comparación de costo directo en instalación

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Existe una diferencia de aproximadamente el doble en cuanto a costo de instalación de tubería, por lo que se evidencia en la tabla, hacer uso del método de termofusión es mucho más beneficioso en cuanto a cantidades comparado en electrofusión, donde se tiene cantidades de gran magnitud, pero cuando se observa la parte económica el rubro de perforación horizontal

tiene un gran peso monetario que equivale a realizar la instalación de tubería por electrofusión, por lo cual se dice que la instalación de tubería por electrofusión es favorable económicamente teniendo que este representa el 35.73% del subtotal del presupuesto, mientras que emplear la termofusión en este tipo de proyectos no resulta ser del todo ventajoso monetariamente, el mismo representa el 60.77% del subtotal del presupuesto.

4.1.2.1.4 Costos directos de las actividades adicionales

En actividades adicionales tenemos los rubros pertinentes a las pruebas de presión y desinfección de los tubos, previo a conexiones, además comprende el uso del bombeo y sondeos los cuales presentan ciertas diferencias sea cual sea el método de soldadura a emplear, se tiene 8 sondeos a realizar de usar la termofusión, los mismos sirven para verificar las alturas por donde se instalara la tubería y verificar cualquier tipo de obstrucción, además de servir como espacio, donde el equipo de perforación horizontal podrá introducir sus barras y posterior colocación del tubo de 700m, tramos que van desde los 180 – 200 m de instalación. Por otra parte, de usar la electrofusión solo tomaría realizar sondeos para verificar altura o cualquier obstrucción de algún otro material de tubería de agua servida o aguas lluvias. Se tiene entonces que por termofusión se estima un 2.83% del subtotal del presupuesto, mientras tanto que el porcentaje de 1.99% del subtotal del presupuesto corresponde al uso de electrofusión.

Tabla 38. Porcentaje con respecto al costo total – Actividades adicionales - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
ACTIVIDADES ADICIONALES	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=650MM-800 mm, CONTRATISTA	\$ 12,798.52	1.23%
BOMBEO	\$ 684.28	0.07%
SONDEO DE 3,01 M HASTA 5,00 METROS (INCLUYE EXCAVACION, DESALOJO, REPLANTILLO DE ARENA, RELLENO MATERIAL IMPORTADO, BOMBEO , SEÑALIZACION,FOTOGRAFIA, ENTIBADO	\$ 11,638.59	1.12%
DESINFECCION DE TUBERIAS MATRICES DE D=650 MM - 800MM CONTRATISTA	\$ 4,170.58	0.40%
SUBTOTAL ACTIVIDADES ADICIONALES	\$ 29,291.97	2.83%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 39. Porcentaje con respecto al costo total – Actividades adicionales - Método Electrofundición

METODO ELECTROFUSIÓN		
ACTIVIDADES ADICIONALES	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=650MM-800 mm, CONTRATISTA.	\$ 12,798.52	1.24%
BOMBEO	\$ 684.28	0.07%
SONDEO DE 3,01 M HASTA 5,00 METROS (INCLUYE EXCAVACION, DESALOJO, REPLANTILLO DE ARENA, RELLENO MATERIAL IMPORTADO, BOMBEO , SEÑALIZACION,FOTOGRAFIA, ENTIBADO	\$ 2,909.65	0.28%
DESINFECCION DE TUBERIAS MATRICES DE D=650 MM - 800MM CONTRATISTA	\$ 4,170.58	0.40%
SUBTOTAL ACTIVIDADES ADICIONALES	\$ 20,563.02	1.99%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

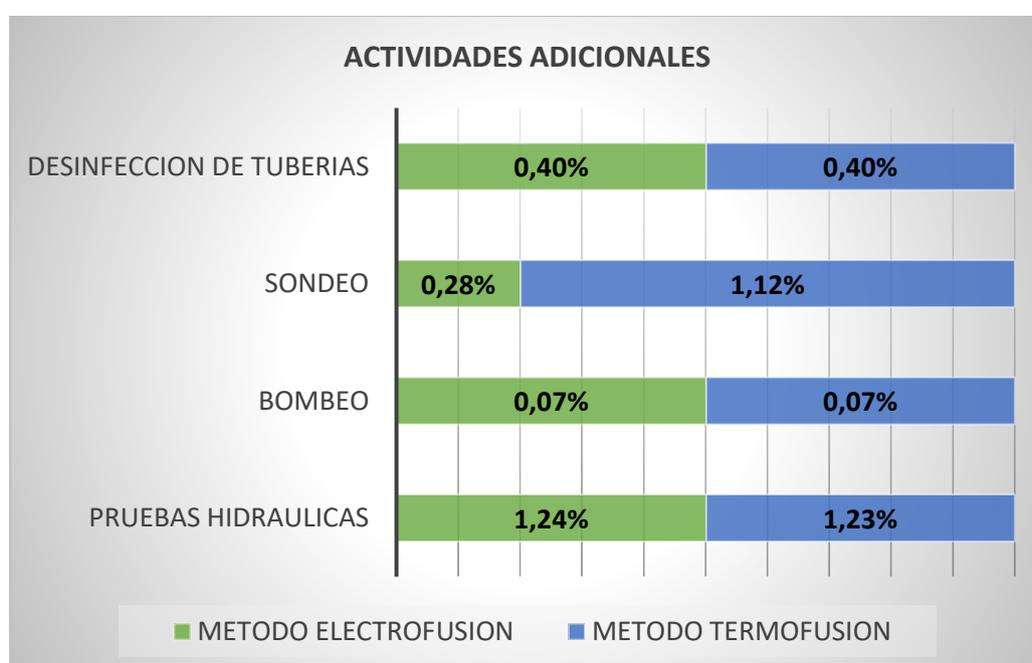


Figura 147: Comparación de costo directo en actividades adicionales

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

4.1.2.1.5 Costos directos de la Seguridad Industrial y Señalización

El rubro de seguridad industrial y señalización, representa entre el 2- 4% del subtotal del proyecto, de emplear cualquier método de soldadura el porcentaje es de 1.96% del subtotal del presupuesto.

Tabla 40. Porcentaje con respecto al costo total – Seguridad - Método Termofusión

METODO TERMOFUSIÓN		
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	\$ 20,327.41	1.96%
SUBTOTAL SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION	\$ 20,327.41	1.96%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Tabla 41. Porcentaje con respecto al costo total – Seguridad - Método Electrofusión

METODO ELECTROFUSIÓN		
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN	VALOR TOTAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL
COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	\$ 20,221.97	1.96%
SUBTOTAL SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION	\$ 20,221.97	1.96%

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

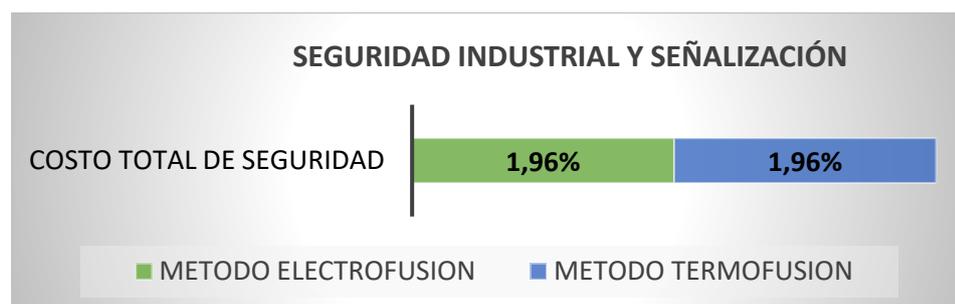


Figura 148: Comparación de costo directo en seguridad

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

4.1.2.2 Análisis de los tiempos de ejecución de obra

Otro de los parámetros relevantes en la toma de decisiones para elegir el método de soldadura adecuado, son los tiempos de ejecución de obra. Para esto se va a analizar las actividades y rubros correspondientes en este proyecto.

4.1.2.2.1 Método de Termofusión

CRONOGRAMA DE OBRA						Duración (Días)	MES 1				MES 2				MES 3			
ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.UNIT	TOTAL		SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	m	1250.00	285.32	356650.00	14.00												
2	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	1250.00	0.37	462.50	7.00												
3	PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA LA INSTALACIÓN DE PEAD AAPP D = 700 MM INCLUYE TRANSPORTE Y SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN	m	1250.00	491.93	614912.50	63.00												
4	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2.00M DE PROFUNDIDAD	m3	240.00	3.71	890.40	28.00												
5	PERFILADA DE PAVIMENTO RÍGIDO DE HS EN CALLE, INCLUYE MATERIAL BITUMINOSO/SELLAR/JUNTA	m	128.00	4.47	572.16	28.00												
6	ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLE DE E = 0.25M, CON BOB - CAT	m2	96.00	22.31	2141.76	28.00												
7	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4,5 MPA MOD ROT FLEX	m3	14.40	181.34	2611.30	14.00												
8	MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)	m3	96.00	13.47	1293.12	14.00												
9	TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2.01 HASTA 3.50 METROS DE PROFUNDIDAD PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	M2	240.00	15.22	3652.80	28.00												
10	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	64.80	22.23	1440.60	14.00												
11	RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	64.80	22.79	1476.89	14.00												
12	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	240.00	4.06	974.40	28.00												
13	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=650MM-800 mm, CONTRATISTA	m	1250.00	10.24	12798.52	42.00												
14	BOMBEO	Global	1.00	684.28	684.28	21.00												
15	SONDEO DE 3,01 M HASTA 5,00 METROS (INCLUYE EXCAVACION, DESALOJO, REPLANTILLO DE ARENA, RELLENO MATERIAL IMPORTADO, BOMBEO, SEÑALIZACIÓN,FOTOGRAFIA, ENTIBADO	u	8.00	1454.82	11638.59	7.00												
16	DESINFECCION DE TUBERIAS MATRICES DE D=650 MM - 800MM CONTRATISTA	m	1250.00	3.34	4170.58	7.00												
17	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	Global	1.00	20327.41	20327.41	70.00												

Figura 149: Análisis de tiempo de ejecución – Método Termofusión

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

➤ **Suministros**

Los suministros para este proyecto corresponden a diámetros de 700mm de tubo en pead, medidas que, si bien están presente en el mercado nacional, son poco recurrentes hacer uso de las mismas, para lo cual son suministradas bajo pedido de importación. Se acordó para con el proveedor la entrega del 50 % la primera semana y el otro 50% restante a la cuarta semana, de manera que no se tenga que interrumpir las actividades en obra, por falta de suministros.

➤ **Obra civil**

Es importante destacar, los procedimientos y parámetros, que deben ser tomado en cuenta para una correcta fusión, es valioso respetar los tiempos de enfriamiento entre soldaduras, las cuales están estimadas en mínimo 3 soldaduras diarias, instalando tramos de 180 – 200m de tubos a la semana. Al tener una metodología de instalación de tubería por perforación horizontal los sondeos, perfiladas, roturas, excavaciones se realizan en zonas puntuales de la obra, los rellenos y reposiciones se realizan una vez instalado el tubo y hecho sus pruebas de presión y desinfección, actividades estimadas a realizar en 12 semanas.

➤ **Suministros**

Los suministros para este proyecto corresponden a diámetros de 700mm de tubo y accesorios tales como el manguito en pead, destacar que estas medidas en el mercado nacional suelen ser muy escasas, para lo cual son suministradas bajo pedido de importación. Se acordó para con el proveedor la entrega del 25 % la primera semana y cuarta semana, el restante 50 % será entregado en la semana 7.

➤ **Obra civil**

Para la instalación del tubo de 700mm en pead, y ante el uso del método de electrofusión, se tiene que tomar en cuenta las grandes cantidades de apertura de zanja a realizar para una adecuada instalación, ante esto y con el fin de evitar accidentes, los trabajos se llevaran a cabo por tramos, realizando todas las actividades correspondientes y en especial las soldaduras, donde se tiene que mantener los estándares de parámetros, para una soldadura de óptima calidad, finalizando en las respectivas reposiciones en las calles. Los trabajos se estiman un tiempo de 24 semanas.

4.1.2.3 Análisis del impacto social - ambiental

Para el análisis social - ambiental de este proyecto, se considera el impacto que ocasiona, no solo el equipo y el accesorio de soldadura, sino también las actividades correspondientes a la instalación de la tubería como tal. Es muy importante tener en cuenta en todo proyecto, dichos impactos, ya que pueden ser la base suficiente para destinar la viabilidad de las metodologías más eficientes para la ejecución de los trabajos en obra.

Se esquematiza los aspectos obtenidos de este proyecto

“Instalación de tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con metodología de perforación dirigida en calle Benjamín Carrión”

Impacto social- ambiental

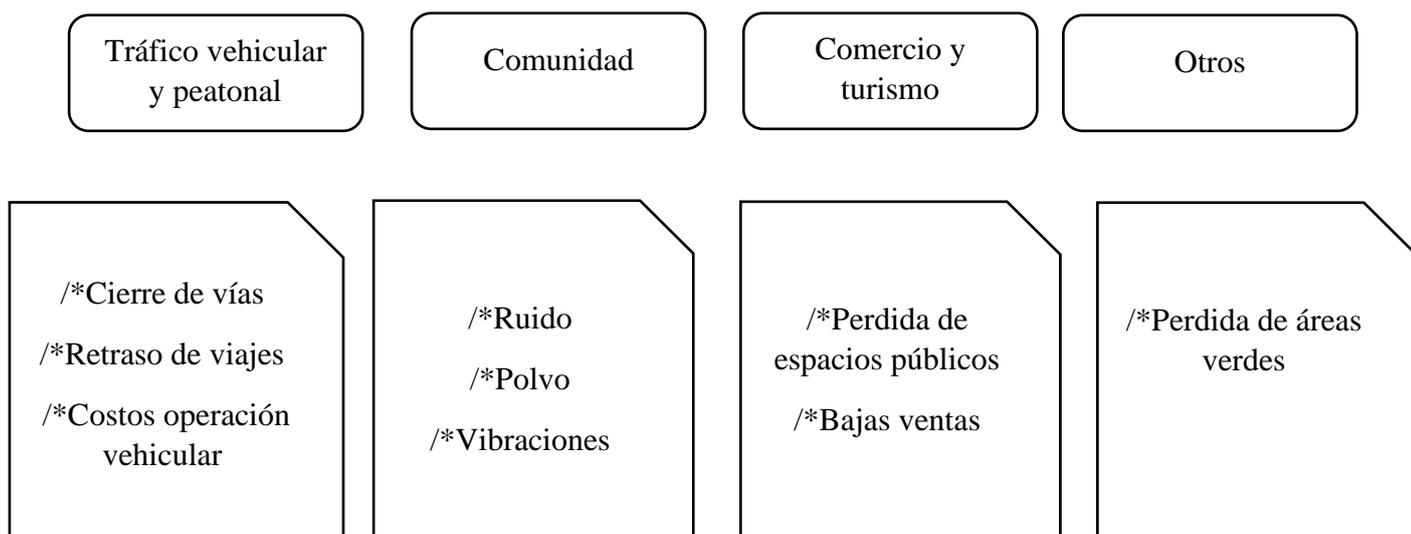


Figura 151: los aspectos obtenidos de este proyecto

Elaborado por: Arguello y Velez (2021)

Para empezar este análisis es importante mencionar que el proyecto de “Instalación de tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con metodología de perforación dirigida en calle Benjamín Carrión”, está ubicado en una de las zonas comerciales y turísticas más importante de la urbe porteña, teniendo un alto tráfico vehicular y peatonal.

4.1.2.3.1 Tráfico vehicular y peatonal

Cierre de vías

En este proyecto se necesitó de la asistencia diaria de personal de la ATM (Autoridad de Transito y Movilidad), por el cierre obligatorio de un carril que comprende los 1250m contractuales del proyecto, esto ante la masiva afluencia vehicular y peatonal del lugar.

Retraso de viajes

La avenida donde se ejecutan los trabajos constan de dos carriles, y el cierre obligatorio de un carril, implica un tráfico pesado en horas picos o de trabajo, causando el retraso de los ciudadanos a sus respectivos destinos.

Costos de operaciones vehiculares

Al tener una gran incidencia al tráfico vehicular, los mismos se ven en la obligación de tomar otros destinos, lo cual implica un mayor recorrido y consumo de combustible, así mismo un incremento en costo de pasajes en transporte público.

4.1.2.3.2 Comunidad

Ruido

Para realizar las actividades de instalación de la tubería se hizo uso de maquinaria pesada, en este caso una Retroexcavadora, para la unión de las tuberías empleando equipos y accesorios, sea cual sea el método de soldadura a ejecutar, para lo cual se hizo uso de un generador eléctrico que provee de energía a los equipos. El uso de maquinaria y generador si ocasiona un ruido considerable para la comunidad. Agregando además el sonido ocasionado por los vehículos ante el multitudinario tráfico.

Polvo

Las actividades de perfilada, excavación, roturas y desalojos a realizar en zonas puntuales de la obra a más de emplear la termofusión generaban una parcial nube de polvo, perjudicando en ciertos días a la comunidad, por su parte de emplear la electrofusión, y ante la necesidad de apertura de zanjas a lo largo de los 1250m de instalación de tubería, generan una constante presencia de polvo perjudicial a la comunidad.

Vibraciones

Los constantes movimientos de las retroexcavadoras, camiones y el funcionamiento del generador eléctrico, producen vibraciones en el terreno, las cuales no tenían mayor impacto para las residentes y turistas, ya que estos se encuentran dentro de los estándares permisibles.

4.1.2.3.3 Comercio y turismo

Perdida de espacios públicos

Los tiempos de ejecución física de la obra, estimadas usando la termofusión son de 12 semanas, teniendo así una pérdida de tiempo parcial de espacio públicos y estacionamientos, perjudicando así el comercio y turismo del lugar, para esto es importante contar con la metodología de soldadura e instalación de tuberías adecuada. De emplear la electrofusión en

este proyecto, se tendría una mayor afectación de lugares y espacios públicos, tomando 24 semanas en llevar a cabo el proyecto, causando una difícil reparación económica al comercio y turismo.

Bajas ventas

Al tener un lugar exponente al comercio y turismo, la gran afluencia de personas se vio opacada por los trabajos a realizar en dicho lugar, esto ante la presencia del polvo, ruidos, tráfico vehicular y poco espacio público como los estacionamientos. Ante esto nuevamente los tiempos de ejecución juegan un factor importante dentro del proyecto.

4.1.2.3.4 Perdida de áreas verdes

Se tiene la presencia en el parterre de áreas verdes, que le dan un toque estético al lugar, más sin embargo cualquier, el uso de los mismos, deben ser considerados como reposiciones dentro del proyecto.

4.1.2.4 Análisis técnico

Para este análisis técnico, se presenta una tabla con las características técnicas más relevantes de los métodos de soldadura para el proyecto de "Instalación de tubería pead de 700mm en calle Benjamín Carrión".

Tabla 42. Análisis técnico

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	MÉTODO DE SOLDADURA	
	ELECTROFUSIÓN	TERMOFUSIÓN
Facilidad de trazabilidad (Temperatura, tiempo, presión)	√	√
Mayor efectividad de soldadura entre tubería y accesorio	√	√
Memoria de registro de soldaduras	√	X
Fácil manipulación de equipos y accesorios	√	X
Información de procedimientos y normativas	√	√
Adecuado para la instalación de tuberías longitudinales	√	√
Adecuado para la instalación de tuberías con presencia de derivaciones	√	X
Mejor rendimiento	√	X
Pruebas para verificación de soldaduras	√	√

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Los equipos de electrofusión como termofusión, cuentan con manuales, donde se indican los procedimientos, normas y parámetros, para llevar a cabo la trazabilidad de las soldaduras, mismas que les brindan una guía eficaz a los operadores, teniendo así una alta efectividad de las mismas. La manipulación de estos equipos al tener que trabajar con diámetros mayores, en este caso 700mm, va a requerir de maquinaria pesada para la manipulación y transporte de tramos de tubería, accesorios y equipos de termofusión, en el caso de la electrofusión el equipo de pegas, tiene una mayor facilidad de manipulación teniendo así mejores rendimientos, además es muy recomendado hacer uso, en instalaciones longitudinales de tubería, para diámetros grandes, de la termofusión, gracias a que no se hace uso de accesorios, teniendo así un gran ahorro económico, a diferencia de los accesorios electrosoldables, que económicamente son muy costosos, de presentarse proyectos donde la instalación de tubería requiere de diversos cambios de direcciones, es recomendable la electrofusión por su gran efectividad en rendimientos y fácil manipulación, más allá del alto costo de sus accesorios así como también la termofusión que tiene un gran abanico de accesorios, pero que brinda menores rendimientos de trabajo. Si se desea tener buenos rendimientos de ejecución de soldaduras y un ahorro económico considerable, se puede emplear ambos métodos para cualquier tipo de proyectos de instalación de tubería, siempre que se tenga diámetros grandes y una difícil disponibilidad de accesorios.

4.1.2.5 Comparación de los Métodos de soldadura

Los parámetros o aspectos antes descritos y puesto en análisis a modo de comparación para el proyecto "Instalación de tubería PE 100 DN 700 MM PN 12,5 con metodología de perforación dirigida en calle Benjamín Carrión" en este presente trabajo de tesis, nos provee de gran información para definir que método es el conveniente a emplear en proyectos de similares características. Se presenta una tabla comparativa entre los dos métodos de soldadura:

Tabla 43. *Parámetros o aspectos*

Parámetros o Aspectos	Método de soldadura	
	Electrofusión	Termofusión
Menor costo directo en Suministros	X	√
Menor costo directo en Instalación	√	X
Menor Tiempo de ejecución de obra	X	√
Bajo Impacto social – ambiental	X	√
Mejores Características técnicas	√	X

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

La tabla comparativa nos muestra que efectivamente para proyectos en donde se haga uso de diámetros grandes de tubería y donde la instalación sea longitudinal sin presencia de derivaciones, la termofusión es la más efectiva a emplear, por el bajo costo de suministros y casi nulo empleo de accesorios. No siempre la termofusión nos brinda grandes rendimientos en comparación a la electrofusión, sin embargo, el uso en este proyecto del método de perforación horizontal y el obligatorio uso de soldaduras por termofusión, tiene sus beneficios en los tiempos de ejecución de obra, mismos que tienen efecto en el bajo impacto social- ambiental de la obra.

CONCLUSIONES

- Se determinó establecer un presupuesto, cronograma, registro de información de soldaduras y fotos, para realizar el análisis técnico y de precios unitarios de los proyectos propuestos en este tema de investigación.
- La electrofusión como la termofusión, nos provee de importantes características técnicas a la hora de emplear en los diferentes proyectos de obra, sus grandes rendimientos en ejecución de las actividades y su alta efectividad en la calidad de adherencias, hacen que ambas tecnologías se posicionen como soldaduras confiables y duraderas.
- Las múltiples fallas identificadas en los procesos de soldadura, se generan debido a la mala calibración de los equipos, a la falta de conocimiento y preparación de los operadores.
- Se realizó un análisis de precios unitarios, comparando una serie de accesorios en electrofusión y termofusión, teniendo así que, por ejemplo:
 - ⊗ Un codo de 90mm X 90° en electrofusión, tiene un costo directo de \$25,50 ver anexos Apus.
 - ⊗ Un codo de 90mm X 90° en termofusión, tiene un costo directo de \$10,41 ver anexos Apus.
 - ⊗ Una tee de 90mm en electrofusión, tiene un costo directo de \$68,00 ver anexos Apus.
 - ⊗ Una tee de 90mm en termofusión, tiene un costo directo de \$28,46 ver anexos Apus.

El resultado de este análisis de precios unitarios, nos permite conocer que en un accesorio en codo de 90mm x 90° y una tee de 90mm electrosoldable, presenta una diferencia de más del doble de precio con respecto a uno en termofusión. Ahora para contar con un accesorio de tipo manguito de 700mm electrosoldable se tiene un valor de costo directo de \$2547,25 estos costos como se aprecia tiene un incremento

muy alto conforme los diámetros sean más grandes. Por esto es importante mencionar el gran beneficio que se tiene de trabajar con termofusión en diámetros muy grandes de tubos, ya que no se haría uso de un accesorio para unir estas tuberías, teniendo un ahorro en suministros considerable económicamente hablando.

- Es importante tener en cuenta previo a todo proyecto, la disponibilidad de los accesorios en el mercado y el costo de los mismos, así se puede decir que el método de electrofusión es más usado en diámetros de tubería que van desde los 20 mm hasta los 160 mm, esto debido al precio normalizado y a la gran disponibilidad en el mercado de los mismos, contrastando cuando se requiere diámetros mayores a 250 mm, el accesorio electrosoldable presenta un costo considerable y un déficit de disponibilidad en el mercado, para lo cual emplear la Termofusión en ese tipo de diámetros sería más viable económicamente.
- En el respectivo análisis al proyecto de “REHABILITACION DE REDES - REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN OBRAS MUNICIPALES. EN VARIOS SECTORES DE GUAYAQUIL” que en cuanto a presupuesto no presentaba mayor diferencia de emplear uno u otro método soldadura, se pudo evidenciar que el uso del método de electrofusión es el más viable a emplear, esto en parte debido al uso del mismo en actividades correspondientes a soldaduras en silletas para las guías domiciliarias, a los constantes cambios de dirección de la tubería y a los grandes rendimientos en ejecución de obra reflejados en el beneficio social-ambiental de la comunidad.
- Aunque económicamente se sabe que emplear accesorios por electrofusión tiene un mayor costo con respecto a termofusión, este no es el caso para este tipo de proyectos, donde elegir el método de soldadura no pasa por una cuestión de costos, sino más bien por un aspecto en los tiempos en ejecución de obra, esto al tener una zona muy turística y transitada. Ante esto se concluyó que para el proyecto de “INSTALACION DE TUBERIA PE 100 DN 700 MM PN 12,5 CON METODOLOGIA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BEJAMÍN CARRIÓN” hacer uso de la Termofusión, es lo más beneficioso, por

el gran rendimiento en cuanto ejecución de la obra se refiere, y por la baja incidencia social-ambiental, que el método de perforación horizontal le brinda al sector.

- Esta investigación ha contribuido de manera significativa a identificar, analizar y plasmar aquellos aspectos, parámetros y factores, que se tiene a considerar al momento de implementar una metodología de soldadura adecuada, teniendo así que el costo directo en suministros y actividades de instalación, los tiempos de ejecución de la obra, el aspecto social-ambiental y los criterios técnicos, ayuden a obtener el mayor beneficio dentro de los proyectos.

RECOMENDACIONES

- Realizar capacitaciones y certificar a los operadores previos a la ejecución de los trabajos de soldadura.
- Elaborar un check list donde se anote las características y se valide la calibración de los equipos de soldadura.
- Hacer uso del método de termofusión en instalaciones de tuberías sin presencia de derivaciones, y aplicar la electrofusión en instalaciones de tuberías con constantes cambios de direcciones.
- Hacer uso de silletas electrosoldables para las salidas de guías domiciliarias.
- Se presenta una tabla de marcas/proveedores de tuberías y accesorios de polietileno en el Ecuador (Ver anexo #13)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEAS, C. 3. (s.f). *Mantenimiento de Redes de Agua a Presion*. Obtenido de http://www.ose.com.uy/descargas/reclutamiento/ci_0041_18_manual_de_reparacion_de_tuberias.pdf
- Aliaxis. (2016). *Aliaxis*. Obtenido de <http://www.aliaxis-ui.es/divisiones/industria/accesorios-mecanicos-para-la-union-de-tuberias-straub/>
- Angel, J. (Agosto de 2016). *LoctiteTeroson*. Obtenido de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/que-es-la-estanqueidad-y-como-se-mide>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas, Venezuela: EPISTEME, C.A. Obtenido de https://www.academia.edu/23573985/El_proyecto_de_investigaci%C3%B3n_6ta_Edici%C3%B3n_Fidias_G_Arias_FREELIBROS_ORG
- Aristegui. (10 de Mayo de 2016). *Aristegui Maquinaria*. Obtenido de <https://www.aristegui.info/como-seleccionar-una-conexion-de-tuberias-de-pead/>
- Asamble Nacional Constituyente, E. (2008). *Constitucion de la Republica del Ecuador*. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Ascaso, P. (10 de Julio de 2019). *Plasticos Ascaso*. Obtenido de <https://plasticosascaso.es/polietileno/>
- ASETUB. (2010). *Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos*. Obtenido de <http://www.masa.es/wp-content/uploads/2013/06/INFORME-DE-SOLDADURA-TUBERIA-DE-PE-ASETUB-MAYO-2010.pdf>
- Balairón. (2008). *Tuberías de polietileno*. Madrid: Aenor Internacional, S.A.U.
- Bravo Vallejo, C. A., García de la Rosa, I., Leal Orta, A., Santiago Ávila , E. A., & Uribe Hernández, J. S. (2013). Capacidad de Resistencia de Tuberis Petroleras. (*Tesis*). Instituto Politecnico Nacional, Mexico.
- Cárdenas, C., & Rincón, C. (2016). *Numbers*. Obtenido de <https://www.numbersmagazine.com/articulo.php?tit=la-ca%C3%B1a-guadua-como-material-de-construccion-sostenible>
- Concepto. (6 de Febrero de 2021). *Concepto Definicion*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/extrusion/>
- Cubica, C. (2016). *APU*. Obtenido de <https://www.chilecubica.com/estudio-costos/a-p-u/>
- Diaz, P. (8 de Julio de 2019). *Desechos Industriales*. Obtenido de <http://comercializadoraperezdydiaz.com/desechos-industriales/#:~:text=Desechos%20industriales%20no%20peligrosos%20o,salud%20humana%20o%20medio%20ambiente.>
- Elinsubca. (5 de Marzo de 2018). *Manual de procedimientos de soldadura de tubería PEAD*. Obtenido de <http://www.elinsubca.com/tuberia-de-polietileno-de-alta-densidad-pead/soldadura-de-tuberia-de-polietileno-de-alta-densidad-pead/>
- envaselia. (2018). *envaselia*.
- Envaselia. (2018). *Envaselia*. Obtenido de <https://www.envaselia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>

- Extracol. (2016). Manual de Instalacion Tuberia y Accesorios de Polietileno para la Conduccion de Gas. (*Manual de Instalacion*). Extracol - Redes Confiables, Bucaramanga. Obtenido de <https://www.extracol.com/wp-content/uploads/2016/11/Manual%20de%20instalacion%20de%20tuberias%20Linea%20gas.pdf>
- García, Á. (Enero de 2013). *Curso Interactivo de Fisica*. Obtenido de http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/fluidos/estatica/introduccion/Introduccion.html
- gas, G. o. (2016). *Gas natural*. Obtenido de https://www.bakerhughesds.com/sites/g/files/cozyhq596/files/2019-05/nota_de_aplicacion_-_gas_natural_dic2015_0.pdf
- Geosai. (2017). *Soluciones Ambientales*. Obtenido de <https://www.geosai.com/tuberia-pead/>
- Geosai. (s.f). *Soluciones Ambientales*. Obtenido de <https://www.geosai.com/tuberia-pead/>
- GLM. (2016). *Termoelectroglm*. Obtenido de <https://termoelectroglm.com/termofusion/>
- Gómez, D., & Ruis, A. (2010). *Universitat Autònoma de Barcelona*. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2018/199195/TFG_MOA_part04.pdf
- Granizo, A., Toleda, D., & Dayana, V. (2018). *Construcciones UCE*. Obtenido de <https://construccionesuce.wordpress.com/2018/03/01/manual-de-construir-con-cana-guadua/>
- GreenFacts. (22 de Mayo de 2021). *GreenFacts*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/densidad.htm>
- Guanilo, C. (Octubre de 2017). *Estudios de los procesos de termofusion y electrofusion en union de tuberias*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3195/IME_228.pdf?sequence=1
- Jubedi. (2019). *Jubedi S.L. Comercializacion de Plasticos*. Obtenido de <https://jubedi.com/comercializacion-de-plasticos/ldpe-polietileno-baja-densidad/>
- Julián, P. (2020). *Definicion.DE*. Obtenido de <https://definicion.de/tuberia/>
- Lenntech. (s.f). *Lenntech*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/historia/historia-tratamiento-agua-potable.htm>
- Lopez Pozo, J. M., & Topanta Herrera, V. H. (2019). Analisis Comparativo del Comportamiento de la Soldadura por Termofusion Frente a las Soldadura por Adhesion y Friccion en Tuberias de Polietileno (PE) para Conduccion de Gas Licuado de Petroleo. (*Tesis*). Escuela Politecnica Nacional, Quito.
- Mariano. (16 de Julio de 2012). *Tecnologia de los Plasticos*. Obtenido de [https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html#:~:text=tanques%20de%20combustibles,-,Polietileno%20de%20media%20densidad%20\(MDPE\),al%20choque%20y%20la%20ca%C3%ADDa](https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html#:~:text=tanques%20de%20combustibles,-,Polietileno%20de%20media%20densidad%20(MDPE),al%20choque%20y%20la%20ca%C3%ADDa)
- MIDUVI. (2016). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

- Nazario, O. (2009). Sistemas para el aseguramiento de la calidad en los procesos operativos de soldadura e instalaciones de tuberías de polietileno de alta densidad. (*Tesis*). Universidad Nacional del Callao, Peru.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1372. (2015). Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1372.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1742. (2015). *Tubos de Polietileno. Determinacion de la Densidad*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1742.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1744. (2015). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1744*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1744.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266. (2017). *Instituto Ecuatoriano de Normalizacion*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2266.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2489. (2009). *Instituto Ecuatoriano de Normalizacion*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2489.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2493. (2009). *Instituto Ecuatoriano de Normalizacion*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2494.pdf>
- Oiltanking. (Diciembre de 2015). *Oiltanking GmbH*. Obtenido de <https://www.oiltanking.com/es/publicaciones/glosario/detalles/term/gas-natural-metano.html>
- Ortega, M. (07 de Abril de 2014). *Canales Sectoriales*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Agua/Articulos/121692-Reparacion-rehabilitacion-y-renovacion-de-redes.html>
- Ossa, J. (Agosto de 2014). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/298045479_Determinacion_de_la_resistencia_a_la_abrasion_externa_en_tuberias_de_redes_distribucion#:~:text=El%20fen%C3%B3meno%20de%20la%20abraci%C3%B3n,son%20ajenas%20a%20este%20proceso.
- Pavco. (2014). *Manual Técnico Tubosistemas Conduccion de Gas. (Manual Técnico)*. Pavco, Medellin. Obtenido de <https://pavcowavin.com.co/download/12>
- Perez Porto, J., & Gardey, A. (2018). *Definicion*. Obtenido de <https://definicion.de/desgaste/>
- Plastico, R. (2021). *Reducir Plastico*. Obtenido de <https://reducirplastico.com/blog/tipos-plastico/polietileno-alta-densidad/>
- Plastigama. (2018). *Acuaflex - Conducciones de Polietileno de Alta Densidad PE 100 para sistemas presurizados de agua potable y alcantarillado. (Manual)*. Mexichem Ecuador S.A., Quito.
- Raffino, M. (27 de Diciembre de 2020). *Concepto de*. Obtenido de <https://concepto.de/polietileno/#ixzz6wMWwOtkH>
- Siapa. (Febrero de 2016). *Lineamientos Técnicos para Factibilidades*. Obtenido de https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf
- Tigre. (2011). *Polietileno. (Manual técnico)*. Tigre. Obtenido de <https://www.tigre.com.ar/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/argentina/catalogo-pehd.pdf>

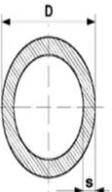
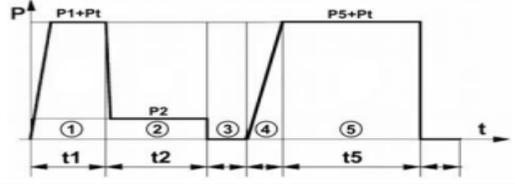
Tigre. (2016). Línea Polietileno Alta Densidad para Conducción Agua Potable y Riego. *Tigre S.A.* Obtenido de <https://www.tigre.com.bo/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/bolivia/catalogo-pead.pdf>

Ucha, F. (Julio de 2010). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/agua-potable.php>

Vasitesa. (2016). *Valvulas y asesoría*. Obtenido de <http://vasitesa.com.mx/termofusion-y-electrofusion/>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Termofusión

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307																			Código						
																			FO-OLE-0404						
																			Versión						
																			1						
																	NOMBRE DEL PROYECTO:								
																			CONTRATO:						
																			CONTRATISTA:						
																			FISCALIZADOR:						
																			FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO				
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo)	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL	A [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre)	T2 (tiempo de calentamiento con PT)	T3 (Timp maximo para la extraccion de la Placa Calentadora)	T4 (Tiempo maximo para lograr la presion interfacial)	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo)	T5 (MIN)	Tiempo minimo de enfriamiento e la fusión en el equipo	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones	
ARCHIVO FOTOGRAFICO																									
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:															VERIFICADO POR:					FIRMA:					
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			DIA LLUVIOSO			APROBADO POR:					FIRMA:								
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI			NO													

Anexo 2. Formato de Electrofusión

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE VOLTAJES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CONEQUIPO DE ELECTROFUSION							NOMBRE DEL PROYECTO :			
							CONTRATO:			
							CONTRATISTA:			
							FISCALIZADOR:			
Secuencia de accesorios instalados	NO	Accesorios (electrofusion)	Diametro de tubería	Cumple con todas las herramientas y parametros de corte, desinfeccion, raspado y marcado en la tubería	Fecha de Instalacion	Voltaje de fusion	Tiempo de fusion	Tiempo de enfriamiento	Factor de seguridad de enfriamiento	OBSERVACIONES

Anexo 3. Formato de la Entrevista

1 ¿Porque se ha vuelto muy común hoy en día el uso de tuberías en pead con respecto a las tuberías tradicionales?

2 ¿En qué tipos de obras civiles es más frecuente trabajar con tubería de pead?

3 ¿Cuáles son los métodos de soldadura más empleados en tuberías de pead?

4 ¿Bajo qué parámetros y consideraciones se deben realizar las soldaduras en tuberías de pead?

5 ¿A qué atribuiría usted los múltiples fallos que se producen en los métodos de soldadura?

6 ¿De existir una deficiencia o poco conocimiento sobre el uso de estos métodos, ¿cuáles serían sus causas y posibles soluciones?

7 ¿De qué manera se podría asegurar la calidad de las fusiones?

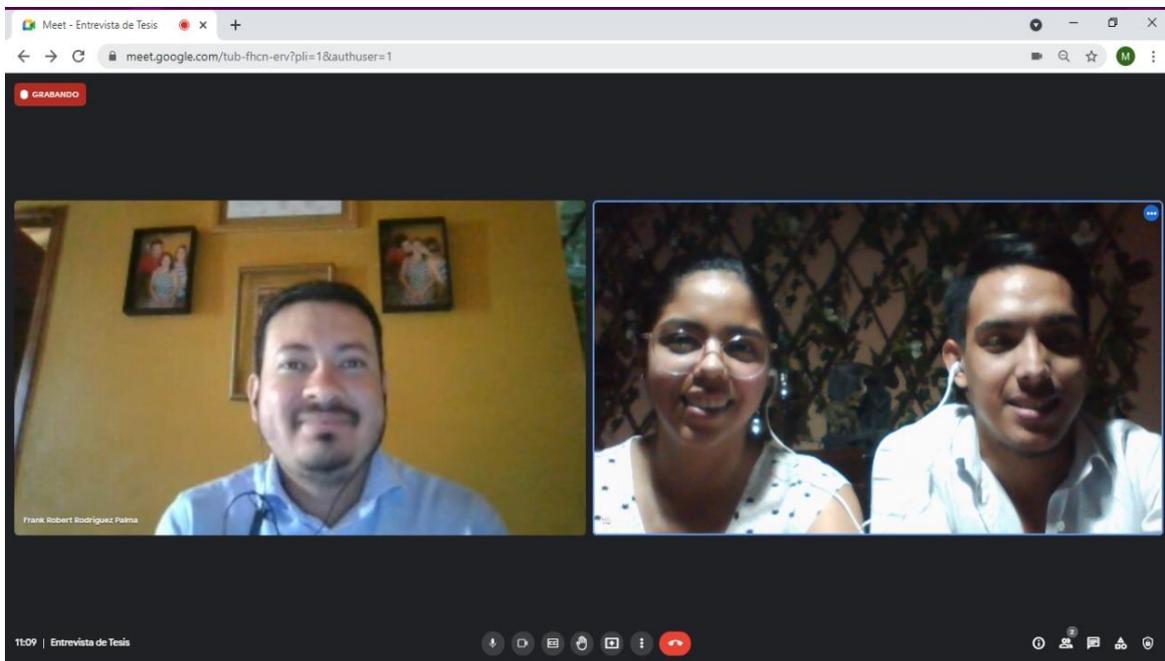
8 ¿Los procesos de soldadura y los parámetros bajo los cuales se realizan, son iguales para la conducción de agua potable, desechos industriales y gas natural?

9 ¿Qué diferencias técnicas existen entre el método de termofusión y electrofusión?

10 ¿Desde el punto económico, qué diferencia hay entre el método de termofusión y electrofusión?

11 ¿Qué aspectos y consideraciones, tanto técnicas como económicas se debe tomar en cuenta para elegir el método más beneficioso en un proyecto?

Anexo 4. Carnet Y Fotos de la Entrevista





Anexo 5. Presupuesto de Obra – Método Electrofundición – Rehabilitación de redes- requerimientos del sistema agua potable en obras municipales, en varios sectores de la ciudad de Guayaquil

Item	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario (SIN IND)	Precio Total
	MATERIALES				\$ 241.74
	SUMINISTRO				\$ 241.74
	SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP				\$ 241.74
1	TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSD) PLASTIGAMA	m	2.14	0.59	\$ 1.26
2	TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10.00	5.05	\$ 50.50
3	SILLETAS DE ELECTROFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM /ACOMETIDAS TOMA SIMPLE	u	2.00	25.69	\$ 51.38
4	MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 90MM	u	2.00	9.80	\$ 19.60
5	TEE DE PEAD KIT PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN D=90MM (INCLUYE MANGUITO DE UNIÓN)	u	2.00	34.00	\$ 68.00
6	CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 45°	u	1.00	25.50	\$ 25.50
7	CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 90°	u	1.00	25.50	\$ 25.50
	OBRA CIVIL				\$ 935.18
	INSTALACION				\$ 935.18
	PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.				\$ 3.70
8	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	10.00	0.37	\$ 3.70
	INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP				\$ 914.28
9	CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	H	8.00	15.18	\$ 121.44
10	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INCLUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	H	8.00	32.00	\$ 256.00
11	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	15.00	4.03	\$ 60.45
12	ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	H	8.00	19.55	\$ 156.40
13	ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	H	8.00	7.50	\$ 60.00
14	BOMBEO DE D=3"	Día	1.00	45.58	\$ 45.58
15	RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	10.50	12.56	\$ 131.90
16	RELLENO DE ARENA	m3	4.44	14.66	\$ 65.02
17	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	m3	0.11	162.04	\$ 17.50
	ACTIVIDADES ADICIONALES				\$ 17.20
18	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	0.56	\$ 5.62
19	DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	1.16	\$ 11.58
	MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN				\$ 47.08
	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN				\$ 47.08
20	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	gl	1.00	47.08	\$ 47.08
SUB TOTAL					\$ 1,224.00
19% INDIRECTOS					\$ 232.56
SUBTOTAL (SIN IVA)					\$ 1,456.56
12% IVA					\$ 174.79
SUBTOTAL (CON IVA)					\$ 1,631.35
TOTAL					\$ 1,631.35

Anexo 6. Cronograma de Obra – Método Electofusión – Rehabilitación de redes- requerimientos del sistema agua potable en obras municipales, en varios sectores de la ciudad de Guayaquil

CRONOGRAMA DE OBRA						SEMANA 1							SEMANA 2						
						DIAS							DIAS						
ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.UNIT	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	TUBERIA PEAD 100 20MM X IMPA (145PSI) PLASTIGAMA	m	2.14	0.59	1.26														
2	TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10.00	5.05	50.50														
3	SILLETAS DE ELECTROFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM /ACOMETIDAS TOMA SIMPLE	u	2.00	25.69	51.38														
4	MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 90MM	u	2.00	9.80	19.60														
5	TEE DE PEAD KIT PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN D=90MM (INCLUYE MANGUITO DE UNIÓN)	u	2.00	34.00	68.00														
6	CODO PEAD KIT.PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 45°	u	1.00	25.50	25.50														
7	CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 90MM. X 90°	u	1.00	25.50	25.50														
8	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	10.00	0.37	3.70														
9	CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	H	8.00	15.18	121.44														
10	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INCLUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	H	8.00	32.00	256.00														
11	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	15.00	4.03	60.45														
12	ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	H	8.00	19.55	156.40														
13	ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	H	8.00	7.50	60.00														
14	BOMBEO DE D=3"	Dia	1.00	45.58	45.58														
15	RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	10.50	12.56	131.90														
16	RELLENO DE ARENA	m3	4.44	14.66	65.02														
17	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	m3	0.11	162.04	17.50														
18	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	0.56	5.62														
19	DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10.00	1.16	11.58														
20	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	gl	1.00	47.08	47.08														

Anexo 7. Formato de Electrofusión con sus respectivos datos

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE VOLTAJES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CONEQUIPO DE ELECTROFUSION							NOMBRE DEL PROYECTO :		REHABILITACION DE REDES - REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN OBRAS MUNICIPALES. EN VARIOS SECTORES DE GUAYAQUIL	
							CONTRATO:		EN TRAMITE	
							CONTRATISTA:		SADE	
							FISCALIZADOR:		ING. GUSTAVO ARGUELLO	
Secuencia de accesorios instalados	NO	Accesorios (electrofusion)	Diametro de tuberia	Cumple con todas las herramientas y parametros de corte, desinfeccion, raspado y marcado en la tuberia	Fecha de Instalacion	Voltaje de fusion	Tiempo de fusion	Tiempo de enfriamiento	Factor de seguridad de enfriamiento	OBSERVACIONES
1	1	TEE	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40 V	10 Min	10 Min	
2	1	UNION/MANGUITO	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40V	8 Min	10 Min	
3	1	CODO 90°	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40 V	14 Min	10 Min	
4	1	UNION/MANGUITO	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40V	8 Min	10 Min	
5	1	SILLETA	90 mm-20 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	185 Seg/40 V	20 Min	20 Min	
6	1	TEE	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40 V	10 Min	10 Min	
7	1	UNION/MANGUITO	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40V	8 Min	10 Min	
8	1	CODO 45°	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40 V	14 Min	10 Min	
9	1	UNION/MANGUITO	90 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	150 Seg/40V	8 Min	10 Min	
10	1	SILLETA	90 mm-20 mm	SI	28/08/2020	40 Vol	185seg/40 V	20 Min	20 Min	
11	1	UNION/MANGUITO	20mm	SI	28/08/2020	40 Vol	24 Seg/40 V	10 Min	10 Min	
12	1	UNION/MANGUITO	20mm	SI	28/08/2020	40 Vol	24 Seg/40 V	10 Min	10 Min	

Anexo 8. Presupuesto de Obra – Método Termofusión – Instalación de Tubería PE 100 DN 710 mm PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión

Rubro	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario (SIN IND)	Precio Total
	MATERIALES				\$ 356,650.00
	SUMINISTRO				\$ 356,650.00
	SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP				\$ 356,650.00
1	TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	m	1,250.00	285.32	\$ 356,650.00
	OBRA CIVIL				\$ 659,720.39
	INSTALACION				\$ 659,720.39
	PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.				\$ 462.50
2	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	1,250.00	0.37	\$ 462.50
	INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP PERFORACIÓN DIRIGIDA D = 700 MM L= 1250 M INCLUYE TRANSPORTE Y SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN				\$ 629,965.93
3	PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA LA INSTALACIÓN DE PEAD AAPP D = 700 MM INCLUYE TRANSPORTE Y SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN	m	1,250.00	491.93	\$ 614,912.50
4	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2.00M DE PROFUNDIDAD	m3	240.00	3.71	\$ 890.40
5	PERFILADA DE PAVIMENTO RÍGIDO DE HS EN CALLE, INCLUYE MATERIAL BITUMINOSO/SELLAR/JUNTA	m	128.00	4.47	\$ 572.16
6	ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLE DE E = 0.25M, CON BOB - CAT	m2	96.00	22.31	\$ 2,141.76
7	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4,5 MPA MOD ROT FLEX	m3	14.40	181.34	\$ 2,611.30
8	MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)	m3	96.00	13.47	\$ 1,293.12
9	TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2.01 HASTA 3.50 METROS DE PROFUNDIDAD PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	M2	240.00	15.22	\$ 3,652.80
10	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	64.80	22.23	\$ 1,440.60
11	RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	64.80	22.79	\$ 1,476.89
12	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	240.00	4.06	\$ 974.40
	ACTIVIDADES ADICIONALES				\$ 29,291.97
13	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=650MM-800 mm, CONTRATISTA	m	1,250.00	10.24	\$ 12,798.52
14	BOMBEO	Global	1.00	684.28	\$ 684.28
15	SONDEO DE 3,01 M HASTA 5,00 METROS (INCLUYE EXCAVACION, DESALOJO, REPLANTILLO DE ARENA, RELLENO MATERIAL IMPORTADO, BOMBEO , SEÑALIZACION,FOTOGRAFIA, ENTIBADO	u	8.00	1,454.82	\$ 11,638.59
16	DESINFECCION DE TUBERIAS MATRICES DE D=650 MM - 800MM CONTRATISTA	m	1,250.00	3.34	\$ 4,170.58
	MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y FACTORES AMBIENTALES				\$ 20,327.41
	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN				\$ 20,327.41
17	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	Global	1.00	20,327.41	\$ 20,327.41
				SUB TOTAL	\$ 1,036,697.80
				19% INDIRECTOS	\$ 196,972.58
				SUBTOTAL (SIN IVA)	\$ 1,233,670.38
				12% IVA	\$ 148,040.45
				SUBTOTAL (CON IVA)	\$ 1,381,710.83
				TOTAL	\$ 1,381,710.83

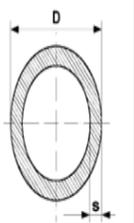
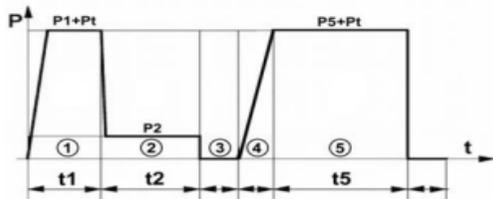
Anexo 9. Cronograma de Obra – Método Termofusión – Instalación de Tubería PE 100 DN 710 mm PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión

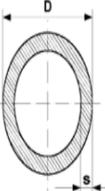
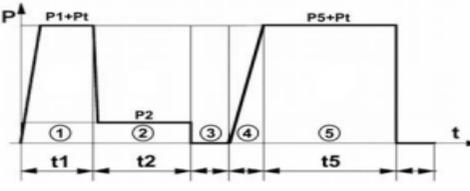
CRONOGRAMA DE OBRA						Duración (Días)	MES 1				MES 2				MES 3			
ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.UNIT	TOTAL		SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	m	1250.00	285.32	356650.00	14.00	■	■	■	■								
2	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	1250.00	0.37	462.50	7.00		■	■									
3	PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA PARA LA INSTALACIÓN DE PEAD AAPP D = 700 MM INCLUYE TRANSPORTE Y SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN	m	1250.00	491.93	614912.50	63.00			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
4	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2.00M DE PROFUNDIDAD	m3	240.00	3.71	890.40	28.00			■	■	■	■				■	■	
5	PERFILADA DE PAVIMENTO RÍGIDO DE HS EN CALLE, INCLUYE MATERIAL BITUMINOSO/SELLAR/JUNTA	m	128.00	4.47	572.16	28.00			■	■	■	■				■	■	
6	ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLE DE E = 0.25M, CON BOB - CAT	m2	96.00	22.31	2141.76	28.00			■	■	■	■				■	■	
7	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4,5 MPA MOD ROT FLEX	m3	14.40	181.34	2611.30	14.00										■	■	
8	MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)	m3	96.00	13.47	1293.12	14.00										■	■	
9	TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2.01 HASTA 3.50 METROS DE PROFUNDIDAD PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	M2	240.00	15.22	3652.80	28.00			■	■	■	■				■	■	
10	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	64.80	22.23	1440.60	14.00										■	■	
11	RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	64.80	22.79	1476.89	14.00										■	■	
12	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	240.00	4.06	974.40	28.00			■	■	■	■				■	■	
13	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=650MM-800 mm, CONTRATISTA	m	1250.00	10.24	12798.52	42.00						■	■	■	■	■	■	
14	BOMBEO	Global	1.00	684.28	684.28	21.00			■	■	■						■	
15	SONDEO DE 3,01 M HASTA 5,00 METROS (INCLUYE EXCAVACION, DESALOJO, REPLANTILLO DE ARENA, RELLENO MATERIAL IMPORTADO, BOMBEO, SEÑALIZACION,FOTOGRAFIA, ENTIBADO	u	8.00	1454.82	11638.59	7.00		■	■									
16	DESINFECCION DE TUBERIAS MATRICES DE D=650 MM - 800MM CONTRATISTA	m	1250.00	3.34	4170.58	7.00											■	
17	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	Global	1.00	20327.41	20327.41	70.00			■	■	■	■	■	■	■	■	■	

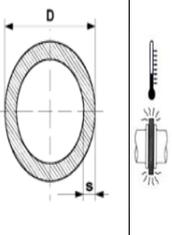
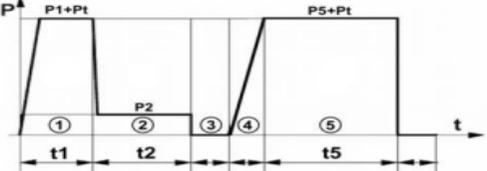
Anexo 10. Verificación de Equipos Hidráulicos de Termofusión

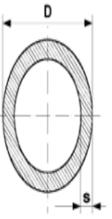
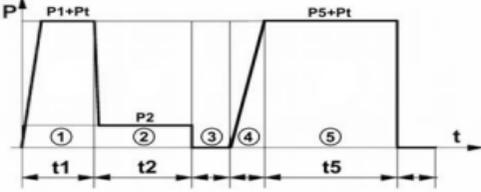
	VERIFICACION DE EQUIPOS HIDRAULICOS DE TERMOFUSION				CÓDIGO	FO-OLE-005
					FECHA DE ELABORACIÓN	25/6/2021
					CÓDIGO DEL REGISTRO	FO-OLE-005-003
PROYECTO:	INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE					
CONTRATISTA:	RICSONS		SUPERVISOR:	ING. FRANK RODRIGUEZ		
FISCALIZACION:	BSLC CONSULTORES		CONTRATO:	FECHA: 23/06/2021		
EQUIPO DE TERMOFUSION A TOPE						
MARCA:	ROTHENBERGER		SERIE:	637181160562 C-F-T-M		
MODELO:	SHD800		RANGO DE APLICACIÓN:	450-800 MM/APROBADO PARA 710 MM		
TRANSPORTE:	ESTACIONARIO	X	LLANTAS			
1.- CARRO ALINEADOR						
COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES		
1.- MORDAZAS	FIJAS	X	SUeltas	S/N 637181160562M		
2.- PERILLAS DE SUJECION	OPERATIVO	X	NO OPERATIVO	RANGO: 450-800 MM		
3.- CONEXIONES HIDRAULICAS	BUEN ESTADO	X	MAL ESTADO			
2.- PLACA CALENTADORA						
COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES		
1.- TERMOMETRO	CALIBRADO	X	NO CALIBRADO	S/N 637181160562T		
	OPERATIVO	X	NO OPERATIVO	220VAC 60HZ		
2.- PINTURA ANTIADHERENTE	BUEN ESTADO	X	MAL ESTADO	RANGO: 450-800 MM		
3.- REFRENTADORA						
COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES		
1.- CUCHILLAS	OPERATIVAS	X	NO OPERATIVAS	S/N 637181160562F		
2.- MOTOR	OPERATIVO	X	NO OPERATIVO	220VAC 60HZ; RANGO: 450-800 MM		
4.- SISTEMA HIDRAULICO						
COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES		
1.- MANOMETRO	CALIBRADO	X	NO CALIBRADO	S/N 637181160562C		
	OPERATIVO	X	NO OPERATIVO	220VAC 60HZ		
	PRESION MAX. DEL SISTEMA	160		BARES		
2.- PANEL DE CONTROL	BUEN ESTADO	X	MAL ESTADO			
3.- CONEXIONES HIDRAULICAS	BUEN ESTADO	X	MAL ESTADO			
4.- SISTEMA DE ARRANQUE	COMBUSTIBLE	DIESEL				
		GASOLINA				
	ELECTRICO	X				
EVIDENCIA FOTOGRAFICA						
						
CONCLUSION DE LA REVISION						
EQUIPOS	ESTADO			OBSERVACIONES		
CARRO ALINEADOR; REFRENTADORA; PLACA CALENTADORA Y SISTEMA HIDRAÚLICO	APROBADO	X	NO APROBADO	SE DEBERA VERIFICAR QUE LOS EQUIPOS TRABAJEN CON EL VOLTAJE Y ENERGIA INDICADOS EN SU FICHA TECNICA O MANUAL DEL EQUIPO. LAS TABLAS DE PRESIONES, TEMPERATURA TIEMPO, SE ENCUENTRAN EN E MANUAL DEL EQUIPO.		
LOS OPERARIOS APROBADOS PARA REALIZAR ESTOS TRABAJOS ESPECIFICOS SON : NELSON MERAY RCHARD PAZ. NO PODRAN REALIZAR TRABAJOS PERSONAL QUE NO ESTE CAPACITADO Y APROBADO, CASO CONTRARIO SE APLICARAN SANCIONES.						
VERIFICADO Y APROBADO POR:	ING. FRANK RODRIGUEZ					

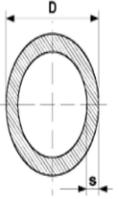
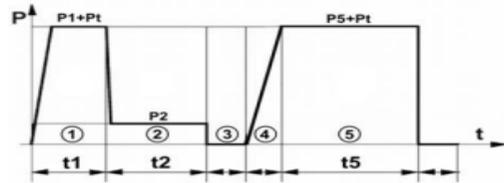
Anexo II. Formato de Termofusión con sus respectivos datos

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAÚLICOS SEGÚN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-04			
																				Versión			
																				1			
																NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGIA PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.					
						CONTRATO:		SCF-2021-00008															
						CONTRATISTA:		RICSONS															
						FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES															
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aquiipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observación
1	SI	23/6/2021 13:40PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	23/6/2021 16:00PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
2	SI	23/6/2021 16:30PM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	23/6/2021 18:33PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
3	SI	23/6/2021 19:10PM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	23/6/2021 21:38PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:															VERIFICADO POR:		FIRMA:						
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO		DIA NUBLADO		DIA LLUVIOSO				APROBADO POR:		FIRMA:										
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI		NO												

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307																				Código				
																				FO-OLE-0404				
																				Versión				
																				1				
																	NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.					
																	CONTRATO:		SCF-2021-00008					
																	CONTRATISTA:		RICSONS					
																	FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES					
																	FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO					
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	s (mm)	SDR=D/s	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL		P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento o con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqiuipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
4	SI	24/6/2021 9:10AM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	23/6/2021 12:00PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
5	SI	24/6/2021 13:20PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	24/6/2021 15:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
6	SI	24/6/2021 16:05PM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	24/6/2021 17:33PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
7	SI	24/6/2021 18:10PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	24/6/2021 20:20PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
8	SI	24/6/2021 21:00pM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	24/6/2021 22:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:															VERIFICADO POR:				FIRMA:					
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			DIA LLUVIOSO			APROBADO POR:				FIRMA:								
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI			NO												

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-0404			
																				Versión			
																				1			
																	NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.				
												CONTRATO:		SCF-2021-00008									
												CONTRATISTA:		RICSONS									
												FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES									
												FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO									
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo mínimo de enfriamiento de la fusión en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
9	SI	25/6/2021 08:20AM	710	52.2	13.6	218	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	25/6/2021 10:35AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
10	SI	25/6/2021 11:15AM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	25/6/2021 13:00PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
11	SI	25/6/2021 13:30PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	25/6/2021 15:20PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
12	SI	25/6/2021 16:10PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	25/6/2021 18:00PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
13	SI	25/6/2021 18:45PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	25/6/2021 21:00PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:										VERIFICADO POR:					FIRMA:								
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO		DIA NUBLADO		DIA LLUVIOSO		APROBADO POR:					FIRMA:									
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA			SI		NO																		

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAÚLICOS SEGÚN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-0404			
																				Versión			
																				1			
																NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.					
																CONTRATO:		SCF-2021-00008					
																CONTRATISTA:		RICSONS					
																FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES					
																FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO					
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento o con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
14	SI	26/6/2021 08:40AM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	26/6/2021 10:35AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
15	SI	26/6/2021 11:45AM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	26/6/2021 13:40PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
16	SI	26/6/2021 15:20PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	26/6/2021 17:45PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
17	SI	26/6/2021 18:50PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	26/6/2021 20:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:													VERIFICADO POR:				FIRMA:						
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO				DIA NUBLADO		√		DIA LLUVIOSO				APROBADO POR:				FIRMA:				
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA					SI						NO		√										

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-0404			
																				Versión			
																				1			
														NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.		CONTRATO: SCF-2021-00008		CONTRATISTA: RICSONS		FISCALIZADOR: BSLC CONSULTORES			
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL 	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento o con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
18	SI	30/6/2021 08:20AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	30/6/2021 10:25AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
19	SI	30/6/2021 11:30AM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	30/6/2021 13:33PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
20	SI	30/6/2021 15:10PM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	30/6/2021 17:26PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
21	SI	30/6/2021 18:05PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	30/6/2021 20:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
22	SI	30/6/2021 21:05PM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	30/6/2021 22:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:														VERIFICADO POR:				FIRMA:					
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO				DIA NUBLADO		✓		DIA LLUVIOSO				APROBADO POR:				FIRMA:				
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA					SI				NO		✓												

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307																				Código								
																				FO-OLE-0404								
																				Versión								
																				1								
												NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.														
												CONTRATO:		SCF-2021-00008														
												CONTRATISTA:		RICSONS														
												FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES														
												FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO														
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL	A	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqiuipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones				
23	SI	1/7/2021 08:03AM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	1/7/2021 10:30AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
24	SI	1/7/2021 11:05AM	710	52.2	13.6	222	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	1/7/2021 13:45PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
25	SI	1/7/2021 15:10PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	1/7/2021 17:24PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
26	SI	1/7/2021 18:30PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	1/7/2021 20:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
27	SI	1/7/2021 21:20PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	1/7/2021 22:55PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:										VERIFICADO POR:										FIRMA:								
CONDICIONES AMBIENTALES:										DIA SOLEADO					DIA NUBLADO					DIA LLUVIOSO					APROBADO POR:		FIRMA:	
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA										SI					NO													

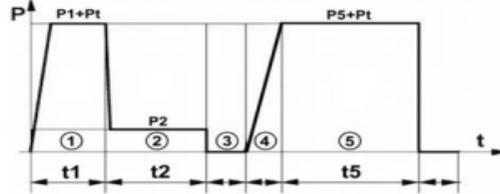
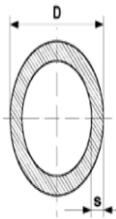
FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307

Código

FO-OLE-0404

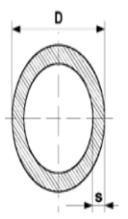
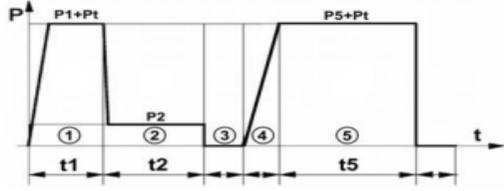
Versión

1



NOMBRE DEL PROYECTO:	INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.
CONTRATO:	SCF-2021-00008
CONTRATISTA:	RICSONS
FISCALIZADOR:	BSLC CONSULTORES

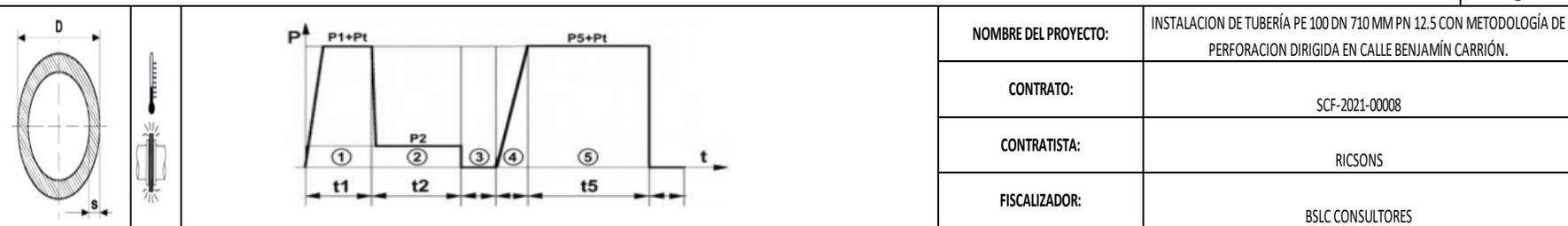
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL 	1		2		3		4		5		t	FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO				
										P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqiuipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS		Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones			
28	SI	2/7/2021 08:10AM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	2/7/2021 10:20AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
29	SI	2/7/2021 11:15AM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	2/7/2021 13:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
30	SI	2/7/2021 15:30PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	2/7/2021 17:45PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
31	SI	2/7/2021 18:40PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	2/7/2021 20:41PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:										VERIFICADO POR:										FIRMA:							
CONDICIONES AMBIENTALES:										DIA SOLEADO		DIA NUBLADO		DIA LLUVIOSO		APROBADO POR:										FIRMA:	
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA										SI		NO															

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-0404			
																				Versión			
																				1			
																		NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.			
																		CONTRATO:		SCF-2021-00008			
																		CONTRATISTA:		RICSONS			
																		FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES			
																		FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO			
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	s (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aequipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
32	SI	5/7/2021 08:40AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	5/7/2021 10:50AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
33	SI	5/7/2021 11:30AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	5/7/2021 13:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
34	SI	5/7/2021 15:25PM	710	52.2	13.6	220	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	5/7/2021 17:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
35	SI	5/7/2021 18:14PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	5/7/2021 20:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
36	SI	5/7/2021 21:10PM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	5/7/2021 22:34PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:															VERIFICADO POR:				FIRMA:				
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			DIA LLUVIOSO			APROBADO POR:				FIRMA:							
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI			NO											

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307																						Código				
																						FO-OLE-0404				
																						Versión				
																						1				
												NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.												
												CONTRATO:		SCF-2021-00008												
												CONTRATISTA:		RICSONS												
												FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES												
												FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO												
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL	A [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqiuo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones		
37	SI	6/7/2021 08:05AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	6/7/2021 10:35AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A		
38	SI	6/7/2021 11:10AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	6/7/2021 13:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A		
39	SI	6/7/2021 15:08PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	6/7/2021 17:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A		
40	SI	6/7/2021 18:04PM	710	52.2	13.6	221	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	6/7/2021 20:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A		
41	SI	6/7/2021 21:00PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	6/7/2021 23:00PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A		
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:													VERIFICADO POR:								FIRMA:					
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO				DIA NUBLADO		✓		DIA LLUVIOSO				APROBADO POR:								FIRMA:			
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA					SI						NO		✓													

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307

Código
FO-OLE-0404
Versión
1



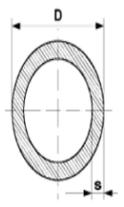
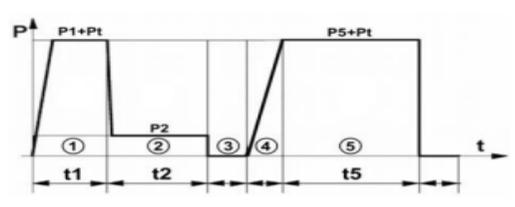
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.

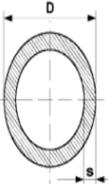
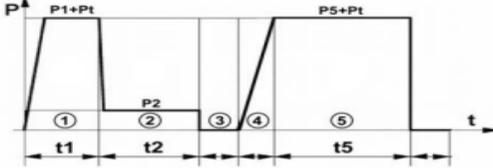
CONTRATO: SCF-2021-00008

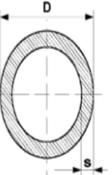
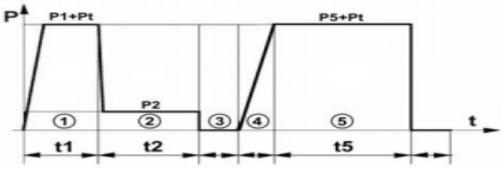
CONTRATISTA: RICSONS

FISCALIZADOR: BSIC CONSULTORES

FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL	A [mm]	2		3	4	5			t	FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO			
											P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento o con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	PS (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)		(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqupo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización
47	SI	8/7/2021 09:10AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	8/7/2021 11:20AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
48	SI	8/7/2021 13:05AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	8/7/2021 15:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:																VERIFICADO POR:		FIRMA:						
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			✓	DIA LLUVIOSO			APROBADO POR:		FIRMA:									
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA			SI			NO			✓															

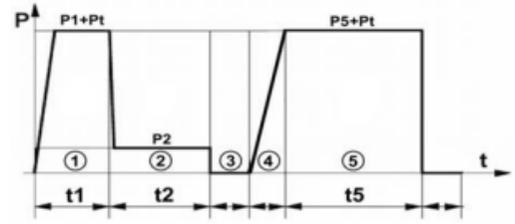
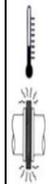
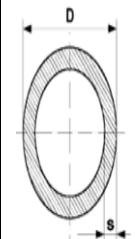
FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAÚLICOS SEGÚN ISO 21307																				Código				
																				FO-OLE-0404				
																				Versión				
																				1				
																NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.						
																CONTRATO:		SCF-2021-00008						
																CONTRATISTA:		RICSONS						
																FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES						
																FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO						
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqupo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones	
49	SI	12/7/2021 08:00AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	12/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A	
50	SI	12/7/2021 11:AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	12/7/2021 13:05PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A	
51	SI	12/7/2021 15:20PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	12/7/2021 17:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A	
52	SI	12/7/2021 18:08PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	12/7/2021 20:10PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A	
53	SI	12/7/2021 21:00PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	12/7/2021 23:10PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A	
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:										VERIFICADO POR:										FIRMA:				
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO		DIA NUBLADO		DIA LLUVIOSO		APROBADO POR:										FIRMA:					
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI		NO													

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-0404			
																				Versión			
																				1			
																	NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.						
																	CONTRATO: SCF-2021-00008						
																	CONTRATISTA: RICSONS						
																	FISCALIZADOR: BSLC CONSULTORES						
																	FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO				
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
54	SI	13/7/2021 08:24AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	13/7/2021 10:25AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
55	SI	13/7/2021 11:05AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	13/7/2021 13:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
56	SI	13/7/2021 15:02PM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	13/7/2021 17:07PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
57	SI	13/7/2021 18:02PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	13/7/2021 20:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
58	SI	13/7/2021 21:08PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	13/7/2021 23:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:													VERIFICADO POR:		FIRMA:								
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO		DIA NUBLADO						DIA LLUVIOSO				APROBADO POR:		FIRMA:						
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA			SI		NO																		

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307																				Código				
																				FO-OLE-0404				
																				Versión				
																				1				
																			NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.					
															CONTRATO: SCF-2021-00008									
															CONTRATISTA: RICSONS									
															FISCALIZADOR: BSLC CONSULTORES									
															FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO							
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL	A [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqiuipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
59	SI	14/7/2021 08:04AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	14/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
60	SI	14/7/2021 11:20AM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	14/7/2021 13:25PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
61	SI	14/7/2021 15:17PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	14/7/2021 17:24PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
62	SI	14/7/2021 18:03PM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	14/7/2021 20:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
63	SI	14/7/2021 21:05PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	14/7/2021 23:25PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:															VERIFICADO POR:			FIRMA:						
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			DIA LLUVIOSO			APROBADO POR:			FIRMA:									
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI			NO												

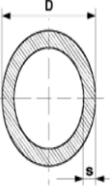
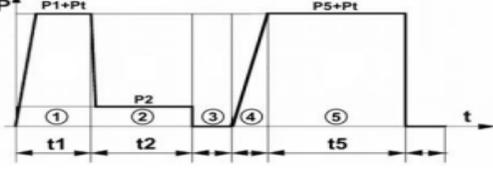
FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307

Código
FO-OLE-0404
Versión
1



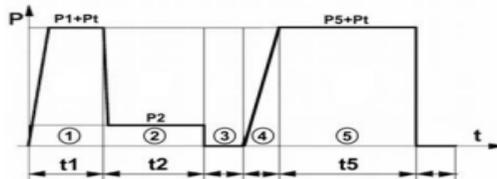
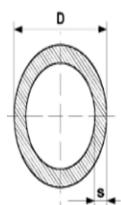
NOMBRE DEL PROYECTO:	INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.
CONTRATO:	SCF-2021-00008
CONTRATISTA:	RICSONS
FISCALIZADOR:	BSLC CONSULTORES

FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	2		3	4	5			t	FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO			
										P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)		(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqiuo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización
64	SI	15/7/2021 08:10AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	15/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
65	SI	15/7/2021 13:30AM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	15/7/2021 15:40PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:																		VERIFICADO POR:		FIRMA:			
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO		DIA NUBLADO		✓	DIA LLUVIOSO		APROBADO POR:								FIRMA:					
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI	NO	✓												

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGÚN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-0404			
																				Versión			
																				1			
																NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.					
																CONTRATO:		SCF-2021-00008					
																CONTRATISTA:		RICSONS					
																FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES					
																FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO					
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento o con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
66	SI	19/7/2021 08:00AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	19/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
67	SI	19/7/2021 11:AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	19/7/2021 13:05PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
68	SI	19/7/2021 15:20PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	19/7/2021 17:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
69	SI	19/7/2021 18:08PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	19/7/2021 20:10PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
70	SI	19/7/2021 21:00PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	19/7/2021 23:10PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:														VERIFICADO POR:				FIRMA:					
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			DIA LLUVIOSO			APROBADO POR:				FIRMA:							
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI			NO											

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307

Código
FO-OLE-0404
Versión
1



NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.

CONTRATO: SCF-2021-00008

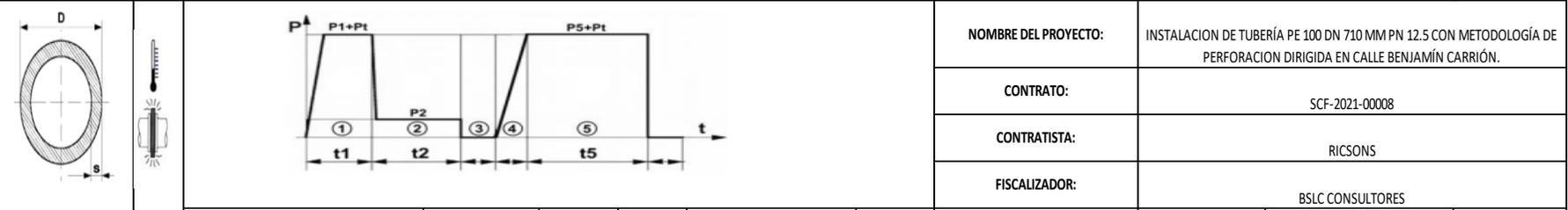
CONTRATISTA: RICSONS

FISCALIZADOR: BSLC CONSULTORES

FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	3 (Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	4 (Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	5 (Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el aqiuo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
71	SI	20/7/2021 08:24AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	20/7/2021 10:25AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
72	SI	20/7/2021 11:05AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	20/7/2021 13:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
73	SI	20/7/2021 15:02PM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	20/7/2021 17:07PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
74	SI	20/7/2021 18:02PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	20/7/2021 20:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
75	SI	20/7/2021 21:08PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	20/7/2021 23:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:																		VERIFICADO POR:			FIRMA:		
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			✓	DIA LLUVIOSO			NO			APROBADO POR:			FIRMA:				
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI				NO	✓									

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307

Código
FO-OLE-0404
Versión
1



FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL	A [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento o con PT) seg	3 (Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	4 (Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo mínimo de enfriamiento de la fusion en el aquijo) min	t	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
76	SI	21/7/2021 08:04AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55		21/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
77	SI	21/7/2021 11:20AM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55		21/7/2021 13:25PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
78	SI	21/7/2021 15:17PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55		21/7/2021 17:24PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
79	SI	21/7/2021 18:03PM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55		21/7/2021 20:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
80	SI	21/7/2021 21:05PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55		21/7/2021 23:25PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:															VERIFICADO POR:					FIRMA:									
CONDICIONES AMBIENTALES:															DIA SOLEADO					DIA NUBLADO					DIA LLUVIOSO				
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA															SI					NO					✓				
															APROBADO POR:					FIRMA:									

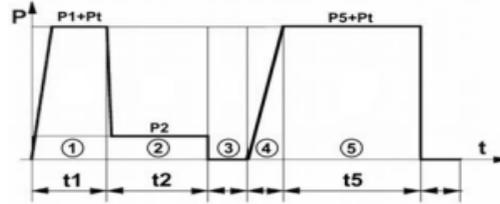
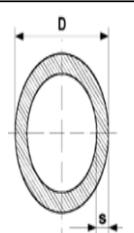
FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAÚLICOS SEGÚN ISO 21307

Código

FO-OLE-0404

Versión

1



NOMBRE DEL PROYECTO:

INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.

CONTRATO:

SCF-2021-00008

CONTRATISTA:

RICSONS

FISCALIZADOR:

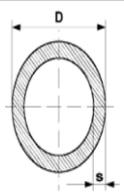
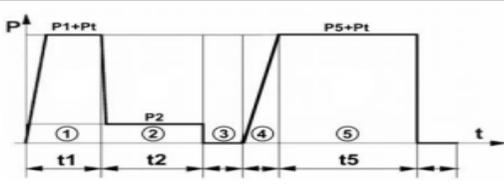
BSLC CONSULTORES

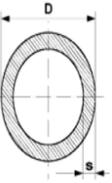
FECHA DE ELABORACION:

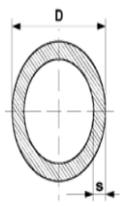
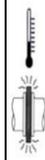
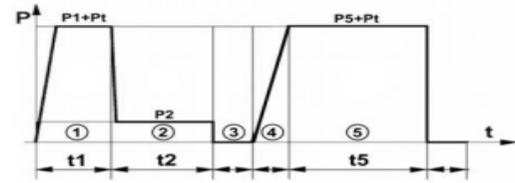
CODIGO DEL REGISTRO

FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL	A (mm)	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	3	4	5	t	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones		
																							(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg
81	SI	22/7/2021 08:10AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	22/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
82	SI	22/7/2021 13:30AM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	22/7/2021 15:40PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:																VERIFICADO POR:		FIRMA:						
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO		DIA NUBLADO		↓	DIA LLUVIOSO		APROBADO POR:		FIRMA:												
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI	NO	↓													

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307																				Código							
																				FO-OLE-0404							
																				Versión							
																				1							
																NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.									
																CONTRATO:		SCF-2021-00008									
																CONTRATISTA:		RICSONS									
																FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES									
																FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO									
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL		P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	3 (Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	4 (Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	5 (PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	t (Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones			
83	SI	26/7/2021 08:02AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	26/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
84	SI	26/7/2021 11:15AM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	26/7/2021 13:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
85	SI	26/7/2021 15:400M	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	26/7/2021 17:55PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
86	SI	26/7/2021 18:42PM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	26/7/2021 19:30PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
87	SI	26/7/2021 20:35PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7		20	705	9	24	42	20	55	55	26/7/2021 22:50PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:										VERIFICADO POR:										FIRMA:							
CONDICIONES AMBIENTALES:										DIA SOLEADO										DIA NUBLADO				DIA LLUVIOSO			
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA										SI										NO							
																				APROBADO POR:				FIRMA:			

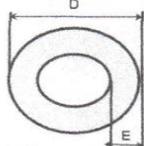
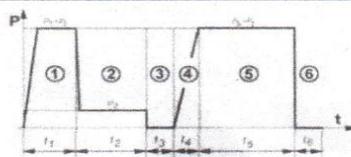
FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAÚLICOS SEGÚN ISO 21307																				Código						
																				FO-OLE-0404						
																				Versión						
																				1						
																NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.								
																CONTRATO:		SCF-2021-00008								
																CONTRATISTA:		RICSONS								
																FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES								
						1		2		3		4		5		t		FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO						
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones			
88	SI	27/7/2021 08:22AM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	27/7/2021 10:24AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
89	SI	27/7/2021 11:15AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	27/7/2021 13:38PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
90	SI	27/7/2021 15:05PM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	27/7/2021 17:15PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
91	SI	27/7/2021 18:32PM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	27/7/2021 20:54PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
92	SI	27/7/2021 21:34PM	710	52.2	13.6	218	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	27/7/2021 23:45PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A			
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:										VERIFICADO POR:							FIRMA:									
CONDICIONES AMBIENTALES:			DIA SOLEADO			DIA NUBLADO			✓		DIA LLUVIOSO		NO		✓		APROBADO POR:					FIRMA:				
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI		NO		✓													

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAÚLICOS SEGÚN ISO 21307																				Código			
																				FO-OLE-0404			
																				Versión			
																				1			
																	NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.						
																	CONTRATO: SCF-2021-00008						
																	CONTRATISTA: RICSONS						
																	FISCALIZADOR: BSLC CONSULTORES						
																	FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO				
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	S (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	3 (Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	4 (Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones
93	SI	28/7/2021 08:10AM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	28/7/2021 10:15AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
93	SI	28/7/2021 11:38AM	710	52.2	13.6	218	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	28/7/2021 13:53PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
95	SI	28/7/2021 14:36PM	710	52.2	13.6	222	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	28/7/2021 16:49PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
96	SI	28/7/2021 17:25PM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	28/7/2021 19:43PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
97	SI	28/7/2021 20:34PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	28/7/2021 21:50PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:															VERIFICADO POR:			FIRMA:					
CONDICIONES AMBIENTALES:			DÍA SOLEADO			DÍA NUBLADO			DÍA LLUVIOSO			APROBADO POR:			FIRMA:								
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA									SI			NO											

FORMATO PARA VERIFICACION EN CAMPO DE PRESIONES, TEMPERATURAS Y TIEMPOS PARA FUSION EN TUBERIAS DE PEAD CON EQUIPOS HIDRAULICOS SEGUN ISO 21307																				Código							
																				FO-OLE-0404							
																				Versión							
																				1							
  										NOMBRE DEL PROYECTO:		INSTALACION DE TUBERÍA PE 100 DN 710 MM PN 12.5 CON METODOLOGÍA DE PERFORACION DIRIGIDA EN CALLE BENJAMÍN CARRIÓN.															
																				CONTRATO:		SCF-2021-00008					
																				CONTRATISTA:		RICSONS					
																				FISCALIZADOR:		BSLC CONSULTORES					
FUSION #	Los equipos Cumplen según FO-OLE-005 (SI/NO)	Fecha y Hora de Inicio de la Fusión	D (mm)	s (mm)	SDR=D/S	T (°C) de la placa calentadora	P1 (BAR)	PT (Presion de Arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	TAMAÑO DEL LABIO INICIAL  [mm]	P2 (De 0 a Presion de Arrastre) bar	T2 (tiempo de calentamiento con PT) seg	(Tiempo maximo para la extraccion de la Placa Calentadora) seg	(Tiempo maximo para lograr la presion interfacial) seg	P5 (BAR)	PT (Presion de arrastre con la que el equipo mueve 1 tubo) bar	T5 (MIN)	(Tiempo minimo de enfriamiento de la fusion en el equipo) min	Fecha y Hora Fin de la Fusión	Coordenadas de la Fusión según GPS	Nombre del Operador	Nombre del Fiscalizador	Firma de Fiscalización	Observaciones				
																								FECHA DE ELABORACION:		CODIGO DEL REGISTRO	
98	SI	29/7/2021 08:10AM	710	52.2	13.6	219	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	29/7/2021 10:10AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
99	SI	29/7/2021 11:30AM	710	52.2	13.6	218	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	29/7/2021 13:10PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
100	SI	29/7/2021 14:30PM	710	52.2	13.6	223	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	29/7/2021 16:40PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
101	SI	29/7/2021 18:45PM	710	52.2	13.6	222	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	29/7/2021 20:40PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
102	SI	29/7/2021 21:42PM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	29/7/2021 23:55PM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
103	SI	29/7/2021 01:30AM	710	52.2	13.6	224	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	29/7/2021 03:36AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
104	SI	29/7/2021 04:30AM	710	52.2	13.6	225	42	20	5.7	20	705	9	24	42	20	55	55	29/7/2021 07:20AM	X	NELSON MERA Y RICHARD PAZ	ING.JOSE LUCAS	X	N/A				
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES:																				VERIFICADO POR:				FIRMA:			
CONDICIONES AMBIENTALES:										DIA SOLEADO		DIA NUBLADO		✓		DIA LLUVIOSO				APROBADO POR:				FIRMA:			
USO DE CARPAS PARA MITIGAR LUZ SOLAR, MATERIAL PARTICULADO O LLUVIA										SI				NO		✓											

Anexo 12. Tabla con la normativa ISO 21307:2017-12

SDH 800 mm
Sección Cilindro: 44 cm²
NORMA ISO 21307: 2017-12
Single LOW-PRESSURE
PE HD

DIAMETRO D mm	ESPESOR E mm	RDE o SDR D/E	TEMPERATURA °C	FASE 1		FASE 2		FASE 3	FASE 4	FASE 5	
				PRESION PRECALENTAMIENTO P1 bar	ANCHO DE REBORDE B1 mm	PRESION CALENTAMIENTO P2 bar	TIEMPO CALENTAMIENTO t2 Segundos	TIEMPO APERTURA Y CIERRE t3 Segundos	TIEMPO ALCANCE DE PRESION t4 Segundos	PRESION DE FUSION P5 bar	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO CON PRESION t5 Minutos
450	11.0	41	225+/-10	6	1.6	0 hasta Arrastre	149	5	17	6	14
450	13.8	33	225+/-10	7	1.9	0 hasta Arrastre	186	5	17	7	17
450	17.2	26	225+/-10	9	2.2	0 hasta Arrastre	232	6	17	9	20
450	21.5	21	225+/-10	11	2.7	0 hasta Arrastre	290	6	17	11	25
450	25.5	17.6	225+/-10	13	3.1	0 hasta Arrastre	344	7	17	13	29
450	26.7	17	225+/-10	14	3.2	0 hasta Arrastre	360	7	17	14	30
450	33.1	13.6	225+/-10	17	3.8	0 hasta Arrastre	447	7	17	17	36
450	40.9	11	225+/-10	20	4.6	0 hasta Arrastre	552	8	17	20	44
450	50.3	9	225+/-10	24	5.5	0 hasta Arrastre	679	9	17	24	53
450	61.5	7.4	225+/-10	29	6.7	0 hasta Arrastre	830	10	17	29	65
500	12.3	41	225+/-10	7	1.7	0 hasta Arrastre	166	5	18	7	15
500	15.3	33	225+/-10	9	2.0	0 hasta Arrastre	207	6	18	9	18
500	19.1	26	225+/-10	11	2.4	0 hasta Arrastre	258	6	18	11	22
500	23.9	21	225+/-10	14	2.9	0 hasta Arrastre	323	6	18	14	27
500	28.3	17.7	225+/-10	16	3.3	0 hasta Arrastre	382	7	18	16	31
500	29.7	17	225+/-10	17	3.5	0 hasta Arrastre	401	7	18	17	33
500	36.8	13.6	225+/-10	21	4.2	0 hasta Arrastre	497	8	18	21	40
500	45.4	11	225+/-10	25	5.0	0 hasta Arrastre	613	9	18	25	48
500	55.8	9	225+/-10	30	6.1	0 hasta Arrastre	753	10	18	30	59
500	43.1	7.4	225+/-10	24	4.8	0 hasta Arrastre	562	8	18	24	46
560	13.7	41	225+/-10	9	1.9	0 hasta Arrastre	185	5	20	9	17
560	17.2	33	225+/-10	11	2.2	0 hasta Arrastre	232	6	20	11	20
560	21.4	26	225+/-10	14	2.6	0 hasta Arrastre	289	6	20	14	24
560	26.7	21	225+/-10	17	3.2	0 hasta Arrastre	360	7	20	17	30
560	31.7	17.7	225+/-10	20	3.7	0 hasta Arrastre	428	7	20	20	35
560	33.2	17	225+/-10	21	3.8	0 hasta Arrastre	448	7	20	21	36
560	41.2	13.6	225+/-10	26	4.6	0 hasta Arrastre	556	8	20	26	44
560	50.8	11	225+/-10	31	5.6	0 hasta Arrastre	686	9	20	31	54
630	15.4	41	225+/-10	11	2.0	0 hasta Arrastre	208	6	22	11	18
630	19.3	33	225+/-10	14	2.4	0 hasta Arrastre	261	6	22	14	22
630	24.1	26	225+/-10	18	2.9	0 hasta Arrastre	325	6	22	18	27
630	30.0	21	225+/-10	22	3.5	0 hasta Arrastre	405	7	22	22	33
630	35.7	17.6	225+/-10	26	4.1	0 hasta Arrastre	482	8	22	26	39
630	37.4	17	225+/-10	27	4.2	0 hasta Arrastre	505	8	22	27	40
630	46.3	13.6	225+/-10	33	5.1	0 hasta Arrastre	625	9	22	33	49
630	57.2	11	225+/-10	40	6.2	0 hasta Arrastre	772	10	22	40	60
710	17.3	41	225+/-10	15	2.2	0 hasta Arrastre	234	6	24	15	20
710	21.5	33	225+/-10	18	2.7	0 hasta Arrastre	290	6	24	18	25
710	27.2	26	225+/-10	23	3.2	0 hasta Arrastre	367	7	24	23	30
710	33.9	21	225+/-10	28	3.9	0 hasta Arrastre	458	7	24	28	37
710	40.3	17.6	225+/-10	33	4.5	0 hasta Arrastre	544	8	24	33	43
710	42.1	17	225+/-10	34	4.7	0 hasta Arrastre	568	8	24	34	45
710	52.2	13.6	225+/-10	42	5.7	0 hasta Arrastre	705	9	24	42	55
710	64.5	11	225+/-10	51	7.0	0 hasta Arrastre	871	10	24	51	68
800	19.5	41	225+/-10	18	2.5	0 hasta Arrastre	263	6	27	18	23
800	24.2	33	225+/-10	23	2.9	0 hasta Arrastre	327	6	27	23	27
800	30.2	26	225+/-10	28	3.5	0 hasta Arrastre	408	7	27	28	33
800	38.0	21	225+/-10	35	4.3	0 hasta Arrastre	513	8	27	35	41
800	45.4	17.6	225+/-10	42	5.0	0 hasta Arrastre	619	9	27	42	48
800	47.4	17	225+/-10	43	5.2	0 hasta Arrastre	640	9	27	43	50
800	58.8	13.6	225+/-10	53	6.4	0 hasta Arrastre	794	10	27	53	62
800	72.7	11.0	225+/-10	64	7.8	0 hasta Arrastre	981	11	27	64	76

Anexo 13. Tabla de marcas/proveedores de tubería y accesorios de polietileno en Ecuador

MARCAS/PROVEDOORES DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE POLIETILENO EN ECUADOR	
Descripción	Marca/Proveedor
Tuberias de polietileno	Extracol
	Tigre Perú
	REVINCA
	Mexichem Peru
	Plastigama - Mexichem Ecuador
	TECPIPE Chile
	IDROTHERM
Accesorios de polietileno	IWIA
	George Fisher
	PLASSON
	Plastitalia
	Philmac
	IWIA
	Ricsons
Extracol	
Tigre Perú	

Elaborado por: Arguello & Velez (2021)

Anexo 14. Presupuesto y Cronograma de Obra (Recreando información) – Método Termofusión – Rehabilitación de redes- requerimientos del sistema agua potable en obras municipales, en varios sectores de la ciudad de Guayaquil

Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario (SIN IND)	Precio Total
MATERIALES				\$ 110,28
SUMINISTRO				\$ 110,28
SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP				\$ 110,28
TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	m	2,14	0,59	\$ 1,26
TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10,00	5,05	\$ 50,50
SILLETAS DE TERMOFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM	u	2,00	3,40	\$ 6,80
TEE PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM X 90MM (*)	u	2,00	14,23	\$ 28,46
CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 45° (*)	u	1,00	10,41	\$ 10,41
CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 90° (*)	u	1,00	12,85	\$ 12,85
OBRA CIVIL				\$ 1.023,11
INSTALACION				\$ 1.023,11
PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.				\$ 3,70
PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	10,00	0,37	\$ 3,70
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP				\$ 1.002,21
CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	H	8,00	15,18	\$ 121,44
ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INCLUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	H	8,00	32,00	\$ 256,00
DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	27,00	4,03	\$ 108,81
ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	H	8,00	19,55	\$ 156,40
ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	H	8,00	7,50	\$ 60,00
BOMBEO DE D=3"	Día	1,00	45,58	\$ 45,58
RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	12,60	12,56	\$ 158,28
RELLENO DE ARENA	m3	5,34	14,66	\$ 78,20
BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	m3	0,11	162,04	\$ 17,50
ACTIVIDADES ADICIONALES				\$ 17,20
PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10,00	0,56	\$ 5,62
DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10,00	1,16	\$ 11,58
MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN				\$ 45,34
MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y FACTORES AMBIENTALES				\$ 45,34
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN				\$ 45,34
COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	gl	1,00	45,34	\$ 45,34
			SUB TOTAL	\$ 1.178,73
			19% INDIRECTOS	\$ 223,96
			SUBTOTAL (SIN IVA)	\$ 1.402,69
			12% IVA	\$ 168,32
			SUBTOTAL (CON IVA)	\$ 1.571,01
			TOTAL	\$ 1.571,01

CRONOGRAMA DE OBRA						SEMANA 1							SEMANA 2						
						DIAS							DIAS						
ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.UNIT	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	TUBERIA PEAD 100 20MM X 1MPA (145PSI) PLASTIGAMA	m	2,14	0,59	1,26														
2	TUBO PEAD PE 100 PN 10 BARS SDR 17 DIAM 90 MM (ROLLO X 100 MT)	m	10,00	5,05	50,50														
3	SILLETAS DE TERMOFUSIÓN PARA PEAD Ø 90MM X 20 MM	u	2,00	3,40	6,80														
4	TEE PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM X 90MM (*)	u	2,00	14,23	28,46														
5	CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 45º (*)	u	1,00	10,41	10,41														
6	CODO PEAD PE 100 PN 10 PARA TERMOFUSIÓN Ø 90MM 90º (*)	u	1,00	12,85	12,85														
7	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	10,00	0,37	3,70														
8	CUADRILLA N°1 (INCLUYE 1 MAESTRO+ 1 OFICIAL+ 2 AYUDANTES)	H	8,00	15,18	121,44														
9	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA 100HP (INCLUYE OPERADOR Y TRANSPORTE)	H	8,00	32,00	256,00														
10	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	27,00	4,03	108,81														
11	ALQUILER DE CAMION 4 TONELADAS (INCLUYE CONDUCTOR)	H	8,00	19,55	156,40														
12	ALQUILER DE GENERADOR 4 KW - 8.5 Kw (DIESEL)	H	8,00	7,50	60,00														
13	BOMBEO DE D=3"	Dia	1,00	45,58	45,58														
14	RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	12,60	12,56	158,28														
15	RELLENO DE ARENA	m3	5,34	14,66	78,20														
16	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC0280KH/CM2 (V= 0,40*0,40*0,30)*3U	m3	0,11	162,04	17,50														
18	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10,00	0,56	5,62														
19	DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS MATRICES DE D=63MM,90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	10,00	1,16	11,58														
19	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	gl	1,00	45,34	45,34														

Anexo 15. Presupuesto y Cronograma de Obra (Recreando información) – Método Electrofusión – Instalación de Tubería PE 100 DN 710 mm PN 12,5 con Metodología de Perforación Dirigida en Calle Benjamín Carrión

Rubro	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario (SIN IND)	Precio Total
	MATERIALES				\$ 621.564,00
	SUMINISTRO				\$ 621.564,00
	SUMINISTRO DE TUBERIA DE AAPP				\$ 621.564,00
1	TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	m	1.250,00	285,32	\$ 356.650,00
2	MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 700 M	u.	104,00	2.547,25	\$ 264.914,00
	OBRA CIVIL				\$ 389.534,72
	INSTALACION				\$ 389.534,72
	PREPARACION DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS. SONDEO.				\$ 462,50
3	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	1.250,00	0,37	\$ 462,50
	INSTALACIÓN DE TUBERIA DE AAPP				\$ 368.509,19
4	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA	M	1.250,00	6,99	\$ 8.737,50
5	EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 2.00M HASTA 3.50M DE PROFUNDIDAD	m3	6.250,00	3,71	\$ 23.187,50
6	PERFILADA DE PAVIMENTO RÍGIDO DE HS EN CALLE, INCLUYE MATERIAL BITUMINOSO/SELLAR/JUNTA	m	2.504,00	4,47	\$ 11.192,88
7	ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLE DE E = 0.25M, CON BOB - CAT.	m2	2.500,00	22,31	\$ 55.775,00
8	MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)	m3	2.500,00	13,47	\$ 33.675,00
9	TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2.01 HASTA 3.50 METROS DE PROFUNDIDAD PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	M2	4.375,00	15,22	\$ 66.587,50
10	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	1.687,50	22,23	\$ 37.515,66
11	RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	1.687,50	22,79	\$ 38.460,66
12	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	6.250,00	4,06	\$ 25.375,00
13	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4,5 MPA MOD ROT FLEX	m3	375,00	181,34	\$ 68.002,50
	ACTIVIDADES ADICIONALES				\$ 20.563,02
14	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=650MM-800 mm. CONTRATISTA.	m	1.250,00	10,24	\$ 12.798,52
15	BOMBEO	Global	1,00	684,28	\$ 684,28
16	SONDEO DE 3,01 M HASTA 5,00 METROS (INCLUYE EXCAVACION, DESALOJO, REPLANTILLO DE ARENA, RELLENO MATERIAL	u	2,00	1.454,82	\$ 2.909,65
17	DESINFECCION DE TUBERIAS MATRICES DE D=650 MM - 800MM CONTRATISTA	m	1.250,00	3,34	\$ 4.170,58
	MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y FACTORES AMBIENTALES				\$ 20.221,97
	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN				\$ 20.221,97
18	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	Global	1,00	20.221,97	\$ 20.221,97
				SUB TOTAL	\$ 1.031.320,69
				19% INDIRECTOS	\$ 195.950,93
				SUBTOTAL (SIN IVA)	\$ 1.227.271,62
				12% IVA	\$ 147.272,59
				SUBTOTAL (CON IVA)	\$ 1.374.544,22
				TOTAL	\$ 1.374.544,22

CRONOGRAMA DE OBRA						Duración (Días)	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.UNIT	TOTAL		SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	TUBERÍA PEAD PE 100 PN 12.5 BARS SDR 13.6 DIAM 700 MM	m	1250.00	285.32	356650.00	35.00	█																							
2	MANGUITO UNIÓN PEAD PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIAM 700 M	u.	104.00	2547.25	264914.00	35.00	█																							
3	PREPARACIÓN DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	m	1250.00	0.37	462.50	7.00		█																						
4	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA	M	1250.00	6.99	8737.50	133.00																								
5	EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 2.00M HASTA 3,50M DE PROFUNDIDAD	m3	6250.00	3.71	23187.50	133.00																								
6	PERFILADA DE PAVIMENTO RÍGIDO DE HS EN CALLE, INCLUYE MATERIAL BITUMINOSO/SELLAR/JUNTA	m	2504.00	4.47	11192.88	140.00																								
7	ROTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLE DE E = 0.25M, CON BOB - CAT.	m2	2500.00	22.31	55775.00	140.00																								
8	MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)	m3	2500.00	13.47	33675.00	133.00																								
9	TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 2.01 HASTA 3.50 METROS DE PROFUNDIDAD PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	M2	4375.00	15.22	66587.50	133.00																								
10	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	1687.50	22.23	37515.66	133.00																								
11	RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	1687.50	22.79	38460.66	133.00																								
12	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(Incluye esponjamiento)	m3	6250.00	4.06	25375.00	133.00																								
13	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4,5 MPA MOD ROT FLEX	m3	375.00	181.27	67976.25	14.00																								
14	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=650MM-800 mm, CONTRATISTA.	m	1250.00	10.24	12798.52	14.00																								
15	BOMBEO	Global	1.00	684.28	684.28	133.00																								
16	SONDEO DE 3,01 M HASTA 5,00 METROS (INCLUYE EXCAVACION, DESALOJO, REPLANTILLO DE ARENA, RELLENO MATERIAL IMPORTADO,	u	2.00	1454.82	2909.65	7.00		█																						
17	DESINFECCION DE TUBERIAS MATRICES DE D=650 MM - 800MM CONTRATISTA	m	1250.00	3.34	4170.58	14.00																								
18	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA	Global	1.00	20221.97	20221.97	161.00																								