


UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	Jhoan Sebastián.	
Apellido (s):	Suárez Rubiano.	
Código:	20161375015	
E-mail:	Sebasto@hotmail.com	
Teléfono fijo:	4017266	
Celular:	310 257 5530	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO EN LA SOLDABILIDAD DE UN ACERO DOBLE FASE.	
Duración (estimada):		
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Proyecto Científico	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo tecnológico local e institucional.	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:		
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Ciencia de los materiales, metalografía, soldadura, tratamientos térmicos.	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	Carlos Arturo Bohórquez Ávila
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor) :(Vo. Bo.)	

TABLA DE CONTENIDO.

0.	RESUMEN.....	4
0.	INTRODUCCIÓN.....	4
1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
2.	ESTADO DEL ARTE.....	6
3.	JUSTIFICACIÓN.....	8
4.	OBJETIVOS.....	9
	a. Objetivo General.....	9
	b. Objetivos Específicos.....	9
5.	MARCO TEÓRICO.....	10
	a. Soldabilidad.....	10
	b. Ensayo de tensión.....	10
	c. Ensayo de impacto (Charpy).....	10
	d. Precalentamiento.....	11
	e. Temple (Quenching).....	11
	f. Zona Afectada por el Calor (ZAC).....	12
	g. Aceros Dual Phase.....	14
6.	METODOLOGÍA.....	15
	a. Documentación.....	15
	a. Preparación de Probetas.....	15
	b. Secuencia de tiempos y temperaturas para el proceso de soldadura.....	16
	c. Recolección de datos.....	16
	d. Análisis.....	16
	e. Conclusiones.....	16
7.	CRONOGRAMA.....	17
8.	PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN.....	19
	BIBLIOGRAFÍA.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS.

ILUSTRACIÓN 1 Elemento sometido a fuerzas axiales.....	10
ILUSTRACIÓN 2 Diagrama tiempo-transformación-temperatura de enfriamiento continuo para un acero con contenido de medio carbono.....	12
ILUSTRACIÓN 3 Distribución de temperatura y la zona afectada por el calor en una soldadura de acero inoxidable 304	14
ILUSTRACIÓN 4 Diagrama Gantt para el control del cronograma.....	18

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1 Presupuesto general del proyecto.....	19
TABLA 2 Presupuesto específico del proyecto.....	20

0. RESUMEN.

Un proceso de soldadura SMAW (electrodo metálico revestido) crea en la zona adyacente al material fundido una Zona Afectada por el calor (ZAC), que tiene características microestructurales distintas a las del material base, propiedades como el punto de fusión, la difusividad y conductividad térmica del material de aporte y del base condicionan las características de esta Zona Afectada por el Calor.

Las propiedades mecánicas de los elementos presentes en la microestructura de la zona afectada por el calor (ZAC) generalmente ocasionan la parte más frágil de una estructura de acero. Por esto que el siguiente trabajo de investigación esté enfocado en realizar procesos de soldadura SMAW a un acero SAE 1045 templado a temperatura intercrítica y precalentado a diferentes temperaturas, con el fin de obtener datos de las muestras y probetas fabricadas para cada uno de los procesos.

El estudio de soldabilidad de los materiales es de gran valor para poder predecir el comportamiento de los cordones de soldadura cuándo están sometidos a un estrés mecánico, es importante diseñar bajo parámetros y con restricciones ya conocidas para garantizar confiabilidad en una estructura o elemento.

0. INTRODUCCIÓN.

La carrera por desarrollar materiales que satisfacen las necesidades específicas de diseño a nivel global, conlleva a caracterizar todos y cada uno de los aceros en distintos ambientes de trabajo, por dichas razones se realizan estudios de soldabilidad donde se busca establecer relaciones entre la sanidad, la

microestructura obtenida en las diferentes zonas de soldadura, las propiedades mecánicas de las mismas y su desempeño¹

Se sabe que el acero SAE 1045 hace parte de los aceros AHSS (*Advanced High Strength Steel*) o aceros aleados de alta resistencia, con características de Dual Phase (DP) o aceros doble fase. Debido a los componentes presentes en este, se han desarrollado procesos de manufactura importantes, por lo tanto se hace imprescindible controlar las variables en las condiciones de soldeo y aplicación de la soldadura. Los esfuerzos por caracterizar los materiales se hacen importantes sabiendo que todos los esfuerzos mecánicos y las cargas externas se verán transmitidos en las juntas donde existan uniones soldadas.

Se espera que los resultados de un estudio de soldabilidad contengan la información necesaria para modificar características del proceso de soldadura y de preparación del material base, con el fin de evitar características microestructurales indeseadas que a su vez generen Kt's, Fracturas y agrietamientos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El acero SAE 1045 es empleado para fabricar distintos tipos de estructuras y elementos de máquinas debido a sus grandes propiedades de resistencia y conformado, cuando la demanda de resistencia es alta pueden ser sometidos a procesos de tratamiento térmico aumentando la fase martensítica y causando tensiones que afectan al material base.² La martensita se caracteriza por su alta dureza por consecuente será de alta fragilidad, en su proceso de formación el

¹ **Castilla Iván. Unfried Jimmy.** *Soldabilidad de un acero microaleado utilizando el proceso SMAW y metal de aporte ferrítico de alta resistencia.* pág. 26 2008.

² **Suárez Sebastián.** Anteproyecto. *Influencia del pre y post calentamiento en la microestructura de la zona afectada por el calor (ZAC) en un acero SAE 1045 templado desde temperaturas intercríticas.* Pág. 5 2014

volumen aumenta generando dichas tensiones, algo inminente al realizar procesos de soldadura con electrodo revestido.

El aporte térmico que genera el proceso de soldadura SMAW, conlleva cambios físicos y químicos en la zona aledaña al depósito de soldadura, esto se ve representado en disminución de los valores de las propiedades mecánicas como lo son la resistencia última a la tensión, la resistencia al impacto y el límite de fluencia. Los factores importantes que repercuten en la disminución de los valores de las propiedades anteriormente descritas son a nivel microestructural los tamaños de grano, inclusiones, precipitados, esfuerzos residuales, entre otros. Además de ser afectadas por los cambios microestructurales, la presencia de discontinuidades en el cordón de soldadura, poros, microgrietas e inclusiones de elementos químicos en el momento de depositar el material de aporte, también estarían afectando.

2. ESTADO DEL ARTE.

Actualmente se han desarrollado distintos estudios de soldabilidad con el fin de establecer los procedimientos más adecuados para los procesos de soldadura en general, esta información puede ser consultada en monografías, artículos publicados en revistas de investigación, artículos publicados por las marcas registradas y libros en general. Empresas dedicadas a la fabricación de recipientes a presión, estructuras complejas, industria automotriz para vehículos blindados y maquinaria pesada, son pioneras en ejecutar estudios que le suministren información de calidad para desarrollar nuevas tecnologías y productos con mejores características.

Distintas clases de información suministrada se tendrán en cuenta para el desarrollo de los objetivos del proyecto, por consecuente en la siguiente monografía donde realizan el estudio acerca del comportamiento del acero

inoxidable 304 y que “consiste en analizar el comportamiento de este acero al ser sometido a tres procesos de soldadura por arco eléctrico como lo son el proceso SMAW, GTAW Y GMAW. Se ha procedido escogiendo un metal de aporte que reúna las exigencias, teniendo en cuenta las recomendaciones de diferentes proveedores y realizando un diseño de procedimiento de soldadura para cada proceso con su respectiva calificación; se han aplicado ensayos no destructivos como inspección visual y radiografía industrial, pruebas metalográficas y de dureza, para obtener información acerca de las propiedades mecánicas y metalúrgicas del metal que permitan hacer una comparación entre las uniones soldadas y sus condiciones finales”.³

En el artículo publicado por el grupo de investigación en soldadura de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín donde “se estudió la soldabilidad de uniones de un acero templado y revenido para blindajes del tipo MIL A46100 (Fe; 0,28% C; 0,30% Cr; 0,24% Mo y 0,20% Ni), usando metal de aporte AWS E11018M, y el proceso *Smaw* (soldadura al arco eléctrico con electrodo revestido), a través de relaciones generadas entre microestructura, variables del proceso y propiedades mecánicas (tracción, impacto Charpy V y microdurezas), en juntas de soldadura. Asimismo se evaluó el agrietamiento en frío a través de dos ensayos (severidad térmica controlada y placa H), y el desempeño en servicio (balístico) de las mismas, obtenidas al practicar uniones con dos entradas de calor, denominadas alta y baja. Se estableció la incidencia del aporte calórico sobre las propiedades y el desempeño”.⁴

Los procedimientos experimentales para la recolección de los datos son similares en cada una de las investigaciones, por otro lado, el enfoque de los resultados es similar en todos los casos. En el siguiente artículo Se analiza la soldabilidad con relación a la temperatura de precalentamiento de un acero de alta resistencia templado y revenido utilizado en aplicaciones estructurales. Diferentes métodos predictivos son considerados para establecer las condiciones de precalentamiento

³ **Cañas Mendoza, Laura Yanneth.** *Estudio de la soldabilidad del acero inoxidable 304 con la aplicación de tres procesos de soldadura SMAW, GTAW y GMAW** pág.15 2010

⁴**Castilla Iván. Unfried Jimmy.** *op.cit.*,p.25.

con resultados muy variables, en un caso no fija necesidad del mismo y en otros se exige una temperatura mayor a 200°C. En consecuencia se evalúa la utilización de métodos experimentales para determinar la temperatura de precalentamiento más adecuada compatible con condiciones de aplicación extremas bajo las cuales puede ejecutarse la soldadura, tales como elevada humedad relativa y espesor grueso, minimizando el riesgo de fisuración. La soldadura se realiza mediante proceso FCAW automatizado utilizando un electrodo básico de bajo hidrógeno E110T-5-K4, con protección gaseosa, sobre un acero ASTM A514 Gr B de 25mm de espesor. Una evaluación de la microestructura por microscopía óptica y electrónica así como mediciones de microdureza son realizadas sobre muestras de las juntas soldadas correspondientes a condiciones con y sin precalentamiento. Finalmente del análisis surge cual es la temperatura más adecuada, bajo las condiciones planteadas, que permite realizar soldaduras de este acero con un bajo riesgo a la aparición de fisuras.⁵

3. JUSTIFICACIÓN.

En años recientes el desarrollo de mega proyectos se vale de grandes cantidades de acero estructural, la tendencia se basa en reemplazar estructuras fabricadas en hormigón, mortero y demás elementos por estructuras metálicas, esto debido a su bajo peso y su alta resistencia. La industria automotriz para vehículos blindados incursiona con estructuras complejas donde se requiere la reducción de peso, respuesta efectiva al impacto a altas velocidades y seguridad del personal. Debido a que los procesos donde se utilizan este tipo de acero son de carácter crítico, se plantean distintos tipos de ensayos mecánicos y de tratamientos térmicos con el fin de caracterizar las propiedades de soldabilidad.

⁵ **Asta, Eduardo P, Zalazar Mónica y Quesada Héctor J.** *Efecto en la temperatura de precalentamiento en la soldabilidad de un acero ASTM A514 GR B* pág 1 2003

De estos ensayos mecánicos la interpretación correcta de las imágenes suministradas por las muestras metalográficas y el análisis ideal de los valores obtenidos en los ensayos de tracción e impacto, en relación con los procesos de tratamiento térmico de temple a temperatura intercrítica y precalentado, son de vital importancia para establecer los procedimientos a ciertas condiciones de una soldadura SMAW más recomendados y benéficos para la microestructura de la Zona colindante al cordón depositado.

4. OBJETIVOS.

a. Objetivo General.

- Establecer la influencia de las temperaturas de precalentamiento en la soldabilidad de un acero doble fase bajo la norma AWS B4.0:2007

b. Objetivos Específicos.

- Elaborar WPS (Welding Procedure Specification) según la norma AWS D1.4/D1.4M:2011
- Fabricar las probetas para las uniones soldadas de tensión e impacto de acuerdo a la norma AWS B4.0:2007.
- Realizar las pruebas de microdureza y microestructura para los diferentes procesos de soldadura.

5. MARCO TEÓRICO

a. Soldabilidad

La soldabilidad de un material, se define como una propiedad tecnológica que mide la capacidad del material de dejarse unir en forma técnica y económica con los procesos y técnicas de soldadura mediante procedimiento adecuados que aseguren la calidad del depósito de soldadura acorde con las especificaciones establecidas en el diseño. El grado de soldabilidad está determinado en gran manera por la sanidad del material y facilidad a soldarse sin necesidad de recurrir a sendos procedimientos previos, durante y post soldadura. (Maury et al., 2009)⁶

b. Ensayo de tensión

Consiste en el alargamiento uniforme de un material debido a fuerzas axiales, cuando la barra se tensa debido a las fuerzas F , como en la ilustración 1, los esfuerzos resultantes se denominan esfuerzos de tensión

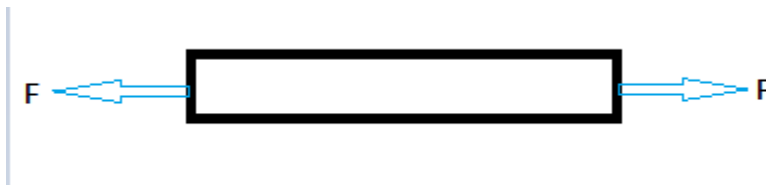


Ilustración 1. Elemento sometido a fuerzas axiales

c. Ensayo de impacto (Charpy)

Permite calcular cuanta energía logra disipar una probeta al ser golpeada por un pesado péndulo en caída libre, el ensayo muestra valores en julios, la probeta

⁶ Niebles Enrique., Unfried Jimy., Torres Jaime. *Metodología para el estudio de soldabilidad en uniones soldadas*. Pág. 4 2013

posee un entalle estándar para facilitar el inicio de la fisura, luego de golpear la probeta el péndulo sigue su camino hasta alcanzar cierta altura que depende de la cantidad de energía disipada al golpear.

d. Pre calentamiento

Consiste en calentar el Material Base antes y durante la soldadura manteniendo la Temperatura del mismo entre un valor mínimo (Temperatura de Pre calentamiento) y uno máximo (Temperatura entre pasadas)⁷

e. Temple (Quenching)

Un tratamiento térmico de temple tiene como propósito generar ciertos cambios deseados en la microestructura de un material, además de las propiedades mecánicas. El objetivo es aumentar la dureza y la resistencia mecánica del acero llevándolo a una temperatura de austenización y luego de esto someterlo a un enfriamiento brusco por medio de agua, aceite o salmuera, transformando la austenita en martensita que es el microconstituyente duro característico de estos aceros. Una solución sólida es conocida como una temperatura intercrítica, esta elimina la transformación de bainita y perlita formando martensita; garantizando el agua, el aceite o la salmuera como medio de enfriamiento. La estructura presente en este proceso se puede determinar mediante un diagrama Temperatura-Transformación-Tiempo.⁸

“En medio del temple los defectos de mayor importancia son el sobrecalentamiento y el largo periodo de exposición. Se presentan como la ampliación de las agujas de martensita y la fractura de grano grueso. Esto conduce a una alta fragilidad de los productos templados y la formación de grietas.

⁷ **Laufgang Sergio**,. *Tratamiento térmico de soldadura*. Termo Soldex SA. Pág 41

⁸ **Suárez Sebastián**. *Anteproyecto.op.*,p.10

Las grietas a menudo se forman en los límites de los granos de austenita iniciales. Una temperatura de enfriamiento bajo o poco tiempo de mantenimiento a la temperatura dada provoca temple incompleto. En este caso, un metal templado no es suficientemente duro”.⁹

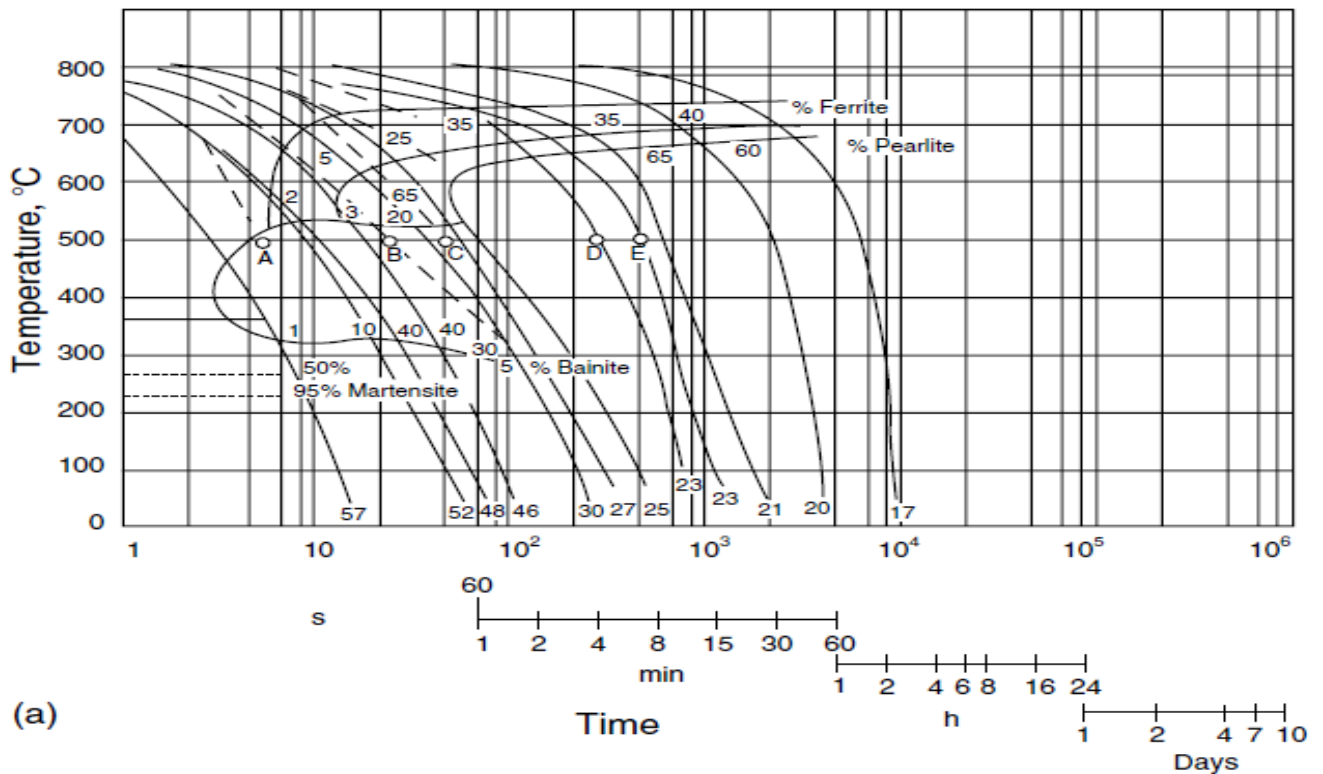


ILUSTRACIÓN 2- Diagrama tiempo-transformación-temperatura de enfriamiento continuo para un acero con contenido medio de carbono.

f. Zona Afectada por el Calor (ZAC)

La zona afectada por el calor (ZAC) es la zona aledaña al cordón de soldadura en el metal base, afectada durante este proceso o corte del material donde la microestructura y las propiedades mecánicas se han alterado por el calor. Esta

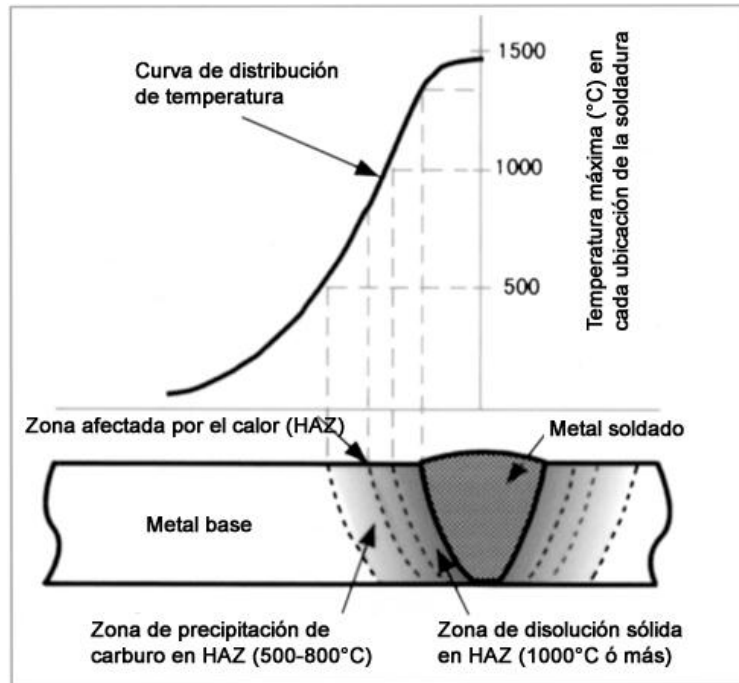
⁹ Totten, Ph. D. George E. *Steel heat treatment metallurgy and technologies*. United States of America : Taylor and Francis Group Llc, 2006. pág. 13-17, 122, 162.

alteración puede no ser beneficiosa reduciendo la resistencia del material base. Las zonas afectadas por el calor varían su tamaño y sus propiedades mecánicas. El alcance y la magnitud de la ZAC son inversamente proporcionales a los valores de difusividad térmica del material, cuando la difusividad térmica es alta, la velocidad de enfriamiento del material es alta y la ZAC es pequeña, en cambio cuando la difusividad térmica es baja, la velocidad de enfriamiento es más lenta y la ZAC es más grande. El alcance y la magnitud del cambio de propiedad dependen principalmente de Material base, Soldadura de metal de relleno, Cantidad y la concentración de entrada de calor por el proceso de soldadura.¹⁰

El ancho de la ZAC está influenciado por:

- La velocidad de corte, en general las velocidades altas dan como resultado una menor ZAC.
- Amperaje (cuando se usa plasma) - Para un espesor dado de metal, un amperaje superior (y en consecuencia, una mayor velocidad de corte) se traduce en un menor ZAC.
- Tipo de metal a cortar - Aumento de las temperaturas y tiempos de corte más largo se traducirá en una mayor ZAC.

¹⁰ **Suárez Sebastián.** *Anteproyecto.op.*,p.11



ILUSTRACION 3— Distribución de temperatura y la zona afectada por el calor en una soldadura de acero inoxidable 304.

g. Aceros Dual Phase.

Los aceros Dual Phase (DP) consisten en una matriz ferrítica que contiene una fracción variable de fase martensítica de alta dureza. La fracción de segunda fase martensítica aumenta con el aumento de la resistencia deseada del acero. La fase ferrítica blanda es generalmente continua, proveyendo una excelente ductilidad.¹¹ Cuando estos aceros se conforman, la deformación se concentra en la fase ferrítica blanda, rodeando las “islas” de martensita, generando una alta tasa de endurecimiento por deformación para estos materiales¹².

¹¹ Suárez Sebastián. *Anteproyecto.op.*,p.13

¹² Lorusso Hernán, Burgueño Alejandro, Svoboda Hernán. *propiedades mecánicas y caracterización microestructural de diferentes aceros dual-phase*. Conamet/sam-2008.

6. METODOLOGÍA

a. Documentación.

Para el estado del arte es importante una buena documentación que es la que permite aclarar información importante para el desarrollo de los objetivos; se recurre a búsquedas especializadas en las bases de datos que hacen parte de la universidad como lo son Scielo, Sciencedirect, Enginery village y artículos publicados en revistas colgados en la nube.¹³

a. Preparación de Probetas.

El material base será un acero AISI SAE 1045, adquirido en **ACEFER Y CIA LTDA.** Aunque la compañía entrega un certificado de la composición química del material, es necesario realizar una espectrometría de rayos X a una muestra del material adquirido, para asegurar que este es un material que cumple con las características físicas de un Acero AISI SAE 1045. Este material será cortado en medidas convenientes para el proceso de mecanizado de los perfiles, las juntas y las dimensiones de la mufla en la que serán introducidas para el tratamiento térmico a temperatura intercrítica y luego precalentado. Las soldaduras se realizarán posterior al precalentamiento y la preparación de las probetas para la obtención de los resultados se hará de la siguiente manera:

- ✓ Ensayo de tensión: mecanizado bajo la norma AWS B4.0:2007 An American National Standard
- ✓ Ensayo de impacto (Charpy V): : mecanizado bajo la norma AWS B4.0:2007 An American National Standard
- ✓ Probetas metalográficas: cortes transversales a la soldadura donde se evidencie en la totalidad la ZAC

¹³ **Suárez Sebastián.** *Anteproyecto.op.*,p.14

b. Secuencia de tiempos y temperaturas para el proceso de soldadura.

Las juntas de acero SAE 1045 serán sometidas a un proceso de templado a temperatura intercrítica con enfriamiento en agua, tres distintas temperaturas de precalentamiento a 250°C y una segunda temperatura de 400°C. Los procesos de temple y precalentamiento se realizarán durante 30 minutos en ambientes controlados; las soldaduras se realizarán luego de realizar los tratamientos térmicos de temple y sobre las temperaturas de precalentamiento descritas anteriormente.

c. Recolección de datos.

Se llevará a cabo en los laboratorios de metalografía y resistencia de materiales de la facultad tecnológica, donde se obtendrán con el microscopio Ref. ZEID 1600x, mediante la utilización del software MOTIX®, la Máquina universal de ensayos serie UH-AC y el Péndulo de impacto SATEC SI-1^a, Esto para tomar información de las microestructuras, valores de resistencia a la tensión y al impacto de la junta respectivamente.

d. Análisis.

Las imágenes obtenidas por el microscopio y los valores encontrados para la resistencia a la tensión y al impacto, serán analizados exactamente en la junta de la unión soldada, donde se espera encontrar resultados que convengan las expectativas del proyecto.

e. Conclusiones

Se podrá determinar la resistencia a la tensión y al impacto de una unión soldada por arco, con electrodo metálico revestido; bajo los efectos del tratamiento térmico de temple a temperatura intercrítica y precalentamiento a distintas temperaturas.

7. CRONOGRAMA.

Una vez se establecen las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto, se procede a organizarlas cronológicamente en un diagrama de Gantt, en el cual se cuenta con el inicio y la terminación de cada actividad en una escala de tiempo horizontal. La interacción y las relaciones de precedencia aquí pueden verse fácilmente y evaluarse en términos de su impacto en otros trabajos. La escala de tiempo indica la dirección de avance del proyecto, así las actividades no pueden comenzarse hasta que se hayan completado las actividades anteriores.¹⁴

¹⁴ **Duffuaa.** *Sistemas de Mantenimiento, Planeacion y Control.* Mexico : Limusa Wiley, 2006. pág. 420.

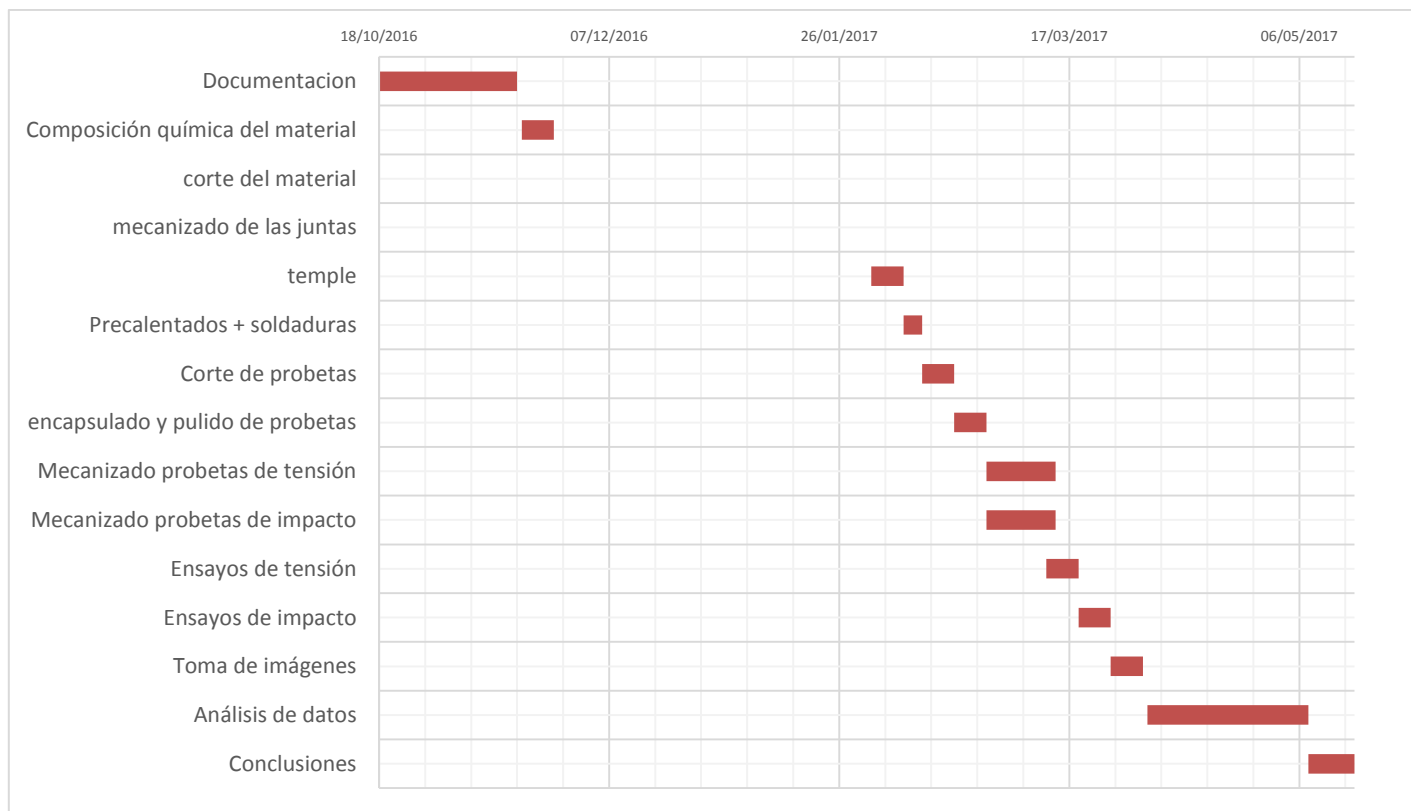


ILUSTRACIÓN 4- Diagrama Gantt para el control Actividad-Tiempo.

8. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN.

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO.		
Duración estimada en meses.	6	
Semanas.	24	
Descripción.	Costo asociado.	Fuentes de financiación.
Autor.(Tiempo)	\$7,800,000.00	Personal.
Director o tutor (Interno).	\$1,200,000.00	Institucional.
Software o equipo de apoyo.	\$800,000.00	Institucional.
Máquinas herramienta	\$500,000,00	Institucional.
Pruebas de Laboratorio.	\$1'500,000.00	Institucional.
Gastos Generales.	\$500,000.00	Institucional.
Subtotal.	\$12,300,000,00	
2 % de Imprevistos.	\$246,000.00	Personal.
Total presupuestado.	\$12.546,000.00	

TABLA 1 Presupuesto General del Proyecto.

PRESUPUESTO ESPECÍFICO DEL PROYECTO.				
Duración estimada en meses.	6			
Semanas.	24			
Descripción.	Cantidad	Valor unitario	Costo asociado.	Fuentes de financiación.
Transportes	120	\$1,800,00	\$160,000,00	Personal.
Impresión de documentos	240 hojas	\$ 100,00	\$24,000,00	Personal.
Acero SAE 1045	Platina de ½"	\$150,000,00	\$150,000,00	Personal.
Espectrometría de rayos x	1	\$55,000,00	\$55,000,00	Personal.
Corte de material	27	\$3,000,00	\$81,000,00	Personal.
Hojas de lija	12	\$2,500,00	\$30,000,00	Personal.
Algodón	1	\$3,000,00	\$3,000,00	Personal.
Electrodos	2 Libras	\$86,000,00	\$86,000,00	Personal.
Mecanizados CNC	15 horas	\$30,000,00	\$450,000,00	Personal.
Fotocopias	30	\$50,00	\$1,500,00	Personal.
Internet	6 meses	\$45,000,00	\$270,000,00	Personal.
Empastados	1	\$25,000,00	\$25,000,00	Personal.
Total presupuestado.			\$1,335,500,00	

TABLA 2 Presupuesto específico del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Castilla Iván, Unfried Jimmy.** *Soldabilidad de un acero microaleado utilizando el proceso SMAW y metal de aporte ferrítico de alta resistencia.* pág. 26 2008.
2. **Suárez Sebastián.** Anteproyecto. *Influencia del pre y post calentamiento en la microestructura de la zona afectada por el calor (ZAC) en un acero SAE 1045 templado desde temperaturas intercríticas.* Pág. 5 2014
3. **Cañas Mendoza, Laura Yanneth.** *Estudio de la soldabilidad del acero inoxidable 304 con la aplicación de tres procesos de soldadura SMAW, GTAW y GMAW** pág.15 2010
4. **Castilla Iván, Unfried Jimmy.** *op.cit.*,p.25.
5. **Asta, Eduardo P, Zalazar Mónica y Quesada Héctor J.** *Efecto en la temperatura de precalentamiento en la soldabilidad de un acero ASTM A514 GR B* pág 1 2003
6. **Niebles Enrique., Unfried Jimy., Torres Jaime.** *Metodología para el estudio de soldabilidad en uniones soldadas.* Pág. 4 2013
7. **Laufgang Sergio,.** *Tratamiento térmico de soldadura.* Termo Soldex SA. Pág 41
8. **Suárez Sebastián.** Anteproyecto.*op.*,p.10
9. **Totten, Ph. D. George E.** *Steel heat treatment metallurgy and technologies.* United States of America : Taylor and Francis Group Llc, 2006. pág. 13-17, 122, 162.
10. **Suárez Sebastián.** Anteproyecto.*op.*,p.11
11. **Suárez Sebastián.** Anteproyecto.*op.*,p.13
12. **Lorusso Hernán, Burgueño Alejandro, Svoboda Hernán.** propiedades mecánicas y caracterización microestructural de diferentes aceros dual-phase. Conamet/sam-2008.
13. **Suárez Sebastián.** Anteproyecto.*op.*,p.14
14. **Duffuaa.** *Sistemas de Mantenimiento, Planeacion y Control.* Mexico : Limusa Wiley, 2006. pág. 420.