



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“ENSAYO DESTRUCTIVO EN ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36
PARA OPTIMIZAR LOS PARAMETROS DEL PROCESO DE
SOLDADURA SMAW, CHICLAYO 2017.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

CHILCON QUISPE, IVAN

ASESOR:

ING. CELADA PADILLA JAMES SKINNER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTANDARES DE APLICACIÓN DE SOLDADURA

PERÚ - 2017

DEDICATORIA

Dedico este informe final que con tanto esfuerzo lo he realizado, que no hubiera sido posible por su infinito amor de Dios que me ha dado la vida y la fuerza para poder concluir con esta hermosa carrera.

A mis queridos y adorados padres a quien hare mención: Esmilda Quispe Suarez y José Guadalupe Chilcon Guevara, ya que gracias por inculcarme el respeto, la humildad por su perseverancia y ejemplo para mi motivación en poder seguir adelante porque gracias a su apoyo continuo de mis padres en todos estos momentos tanto malos como buenos.

Y a todas aquellas personas que participaron en mi formación académica y así obtener el título profesional de ingeniero mecánico electricista.

IVAN CHILCON QUISPE

AGRADECIMIENTO

A nuestro PADRE CELESTIAL por brindarme la vida, sabiduría y salud, a mis padres, hermanos y familiares que formaron parte en mi formación académica, ya que han sabido proporcionarme sus consejos en el transcurso de esta etapa de mi vida, la motivación y no rendirme en esta meta proyectada.

Al ing. mag. Francisco Carlos Vázquez Puestas y al Ing. Daniel Pérez Luna que pudieron brindarme su apoyo para poder concluir con mi trabajo de investigación para la culminación de la elaboración de mi tesis

A los docentes de la facultad de ingeniería mecánica eléctrica de la universidad cesar vallejos por poder brindarnos los conocimientos previos para poder tener el desenvolvimiento en el campo de la profesión.

A nuestros asesores que nos han podido guiarnos para este minucioso trabajo de investigación que es la tesis.

IVAN CHILCON QUISPE

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**ENSAYO DESTRUCTIVO EN ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 PARA OPTIMIZAR LOS PARAMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW, CHICLAYO 2017**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**.

En el capítulo I, se hace mención con respecto a los ensayos realizados al acero ASTM A36 (pruebas de uniones soldadas) aplicadas a la realidad problemática en mi localidad; para los trabajos previos a la realización de la tesis, se revisaron trabajos relacionados e investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional del proceso de soldadura SMAW para su optimización; luego se hizo la Formulación del problema, formulando la siguiente pregunta que hacer para optimizar el proceso smaw, dando así un planteamiento de la hipótesis.

Para conseguirlo, se establecieron 4 objetivos específicos, que fueron ejecutados siguiendo una metodología en cuanto a las dimensiones de los mecanismos como también el tipo de material. En el Capítulo III, se muestra los resultados del trabajo de investigación, tanto prácticamente que se ejecutó en el instituto senati y teóricamente tanto matemáticamente y con ayuda del software solidworks .En el capítulo IV, se muestra la discusión del tema, y en el capítulo V las conclusiones, determinando que el ensayo destructivo en acero ASTM A 36 logra optimizar el proceso de soldadura SMAW.

INDICE

PAGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I.- INTRODUCCIÓN	16
1.1 Realidad problemática.....	16
1.2 Trabajos previos	17
1.3 Teorías relacionadas al tema:	21
1.3.1 El acero ASTM A36:	21
1.3.2 Optimización del proceso de soldadura	31
1.4 Formulación del problema.	45
1.5 Justificación del estudio	45
1.5.1 Justificación científico:	45
1.5.2 Justificación técnica:	45
1.5.3 Justificación social:	45
1.5.4 Justificación Económica:	45
1.5.5 Justificación ambiental:	45
1.6 Hipótesis:	46
1.7 Objetivos.	46
1.7.1 Objetivo general:	46
1.7.2 Objetivos específicos:	46
II.METODO	46
2.1 Diseño de investigación	46
2.2.-Variables, Operacionalización	46

2.2.1	Variable independiente.....	46
2.2.2	Variable dependiente	46
2.3.-	Población y muestra	48
2.4.-	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	48
2.4.1.-	Técnica de recolección de datos.....	48
2.4.2.-	Instrumentos de recolección de datos	48
2.4.3.-	Validez y confiabilidad	48
2.5.-	Métodos de análisis de datos.....	49
2.6.-	Aspectos éticos	49
III.-	RESULTADOS	49
3.1.-	Diagnosticar el estado actual de los ensayos destructivos.	49
3.2.-	Diseñar los mecanismos necesarios para realizar los ensayos (dimensiones).....	54
3.3	Construir las probetas de acuerdo a lo diseñado para realizar las pruebas.	93
3.3.1.	Construcción de las matrices para el ensayo (hembra y macho)	94
3.3.2	Construcción de las probetas y soldabilidad	96
1.7.3	PROBETA M2 (E-7018 y E- 7018)	102
1.7.4	PROBETA M3 (E-6010 y E- 6010)	103
3.4.	Hacer el estudio de aceptación para obtener los parámetros adecuados del proceso soldabilidad del tipo smaw.....	116
3.4.1.-	Estudio del lote 3-B.doblez raíz	116
3.4.2.	Estudio del lote 3-A .doblez raíz	117
3.4.3.	Estudio del lote 2-A .doblez cara	118
3.4.4.	Estudio del lote 2-B .doblez raíz	119
3.4.5.	Estudio del lote 1-A .dobles cara.....	120
3.4.6.	Estudio del lote 1-B .doblez raíz	121
	Grafico comparativo de los 6 estudios realizados.....	122
V.-	CONCLUSIONES	125
VII.	REFERENCIAS	127
	Bibliografía.....	127
	Anexos	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Propiedades mínimas	22
Figura 2. Ensayo de tracción.....	24
Figura 3. Maquina rockwell	24
Figura 4. Máquina de ensayo.....	25
Figura 5. Ensayo de dobles.....	26
Figura 6. Esfuerzos	27
Figura 7. Deformación de ingeniería	28
Figura 8. Tipos de uniones.....	29
Figura 9. Calificación de soldadura en planchas	30
Figura 10. Calificación de tuberías en soldadura.....	30
Figura 11. Soplo magnético	31
Figura 12. Efecto de temperatura.....	32
Figura 13. Fatiga de la soldadura.....	32
Figura 14. Proceso GTAW	34
Figura 15. Funcionamiento del proceso GTAW	34
Figura 16. Proceso de arco sumergido	35
Figura 17. Proceso GMAW	36
Figura 18. Proceso FCAW	37
Figura 19. Proceso oxicom bustible	38

Figura 20. Proceso SMAW	39
Figura 21. Simbología del electrodo	40
Figura 22. Corriente alterna	41
Figura 23. Corriente continua.....	41
Figura 24. Simbología en la soldadura	44
Figura 25. Prensa de ensayo	50
Figura 26. Prensa sin manómetro	51
Figura 27. Prensa sin manómetro	51
Figura 28. Líquidos penetrantes.....	52
Figura 29. Spray aplicado a la probeta.....	52
Figura 30. Acción del spray aplicado en el acero	52
Figura 31. Máquina de ensayo automática.....	53
Figura 32. estudio del E-6010	54
Figura 33. Área superficial	56
Figura 34. Volumen del cordón	57
Figura 35. E-7018	58
Figura 36. Área superficial	59
Figura 37. Volumen del E-7018.....	60
Figura 38. Diseño del cordón	62
Figura 39. Software solidworks	62
Figura 40. Tau cortante XY del cordón cara.....	63
Figura 41. Deformación del cordón E-6010 por nodos	64
Figura 42. Ensayo del lote 3-B	65

Figura 43.78deformacion del cordón	66
Figura 44. Tau cortante en XY del pase de raíz	68
Figura 45. Estudio de deformación del pase de raíz.....	69
Figura 46. Ensayo 3-A	70
Figura 47. Deformación 3-A	71
Figura 48. Tau cortante en XY de los nodos de la cara E-7018	73
Figura 49. Deformación del cordón E-7018.....	74
Figura 50. Ensayo del lote 2-A	75
Figura 51. Ensayo de deformación.....	76
Figura 52. Tau cortante en XY de los nodos del pase de raíz E-7018.....	77
Figura 53.estudio de deformación en ensayo 2-B	78
Figura 54. Ensayo del lote 2-B	79
Figura 55. Estudio de deformación.....	80
Figura 56. Tensiones en el tau cortante XY del cordón	83
Figura 57. Estudio de deformación.....	84
Figura 58. Vista de sección del lote 1-A	85
Figura 59. Simulación de la deformación del lote 1-A.....	86
Figura 60. Tensiones en el tau cortante XY del cordón	89
Figura 61.Estudio de deformación.....	90
Figura 62. Análisis del lote1-B.....	91
Figura 63.Deformacion del lote 1-B.....	92
Figura 64. Ensayo de doblado guiado por matriz	94
Figura 65. Oxicortado de la plancha.....	95

Figura 66. Matriz soldado.....	96
Figura 67. Matriz pintado	96
Figura 68. Corte de plancha.....	97
Figura 69. Biselado de plancha.....	97
Figura 70. Apuntalado de la probeta	98
Figura 71. Probeta acondicionada.....	99
Figura 72. Preparación para el soldeo	100
Figura 73. Soldeo de la plancha.....	101
Figura 74. Pase del cordón	102
Figura 75. Limpieza del cordón	103
Figura 76. Marcado de la plancha	104
Figura 77. Corte de la probeta	104
Figura 78 Fijación de la matriz en la prensa para el dobles de la probeta ..	105
Figura 79.ensayo del dobles	106
Figura 80. Dobles del lote	107
Figura 81. Estudio del dobles del lote sin reacción de fisuras	107
Figura 82. Inspección visual por el mg de elementos finitos.....	109
Figura 83. Fisuras del lote 3-A	109
Figura 84. Los 6 estudios realizados	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. simbologia para el Cálculo de soldadura	42
Tabla 2. informacion de malla en software solidworks.....	64
Tabla 3 estudio establecido al E-6010	116
Tabla 4. Estudio del lote 3-A	117
Tabla 5. Estudio del lote 2-A dobles cara	118
Tabla 6. Estudió del dobles 2-B raíz.....	119
Tabla 7. Estudio del lote 1-A dobles cara.....	120
Tabla 8. Estudio del lote 1-A dobles raíz	121
Tabla 9. Grafico comparativo de los 6 estudios proporcionados	122

RESUMEN

La presente elaboración de investigación va a la orientación de dar a los estudiante de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica y fines, algo cercano a las fallas que puede ocurrir en uniones soldadas sometidas a tensión, tracción y temperaturas; como también el comportamiento del acero ASTM A36 ya que dicho material es el que más demanda tiene a nivel local, nacional e internacional.

El estudio que brindo es para poder estudiar el material mediante ensayo destructivo al material ASTM A36 ,ya que por la falta de importancia que recibe una unión de soldadura ;así que se estudió 6 lotes de probeta (cada probeta se divide 2 lotes) con la finalidad de ver el comportamiento de dicho material , el primero es con el electrodo celulósico (E-6010),la segunda probeta con electrodo de bajo hidrogeno (E-7018) y la tercera probeta con ambos tipos de electrodos para tener como certeza de cómo trabajan dichos electrodos en complemento.

Con el ensayo destructivo de estos lotes se llegó a optimizar el proceso de soldadura smaw ,ya que en el estudio se muestra más elasticidad y menos resistencia ,en el segundo más resistencia pero menos elasticidad y el tercero se logró optimizar el proceso SMAW ya que los dos electrodos en complemento muestran mayor resistencia y elasticidad .

Teóricamente mediante calculo y ayuda del software solidworks en donde por medio de elementos finitos doy a conocer sus puntos críticos del cordón de soldadura cuando se le aplica una fuerza, también se realizó gráficos en donde determinan la optimización del proceso de soldadura SMAW.

De acuerdo a la norma de la AWS D 1.1 me he basado en la matriz para el ensayo destructivo y las dimensiones de la probeta, dando como resultado la demostración en la parte teórica; siendo necesaria para realizar una buena práctica y obtener calidad en el trabajo hecho.

La calidad en este caso es la unión de la producción más el conocimiento teórico obteniendo así un buen resultado en el área práctica.

Palabras claves: ensayo destructivo, optimización del proceso smaw, ASTM A36.

ABSTRACT

The present elaboration of investigation goes to the orientation of giving to the students of the career of electrical mechanical engineering and aims, something close to the failures that can happen in welded unions subjected to tension, traction and temperatures; as well as the behavior of ASTM A36 steel since said material is the most demanded locally, nationally and internationally.

The study I offer is to be able to study the material by means of a destructive test to the material ASTM A36, because of the lack of importance that a weld joint receives, so it was studied 6 batches of test piece (each specimen is divided 2 batches) with the purpose of seeing the behavior of this material, the first is with the cellulose electrode (E-6010), the second test tube with low hydrogen electrode (E-7018) and the third test tube with both types of electrodes to be certain of how these electrodes work in complement.

With the destructive testing of these batches, the smaw welding process was optimized, since in the study it shows more elasticity and less resistance, in the second more resistance but less elasticity and the third one was able to optimize the SMAW process since the two electrodes in complement show greater resistance and elasticity.

Theoretically, by calculation and help of the solidworks software, where by means of finite elements, I make known its critical points of the weld bead when a force is applied, graphics were also made where they determine the optimization of the SMAW welding process.

According to the AWS D 1.1 standard I have based on the matrix for the destructive test and the dimensions of the specimen, resulting in the demonstration in the theoretical part; being necessary to carry out a good practice and obtain quality in the work done.

The quality in this case is the union of the production plus the theoretical knowledge thus obtaining a good result in the practical area.

Keywords: destructive assay, smaw process optimization, ASTM A36

I.- INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Internacional

“Según la recopilación de la asociación colombiana de soldadura nos dice que la cifra de soldadores calificados, cuyo en un estándar internacional cayó en un 12% en marzo del 2012” (Metal actual, 2012.p.46).

“El problema de conseguir soldadores homologados (certificados) ya no es un nuevo tema a tratar porque casi 5 años han pasado donde los industriales vienen criticando el déficit de los trabajadores” (Metal actual, 2012.p.46).

El estudio que nos proporciona el Sena revelo, que las empresas requieren gran necesidad de emplear personal de mano calificada (certificado) bajo los códigos o normas internacionales; y también que las microempresas no tienen esa cultura o interés de poder brindar calidad de soldadura, es decir tienen poco interés en la certificación (metal actual, 2012.p.46).

La realidad en el mundo de la soldadura se basa en la necesidad de capacitar en un mediano plazo al operario soldador ,la respuesta que se a logrado dan como conclusión que los trabajadores que laboran actualmente en el área de la soldadura hay una carencia de capacitación ;sobre todo se debe reflejado esto en microempresas dedicadas a la soldadura ,esto permite que no se encuentre en altura de conocimientos de los nuevos cambios tecnológicos ofrecidos por los fabricantes ,tanto en los nuevos materiales de aporte (electrodos), como también los equipos para realizar trabajos de soldadura. (Metal actual, 2012.p.47).

Nacional

Capacitación, entrenamiento y certificación de personal. La soldadura es una de las ciencias que en los últimos años se ha desarrollado a pasos agigantados .como ya es conocido el factor humano ,soldador o técnico especialista en soldadura juega un factor importante en los procesos y procedimientos de soldadura ,por lo que es necesario sostenga una constante y eficiente capacitación ,para enfrentar los retos que se le presenten en cada una de las

actividades que exija un trabajo ,tanto en la fabricación de estructuras metálicas como en la reparación de piezas que requieren de soldadura (soldexa,2015).

Local

El problema que mayormente se da en las estructuras es el poder ser conocedor del tipo de acero que no es solamente saber soldar si no poder dominar los parámetros adecuados para poder ejecutar la soldadura ,ese es un grave problema que se lleva aquí en Chiclayo que por motivo de ser conocedor del rubro es que llegan a pasar problemas en las estructuras sufren cristalización esto llegó pasar en un molino (estructura en el techo) carretera Lambayeque que la resistencia mecánica de ese acero no fue lo suficiente para soportar la carga a trabajar ,ya que si bien se sabe qué cada tipo de acero tiene su límite de fluencia que al pasar por un proceso de unión de soldadura estas varían por el calor aportado por el proceso.

Por eso en trabajos de que requieren mayor responsabilidad son solicitados por gente de afuera para realizarlo; por eso es necesario guiarse a las normas ya establecidas para la soldadura pero falta de capacitación de las empresas y del operario no se logra.

Por lo tanto hay una preocupación en lo industrial y técnico por los informes que se puedan brindar de calidad. En conclusiones generales los constructores, diseñadores arquitectos e ingenieros concuerdan que se deben tener conocimiento de estos ensayos en el acero.

1.2 Trabajos previos

Internacional:

CONA (2005) El presente tesis **“ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS DE PROBETAS DE ACERO SOLDADAS CON ELECTRODOS REVESTIDOS.”** De la Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Escuela de la Ingeniería Naval en su resumen hace mención a:

el poder tener conocimiento previo de la resistencia del material en probetas aplicándoles soldadura con diferente variedad de electrodos de distinta fabricación.

La Justificación dada por el autor es debido a la gran necesidad de estos trabajos en estructuras en el país que han ido desarrollando, por tal motivo se dan diferentes tipos de electrodos en arco eléctrico de diferentes marcas para diferentes tipos de trabajos en estructuras, con la finalidad de dar garantía vienen normados de acuerdo al códigos AWS –A5.1.

Por medio de este trabajo de investigación en la que pretende poder dar la verificación de las características conseguidas por medio de la soldadura, llevado acabo por un mismo procedimiento. Par finalizar con este trabajo se proporcionan resultados del ensayo mecánico de doblado (cara y raíz), tracción e impacto, para finalizar se llegan a conservar caracterizaciones mecánicas ya especificadas y si hay consecuencia en precio y calidad.

Guzhñay (2012) El presente tesis “Estudio del comportamiento del acero A36 mediante ensayos de tracción para determinar fallas en elementos estructurales, mediante la norma ASTM E-8” Universidad Técnica de Ambato, en su resumen menciona que: Busca como finalidad de poder dar un pequeño aporte a los estudiantes de las facultades de ingeniería mecánica y civil, una idea del comportamiento y fallas que se pueden dar cuando están sometidos a tensión el acero ASTM A 36 en el momento del ensayo.

Por tal motivo se tuvo que diseñar y construir una máquina que podría dar una clara ayuda necesaria para sí poder familiarizar con los estudios mecánicos del acero mencionado para así poder tomar mejores decisiones al momento de querer trabajar con algún material.

El estudio brindado se logró hacer con 34 muestras de ensayo de tensión en cada lote de probeta normada conforme ASTM E-8, en la cual se pudo apreciar las reacciones del material a estudiar.

Para poder tener una certificación acerca del estudio brindado, en la cual las 3 zonas características de la curva esfuerzo –deformación; se procedió a que poder comparar con estudios ya hechos que dan las empresas, catálogos o revistas .las

propiedades mecánica de este acero, se podría decir que se encuentra en lo permisible que demanda los rangos de lo aceptable.

Cruz (2013) título de la tesis “Optimización del proceso de soldadura tig en placas de Aleación de titanio ti6A14V, Universidad Autónoma de Querétaro, en su resumen menciona que:

Durante muchos años en el estado de Querétaro el proceso de soldadura en aleaciones ferrosas ha tenido gran acogida por los mismos ciudadanos.

la industria aeroespacial en su llegada a traído retos y metas un ejemplo claro es el proceso de soldadura tig empleándolo en titanio 6A14V con el fin de llevarlo a utilizar en las autopartes del avión .sin embargo por lo que es nuevo este proceso no se tiene optimizado los parámetros para lograr la calidad buscada por lo que conlleva a llevarlo acabo empíricamente que en muchos casos terminan en error .por lo tanto me llevo a realizar este estudio empleando pruebas mecánicas ,no destructivas y metalúrgicas con el propósito de poder optimizar los parámetros móviles y fijos para adquirir el CTQ's correcto al proceso y ser de ayuda a la industria que le permita obtener esos parámetros para poder ser competitivos en ese rubro.

En este estudio se llevó acabo la selección de 3 diferentes calores para el aporte puesto que cada variable varia sus características metalúrgicas , se utilizaron diferentes niveles (voltaje, amperaje y su velocidad)dando como fin que no concordaban con los valores de la CTQ's más aun la tenacidad ,se llevó acabo un diseño multivarible encontrando como efecto directo las variables velocidad ,amperaje y voltaje ,ya una vez conseguido la optimización del proceso ya se puede proceder a calcular el calor del aporte una vez ejecutado se procedió hacer un diseño central (tratamiento alto y bajo)logrando así el cumplimiento de la CTQ's llevando como respuesta optima en la resistencia y tenacidad y para tener mayor garantía se llevó a calificar mediante la metodología AWSB2.1, el AMEF del proceso y el mapa.

Romero (2014) El objetivo principal de esta tesis “Calificación del proceso de Soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding) Según el código ASME sección IX con simulaciones térmicas”, Universidad San Francisco de Quito, en su resumen menciona que:

En esta tesis se proyecta analizar características del proceso de soldadura del código ASME unidad VIII y IX por medio de un análisis ver si hay correlación entre ellos realizando simulaciones matemáticas para poder detallar información precisa del proceso mig mag (gmaw) utilizando el código como norma ASME unidad IX que da a conocer mediante su procedimiento, con el único fin de poder realizar trabajos que requieren de calidad (tanques a muy alta temperatura) y la exigencia del mercado.

Se pretende por medio que la presente tesis, llegue a poder darla secuencia que uno debe evaluar un procedimiento de soldadura, empleando como ayuda de modelos matemáticos y software dar de una forma más precisa y certera los datos iniciales que facilitan sus características ya se han de diferentes tipos de proceso de soldadura.

Nacional

Pajuelo (2009) El presente tesis, “Evaluación de los procesos de soldadura tig Con y sin material de aporte en planchas de acero estructural”, Pontificia Universidad Católica del Perú, en su resumen menciona que:

En la elaboración de este trabajo muestra un estudio por medio del proceso de soldadura tig dando a conocer características mecánicas en planchas de 2 milímetros con material de aporte y sin material de aporte con acero ASTM A36. el objetivo primordial es comparar la resistencia del material base con la solidificación de aporte y sin aporte empleando el proceso tig.

Para tal estudio se procedió a emplear el aporte ER70S6 dividiendo la plancha para ejecutar depósitos de soldadura sin material de aporte y con material de aporte.

El estudio fue dado por medio de ensayo de micro dureza vickers, tracción y doblado dando a conocer la microestructura del acero en la probeta soldada y sus deficiencias.

Mediante todos los ensayos ya brindados en el material base (acero ASTM36) que hemos podido brindar en esta tesis se ha concluido que en las planchas con una sola pasada sin aporte mantiene mejores características mecánicas que la que cedió con dos pasadas sin aporte, también favorece en los costos que empleando aporte velocidad en el proceso de soldadura.

Zapata (2004) Parámetros para la elaboración de estándares de soldadura.scientia Et Technica, mayo-UTP, 151-156.

Las pruebas más empleadas en un estudio de ensayo normalmente se realizan en placas cortadas en bloques ya estandarizados para ejecutarlas pruebas .en estas probetas que se dan en junta soldadas a tope para así realizar el estudio por medio de ensayos de tracción ,impactos,plegados,rotura crítica y de dureza buscando su estudio del material.

Con este estudio se buscó saber que en diferentes procesos de diseño, los tipos de uniones empleados en un material base, se busca como finalidad tener como importancia ya procedimientos normalizados y que tengan como amparo códigos ya internacionales que involucren calidad humana (soldadores calificados)que vayan de la mano también con la ética, habilidad ,y conocimiento.

Tomar en cuenta el material a emplear en la construcción y desde luego el aporte a fundir en la junta; también es de suma importancia los equipos a utilizar en la soldadura (ya programados).

El objetivo se busca en la calidad que se puede ofrecer y que lo más relevante que se busca para optimizar la productividad para así poder tener una mejor competitividad en el entorno.

Local

No se han encontrados antecedentes correlacionadas tema elaborado.

1.3 Teorías relacionadas al tema:

1.3.1 El acero ASTM A36:

Se determina A 36 por la sociedad americana para pruebas y materiales (ASTM) es material estructural más empleado en las construcciones metálicas del mundo (Mott, 2006, p.54)

Este material es más empleado en construcción de estructura s metálicas, tiene una característica de gran resistencia a la tensión y comprensión y el costo del

material es gratificante (razonable), Tiene una densidad 7850 kg/m³, variedades que se encuentran en el mercado que Incluyen perfiles estructurales; planchas; tubos y láminas (Montt, 2006, p.54).

Figura 1

Norma ASTM A-36 vol. 01.04

Resistencia a la tracción	58 – 80 [ksi] / 400 – 550 [MPa]
Min. Punto de fluencia	36 [ksi] / 250 [MPa]
Elongación en 8" [200 mm]	20% min.
Elongación en 2" [50 mm]	23% min.

Propiedades de tensión mínimas requeridas para un acero ASTM A36

Revista digital para profesionales de la enseñanza".andalucia:Dep.Leg: GR 2786-2008(N°14-mayo 2011)

ISSN: 1989-4023

Antes de poder realizar algún trabajo debemos saber sus características mecánicas y estas características varían dependiendo el estudio q se brinde al material en función a la deformación y de la temperatura para el ensayo destructivo.

Los ensayos destructivos dan a conocer las propiedades mecánicas en condiciones de esfuerzo y de formación del material base que será sometido, se le dice ensayo destructivo porque deforma la pieza en prueba siempre cuando sea destructible, y estas deformaciones depende al tipo de ensayo puede ser una rotura o una deformación permanente.

Se dará una definición o referencia de propiedades mecánicas a la resistencia que soporta fuerzas aplicadas en el acero, incluyendo comprensión ,fatiga,

tensión ,impacto ,o fuerzas de porcentajes a altas temperaturas y sus propiedades principales son :resilencia ,dureza ,fatiga ,fragilidad ,plasticidad, cohesión ,tenacidad y elasticidad.

En el curso de estática se tiene entendido que los cuerpos se toman indeformables pero en la realidad es otra, sufren deformaciones .con el análisis de los estudios en los materiales se puede tener entendido la verificación o certificación que puede soportar la carga de dicho elemento que serán sometidos a diferentes cargas y así se pueda diseñar elementos seguros que puedan dar garantía y un precio cómodo (Alejandro M. Mayori .Primera Edición, p.7).

1.3.1.1 Según el esfuerzo – deformación, los materiales se clasifican en:

Materiales Dúctiles.- Es el material que se fractura, solo al ser sometido a grandes deformaciones varias veces.

Un ejemplo es el acero al carbono, por que absorben impactos, energía y difícilmente fallan, porque antes de eso sufren diferentes deformaciones.

Materiales frágiles.- es lo contrario a los materiales dúctiles, estos materiales no presentan sedencia, un ejemplo es el hierro fundido gris (Russell, 2011, p.87)

Dentro de los ensayos a que se someten los aceros, destacaremos los más utilizados: ensayo de tracción; ensayo de dureza; ensayo de impacto; ensayo de doblado.

1.3.1.2 Ensayo de tracción:

“Por medio de este proceso de ensayo podemos ver el comportamiento del acero al ejecutarle esfuerzos opuestos con el fin de poder determinar la resistencia mecánica que mayormente es hasta que se rompa el lote de la probeta” (Gerdau aza, 2000, p.6).

Se expresa por la formula

$$J=Xu-Xo$$

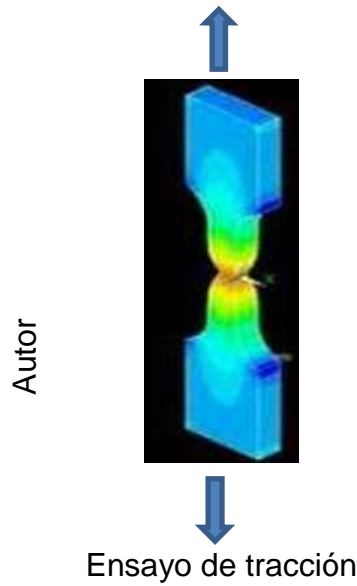
Dónde:

J: es el alargamiento

Xu: es la longitud inicial de la probeta (antes del ensayo)

Xo: es la longitud de la probeta estirada(al momento del ensayo) se da en m

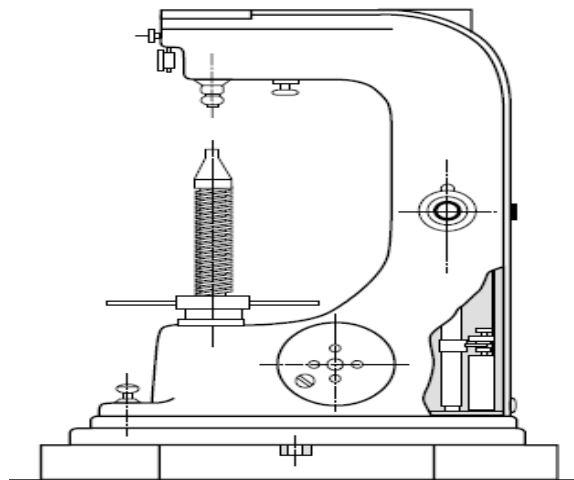
Figura 2



1.3.1.3 .Ensayo de dureza:

“Este tipo de ensayo estudia la dureza mediante un punzón, el penetrador consta de un bolita, de mayor resistencia (dureza) con el material a estudiar para medir, los más usados de ensayo de dureza son brinell y rockwell” (Gerdau aza, 2000, p.8).

Figura 3



Máquina rockwell

COMPENDIODE
NORMASPAR
APRODUCTOS DE ACERO
<http://scholar.google.com.pe/>

1.3.1.3.1 Dureza brinell

En este estudio, casi siempre se emplea una bola de 10 mm de diámetro lo cual es obligada a penetrar el material base que va hacer probado, fundamentalmente si el material es muy duro se utiliza la bola de carburo de tungsteno (Gerdau aza, 2000, p.9).

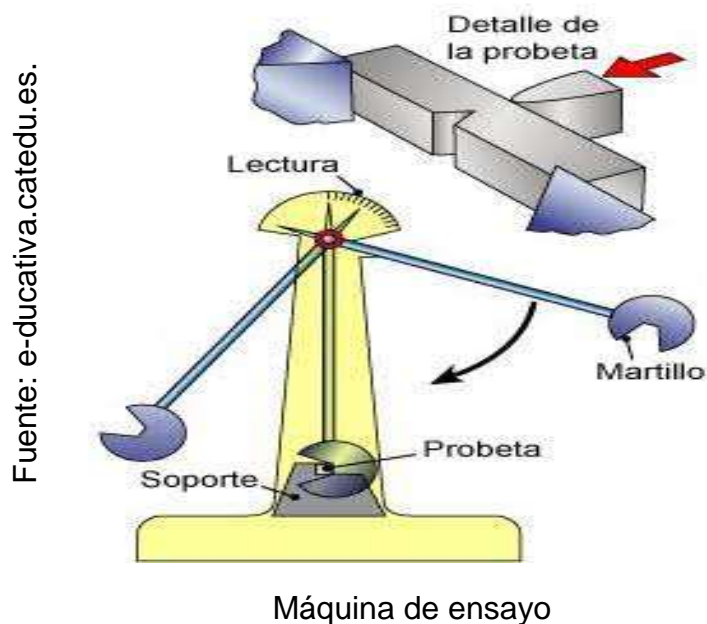
1.3.1.3.2 Dureza Rockwell

En el ensayo rockwell se procede a emplear primero una menor carga (menos a 10kg) lo que hace que el material penetre hasta un límite determinado en profundidad ,luego por medio de una carga predeterminada ya mayor se logra obtener una diferencia de penetración haciéndonos saber la medida de la dureza del acero estudiado (Gerdau aza, 2000, p.9).

1.3.1.4 *Ensayo de impacto:*

“En este tipo de ensayo podemos verificar la propiedades mecánicas del acero, por un lote de la probeta como se grafica en la imagen” (Gerdau aza, 2000, p.10).

Figura 4



1.3.1.5 Ensayo de doblado

Por medio de esta prueba de ensayo obtenemos la idea aproximada del comportamiento de flexión o esfuerzo del acero al proceder el doblado en la máquina que podemos apreciar en la imagen es recomendable colocar en dos apoyos fijos para proceder con la prensa para el doblado completamente o hasta que se visualicé las grietas (Gerdau aza, 2000, p.10).

Figura 5



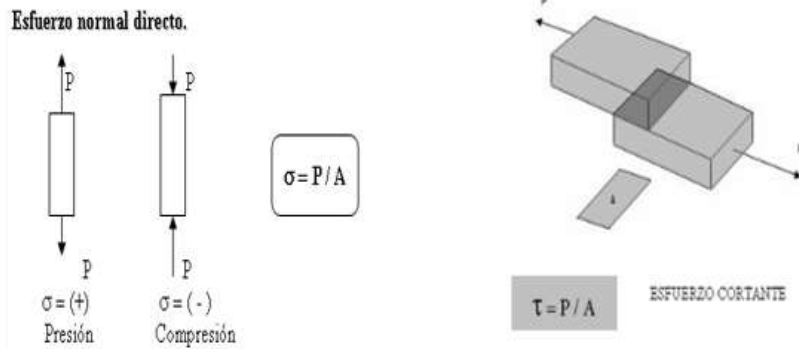
Autor

Ensayo de dobles

1.3.1.6 Esfuerzos en el material

Los dimensionamientos en piezas mecánicas de secciones constantes, comúnmente en ejes, barras vigas, etc. Son sometidos a esfuerzos para poder tener un dimensionamiento de las piezas para corroborar la resistencia que opone ese material para el trabajo solicitado. Son esfuerzos llamados, esfuerzo normal (σ (sigma)) y esfuerzo cortante tangencial (τ (tau)).y se miden en unidades SI en newton por metro cuadrado (shigley ,2008 p.75).

Figura 6



Esfuerzos

σ = *esfuerzo normal*

τ = *esfuerzo cortante*

P = *carga*

A = *área*

1.3.1.7 .Factor de seguridad:

Para poder emplear un diseño en una estructura o piezas mecánicas es obvio que necesitamos limitar los esfuerzos en el material para así poder obtener un nivel más seguro esto quiere decir que se le va aplicar un porcentaje relativo a la carga que se requiere (Russell, 2011, p.46).

Tenemos la siguiente formula:

$$F.S. = \frac{\sigma_{falla}}{\sigma_{perm}}$$

$$F.S. = \frac{\tau_{falla}}{\tau_{perm}}$$

f.s = *factor de seguridad.*

σ_f = *esfuerzo de falla.*

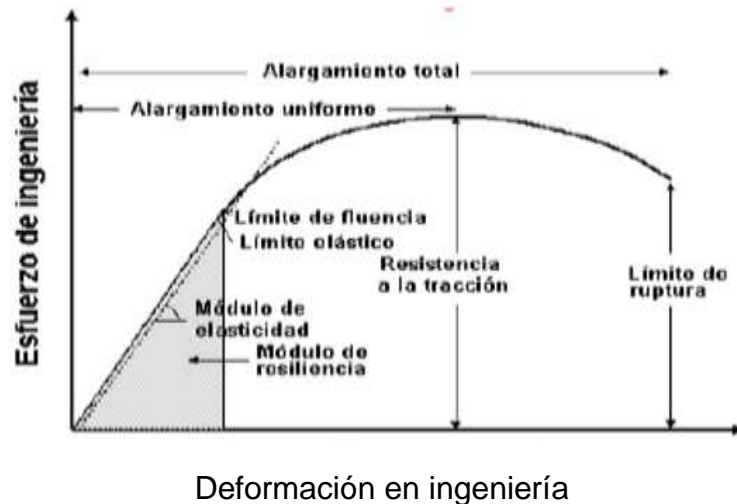
σ_p = *esfuerzo permisible.*

τ_f = *esfuerzo cortante falla.*

τ_p = esfuerzo cortante permisible.

1.3.1.8 Ley de Hooke

Figura 7



Los estudios que podemos realizar y así obtener un resultado es por mediante los diagramas de esfuerzo –deformación en el ámbito de la ingeniería para diseñar una maquina es obligatorio estudiar el material mediante ensayos para poder conocer su grado de deformación, fue descubierto por Robert Hooke mediante su estudio en un resorte (Russell, 2011, p.90).

Se expresa de la siguiente formula:

$$\delta = \frac{P L}{E A}$$

δ =deformación

P= carga

L= longitud

E = módulo de Young

A = área de la sección transversal

1.3.1.9 Los códigos de soldadura de uso masivo

Cada empresa si bien se informa que debe obtener un código u referencia para brindar uniones de calidad, hoy en día hay varios pero daré conocer las más conocidas y son:

“AWS D1.1 (conjunto de códigos de la sociedad Americana de soldadura (AWS) se encarga de las estructuras del acero en general de las uniones de soldadura, como puentes, edificios, etc.”(Revista, Código de Soldadura Estructural Acero, 2010).

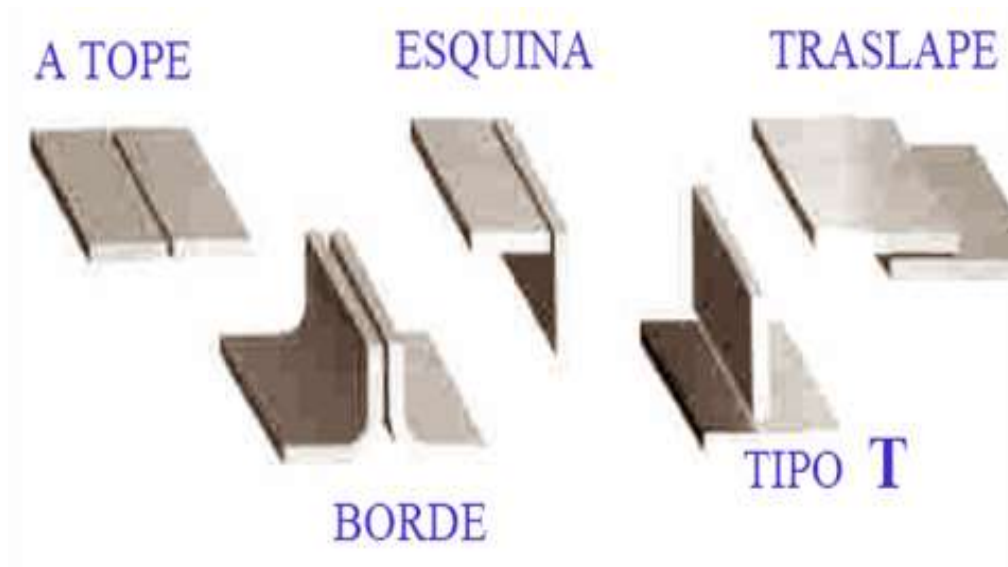
“API 1104: es aplicada para oleoductos, gaseoductos, se encarga de los estándares industriales” (Revista, Código de Soldadura Estructural Acero, 2010).

“ASME IX: se encarga de la calificación de procedimientos y soldadores la construcción de recipientes de alta presión y calderas” (Revista, Código de Soldadura Estructural Acero, 2010).

1.3.1.10 Tipos e uniones:

www.scielo.br AWS (sociedad americana de soldadura)

Figura 8



Tipos de uniones de soldadura

1.3.1.11 Posiciones de Soldadura (Según AWS)

Posición Plana

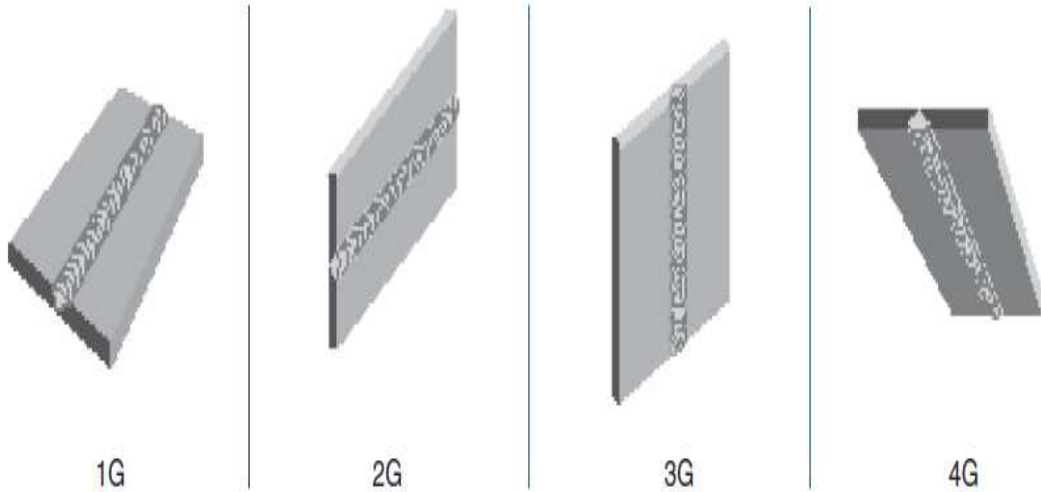
Posición Horizontal

Posición Vertical (↑↓)

Posición Sobre cabeza

Figura 9

Según AWS (Código Estructural D1.1)



Calificación de soldadura en planchas.

1.3.1.12 Posiciones Comunes de Juntas en Tuberías

Figura 10

Según AWS: (ASME Sección IX)
(API 1104)



Calificación en tuberías

1.3.2 Optimización del proceso de soldadura

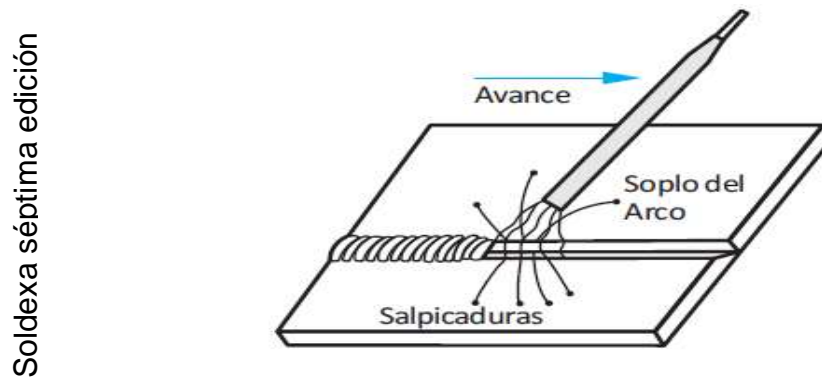
1.3.2.1 ¿Qué es el soplo magnético?

Es un fenómeno que no permite la unión de materiales lo que no hace posible una buena fusión, esto da con los excesivos amperajes y las corrientes de aire ya que el arco está inestable lo que genera muchas salpicaduras lo que conlleva a que no tenga una buena solidificación en el material (Soldexa, 2013, p. 73)

1.3.2.2 ¿Cómo reducirlo?

Reducir el amperaje; mantener un arco corto como sea necesario, para así contrarrestar ese fenómeno; si la fuente de poder consta con los dos tipos de corriente (AC, CC) cambiar a la corriente alterna, la puesta a tierra colocarla muy cerca en la junta a soldar (soldexa, 2013, p. 73).

Figura 11



Soplo magnético

1.3.2.3 Efectos de la temperatura

En diversas pruebas estudiadas en materiales ferrosos aplicándoles constantes cargas en lapsos de tiempos prologados a elevadas temperaturas .se pudo determinar que sufren mayormente deformaciones permanentes durante el estudio(ensayo destructivo),la deformacion aplicanda una carga constante se le conoce como termo fluencia.por tal motivo se recomienda no exceder la temperatura permisible en el material (Shigley ,2008, p.17).

Figura 12

Autor



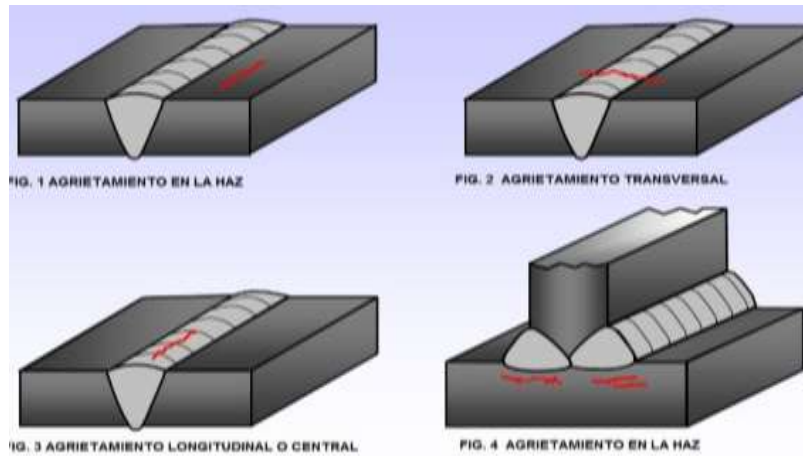
Efecto de temperatura

1.3.2.4 Fatiga:

Es cuando material, que es sometido constantemente a un trabajo repetitivo hace que su estructura molecular cambie y esto conlleva a que es el material se fatiga como los cigüeñales motor, hélices de turbinas, soportes de puentes entre otros que son sometidos a cargas cíclicas lo que trae como consecuencia la fractura en el material (Russell, 2011, p.89)

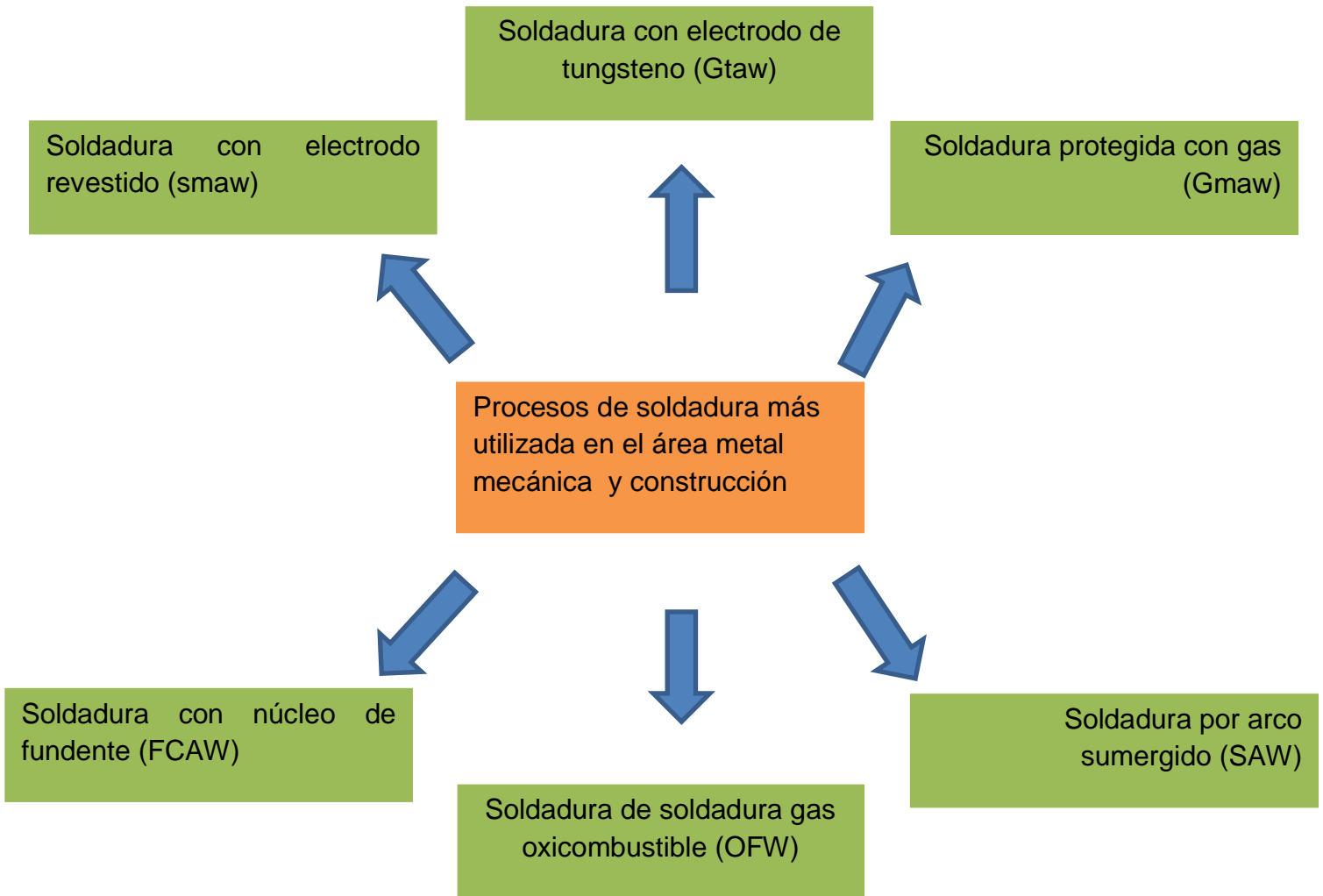
.Figura 13

<http://www.alexandersaavedra.>



Fatiga en la soldadura

1.3.2.5 Procesos de soldadura



1.3.2.6 Soldadura con electrodo de tungsteno (Gtaw):

Es un proceso en donde se emplea un gas inerte para la protección del arco eléctrico, en este proceso se utiliza un electrodo de tungsteno no consumible en donde cumple la función de llevar la transferencia de calor por medio de una fuente de poder que bajo la protección gaseosa permite que el hidrógeno no influya en el cordón de soldadura dando buena calidad de la unión soldada mayormente este proceso es empleado en espesores delgados, las uniones bajo este proceso son más fuertes, oponen resistencia a la corrosión y son más dúctiles (Indura, 2012, p. 121).

Figura 14



Proceso gtaw

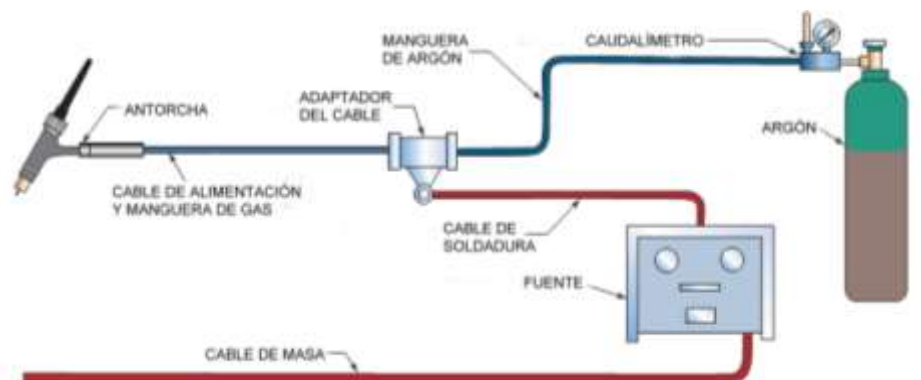
1.3.2.6.1 Ventajas del proceso gtaw:

Al realizar el cordón de soldadura la salpicadura es cero siempre y cuando se emplee bien el gas inerte, proporciona alta calidad en todas las posiciones de soldadura, este proceso de soldadura también puede ser automatizada, prácticamente no hay generación de humo (Indura, 2012, p.121).

1.3.2.6.2 Limitaciones

No se puede emplear áreas expuestas al aire ya que su densidad del argón es más liviano; se requiere mayor destreza del operario soldador; deposición más lenta; no es recomendable a soldar espesores mayores a 3/8" por el tema de costos ya que sobredimensionaría el trabajo por realizar (Indura, 2012, p.121).

Figura 15



Funcionamiento del proceso gtaw

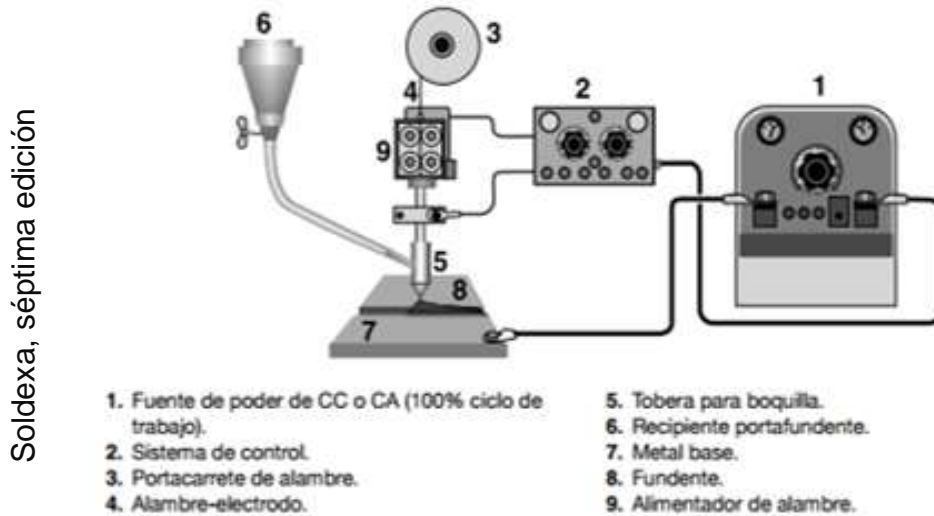
1.3.2.7 Soldadura por arco sumergido (SAW):

Este proceso de soldadura es automático, en donde se emplea alambre continuo desnudo que se solidifica con el material base su característica primordial es que el arco permanece sumergido en el funde que brinda protección en contra del hidrogeno, este fundente protege de la radiación ultravioleta, sus amperajes varían desde 200 a 2000 amp. El proceso de soldadura brinda unión en espesores de 5 mm hasta 40 mm y se emplea corriente continua cuando ya pasamos los 1000 amp se recomienda corriente alterna para así poder evitar el fenómeno sopro magnético (Loureiro, 2012, p.31).

1.3.2.7.1 Principales Ventajas:

Las uniones brindadas por este proceso de soldadura son 100 % radiográficas, por lo que es automático su rendimiento es 100%, cordones homogéneos, buena penetración en la unión y de buena apariencia, no es necesario de protección especial en el técnico a realizar la operación del soldeo de este proceso (Loureiro, 2012, p.31).

Figura 16



Soldexa, séptima edición

Proceso arco sumergido

1.3.2.8 Soldadura protegida con gas (Gmaw)

Es un proceso en donde se utiliza un electrodo continuo consumible con un gas protector ya sea inerte o activo que permite que el cordón no sea contaminado y así poder tener buena unión; cuando empleamos gas inerte se llama mig y es empleado en materiales no ferrosos y cuando es empleado gas activo se llama mag que es utilizado en materiales ferrosos (indura, 2012, p.82).

Existen tres formas de transferencia metálica:

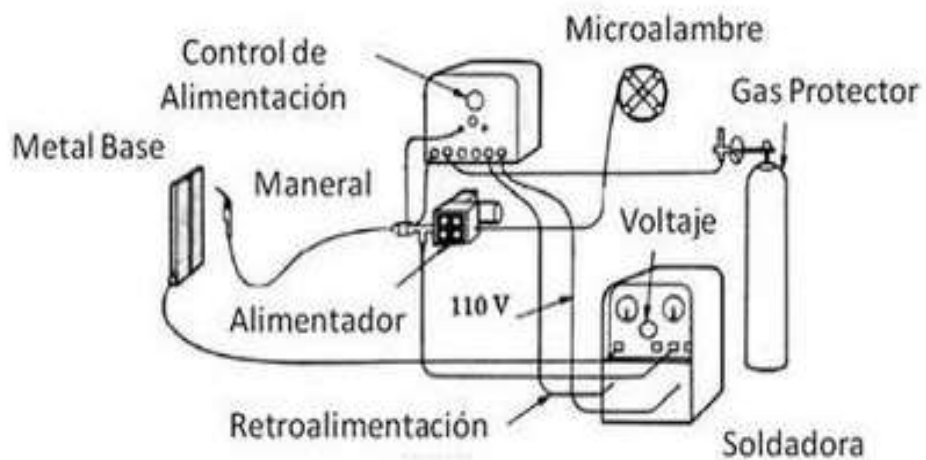
Transferencia "Spray" o de Rocío, "Globular", "Corto-Circuito".

Ventajas: Favorable para la unión en estructuras pesadas; por su buena deposición rápida; Facilidad para soldar en toda posición; Buena productividad (3 veces más que el proceso smaw); Buena apariencia en el cordón (indura, 2012, p.82).

1.3.2.8.1 Limitaciones:

En lugares de difícil acceso se dificulta el empleo de este proceso por la antorcha que su cable es corta porque de extender este cable el paso del alambre se dificultaría; el área en donde se va ejecutar la soldadura no debe estar muy expuesta a las corrientes de aire por que limitaría al gas de protección (indura, 2012, p.82).

Figura 17



<http://unidadivprocesosdesoldadura>

Proceso gmaw

1.3.2.9 Soldadura con núcleo de fundente (FCAW)

El proceso de soldadura fcaw es aparentemente similar pero la realidad es otra también trabaja con electrodo consumible continuo pero en este caso el revestimiento viene por dentro del alambre y el núcleo por fuera, trabaja con gas de protección y a la vez sin gas de protección obviamente esto depende el tipo de electrodo .su solidificación con el material base buena y su producción es muy buena (soldexa, 2013, p.30).

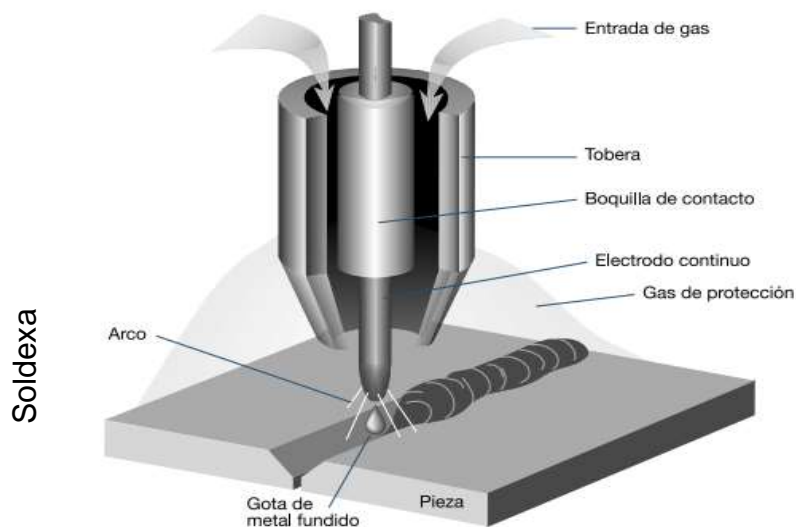
1.3.2.9.1 Ventajas

Favorable para la unión en estructuras pesadas por su buena deposición rápida; Facilidad para soldar en toda posición; Buena productividad; Buena apariencia en el cordón (Indura, 2010, p.82).

1.3.2.9.2 Limitaciones:

“En lugares de difícil acceso se dificulta el empleo de este proceso por la antorcha que su cable es corta porque de extender este cable el paso del alambre se dificultaría” (indura, 2012, p.82).

Figura 18



Proceso fcaw

1.3.2.10 Soldadura de soldadura gas oxicomcombustible (OFW)

El proceso oxicomcombustible consiste en poder transmitir un calor necesario con ayuda del gas y el oxígeno para poder calentar el material base y así poder fundirlo con el aporte su temperatura es de 3100 °C, para poder obtener la llama neutra es necesario que se mezclen los gases para conseguir la llama neutra, oxidante y carburante dependiendo a las necesidades del trabajo. (Soldexa, 2013, p.34).

1.3.2.10.1 Ventajas y limitación

Económico, es portátil y se puede soldar en toda posición, este proceso mayormente se emplea en espesores de ¼" claro está que también se suelda en espesores mayores pero no es recomendable, su aplicación tiene mayor demanda en la industria (manufacturas livianas, cañerías de pequeños diámetros) (soldexa, 2013, p.35)

Figura 19



Proceso oxicomcombustible

1.3.2.11 Proceso de soldadura Smaw (proceso de soldadura por arco de metal protegido)

Proceso de soldadura quizás el más antiguo pero siempre requerida en la cual por mediante de un arco eléctrico que es establecido por el encendido de un electrodo que brinda un calor generado en el cual al fundirse con el material base, establecen una unión de metales gracias a las funciones del revestimiento.

Ventajas:

El equipo (máquina de soldar) es más económico, simple y transportable; la protección está incluida en el electrodo revestido (metal de aporte, y charco); el proceso es menos sensible a las corrientes de aire.

Desventajas:

El tiempo de limpieza de los cordones es más lento; la tasa de deposición es baja; el avance de los cordones a referencia del GMAW o FCAW es más lento; el operario requiere más destreza

Figura 20



Autor

Proceso smaw

Figura 21



Proceso smaw

En la figura 13 nos indica que el prefijo 70 quiere decir 70 000 lbs /pulg² que realizándole la conversión a Mpa es:

$$60 \frac{\text{lbsf}}{\text{in}^2} \times \left(\frac{4.4448}{1 \text{ lbf}}\right) \times \left(\frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}}\right)^2 \times \left(\frac{3 \text{ ft}}{1 \text{ yd}}\right)^2 \times \left(\frac{1 \text{ yd}}{0,9144 \text{ m}}\right)^2$$

$$60 \frac{\text{lbsf}}{\text{in}^2} \times \left(\frac{4.4448 \text{ N}}{1 \text{ lbf}}\right) \times \left(\frac{144 \text{ in}^2}{1 \text{ ft}^2}\right) \times \left(\frac{9 \text{ ft}^2}{1 \text{ yd}^2}\right) \times \left(\frac{1 \text{ yd}^2}{0,9144 \text{ m}^2}\right)$$

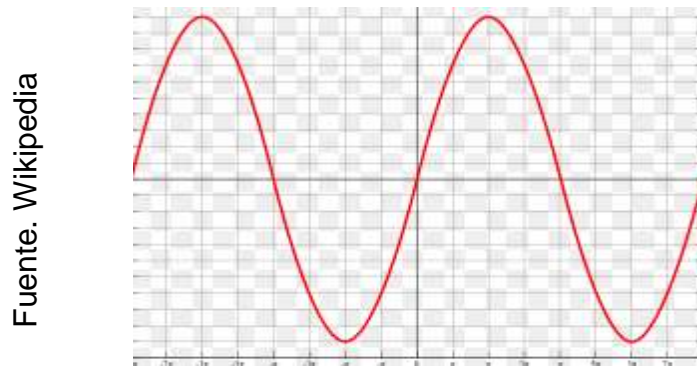
$$4.137 \times 10^2 \text{ Pa} \quad \rightarrow \quad 413.665 \text{ Mpa}$$

Y el número cero de la fig.13 nos habla del tipo de revestimiento y corriente en donde are mención de un breve concepto:

1.3.2.12 Tenemos dos tipos de corriente los cuales son:

Corriente alterna (AC). Por lo general empleamos corriente alterna 220 voltios y 60 ciclos por lo cual es distribuida en trifásica y monofásica varia su dirección de 100 a 120 continuamente por segundo. La mayoría de electrodos se sueldan en corriente alterna con excepciones de algunos fabricantes que piden que se suelde en corriente continua (Soldexa, 2012, p.73)

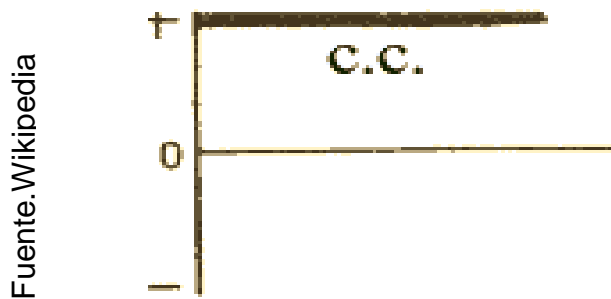
Figura 22



Corriente alterna

Corriente continua (CC).- en este tipo de corriente se mantiene su dirección del positivo al negativo. Muy empleada para aceros no ferrosos (Soldexa, 2012, p.73)4

Figura 23



corriente continua

1.3.2.13 Tipos de revestimiento de electrodos:

1.3.2.13.1 Celulósicos:

Son los idóneos para emplear en el pase de raíz por su alto, contenido de celulosa que ayuda a que haga una mejor unión .características: mayor sondeo; preservación rápida; buenas características de resistencia; elasticidad y maleable; presentación regular. Ejemplo: E- 6011.

1.3.2.13.2 Rutilicos:

Son electrodos de mediana penetración excelentes para principiantes, ejemplo E - 6013.

1.3.2.13.3 Bajo hidrogeno:

Estos electrodos son empleados para material de mediano porcentaje de carbono. Ejemplo E - 7018.

1.3.2.13.4 Hierro en polvo:

La función de estos electrodos son mayormente empleados para rellenar piezas expuestas al desgaste. Ejemplo: citodur 1000.

$$Cr=Qf/m\Delta T$$

Dónde:

Cr: capacidad calorífica a volumen constante.

Qf: Cantidad de calor (calorías /joule).

m: número de mol.

ΔT : variación de temperaturas.

1.3.2.14 La segunda ley de newton:

“Que la fuerza neta interactúa encima de un cuerpo es relativamente proporcional a la masa y a la aceleración se da por la siguiente ecuación”. (Michael y Howard, 2004, p.10).

$$J=ks$$

Donde:


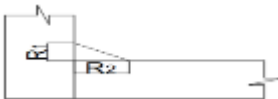

J: fuerza (N)

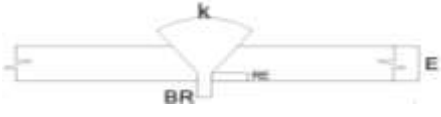
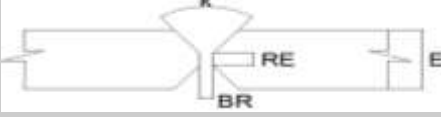

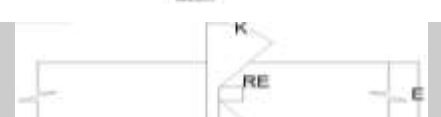

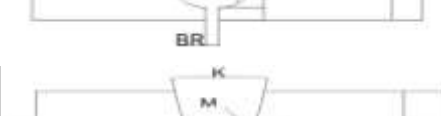

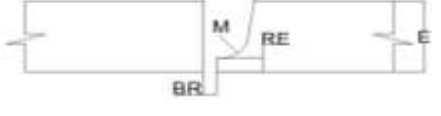
k: masa (kg)

s: aceleración (m/S^2)

1.3.2.15 Simbología para el cálculo en soldadura

TABLA 1

Soldadura	Diseño	fórmula para el área de la sección transversal
Chablán (lados iguales)		$CSA= 1/2(R)^2$
Chablán (lados desiguales)		$CSA=1/2 (R1 X R2)$
Recta		$CSA=BR x E$

En V simple		$CSA=(E - RE)^2 \tan (k/2)+BR \times E$
En V doble		$CSA= 1/2 (E - RE)^2 \tan (k/2)+BR \times E$
Bisel sencillo		$CSA= 1/2 (E - RE)^2 \tan k + BR \times E$
Bisel doble		$CSA= 1/4 (E - RE)^2 \tan k + BR \times E$
U sencillo		$CSA= (E - M - RE)^2 \tan (k/2) +2M (E-M-RE)+1/2\pi M^2+BR \times E$
U doble		$CSA= 1/2(E - 2M - RE)^2 \tan (k/2) +2M (E-2M-RE)+\pi M^2+BR \times E$
J sencilla		$CSA= 1/2(E - M - RE)^2 \tan k +M (E-M-RE)+1/4 \pi M^2+BR \times E$
J doble		$CSA= 1/4(E - 2M - RE)^2 \tan k +M (E-2M-RE)+1/2 \pi M^2+BR \times E$

En el cuadro, se muestra los diseños ya predeterminados de soldadura dados por la AWS; el peso depositado para cualquier proceso de soldadura viene relacionado con el diseño (área transversal) y el espesor, se calcula de la siguiente manera:

Dónde:

$$Q =AST \times p \times L$$

Q: peso del depósito (KG/m)

AST: área de la sección transversal (cm^2).









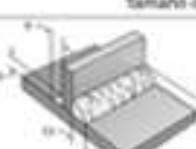


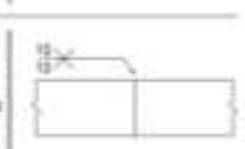
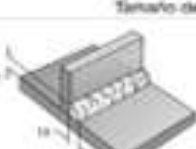







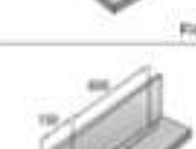



p: peso específico del material base dividido entre 10% y doble bisel un 20% (KG/cm^3).

L: longitud del material.

La aplicación de la simbología en la soldadura obviamente es mejor porque facilita el trabajo del soldador.

Figura 24

En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de las aplicaciones de la simbología de soldadura.

Soldadura	Simbología	Soldadura	Simbología
Ejemplo de soldadura de filletes		Ejemplo de soldadura de tope con bisel	
			
Tamaño de un fillete			
			
Tamaño de dos filletes iguales			
			
Tamaño de dos filletes diferentes			
			
Tamaño de un fillete de tamaño diferente			
			
Fillete continuo			
			
Longitud de un fillete			

Simbología de soldadura

1.4 Formulación del problema.

¿En qué medida el ensayo destructivo en acero ASTM A-36 optimiza los parámetros del proceso de soldadura SMAW .Chiclayo ,2017?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación científico:

La presente tesis de investigación científicamente se justifica por q para realizar una homologación 3g en soldadura existen normas ya probadas que certifican que median un ensayo destructivo se ofrece una unión de calidad, según el código. (AWS D1.1, API D1.1, ASME IX)

1.5.2 Justificación técnica:

Las empresas metalmecánica tienen la necesidad de poder reducir riesgos en sus trabajos(fugas de gas, líquidos y estructuras débiles) por lo que saben obligados a contratar personal calificada (homologada)para que puedan brindar calidad en sus trabajos.

1.5.3 Justificación social:

Con referencia al tipo de trabajo elaborar en este trabajo se busca mejorar considerablemente el producto terminado para poder dar garantía a las estructuras de dar más tiempo de vida, en caso de estructuras de máquinas (fajas transportadoras, tinas para lavado de paltas, etc.) ofrecidas por la empresas para una finalidad de poder brindar a las familias trabajo y una calidad del producto.

1.5.4 Justificación Económica:

Actualmente los trabajos que adquieren trabajos con normas se tiene que contratar de gente homologada para realizar estos trabajos se busca poder tener conocimiento claro para poder cubrir esas demandas ya si no generar costos de manos terceras.

1.5.5 Justificación ambiental:

El ensayo destructivo nos ayudará poder certificar que la soldadura empleada será de mejor calidad y así poder reducir las fugas o cristalización del metal que reducirá la contaminación.

1.6 Hipótesis:

La ejecución del ensayo destructivo en acero estructural ASTM A36 permite optimizar los parámetros del proceso de soldadura smaw, Chiclayo 2017.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo general:

Realizar la demostración de un ensayo destructivo en acero ASTM A36 para optimizar los parámetros tales como amperaje, tiempo de trabajo) de soldadura SMAW.

1.7.2 Objetivos específicos:

- a. Diagnosticar el estado actual de los ensayos destructivos.
- b. Diseñar los mecanismos necesarios para realizar los ensayos (dimensiones).
- c. Construir las probetas de acuerdo a lo diseñado para realizar las pruebas.
- d. Realizar el estudio de aceptación para obtener los parámetros adecuados del proceso de soldabilidad del tipo smaw.

II.METODO

2.1 Diseño de investigación

El tipo de diseño será experimental porque manipularan las variables.

2.2.-Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable independiente

Ensayo destructivo en un acero estructural ASTM A 36

2.2.2 Variable dependiente

Parámetros del proceso de soldadura SMAW.

Variables independiente e dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Instrumentos
Ensayo destructivo en acero ASTM A-36	En el ensayo destructivo de dobles se busca como finalidad el poder estudiar el material para así poder saber si es lo suficiente resistible para el trabajo que se va a emplear, por lo tanto mediante lotes de probeta sometidas bajo diferentes cargas para así poder conocer sus características mecánicas y así lograr saber si el adecuado para ese trabajo.	Estudio del acero ASTM A 36 Esfuerzos mecánicos en "U" limite plástico sin romper	MPa Psi	Ordinal Ordinal	Hoja de procedimiento Hoja de procedimiento
Proceso de soldadura SMAW	Proceso de soldadura quizás el más antiguo pero siempre requerida en la cual por mediante de un arco eléctrico que es establecido por el encendido de un electrodo que brinda un calor generado en el cual al fundirse con el material base, establecen una unión de metales gracias a las funciones del revestimiento.	Eficiencia de mano de obra Posición de soldar Eficiencia de trabajo de maquina	Hora hombre AWS D1-1 (3G) Amperaje y voltaje.	Ordinal Ordinal Ordinal	WPS WPQ

2.3.-Población y muestra

3 probetas (200 mm x 100mm) unión de 2 planchas.

6 lotes de probeta (50 mm x 154 mm) son divisiones de las planchas.

2.4.-Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1.-Técnica de recolección de datos.

Observación directa

Se ira al lugar de prueba ensayo para realizar las pruebas y observaciones.

2.4.2.-Instrumentos de recolección de datos

Guías de observación

Se recopilara datos de información referente al tema de ensayo destructivo del manual del fabricante que ya da sus propias características mecánicas del material.

Hoja de datos

Se obtendrá como certificación de la información que sea necesaria de los documentos,

Dos guías de observación visual y del ensayo

WPS (procedimiento de soldadura) aprobado por un especialista.

WPQ (procedimiento de soldadura) aprobado por un especialista.

2.4.3.-Validez y confiabilidad

Validez:

La validez de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a dos especialistas en el área de metal mecánica.

Confiabilidad:

En esta tesis tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.5.- Métodos de análisis de datos

El método que se utilizará en esta tesis es el método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla Implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar.

2.6.-Aspectos éticos

La tesis se elaboró respetando los conceptos e ideas del autor manteniendo confiable todos los antecedentes documentos datos de revista en la que se dio como ayuda para elaborar el proyecto, con el fin de no caer en conflicto entre intereses.

III.- RESULTADOS

3.1.- Diagnosticar el estado actual de los ensayos destructivos.

En Lambayeque he podido constatar que no cuenta con un mecanismo para poder ensayar el material ya así lograr una mayor eficiencia de la soldadura ya que no tomamos en cuenta el esfuerzo mecánico al cual se somete este acero por los cambios de temperatura que se dan en un proceso de soldadura lo cual con lleva a que el acero sufra un cambio en su estructura molecular que mayor mente es llamado cristalización.

Este mecanismo del cual quiero yo hacer mención es respecto aquí en mi localidad lo cual consta de una prensa hidráulica manual que muy poca hay en Chiclayo y Lambayeque pero que tiene una gran utilidad que lamentablemente no tomamos en cuenta aquí hago presente de la prensa la cual llegar a elaborar en el senati.

Figura 25



Autor

Prensa de ensayo

Esta prensa actualmente se encuentra en el senati , es la que más se asemeja a las características que se necesitó porque cuenta con manómetro el cual me llega a indicar el esfuerzo mecánico al cual es sometido este acero ASTM a 36. Mediante un ensayo destructivo. He llegado apreciar maquinas como estas:

Figura 26



Autor

Prensa sin manómetro

Figura 27



Autor

prensa sin manómetro

En la cual no cuentan con el manómetro para ejercer los esfuerzos al cual es sometido el material base soldado.

Hay mucho procesos de soldadura que te dan tablas de cada proceso pero que tomamos relevancia a ello y pensamos que no se cumplen en la práctica, en el proceso smaw que es lo que voy a tratar de poder optimizar los parámetros y tiempos en el trabajo por medio de este estudio a ejecutar, En el cual quiero demostrar que la teoría se cumple en la práctica.

Aquí en mi localidad aún se da importancia al ensayo no destructivo de la eficiencia de la soldadura por medio de la inspección por líquidos penetrantes como se puede apreciar en esta imagen:

Figura 28



Autor

Líquidos penetrantes

Figura 29

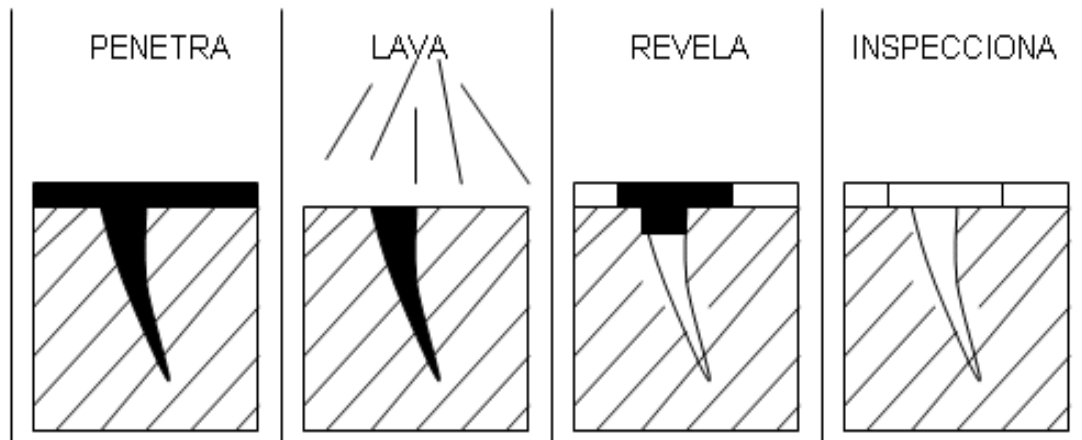


Autor

Spray aplicado en la probeta

En la cual consta de tres spray que se encargan lo quicamente el material ya pasado la limpieza correspondiente se procede a emplear el primer spray que se encarga de penetrar en la soldadura que mayormente es de color rojo, el segundo es el removedor en el cordón de soldadura y el tercero es el que se encarga de revelar si hay fisuras en la soldadura.

Figura 30



Monografias.com

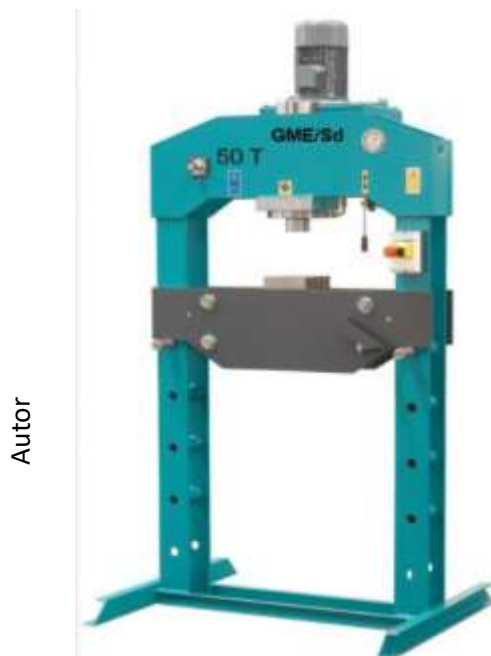
Acción del spray aplicado en el acero

Mas no nos permite este ensayo conocer el comportamiento de sus esfuerzo mecánico que está sometido ese tramo de soldadura por lo cual voy a demostrar mediante esta prensa el estudio que fue sometido este acero para poder tener la certeza de cuanta carga puede estar sometida ese cordón y saber cuánta relevancia tiene los tiempos de trabajo y amperajes que se somete el material base.

En este punto a tratar daré como relevancia que mejores resultados se logran obtener mediante una prensa electrohidráulica por tal motivo:

Que el operario no ejerce el ensayo manualmente que ayuda a que el material no tenga un efecto rebote esto se refiere que no tenga opción a responder su esfuerzo en el tiempo muerto (descanso en la manivela y elemento a soportar) este vendría hacer así como en esta imagen:

Figura 31



Máquina de ensayo automática

En la cual podemos apreciar que trabaja con un motor y mediante pulsadores que realizan la manipulación del ensayo lo cual evitan el efecto rebote del material en estudio. Pero mayormente estas máquinas las encontramos en lima por lo cual se consiguen mejor resultado.

Pero basándome en mi realidad problemática aquí en mi localidad e llagado a utilizar la prensa manual, no quiere decir que esta prensa me va a dar falsos resultados, si no que aquí en mi localidad Chiclayo Lambayeque me e basado en lo que tengo

por tal motivo lo e ejecutado con una que tenga manómetro por poder estudiar sus esfuerzos en el cual van a estar sometidos bajo cargas específicas.

Haciendo un énfasis del estudio e podido apreciar que la fatiga es algo común mente que se da con mayor frecuencia en las juntas soldadas que por referencia son las que van hacer sometidas a esfuerzos variables en el tiempo de trabajo, tales como son estructuras, chasises de equipos de movimiento de tierra, grúas, puentes, muelles, etc.

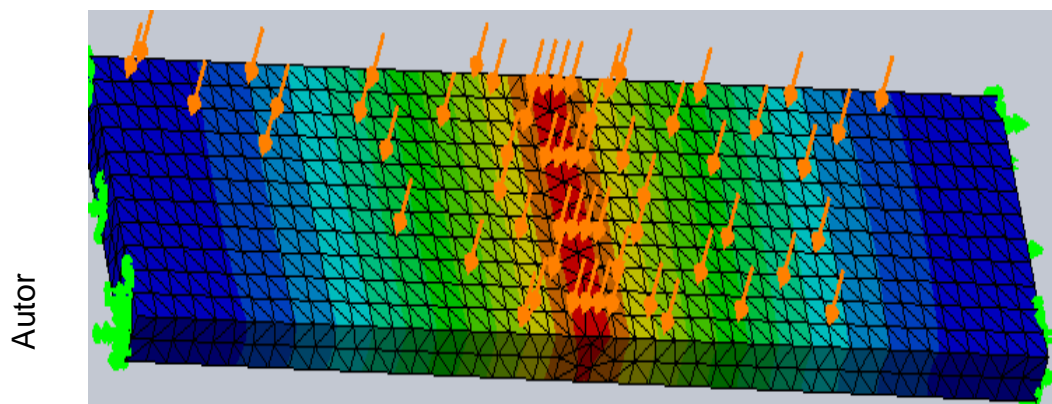
De una forma directa los casos de fatiga en lo que sus esfuerzos disminuyen bastantes es cuando el material base no es soldado, lo que no pasa con un elemento soldado por lo que con lleva a que haiga fisuras en estas uniones que se someten mayormente a carga cíclica

3.2.- Diseñar los mecanismos necesarios para realizar los ensayos (dimensiones).

Para tomar en cuenta este diseño se ha creído conveniente hacer el estudio de las dilataciones expuesta en los dos electrodos por lo tanto se dará a continuación el calculo

Dilatación térmica lineal

Figura 32



Estudio E-6010

Por lo tanto se aplicara la siguiente formula:

Donde:

ΔL = incremento de longitud del
cordón

L_0 = longitud inicial

α = coeficiente de dilatación lineal

ΔT = incremento de temperatura

T_f = temperatura final

T_i = temperatura inicial

$$\Delta L = L_0 \times \alpha \times \Delta T$$

$$\Delta L = 0.05 \text{ m} \times \frac{12 \times 10^{-6} \times 780 \text{ } ^\circ\text{C}}{^\circ\text{C}}$$

$$\Delta L = 0.0004680 \text{ m}$$

$$\Delta L = 468 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T = 1200 \text{ } ^\circ\text{C } T_{\text{ace}} - 420 \text{ } ^\circ\text{C } T_{\text{E-6010}}$$

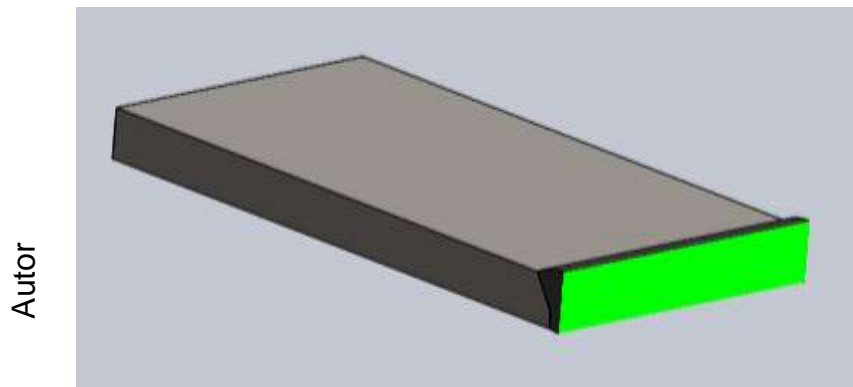
$$\Delta T = 780 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ahora porque es necesario esta aplicación por la dilatación que sufren los aceros claro está que aquí en mis resultados es muy menor pero tomemos en cuenta para la construcción de un puente ahí un centímetro de resultado ya es mucho por tal motivo se toma en cuenta para los aceros si no traería como consecuencia vidas humanas.

Dilatación térmica superficial

La dilatación en las dimensiones que nos llega a interesar para poder así realizar mi estudio que vendría hacer el largo y ancho, vendría hacer casi la misma fórmula cambiando longitud por área de superficie y el coeficiente de la dilatación térmica lineal α por el coeficiente de dilatación superficial β que no es más que la relación $\beta = 2 \times \alpha$, aplicamos la siguiente formula:

Figura 33



Área superficial

Donde:

ΔS = incremento de dilatación superficial del área

S_i = área inicial

β = coeficiente de dilatación superficial

$$A = 0,0095 \times 0,050$$

$$A = 47,5 \times 10^{-5}$$

$$\Delta S = S_i (1 + \beta \times \Delta T)$$

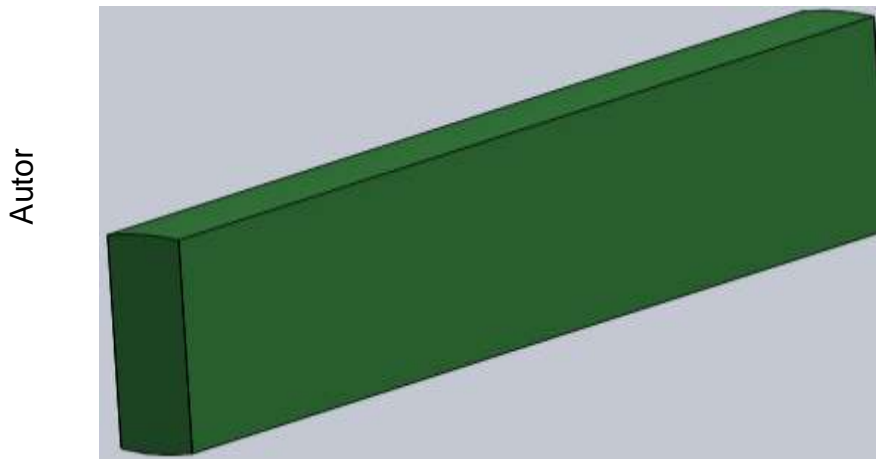
$$\Delta S = 47,5 \times 10^{-5} m (1 + 24 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 780 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$\Delta S = 0,0004839 \text{ m}$$

$$\Delta S = 483.9 \text{ } \mu\text{m}$$

Dilatación térmica volumétrica

Figura 34



Volumen del cordón

Donde:

$$\gamma = 3 (\alpha)$$

ΔS = incremento de dilatación volumétrica del área

S_i = área inicial

γ = coeficiente de dilatación volumétrica

V = volumen

A = área

$$V = L \times A$$

$$V = 0,0095 \times 0,050 \times 0,003$$

$$V = 1,4 \times 10^{-6}$$

$$\Delta v = 1,4 \mu m$$

$$\Delta v = 1,4 \times 10^{-6} m$$

$$\Delta v = 1,4 \times 10^{-6} m (1 + 36 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 780 \text{ } ^\circ\text{C})$$

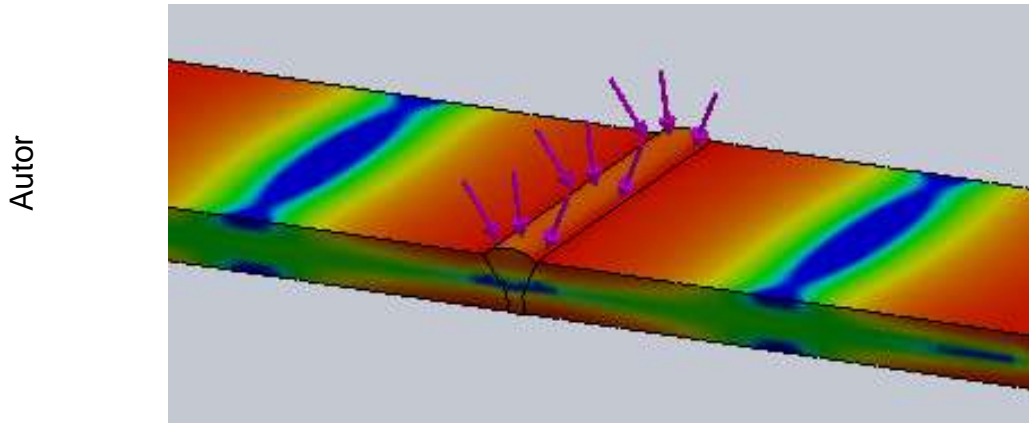
$$\Delta v = S_i (1 + \gamma \times \Delta T)$$

Ahora se procedera a determinar las dilataciones lineal superficial y volumetrica, para el electrodo 7018.

Temperatura del cordón en el acero para que se pueda dar la solidificación con el material base es de 500 °c en el caso del E- 7018.

Dilatación térmica lineal

Figura 35



E- 7018

Donde:

ΔL = incremento de longitud Del cordón

L_0 = longitud inicial

α = coeficiente de dilatación lineal

ΔT = incremento de temperatura

T_f = temperatura final

$$\Delta T = 700 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = L_0 \times \alpha \times \Delta T$$

$$\Delta L = 0.05 \text{ m} \times \frac{12 \times 10^{-6}}{^\circ\text{C}} \times 700 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = 0.0004200\text{m}$$

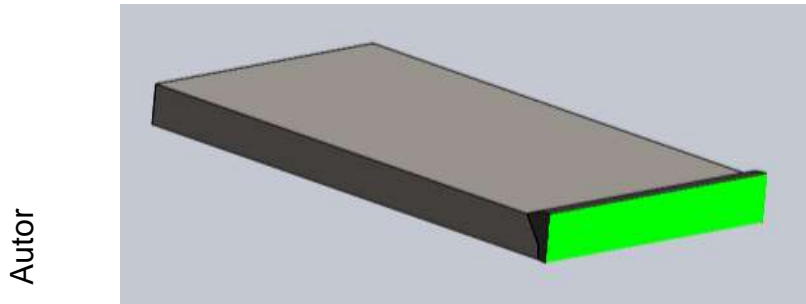
$$\Delta L = 420 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\Delta T = 1200 \text{ } ^\circ\text{C } T_{\text{ace}} - 500 \text{ } ^\circ\text{C } T_{\text{E 7018}}$$

Dilatación térmica superficial

siguiendo la misma secuencia del proceso del electrodo 6010 para aplicar al electrodo 7018

Figura 36



Autor

Área superficial

Donde:

$$A = 0,0095 \text{ m} \times 0,050 \text{ m}$$

S_f = incremento de área.

$$A = 47,5 \times 10^{-5}$$

S_i = área inicial

$$S_f = S_i (1 + \beta \times \Delta T)$$

β = coeficiente de dilatación superficial

$$S_f = 47,5 \times 10^{-5} (1 + 24 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 500^\circ\text{C})$$

ΔT = incremento de temperatura

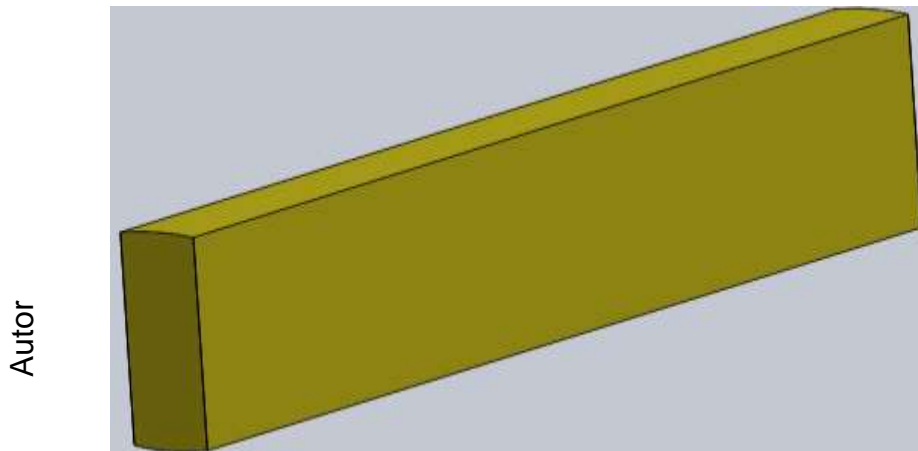
$$S_f = 481 \mu\text{m}$$

T_f = temperatura final

$$S_f = 0,000481 \text{ m}$$

Dilatación térmica volumétrica

Figura 37



Volumen del E- 7018

Donde:

ΔS = incremento de dilatación volumétrica

S_i = volumen inicial

γ = coeficiente de dilatación volumétrica

ΔT = incremento de temperatura

T_f = temperatura final

T_i = temperatura inicial

$$\gamma = 3 (\alpha)$$

$$V = 0,0095 \times 0,050 \times 0,003$$

$$A = 1,4 \times 10^{-6}$$

$$\Delta S = S_i (1 + \gamma \times \Delta T)$$

$$\Delta S = 1,4 \mu m$$

$$\Delta S = 1,4 \times 10^{-6} m$$

$$\Delta S = 1,4 \times 10^{-6} (1 + 36 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 500 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Luego de poder haber realizado el estudio en la práctica con el E-6010 (electrodo celulósico) y E-7018 (electrodo bajo hidrogeno) se procedió a ejecutar el análisis de cada lote de probeta (6 lotes)en el software solidworks en donde la primera probeta (cortadas en 2 lotes)fue soldado por E-6010 solamente ,segunda probeta (2 lotes) fue soldada con E-7018 solamente y la tercera (2 lotes) fue ejecutado el análisis con los 2 tipos de electrodos E-6010 y E-7018 para poder ver cómo se comporta en conjunto los 2 tipos de electrodos con el material con las fuerzas ya aplicadas en la práctica para así ver los puntos críticos brindados por software solidworks.

ENSAYO REALIZADO ALA PROBETA 3 –B

ANALISIS REALIZADO AL CORDON DE SOLDADURA

Doble cara (E- 6010)

Fuerza aplicada a la probeta = 5 TN

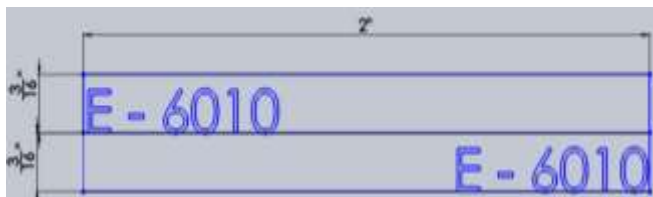
$$\tau_c \leq \sigma_{adm} \times 0,4$$

$$\tau_c \leq 60000 \text{Psi} \times 0,4 = 24\ 000 \text{Psi}$$

$$\tau_c = \frac{P}{A} \quad \rightarrow \quad \tau_c \times A = P$$

$$P = 24\ 000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{6}{16} \text{in}^2 = 9000 \text{lb} \quad \rightarrow \quad 4.082 \text{ TN}$$

$$\downarrow \quad 5 \text{ TN} \quad \rightarrow$$



$$F_R = F_{E-6010} + F_{E-6010}$$

$$F_R = 2 (4.082 \text{ TN})$$

$$F_R = 8.164 \text{ TN}$$

La fuerza máxima aplicada al cordón de soldadura es de 8.164 TN y la fuerza de la probeta aplicada al cordón es de 5 TN dando así una buena resistencia a la fractura del cordón ya que no pasa lo permisible del electrodo.

Ahora mediante el software solidworks se procedió a dar, las cargas puntuales en el cordón por medio de elementos finitos en donde se aprecia los puntos críticos del cordón y el por qué es necesario este estudio para así obtener los conocimientos, cuál de los 6 lotes a estudiar, en el software tiene menos puntos críticos para así; por medio de sus resultados poder tener certeza de la optimización del procesó SMAW.

Figura 38

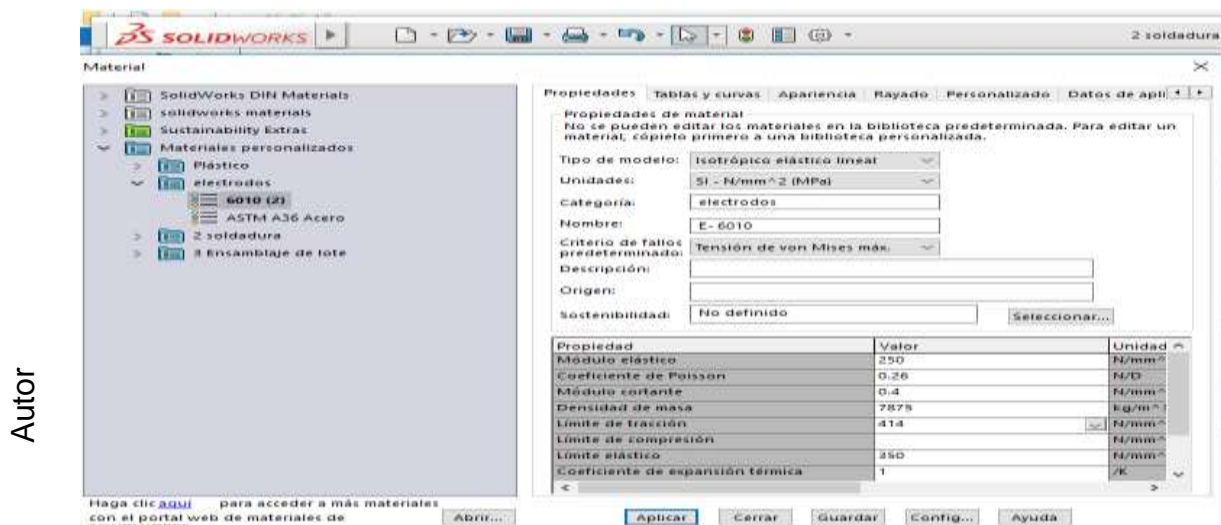


Volumen del E- 7018

Interpretación:

Medida estándar del cordón de soldadura realizado en los 6 estudios en el software (solidworks) a diferentes cargas obtenidas en el laboratorio de soldadura.

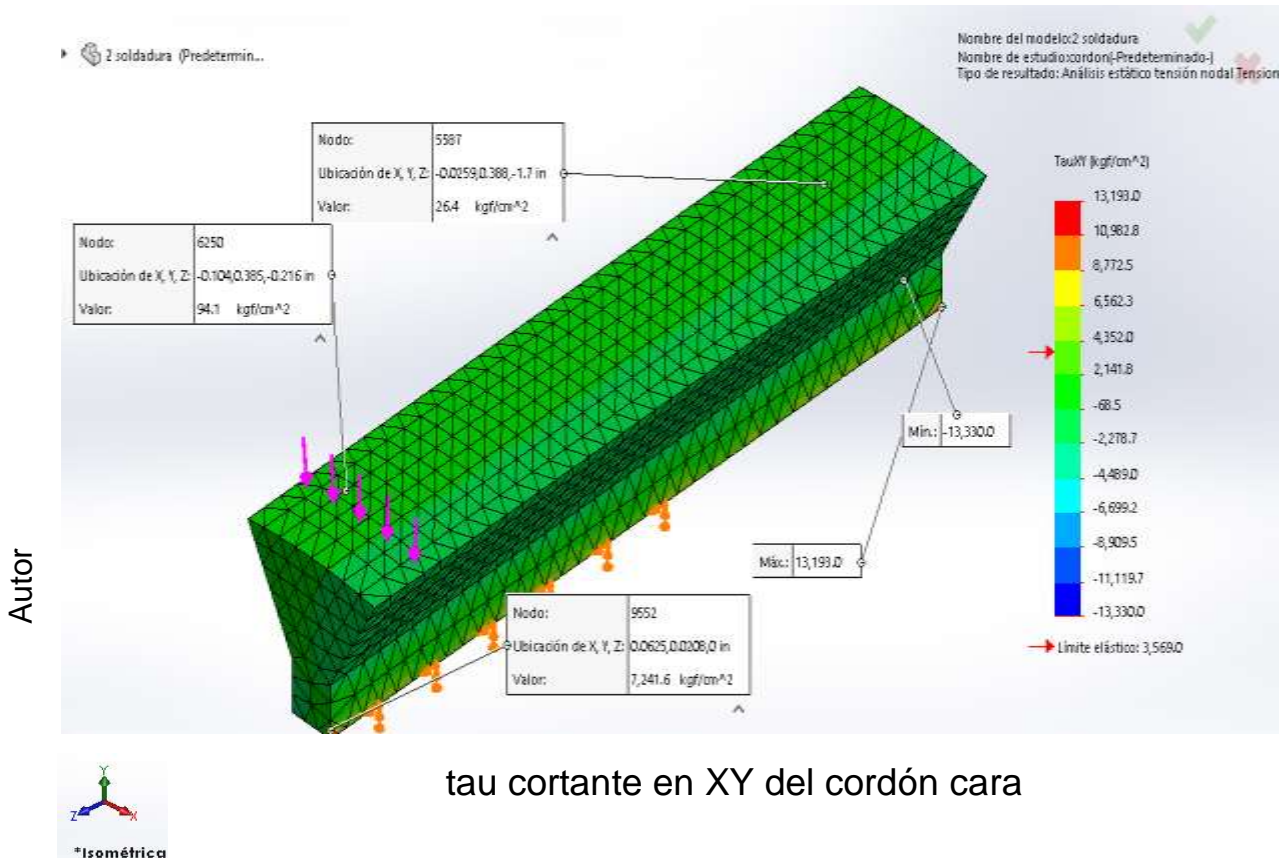
Figura 39



Software solidworks

Interpretación: al elemento extruido en el software solidworks se le brinda las características mecánicas de los electrodos, para poder dar la facilidad de proceder al estudiar del elemento como cordón de soldadura y poder saber los puntos críticos.

Figura 40



Interpretación:

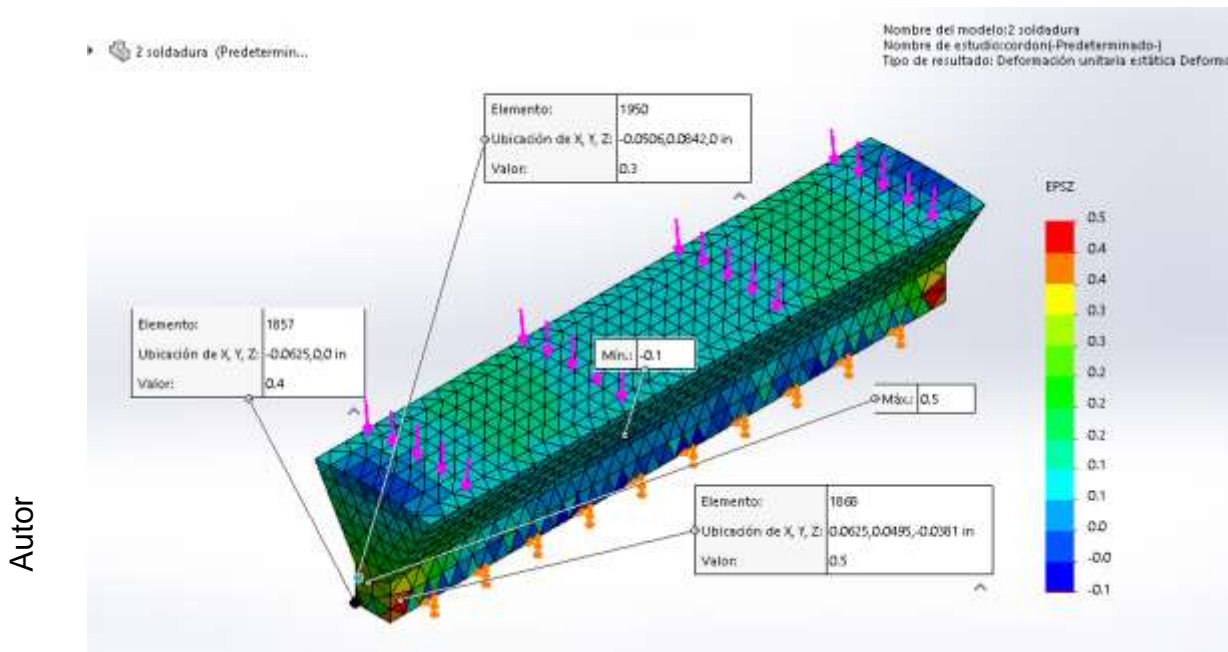
en este estudio realizado se puede apreciar el grafico, donde el tau cortante en XY nos da como resultado en nodos, expuestos en el software (solidworks) donde el punto crítico se encuentra en el pase de raíz, estos resultados son obtenidos debido a una fuerza aplicada de 5 TN al cordón de soldadura.

Tabla 2

Autor	Tipo de malla	Malla sólida
	Mallador utilizado:	Malla estándar
	Tamaño de elementos	0.0550162 in
	Tolerancia	0.00275081 in
	Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla en el software solidworks

Figura 41



Autor



Deformación en el cordón E – 6010 por nodos

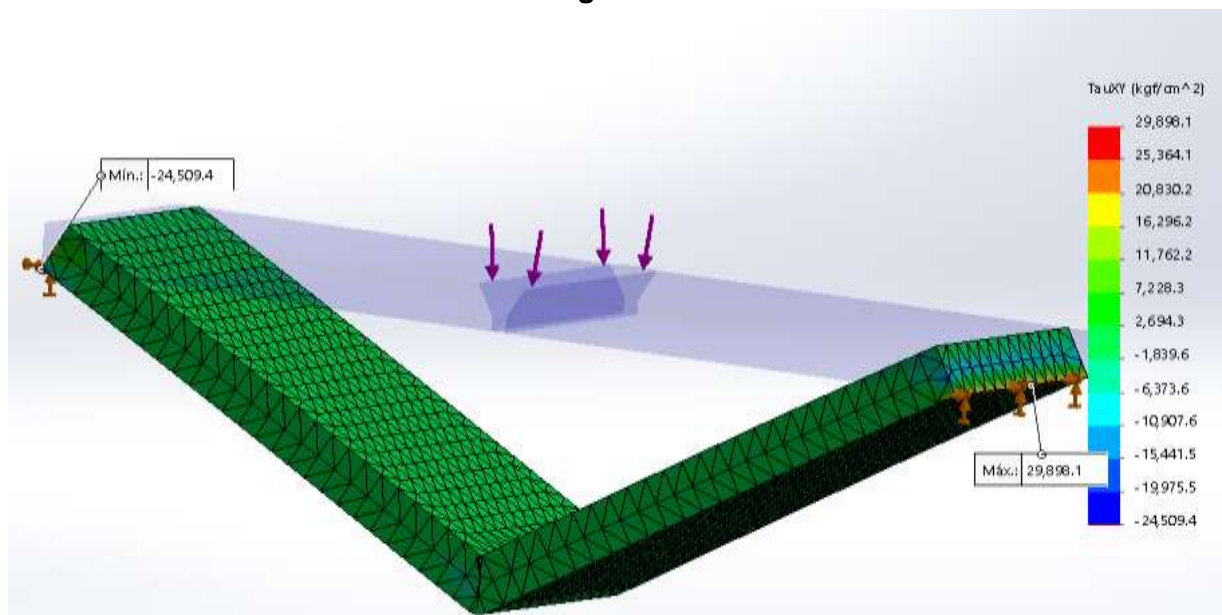
Interpretación: en el estudio proporcionado por el software solidworks se puede apreciar claramente que en el pase de raíz hay puntos críticos, siendo estos menores debido a una fuerza aplicada de **5 TN** la cual fue aplicada en el chaflán del cordón de soldadura; en el nodo **1868** se aprecia una mayor deformación, siendo esta de **0.5 μm**. Al realizarse el ensayo no hubo ruptura en el cordón de soldadura dando como resultado un buen dobléz del material bajo una correcta aplicación del proceso en el

material base y aporte, por parte del soldador, estos ensayos fueron realizados en los laboratorios de SERVICIO NACIONAL DE ADIESTRAMIENTO EN TRABAJO INDUSTRIAL (SENATI)

ANALISIS DE LA PROBETA

Ahora se aplicara la carga (fuerza 5 Tn) con el material (lotes), ya que primero se realizó el análisis solamente del cordón por lo tanto este estudio será con el material ASTM A 36 (características mecánicas) y los electrodos E-6010 y E -7018 (características mecánicas)

Figura 42



Ensayo de lote 3-B

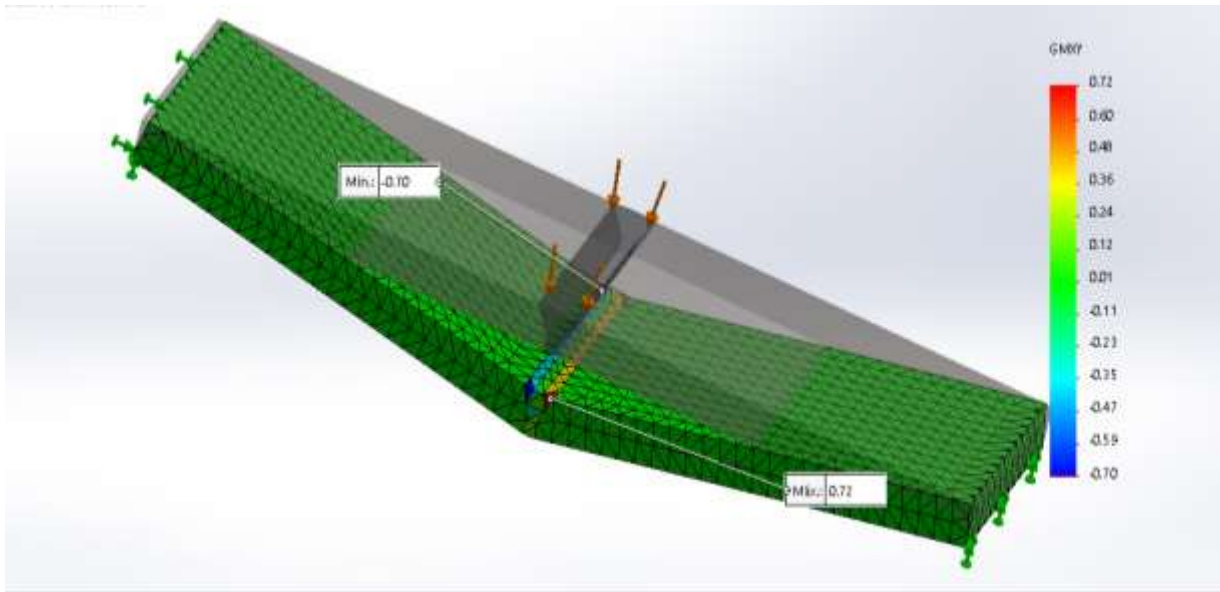


INTERPRETACION: En la imagen 42 que se aprecia es la que ha sido proporcionado por el software solidworks da a conocer el comportamiento del material ASTM A36 con el cordón de soldadura (lote 3-B), al costado se aprecia una regla de colores con números su significado es que los números que son positivos son esfuerzos por compresión y los números en negativo hace referencia a sus esfuerzos por tracción.

Esta regla de colores nos dice que el material sometido a una carga 5Tn responde con un esfuerzo de compresión de 29 Tn donde el material sufre una ruptura, y 2 Tn en donde el material pasa el límite elástico mas no se rompe; también su esfuerzo de tracción responde a 1 Tn en donde el material se comporta adecuadamente y en punto crítico de 24 Tn

Figura 43

Autor



Deformación del cordón



INTERPRETACION:

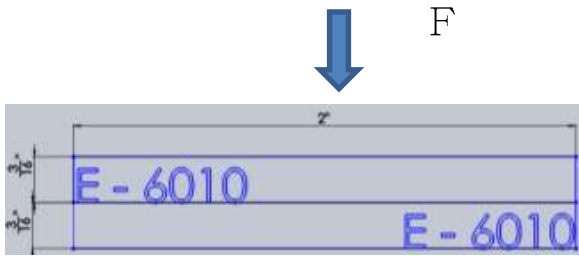
La deformación que se aprecia en la figura que ha sido esportada del software solidworks da a conocer que el material ASTM A 36 y el cordón del E-6010 se comportan en esfuerzo de compresión de $0,72 \mu m$ y $0,70 \mu m$ en tracción, este análisis tanto en el τ_c como en la deformación se le aplicó una fuerza de 5 Tn en el cordón de acabado.

ENSAYO REALIZADO A LA PROBETA 3 -A

ANALISIS REALIZADO AL CORDON DE SOLDADURA

Doble raíz (E- 6010)

Fuerza aplicada a la probeta = 9 TN



$$\tau_c \leq \sigma_{adm} \times 0,4$$

$$\tau_c \leq 60\,000 \text{ Psi} \times 0,4 = 24\,000 \text{ Psi}$$

$$\tau_c = \frac{P}{A} \longrightarrow \tau_c \times A = P$$

$$P = 24000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{6}{16} \text{ in}^2 = 9000 \text{ lb}$$

$$P = 4.082 \text{ TN}$$

$$\sum F_R = 2R_1 \longrightarrow \sum F_R = 2 (4.082 \text{ TN})$$

$$\sum F_R = 8.164 \text{ TN}$$

Siendo así la fuerza aplicada a la probeta por la prensa de 9 TN

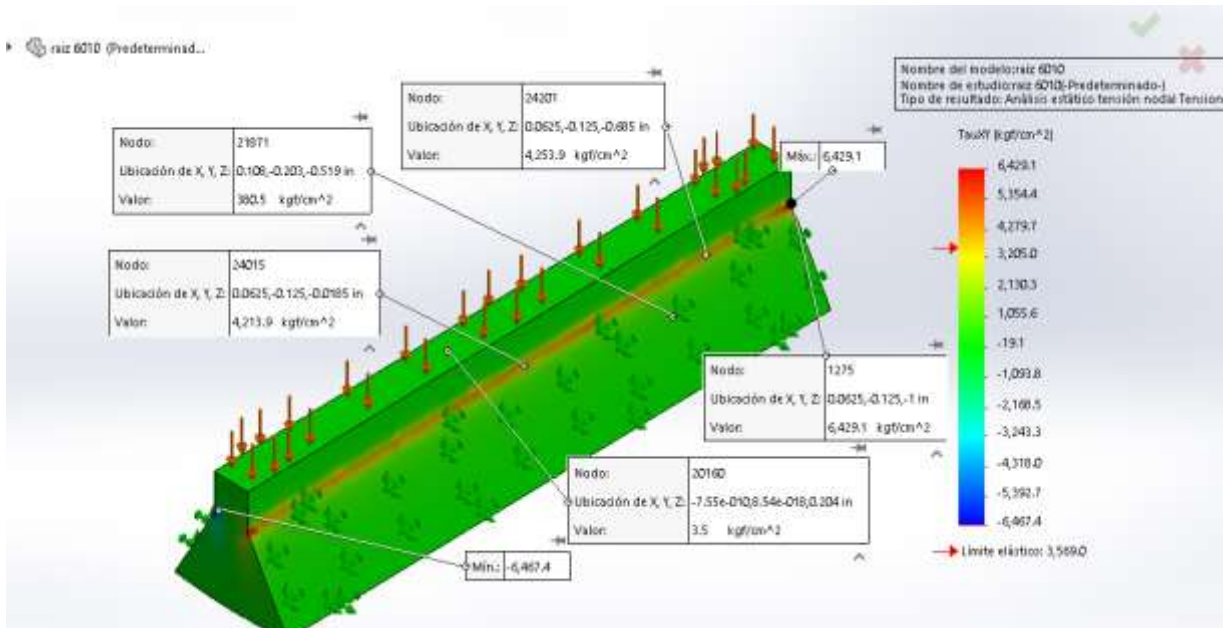
$$\sum F_R = F_{prensa} + F_{E-6010}$$

$$\sum F_R = 9 \text{ TN} - 8.164 \text{ TN}$$

$$\sum F_R = 0.836 \text{ TN}$$

Cabe recalcar que en la probeta tendrá a fracturar teniendo un margen de 0.836TN que está en el punto máximo de la tolerancia por tal motivo es que el material se llegó a fisurar

Figura 44



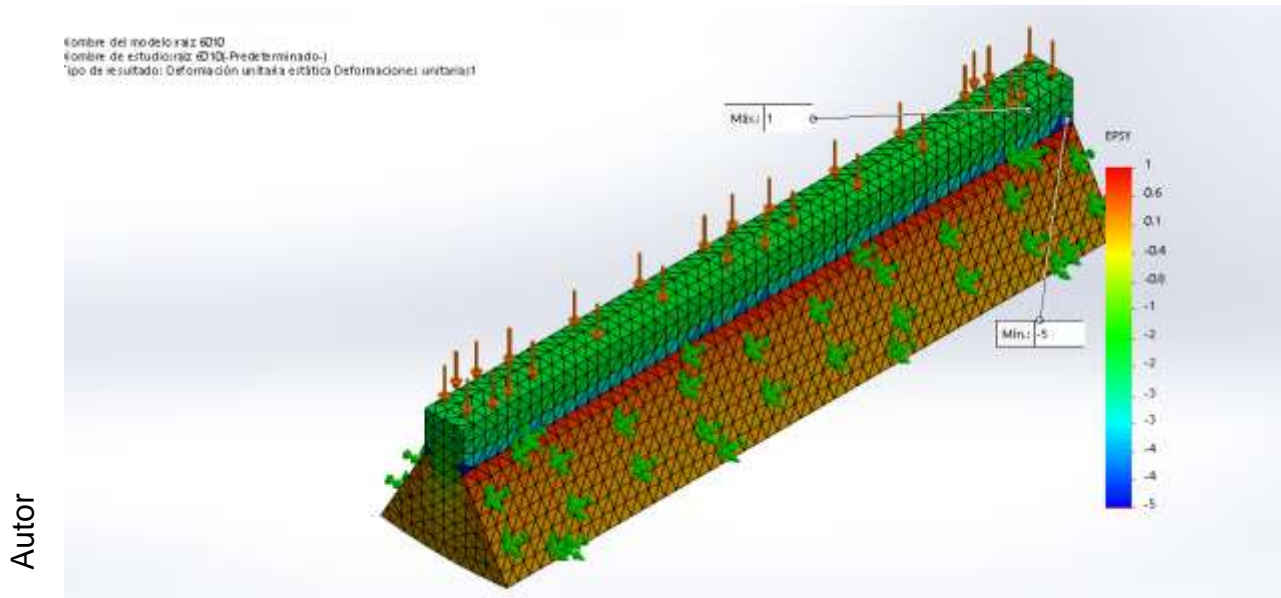
Tau cortante en XY del pase de raíz



Interpretación: En el estudio en mención a la imagen que acido proporcionada por el software solidworks en donde nos da unos resultados en el tau cortante “XY” por medio de los nodos en donde nos brinda como punto crítico en el pase de raíz por la fuerza aplicada de 9 TN pero por tener una menor área el cordón sufrió fisura, en el nodo 1275 emite un esfuerzo de

$6,429 \frac{Kg}{cm^2}$ en donde se comprueba tanto en el estudio como el estudio practico que el electrodo celulósico 6010 tienes más elasticidad pero menos dureza por lo que llego a fisura en el cordón de acabado como se dio en el practico que la fuerza aplicada se dio el cordón de raíz ,con dobles en el cordón de acabado

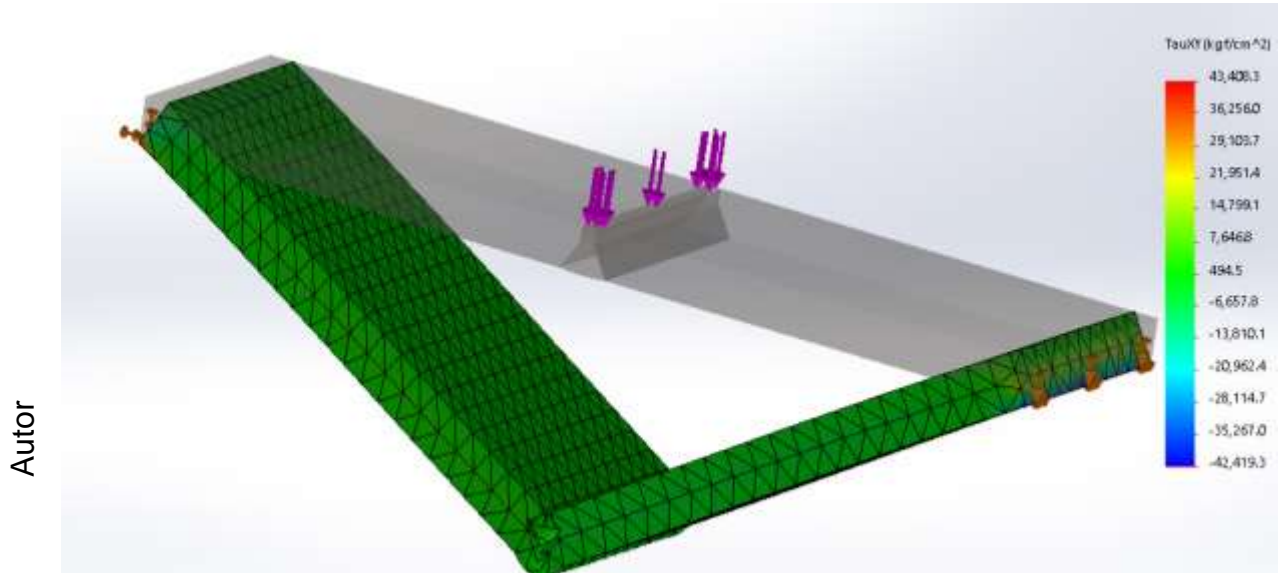
Figura 45



Estudio de deformación del pase de raíz

Interpretación: En el estudio proporcionado por el software solidworks se puede apreciar claramente que hay más deformación al culminar el cordón pase de raíz en la cual lo ilustra de color rojo en donde se va a dar la deformación que al aplicarse más fuerza a este cordón va sufrir rotura por el tema que de este electrodo hay más elasticidad pero menos rigidez, por tal motivo sufriría rotura.

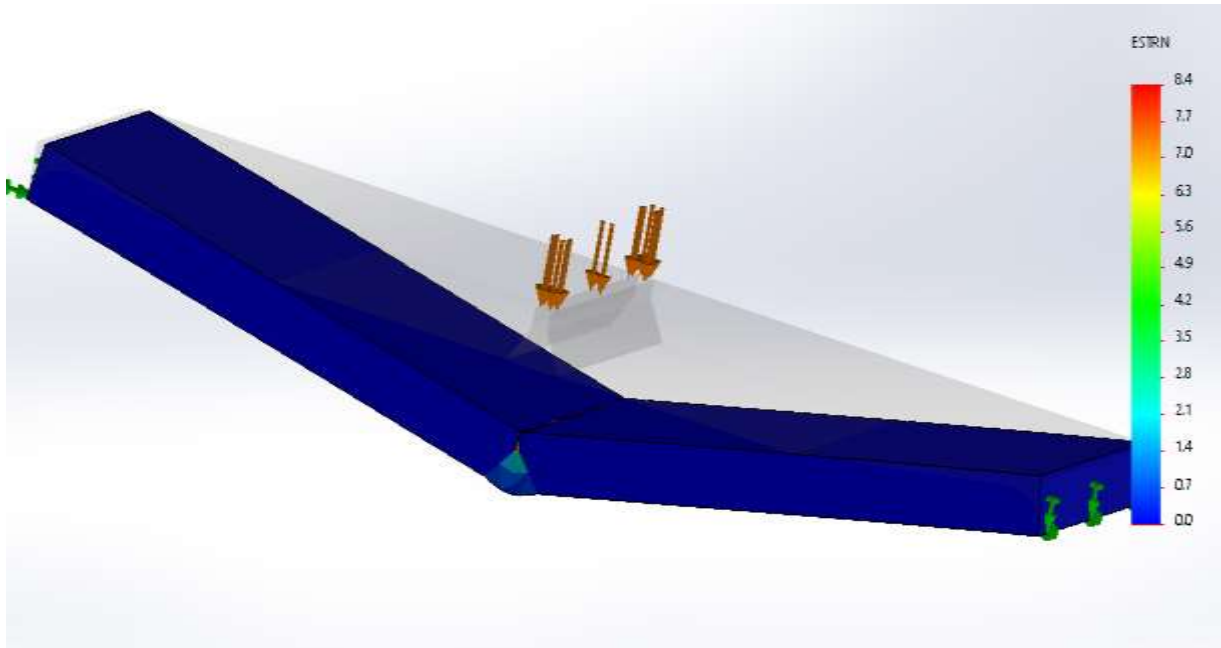
Figura 46



INTERPRETACIÓN: El análisis de elementos finitos aplicado al lote 3-A, en donde la fuerza se da en el cordón de raíz así como se aprecia en la figura sus esfuerzos son mayores ya que en donde ya que la fuerza en donde se dio es en el pase de raíz con dobles del cordón de acabado; por lo tanto va a ver mayor masa, así que su esfuerzo por compresión será de 4Tn y 43 Tn y tracción que 6Tn y 42 Tn

Figura 47

Autor



Deformación en lote 3-A

INTERPRETACIÓN : El estudio de este análisis que se aprecia esta aplicada la fuerza de 9Tn en pase de raíz ,el material ASTM A36 y el cordón se comporta en esfuerzo de compresión de 8.4 μm en crítico y en esfuerzo de tracción de 0,7 μm en donde hace saber el software que el material va a tener a fisurarse con la carga aplicada en la práctica ,cabe recalcar que la experiencia del soldador influye en estos ensayos ya que si no se toma en cuenta los pasos y procedimientos de la soldadura ;tanto el cordón y el material va a tener a romperse a menor carga ya que no hubo una buena penetración en el cordón pase raíz que el fundamental para que el ensayo no falle.

Probeta 2 -A dobles cara 7018

Teniendo una fuerza aplicada a la probeta de 5 TN



E - 7018



E - 7018

$$\tau_c = \sigma_{adm} \times 0,4$$

$$\tau_c = 70000 \text{ Psi} \times 0,4 = 28000 \text{ Psi}$$

$$\tau_c = \frac{P}{A} \quad \longrightarrow \quad \tau_c \times A = P$$

$$P = 28000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{6}{16} \text{ in}^2 = 10500 \text{ lb.} \quad \longrightarrow \quad 4.762 \text{ TN}$$

Como son dos cordones del mismo tipo de electrodo se suman las dos fuerzas calculadas.

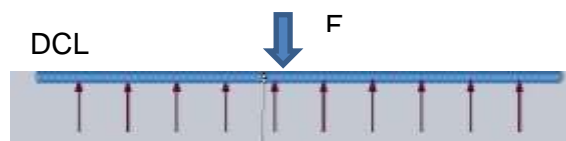
$$F_R = 2P$$

$$F_R = 2 (4.762 \text{ TN})$$

$$F_R = 9.524 \text{ TN}$$

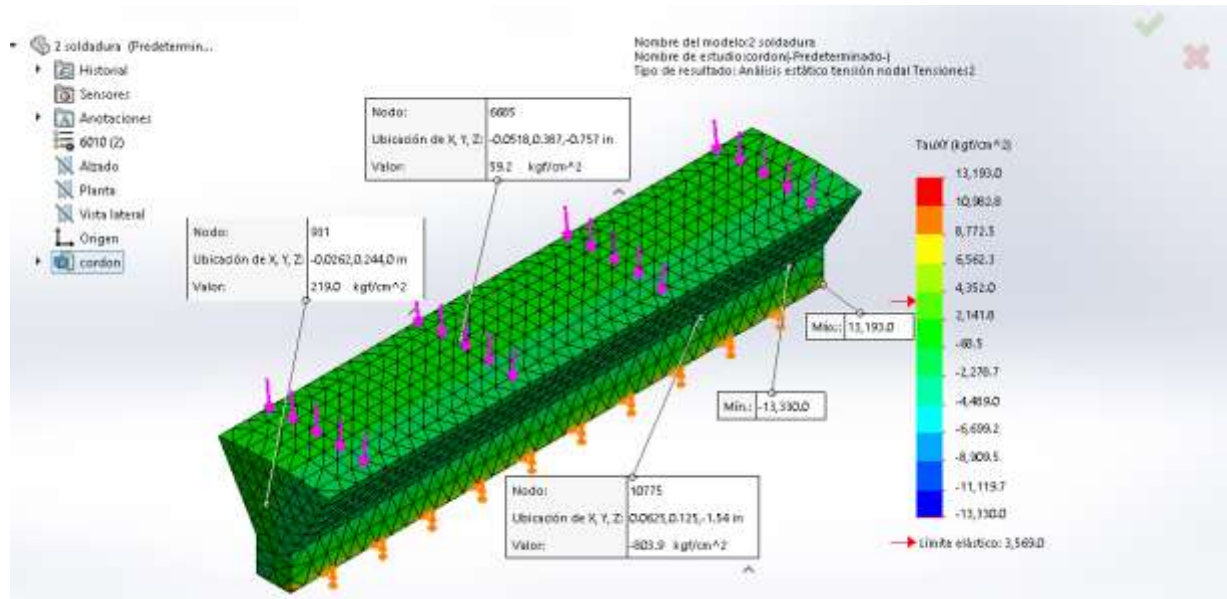
La fuerza aplicada a la probeta se de 5 TN y el cordón de soldadura da una fuerza máxima de 9. 524 TN por ser dos cordones en la probeta

$$F_R = 9.524 \text{ TN} - 5 \text{ TN} = 4.524 \text{ TN} \quad \text{una buena tolerancia para que el material no se}$$



La probeta 2 –B se llega a comportar de la misma manera al 2- A

Figura 48

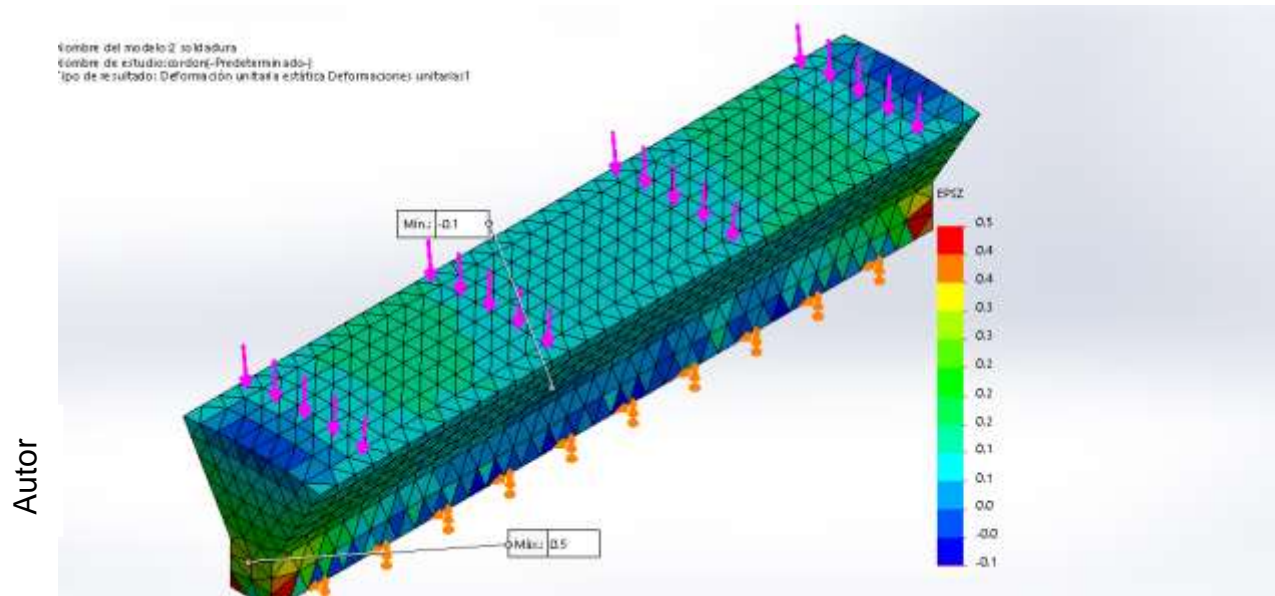


Autor

Tau cortante en XY de los nodos de la cara E-7018

Interpretación: en el estudio proporcionado por el software solidworks bajo el en mallado (conjunto de nodos) en el cual me proporciona un gráfico en el tau cortante un esfuerzo máximo de 13Tn/cm² en rotura, la flecha rojita en donde está señalando en el color verde indica que de ahí hacia abajo el cordón trabajaría en buenas condiciones sin llegar a la rotura del cordón de soldadura como se aprecia tiene buena resistencia pero baja elasticidad como se verá en el gráfico de deformación.

Figura 49

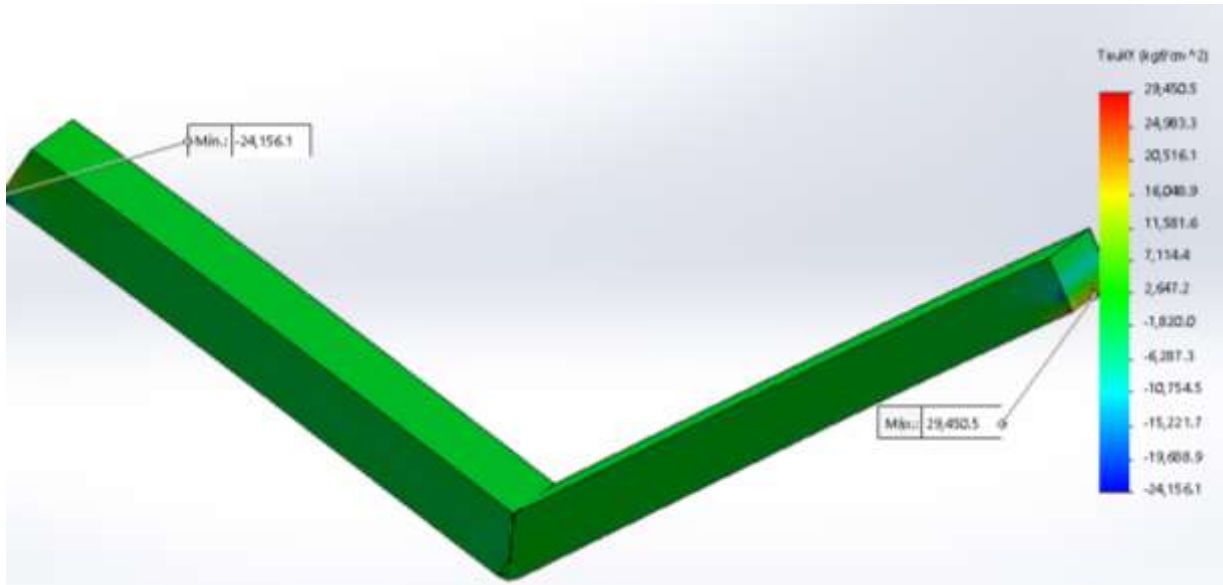


Deformación del cordón E-7018

Interpretación: en el estudio proporcionado por el software solidworks bajo el en mallado (conjunto de nodos) en donde nos proporciona las cargas puntuales máxima y mínima por lo cual da como conclusión que el tipo de electrodo 7018 hay más rigidez pero menos elasticidad por lo cual está más inmerso a sufrir la rotura cabe recalcar que este electrodo tiene buena resistencia a la tracción que es de 70,000 Lb/in² pero si se trabaja en conjunto con el electrodo 6010 hace un buen complemento que más adelante lo demostrare mediante el software que es verdad.

Figura 50

Autor

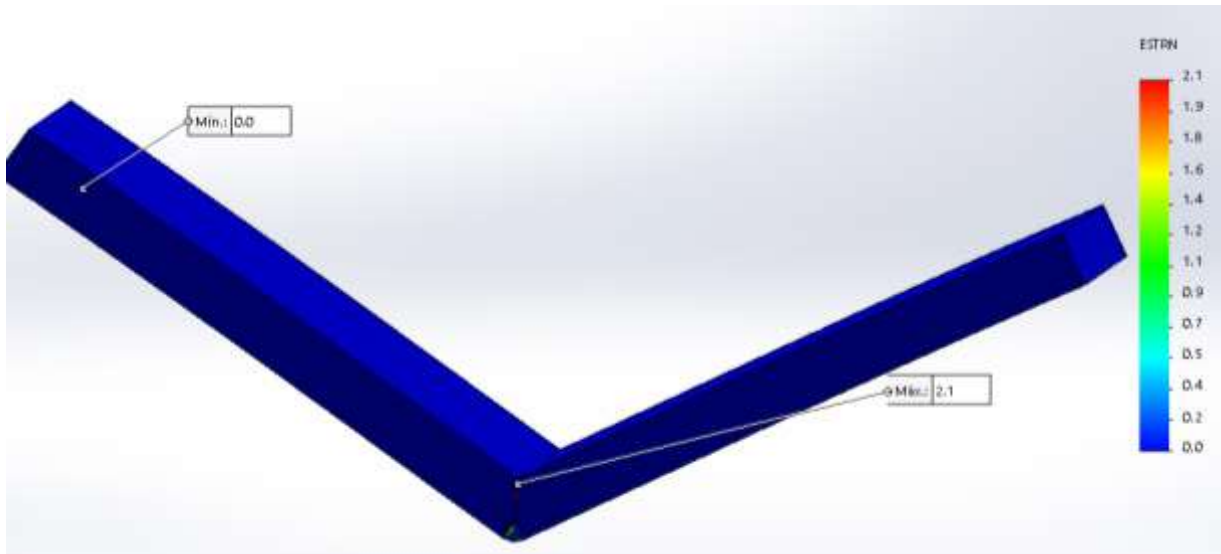


Ensayo del lote 2-A

Interpretación: el estudio analizado en el software solidworks es en el lote 2-A en donde consiste en aplicarle una carga (fuerza) de 5Tn al cordón de acabado para ver el comportamiento del material y el cordón (E-7018); como se ve en el análisis que responde con un esfuerzo de compresión de 29 Tn para que se llegue a dañar el material y el cordón, como también en el esfuerzo con tracción en que vendría hacer de 24Tn.

Figura 51

Autor

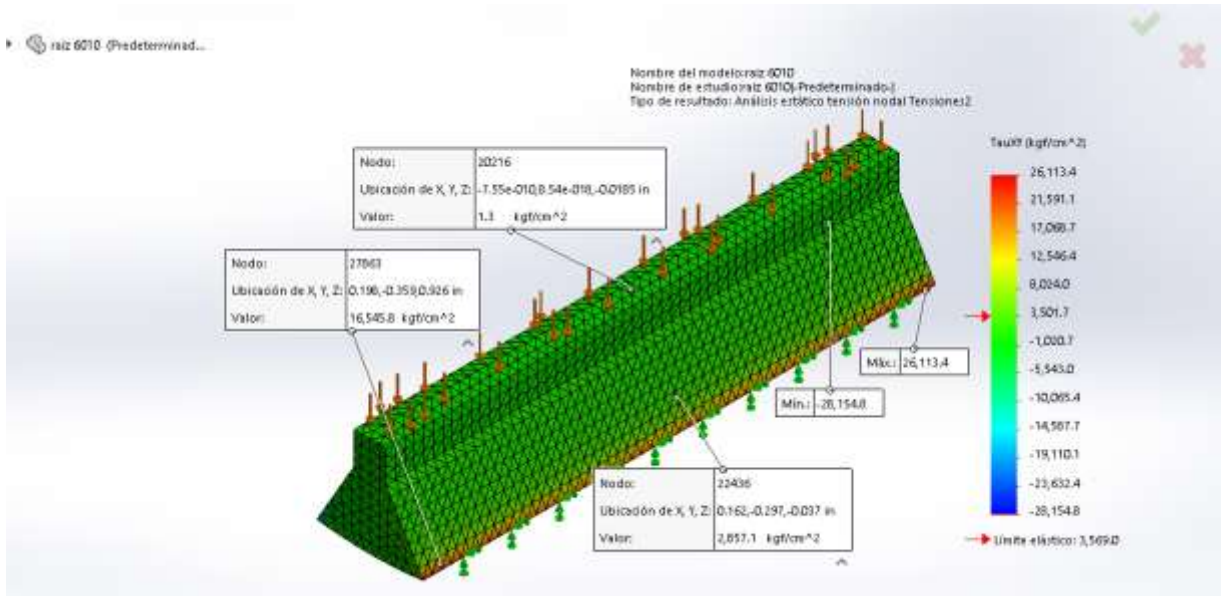


Ensayo de deformación

INTERPRETACION: la deformación con la carga aplicada de 5TN en la simulación del software solidworks, llega a tener una deformación de 2.1 μm dando así a las características mecánicas de este E-7018 que proporciona mejor resistencia pero menor elasticidad.

Ensayo dobles raíz 7018 2 –B

Figura 52



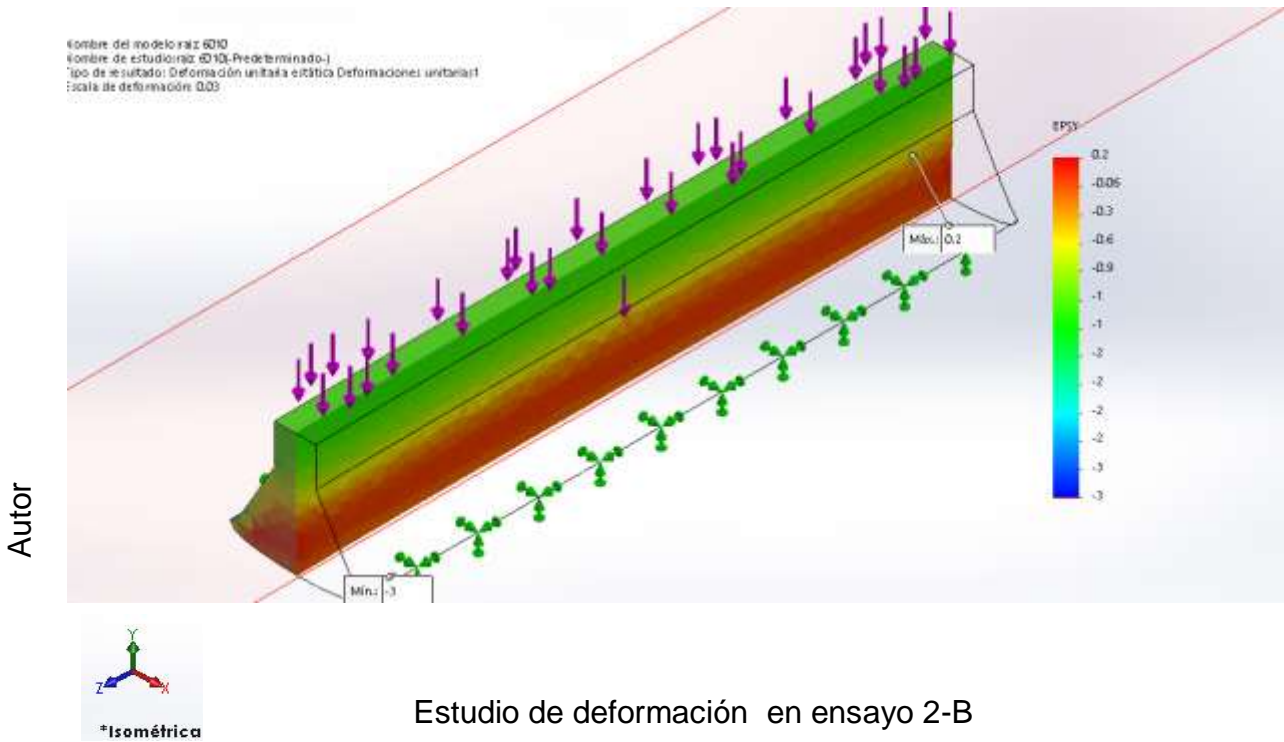
Autor



Tau cortante en XY de los nodos del pase raíz E- 7018

Interpretación: en el estudio proporcionado por el software solidworks bajo el mallado (conjunto de nodos) en donde se aplicó una fuerza de 5TN en el pase de raíz del E-7018 como se ve el área de la raíz es menor que el área del cordón de acabado por lo tanto el esfuerzo que emite es de 26 TN /cm² por lo tanto concuerda el estudio brindado por el software que hay más rigidez pero menos elasticidad.

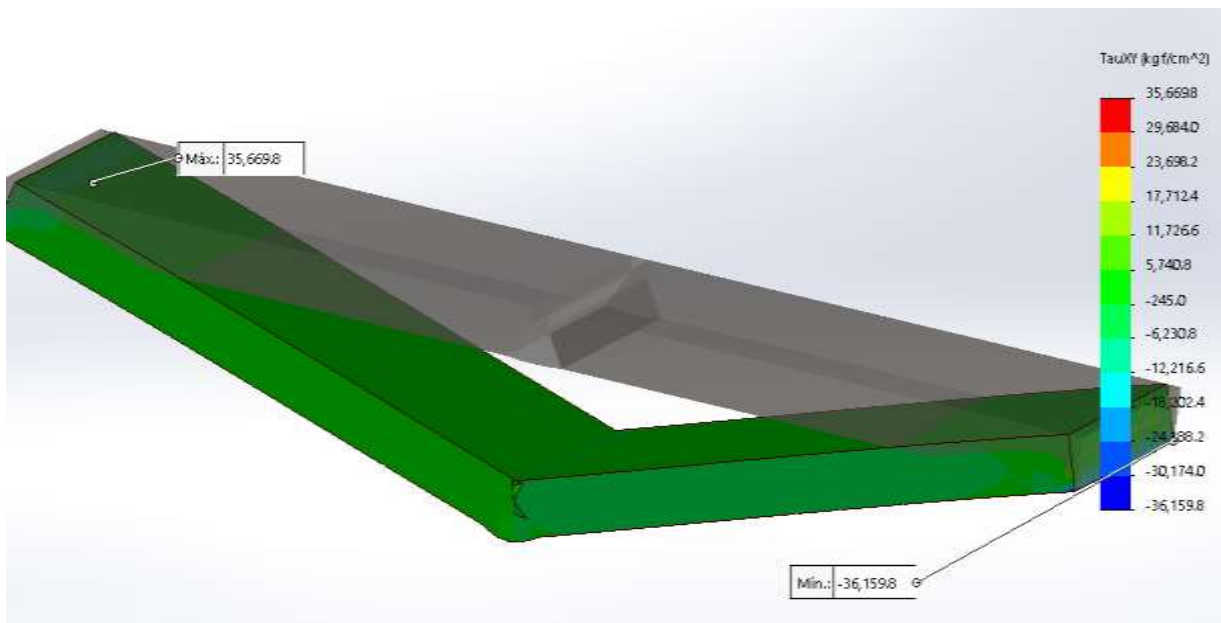
Figura 53



Interpretación: en el estudio proporcionado por el software solidworks bajo el enmallado (conjunto de nodos) en donde se aplicó una fuerza de 5TN en el pase de raíz del E- 7018 como se ve el área de la raíz es menor que el área del cordón de acabado por lo tanto hay menos esfuerzo en los nodos de la parte inferior dando como los puntos críticos en el cordón de acabado y haciendo de referencia que el cordón mantiene buena rigidez pero menos elasticidad.

Figura 54

Autor

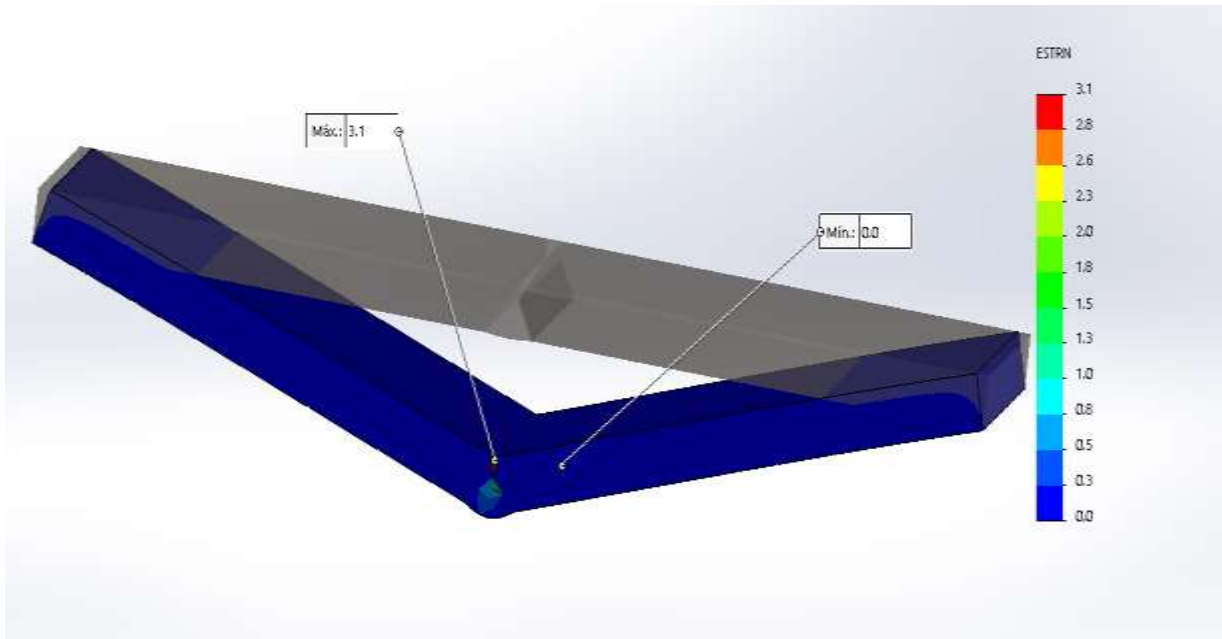


*Isométrica

Ensayo del lote 2-B

INTERPRETACION: el análisis al lote 2-B en donde se aplicó una fuerza de 5Tn en el cordón de raíz para poder saber el comportamiento de ambos tipos de materiales ya así saber la respuesta que van a tener (esfuerzos) a la carga aplicada .se puede apreciar en la imagen claramente los esfuerzos al cual se somete en compresión se obtiene las siguientes resultados que es de 35Tn en crítico y 5Tn en trabajo normal (vence el limite elástico pero mas no lo rompe) y en esfuerzo de tracción de 36 Tn y 0,245 Tn.

Figura 55



Autor



*Isométrica


Estudio de deformación

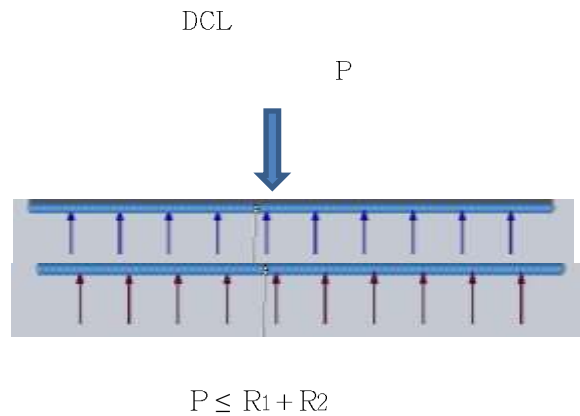
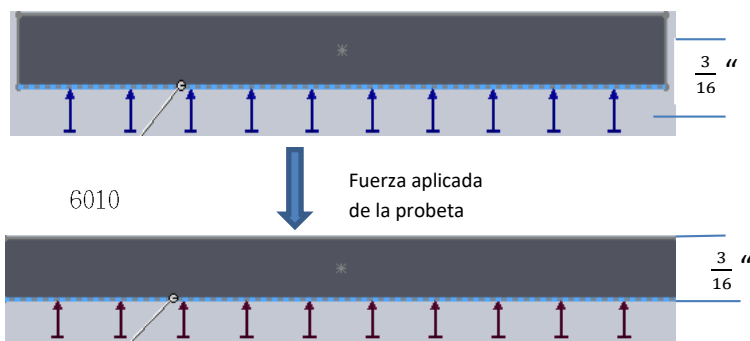
INTERPRETACION: el análisis al lote 2-B en donde se aplicó una fuerza de 5Tn en el cordón de raíz para poder saber el comportamiento de ambos tipos de materiales ya así saber la respuesta que van a tener (esfuerzos) a la carga aplicada. se puede apreciar en la imagen claramente los esfuerzos al cual se somete en compresión se obtiene los siguientes resultados que es de 35Tn en crítico y 5Tn en trabajo normal (vence el límite elástico pero mas no lo rompe) y en esfuerzo de tracción de 36 Tn y 0,245 Tn.

Mi tercer estudio es opcional a la optimización del proceso SMAW por el cual daré a conocer el porqué, los electrodos se deben complementar y no trabajar por separado en espesores mayores de 3/8 in en espesor, por la elasticidad del E-6010 y dureza E-7018 .a continuación daré el por qué es necesario el proceso por medio del cálculo y por el estudio de elementos finitos.

ENSAYO DE LA PROBETA 1 – A.

DOBLEZ CARA

Esfuerzo aplicado a la probeta por la prensa 6Tn 



E-7018 +
Electrodo E - 7018

$$\tau_c = \sigma_{adm} \times 0,4$$

$$\tau_c \leq 70000 \times 0,4 = 28000 \text{ Psi}$$

$$\tau_c \leq \frac{P}{A} \quad \longrightarrow \quad \tau_c \times A = P$$

$$P = 28000 \frac{lb}{in^2} \times \frac{6}{16}$$

$$P = 10,500 \text{ lb}$$

$$P = 4.762 \text{ TN} \rightarrow$$

Electrodo E - 6010

$$\tau_c \leq \sigma_{adm} \times 0,4$$

$$\tau_c \leq 60000 \text{ Psi} \times 0,4 = 24000$$

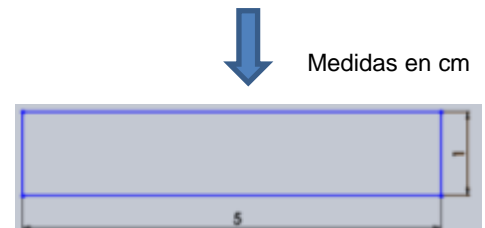
$$\tau_c = \frac{P}{A} \rightarrow \tau_c \times A = P$$

$$P = 24000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{6}{16} \text{ in}^2$$

$$P = 9000 \text{ lb} \rightarrow$$

$$P = 4.082 \text{ TN} \rightarrow$$

En este lote de probeta se le aplicó una fuerza de 6 TN \rightarrow



Teniendo una ΣF a reacción máximo de:

$$\Sigma F = F_{E-7018} + F_{E-6010}$$

$$\Sigma F = 4.762 \text{ TN} \rightarrow + 4.082 \text{ TN} \rightarrow = 8.844 \text{ TN} \rightarrow$$

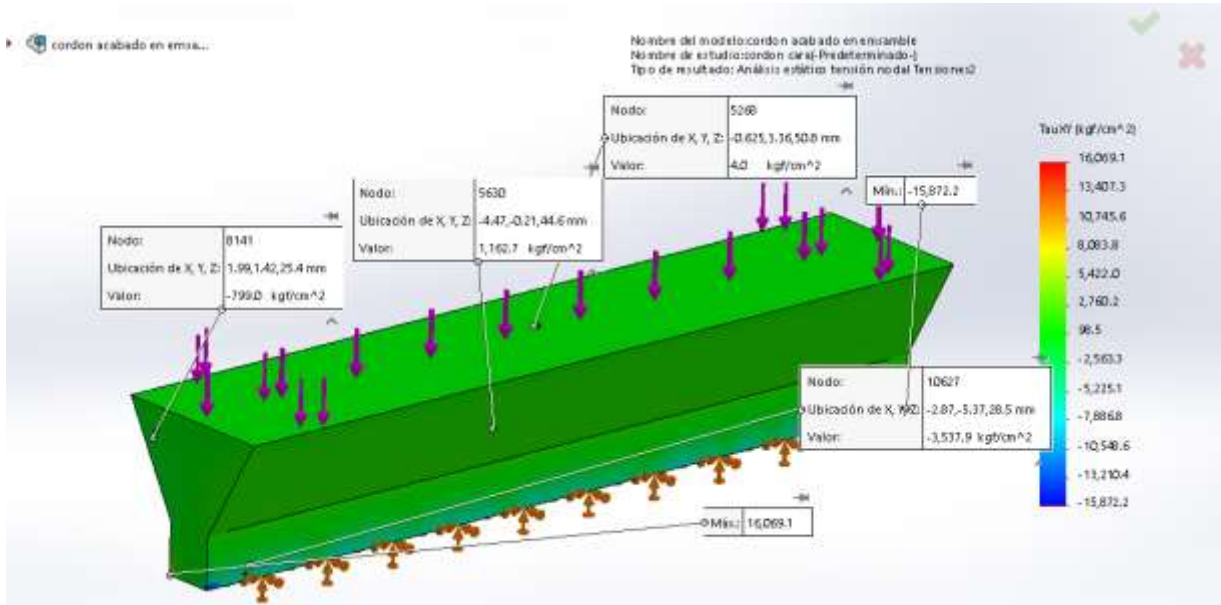
Teniendo una fuerza aplicada a la probeta de 6 TN \rightarrow

$$F_R = 8.844 \text{ TN} \rightarrow - 6 \text{ TN} \rightarrow = 2.84 \text{ TN} \rightarrow$$

La tolerancia es de 2.84 TN \rightarrow para que sufra una fractura el cordón de soldadura, cumpliéndose que la fuerza aplica a la probeta es menor que la fuerza máxima para romperse el cordón.

Figura 56

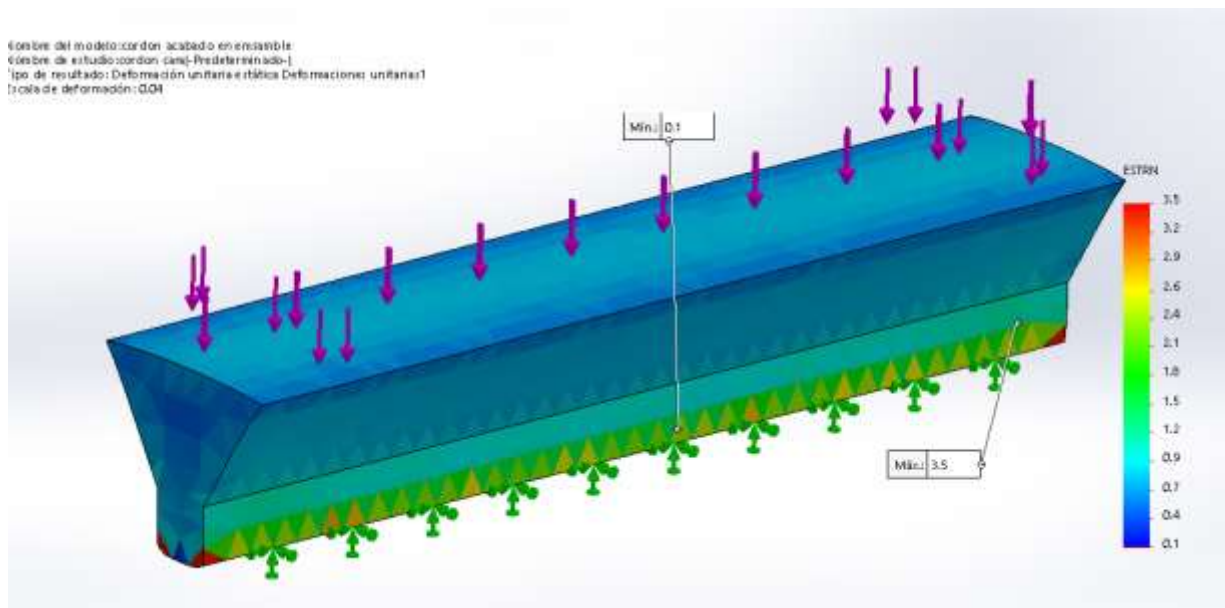
Autor



Tensiones en el tau cortante XY del cordón

Interpretación: este estudio realizado en esta probeta se aplican 3 cordones pase raíz E-6010 ;pase caliente 6010 y acabado E-7018 ,por el proceso de esmerilado al cordón de soldadura E-6010; se realizó el estudio en el software solidworks como dos cordones, el de la parte inferior es el E-6010 con espesor de 3/16 in y el de la parte superior E-7018 de espesor 3/16 in por lo que la plancha tienes 3/8in de espesor, en donde se aprecian los puntos críticos que llegan a sufrir el cordón por medio de estudio de los nodos

Figura 57



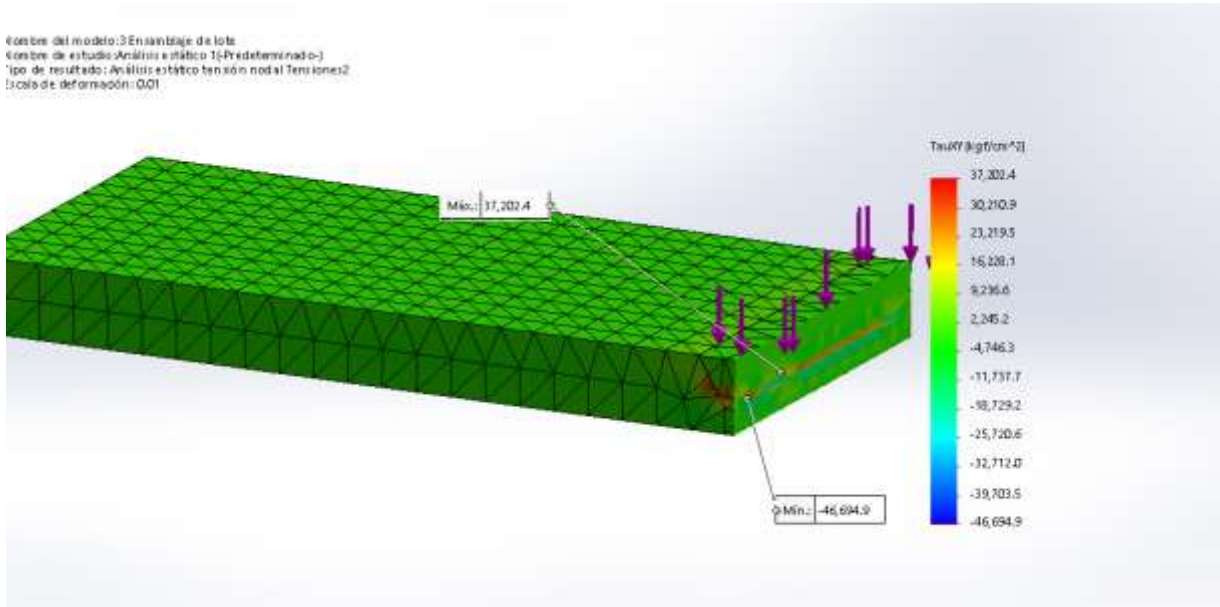
Autor



Estudio de deformación

Interpretación: este estudio realizado a la probeta nos brinda una deformación de $3,5 \mu\text{m}$ en esfuerzo de compresión en donde se aplican 3 cordones de soldadura, en pase de raíz E-6010 ;pase caliente 6010 y acabado E-7018 por el proceso de esmerilado se analiza solamente como si fuesen dos cordones de soldadura uno que es el E6010 en la parte inferior y el electrodo E 7018 en la parte superior el programa solidworks nos da los puntos críticos que llegan a sufrir deformación en la parte del talón de la soldadura por tal motivo se debería trabajar con la temperatura del electrodo para que no genere las socavaciones y así permitir que a soldadura penetre bien

Figura 58



Autor

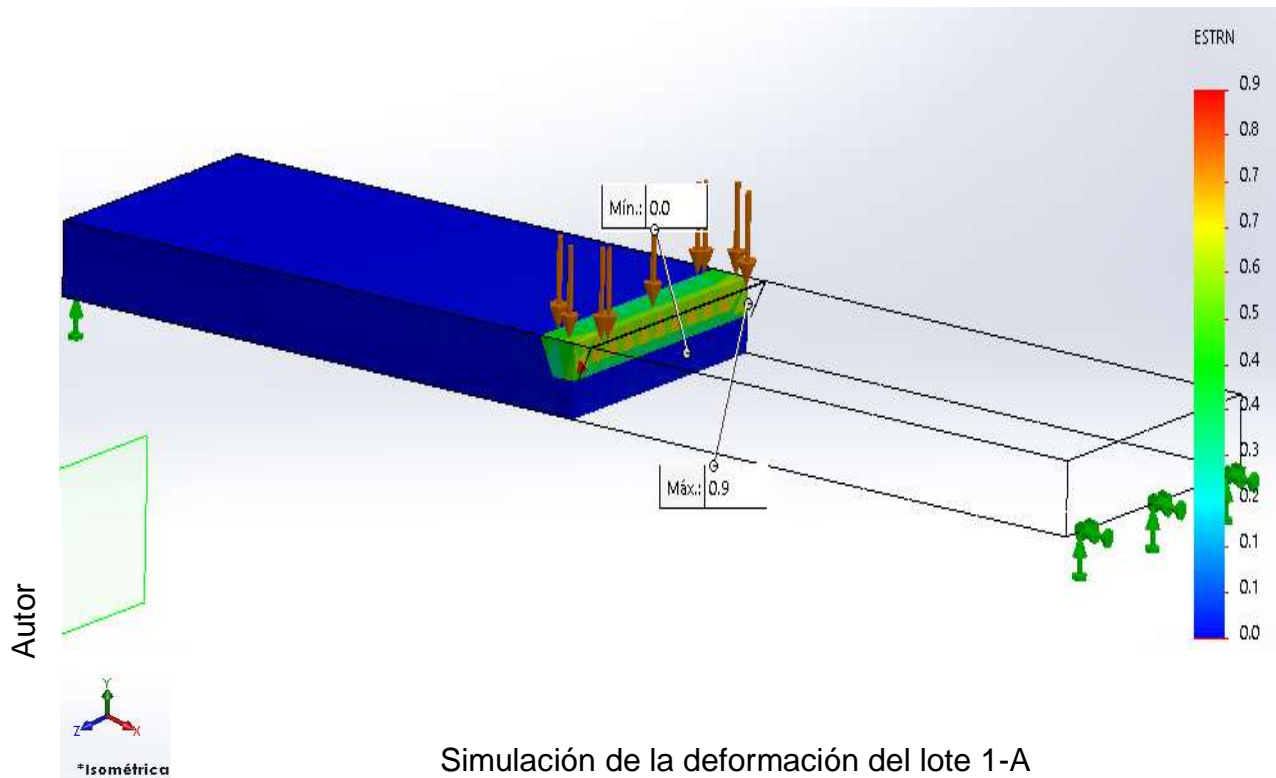


Vista de sección del lote 1-A

INTERPRETACION: este estudio realizado por el software solidworks en donde el material ASTM A 36 va a estar soldado por los 2 tipos de electrodos (E-6010 y E - 7018) para poder ver cómo se comporta el material, en la imagen que esta con vista de sección, se aprecia de color rojo en el pase de raíz hay puntos críticos.

En el tau "XY" nos da un esfuerzo de compresión de 31 Tn y de tracción de 46 Tn en critico que se somete el lote de probeta 1-A

Figura 59



INTERPRETACION: este estudio realizado por el software solidworks en donde el material ASTM A 36 va a estar soldado por los 2 tipos de electrodos (E-6010 y E - 7018) para poder ver cómo se comporta el material, en la imagen que esta con vista de sección, se aprecia de color rojo en el pase de raíz hay puntos críticos.

En el tau "XY" nos da un esfuerzo de compresión de 31 Tn y de tracción de 46 TN en critico que se somete el lote de probeta 1-A

ENSAYO DE LA PROBETA 1 – B

DOBLEZ RAIZ

La fuerza aplicada a las probetas es de 7 Tn, la probeta en la cual se hizo el ensayo es 1-B doblez de raíz y exterior de E -7018 cara. Procederemos con la siguiente formula:

Datos :

$$A = 5 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$$

$$\tau_c = 7000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ lb} = 0.4535 \text{ kg}$$

$$P = ?$$

Donde :

A: área

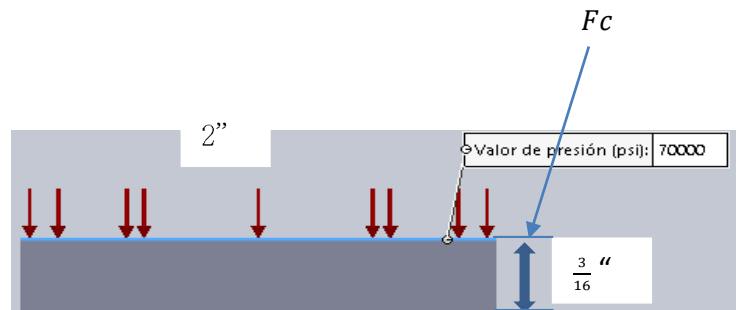
τ_c = esfuerzo cortante

lb = libras

P = fuerza

En el electrodo E – 7018, P = fuerza

$$\tau_c = \frac{P}{A}$$



$$\tau_c \leq 0,4 \quad \sigma_{\max} = 70000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} = 70 \text{ Ksi}$$

$$\tau_c = 70000 \times 0,4 \leq 28000 \text{ Psi}$$

$$\tau_c = \frac{P}{A} \longrightarrow 28000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{6}{16} \text{ in}^2 = P$$

$$P = 10\,500 \text{ lb}$$

$$P = 4\,762 \text{ Kg}$$

$$P = 4.762 \text{ Tn}$$

Con el electrodo E- 6010

$$\tau_c = \sigma_{\text{max}} \times 0,4 \longrightarrow 60\,000 \times 0,4 \leq 24000 \text{ Psi}$$

$$\tau_c = \frac{P}{A} \quad \tau_c \times A = P \longrightarrow 24\,000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{6}{16} \text{ in}^2 = P$$

$$P = 9000 \text{ lb}$$

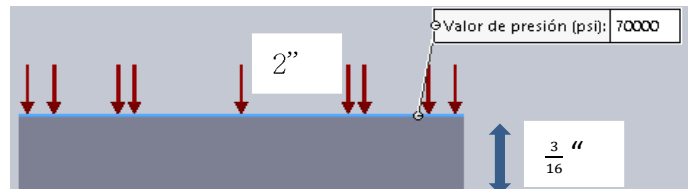
$$P = 4\,082 \text{ Kg}$$

$$P = 4.082 \text{ Tn}$$

$\Sigma F = \text{Fuerza de E - 6010} + \text{Fuerza E - 7018}$

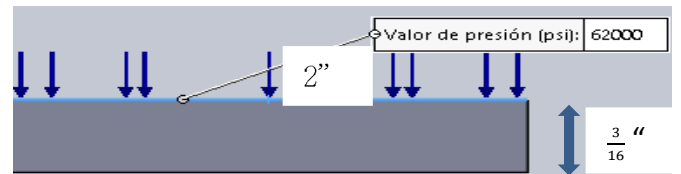
$$\Sigma F = 4.082 \text{ Tn} + 4.762 \text{ Tn}$$

$$\Sigma F = 8.844 \text{ Tn}$$



+

6010



La fuerza aplicada en la probeta = 7Tn

El cordón de soldadura da una resistencia de 8.844 Tn

$$F_{cs} > F_{prob}$$

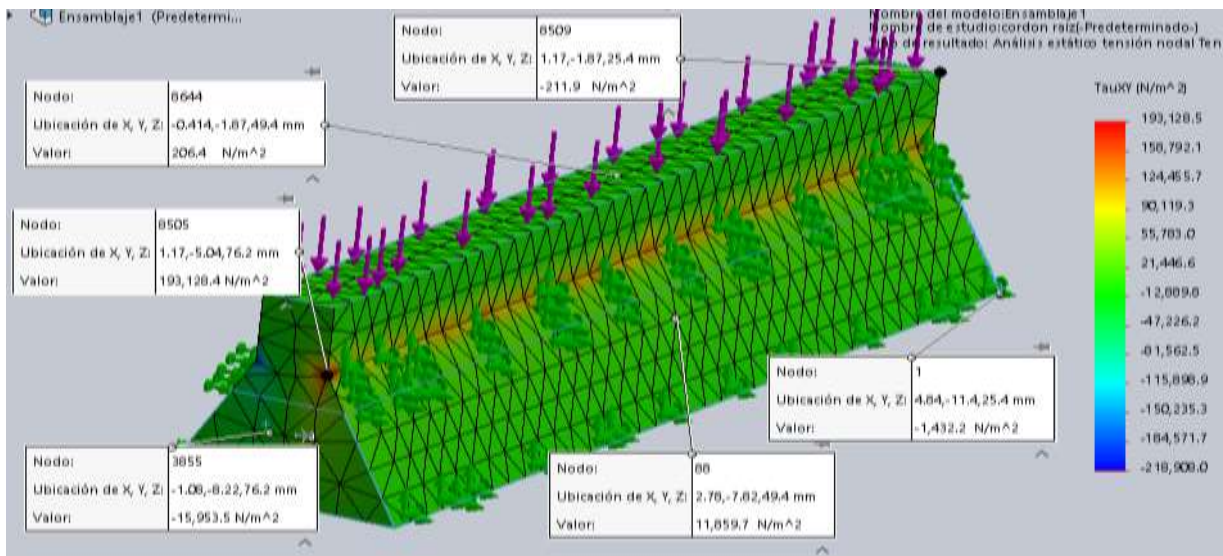
$$F_R = F_{\text{Cordón de soldadura}} + F_{\text{probeta}}$$

$$F_R = 8.844 \text{ Tn} - 7 \text{ Tn}$$

$$F_R = 1.844 \text{ Tn de margen}$$

OBSERVACION: en la probeta 1- B, el ensayo es doblez raíz y cara exterior; por lo tanto para que se produzca rotura tiene que llegar la fuerza de la probeta que es de 8., 844Tn.

Figura 60



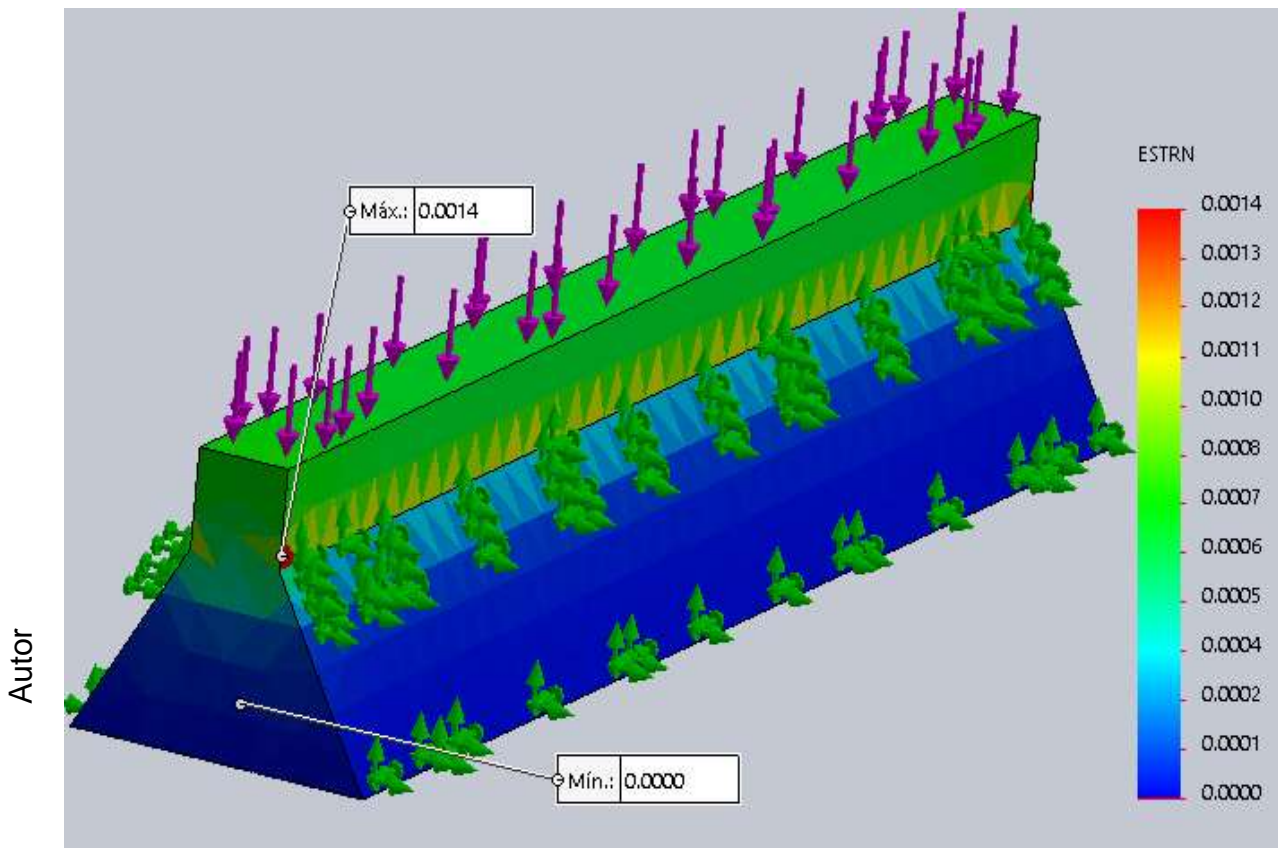
Autor



Tensiones en el tau cortante xy del cordón

Interpretación: este estudio realizado en esta probeta se aplican 3 cordones pase raíz E-6010 ;pase caliente 6010 y acabado E-7018 pero por el tema del esmerilado se realizó en el estudio por medio del software solidworks como dos cordones el de la parte inferior es el E-7018 con espesor de 3/16 in y el de la parte superior del pase de raíz con E-6010 con talón de un 1/8 in , en donde se aprecian los puntos críticos que llego a sufrir el cordón

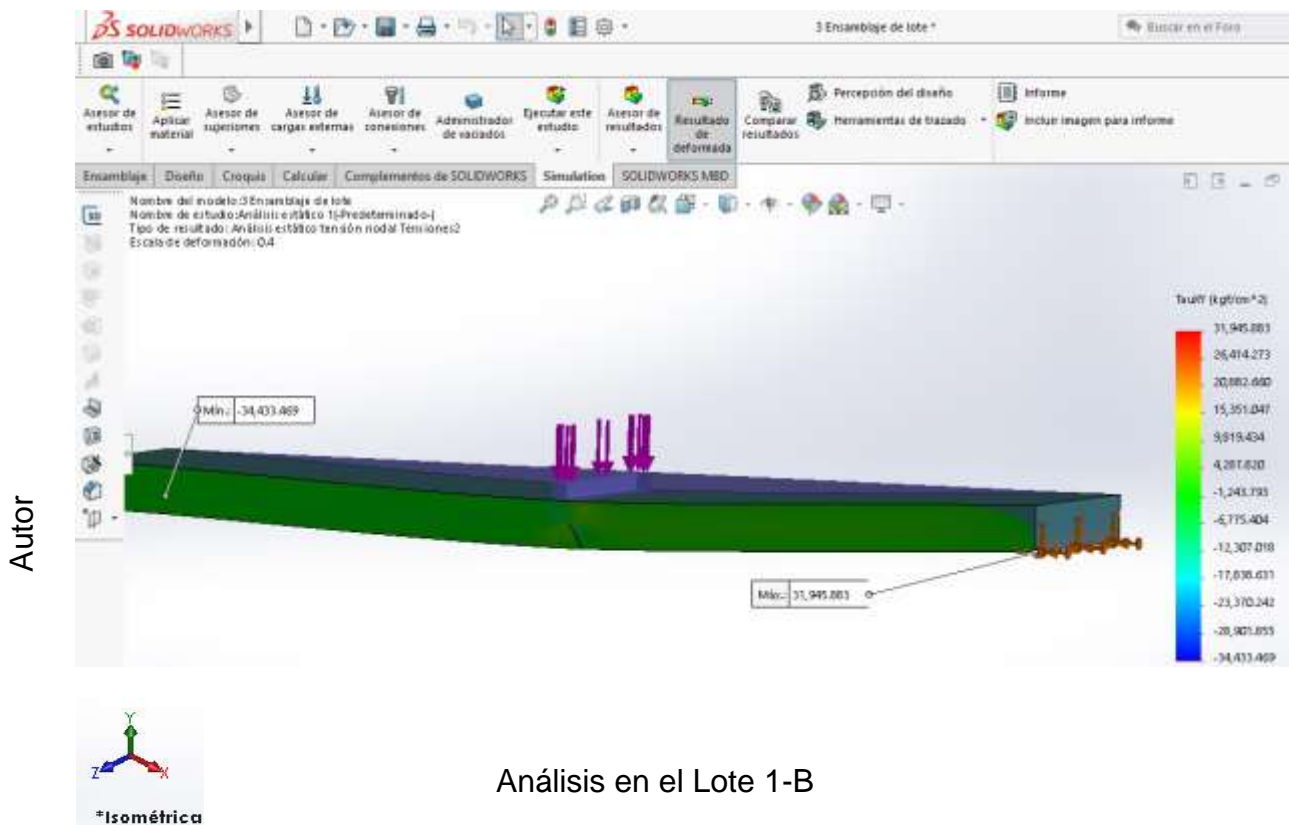
Figura 61



Estudio de deformación

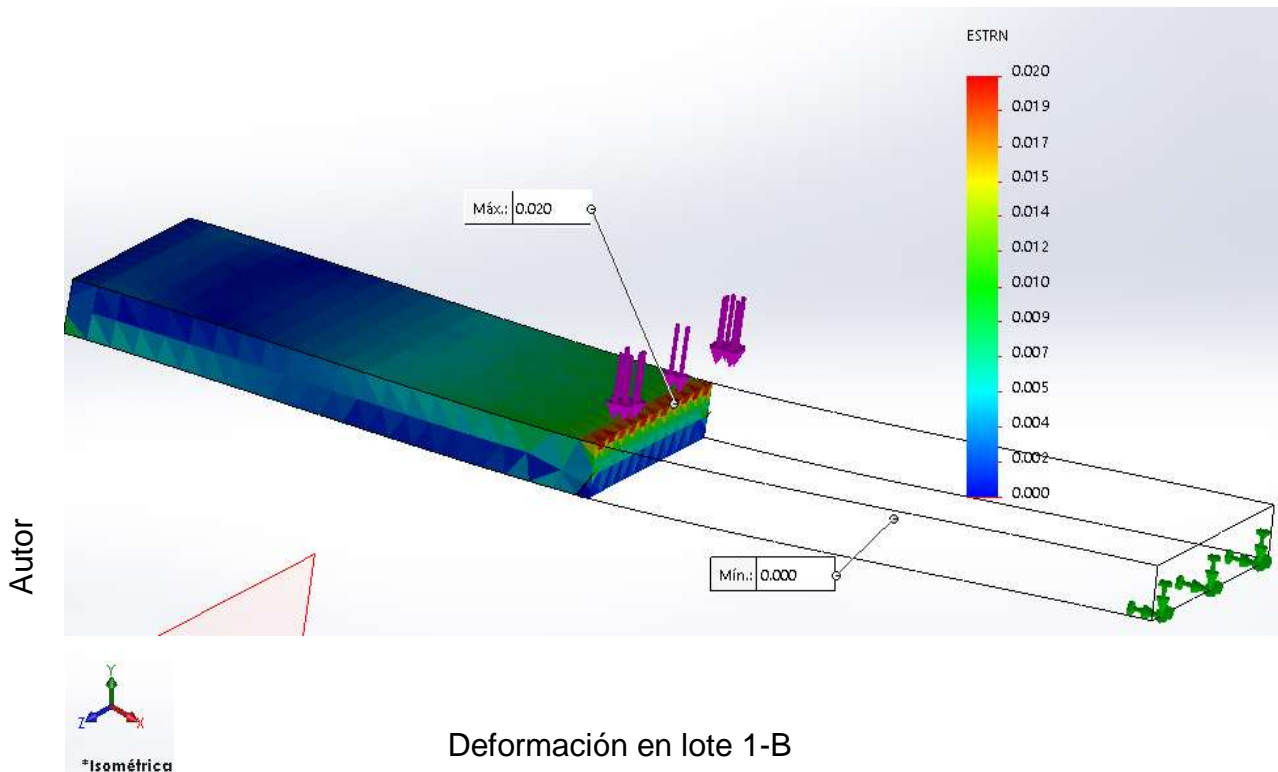
Interpretación: este estudio realizado en esta probeta se aplican 3 cordones pase raíz E-6010 ; pase caliente 6010 y acabado E-7018 pero por el tema del esmerilado se realizó el estudio en el software solidworks como dos cordones el de la parte inferior E-7018 con espesor de 3/16 in y el de la superior E-6010 de espesor 3/16 in por lo que la plancha tienes 3/8in de espesor, en donde se aprecian los puntos críticos en donde sufre deformación del cordón por medio de los nodo

Figura 62



INTERPRETACIÓN: el análisis estudiado en el lote 1-B, se le aplicó una fuerza de 7Tn tal cual fue sometido en la práctica; el software solidworks se encarga de simular el material y el cordón de soldadura tal cual es, con sus características mecánicas que tiene cada uno de ellos, para así de esta manera poder darse cuenta hasta que esfuerzo va a reaccionar la unión soldada. en el grafico se aprecia que el lote 1-B se sometió a un esfuerzo de compresión máximo de 31 Tn y mínimo de 4 Tn ;como también en esfuerzo de tracción máximo de 34 Tn y mínimo de 1.34 Tn

Figura 63



INTERPRETACIÓN: el comportamiento del material en este análisis que se aprecia en la imagen proporcionada por el software solidworks, da a conocer que el lote llega a tener menos deformación que es de $0.020 \mu\text{m}$ en esfuerzo de compresión y esfuerzo de tracción de $0.002 \mu\text{m}$; en la vista de sección se aprecia claramente sus puntos críticos que está localizado en el cordón pase de raíz que es donde uno debe de tener más cuidado, porque sin un buen pase de raíz todo se echa a perder, cabe indicar que para realizar estos ensayos el soldador debe ser capacitado para poder a afrontar este reto que no es imposible pero tampoco nada fácil porque debe saber manejar tiempo con respecto al avance del depósito de cordón de soldadura ,amperaje y temperatura.

3.3 Construir las probetas de acuerdo a lo diseñado para realizar las pruebas.

La presentación de un cordón de soldadura ocasiona discontinuidades geométricas, es decir cambios de forma que producen concentradores de tensiones .estos concentradores se ubican generalmente en los “pies” de los cordones de soldadura, es decir, la línea de intersección entre el metal de soldadura y el metal base estos pies pueden encontrarse tanto en uniones a tope como en uniones en filete. Los cordones en filete sin embargo , inducen generalmente un concentrador de tensiones más intenso , lo que ocasiona la común aparición de fisuras, a lo largo de los pies de cordones de filete .discontinuidades generados en la soldadura ,tales como socavaciones ,faltas de fusión , falatas de penetración ,solapadas , sobre montas, etc. pueden generar también concentradores grandes y originar figuración.

Por tal motivo he llegado a ver esta problemática en mi localidad que no llegamos a poder tener el conocimiento de poder tratar mejor el material base para disminuir, porque por lógica al cien por ciento no se puede lograr; Pero Basando me el código de proceso de soldadura en general en las cuales son:

“API 1104: es aplicada para oleoductos, gaseoductos, se encarga de los estándares industriales” (Revista, Código de Soldadura Estructural Acero, 2010).

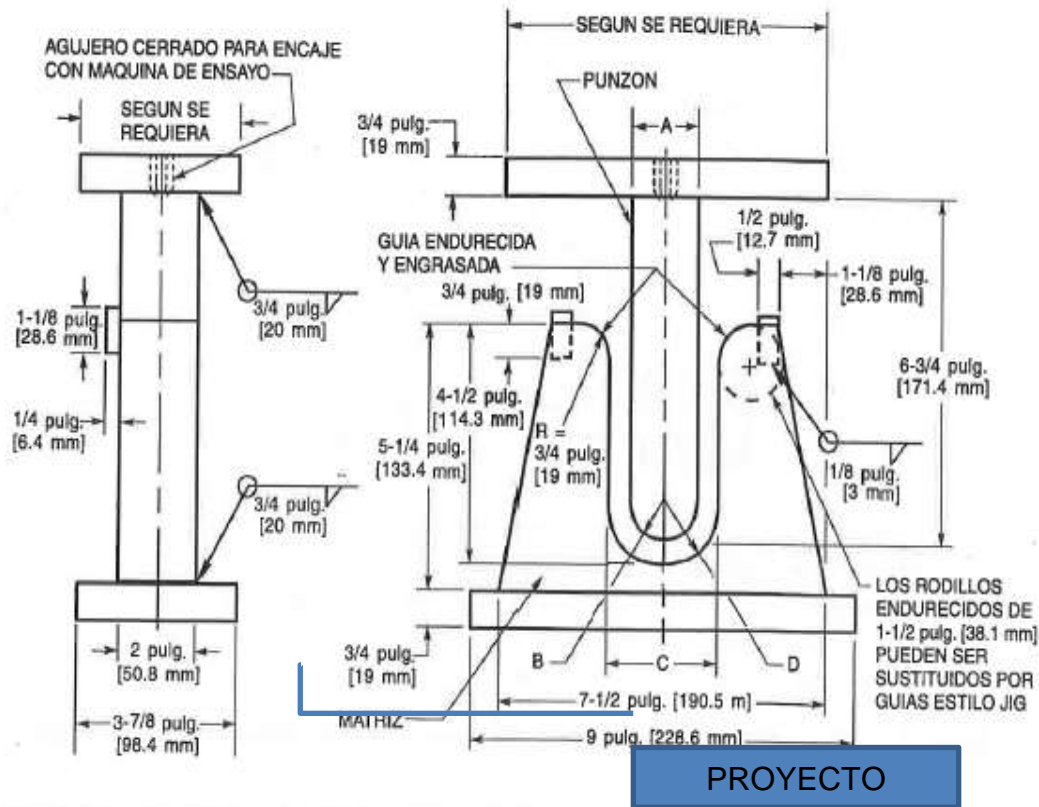
“ASME IX: se encarga de la calificación de procedimientos y soldadores la construcción de recipientes de alta presión y calderas
“(Revista, Código de Soldadura Estructural Acero, 2010).

“AWS D1.1 (conjunto de códigos de la sociedad Americana de soldadura (AWS) se encarga de las estructuras del acero en general de las uniones de soldadura, como puentes, edificios, etc.”(Revista, Código de Soldadura Estructural Acero, 2010).

3.3.1. Construcción de las matrices para el ensayo (hembra y macho)

Bueno teniendo un alcance de la simulación en el software solidworks se procedió a llevarlo a la práctica por lo tanto conforme a las medidas que presento en el plano se procedió con el siguiente trabajo .las medidas estipulas para la matriz me e basado en el formato de la D1.1 .2010, en donde nos da a conocer lo siguiente:

Figura 64



AWS D1.1

Resistencia a la Fluencia del Metal Base Especificada o Real	A pulg. [mm]	B pulg. [mm]	C pulg. [mm]	D pulg. [mm]
50 ksi [345 MPa] y menor	1-1/2 [38.1]	3/4 [19.0]	2-3/8 [60.3]	1-3/16 [30.2]
Mayor a 50 ksi [345 MPa] hasta 90 ksi [620 MPa]	2 [50.8]	1 [25.4]	2-7/8 [73.0]	1-7/16 [36.6]
90 ksi [620 MPa] y mayor	2-1/2 [63.5]	1-1/4 [31.8]	3-3/8 [85.7]	1-11/16 [42.9]

Ensayo de doblado guiado por matriz

Haciendo referencia he tomado el segundo porque se asemeja a mi resistencia en mi estudio del acero ASTM A36, luego de tomar esa opción de la tabla procedí al diseño de la matriz en el software solidworks dando los resultados ya mostrados anteriormente, luego basándome en los planos se procedió a la compra de material, el proceso de corte fue ejecutado por O.F.C (proceso de oxicorte con gas oxicomcombustible).

Figura 65



Autor

Oxicortado de la plancha

Luego del corte de las planchas se realizó el mecanizado (torneado y cepillado) para dar acabado a lo diámetros conforme al plano diseñado .luego de ya obtenido las piezas (matriz hembra y macho) ya en acabado; se procede a la unión de las planchas por el proceso smaw (proceso de soldadura por arco de metal protegido) en donde se seleccionó el electrodo 7018 por lo más comerciable del grupo de electrodos por revestimiento que es de bajo hidrogeno ya que por el espesor del material contiene elevado carbono por lo que se puede elegir un celulósico por el hidrogeno que traería como consecuencia fisuras en la unión .

Figura 66



Matriz pintado

Figura 67



Matriz soldado

3.3.2 Construcción de las probetas y soldabilidad

Para poder llegar a la construcción de las probetas y tener una buena unión del material en estudio se elaboró un WPQ (examen de calificación conforme a la norma AWS) y un WPS (documento que hace referencia de las variables a tener en cuenta en la realización de la soldadura) para así llegar a tener el óptimo en este proceso de soldadura aplicando un buen procedimiento.

Con la bendición de Dios me aprobaron realizar mi estudio en el senati, bríndame la facilidad el instructor ing. Daniel Pérez Luna de la carrera técnica “mecánica de construcciones metálicas”. Por lo tanto daré a conocer los siguientes pasos de la construcción y unión de las probetas a estudiar

Primer paso:

Habilitación del material base (biselado y talón de la probeta)

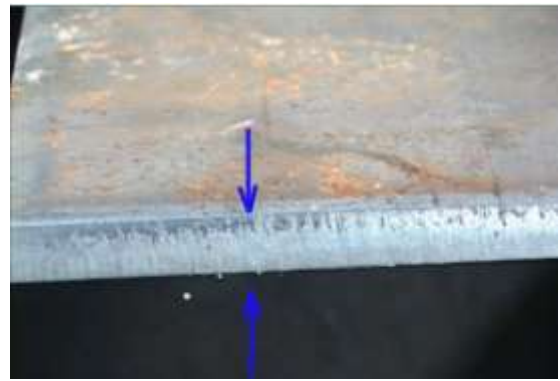
Figura 68



Autor

Habilitación de material

Figura 69



Autor

Angulo de plancha

Paso 2:

Acondicionamiento de la fuente de poder (máquina de soldar, luego se procede al apuntalado de las probetas dándole conforme a la norma AWS D1.1 (para la soldadura estructural) en donde se especifica chaflán de 60°, talón de 3 mm y separación de 3 mm para un diámetro de electrodo $\frac{3}{32}$ in y $\frac{1}{8}$ in

Figura 70



Autor

Apuntalado de la probeta

Paso 3:

Bajo la supervisión del mag. *Francisco Carlos Vázquez Puentes* se procedió a elegir que probeta va hacer diagnosticado para el estudio del material bajo el wps en el cual indica el tipo de electrodo que se va a emplear en la probeta correspondiente, claro está teniendo las medidas correspondientes del caso (E.P.P)

Figura 71



Autor

Probeta acondicionada

Paso 4:

PROBETA M1 (E- 6010 y E- 7018)

Teniendo en cuenta el E.P.P (equipo de protección personal)del soldador se procedió la soldabilidad de la primera probeta en donde se ejecuta en calificación 3G en donde se refiere que el pase de respaldo o raíz sea con electrodo celulósico (E- 6010) ; el relleno y acabado con electrodo de bajo hidrogeno (E- 7018)siendo así el primer estudio en el cual mediante el adecuado proceso de soldabilidad se podrá tener la certeza de la resistencia que soportaría ese tipo de unión por lo tanto el soldador Nolasco Quispe Cristian (WQ8)es el encargado de poder dar garantían de la secuencia adecuada del trabajo a realizar.

Figura 72



Autor

Soldador 6 G .acondicionamiento de probeta

Trabajos en donde se puede emplear el electrodo 6010: este tipo de electrodo que elegido del grupo celulósico es porque tiene una amplitud de trabajo en donde brinda buena resistencia tal como cañerías de acero, piezas de acero galvanizado, recipientes de presión, carrocerías de camiones, entre otros; por lo tal este electrodo se puede soldar en todo tipo de posición.

Trabajos en donde se puede emplear el electrodo 7018: es un electrodo básico de muy bajo contenido de hidrogeno que permite dar buena resistencia a su unión de metales su trabajo en el cual se emplea es en estructuras de acero y acero suave en general; en la única posición de que no permite su revestimiento soldar es en vertical descendente.

El factor primordial en la unión de este trabajo ejecutado es el pase de respaldo o comúnmente llamado pase de raíz que es la garantía para el examen de plaquedo dando así garantía para proceder a realizar los siguientes cordones en la probeta dando como finalidad no sufra cambios bruscos en su estructura molecular.

Figura 73



Autor

Soldeo de la plancha

El ángulo de inclinación que se da en electrodo es de 70 a 90 grados con respecto al material base con un amperaje de 70 a 80 para el pase de raíz, depende de la habilidad del soldador puedes aumentar mas no disminuir lo recomendado por el fabricante el amperaje, ya que pones en riesgo la unión de los metales y tu trabajo claro está, en este caso se empleó 75 de amperaje con E- 6010, $\phi \frac{1}{8}$ ”

Para el pase de relleno luego de realizar el proceso de limpieza del primer cordón se llevó acabo con el electrodo 7018 con amperaje de 100 a 120 dependiendo el espesor del material, con el mismo grado de posición del electrodo 6010 .El grado de posición del electrodo depende del avance del soldador a más velocidad el ángulo aumenta, en este cordón se empleó una amperaje de 110; en el caso del tercer pase se empleó el mismo amperaje que el segundo pase ya que el material está caliente y podría afectar la unión de aumentar el amperaje.

1.7.3 PROBETA M2 (E-7018 y E- 7018)

Como análisis de estudio he llegado a realizar la segunda probeta en donde solo empleare E-7018 para poder ver las reacciones que va a tener el material base ASTM A36 en donde se ejecutó el pase se raíz con E-7018 con un amperaje de 100; en la posición vertical ascendente el ángulo de inclinación del electrodo se mantiene ,el segundo pase se procedió a realizar en la parte opuesta del primer cordón como respaldo para resistencia ya que el grupo de electrodos de bajo hidrogeno no contiene celulosa que ayuda a su penetración en la unión.

Figura 74



Pase del cordón

Siempre hay que tener en cuenta que luego de realizar un cordón se debe aplicar la limpieza adecuada del primer pase para así prevenir los poros y las fisuras en el proceso final de la unión de la plancha y así evitar consecuencias de vidas humanas.

El tercer cordón que también se realizó con el E-7018 con un amperaje de 110, en esta soldabilidad del material 2(probeta) con la finalidad de corroborar su resistencia mecánica.

1.7.4 PROBETA M3 (E-6010 y E- 6010)

En la probeta 3 se realizó el soldeo de solamente del E-6010 ;tanto raíz, relleno y acabado se empleara el mismo tipo de electrodo en donde el pase de raíz se llevó a cabo con un amperaje de 75 para así llevar una buena penetración en posición vertical ascendente, luego de la respectiva limpieza del primer cordón ,se llevó acabo el pase de relleno con un amperaje de 90 y en posición vertical descendente por el motivo de que transmite menos calor a la plancha ,ya que este electrodo pertenece al grupo de celulósico así que al transmitir más calor el hidrogeno aumentaría y llevaría como consecuencia fisuras en el material. Así que tomando en cuenta limpieza correcta del material se da pase al tercer cordón que vendría a ser el acabado con un amperaje de 85 para mantener una buena uniformidad del cordón.

Figura 75

Autor



Limpieza del cordón

Paso 5:

Luego de terminado el soldeo de las plaquetas o probetas se da paso a la observación visual que es supervisado por el Mag. Francisco Carlos Vásquez Puescas y el docente Daniel Pérez luna con la ayuda de un AWS(instrumento para medir la junta si esta entre lo permisible que es de 2 a 3 mm por encima de la plancha)luego de la inspección visual por método del espray, que paso satisfactoriamente las probetas en estudio.se realizó la señalización para diferenciar las probetas al momento de cortarlas por el proceso P.A.C (proceso de corte con arco de plasma) dando como finalidad 2 lotes por probeta para así aplicar el estudio de dobles tanto por la cara y raíz del cordón.

Figura 76



Autor

Marcado de las planchas

Figura 77



Autor

Corte de la probeta para obtener los lotes para el estudio.

Paso 6: Estudio del primer lote

Para lograr este objetivo se llevó a utilizar la prensa en la cual se trabaja mecánicamente manual que se encuentra ubicado en el senati, luego de su previo acondicionamiento de la prensa se procedió al fijamiento de la matriz macho y hembra para luego dar inicio el primer estudio de los lotes 1-A Y 1 –B en la cual consta de la probeta en donde se empleó E- 6010 Y E-7018 dando como resultado del estudio que el lote 1- A soporto $6 \frac{TN}{cm^2}$ y el 1-B obtuvo como resultado $7 \frac{TN}{cm^2}$

Figura 78

Autor



Fijación de la matriz en la prensa para el dobles del lote

Paso 7: Estudio del segundo lote

En este estudio que se he podido realizar ha sido a la probeta en donde se le soldó con E-7018 y E-7018 en este tipo de prensa la fuerza se aplica manual mente por medio de una manija en donde hay pequeños lapsos de segundos en donde por la constancia en que el operario aplica se cansa por lo que permite que el material responda a la presión aplica pero si se tiene buenos resultados de aceptación.

Figura 79



Aquí se puede ver claramente que el material pasó su límite elástico más no su límite de tracción por lo que el lote se mantiene como un solo cuerpo.

Figura 80



Autor

Dobles del lote

Figura 81



Autor

Estudio del dobles del lote
sin reacción de fisuras

En este procedimiento de soldadura que se ha podido aplicar a la probeta es para uniones que no lleva presión en donde se puede aplicar cordón de respaldo para garantizar un buen trabajo clara esta que hay otros electrodos pertenecientes al grupo de revestimiento que es de bajo hidrogeno como por ejemplo un tenacito 110 en donde nos puede dar una resistencia de 110 000Lb/pulg² ,pero como en un principio di como referencia el electrodo 7018 por el tema más comerciable y que da buena garantía de depósito de soldadura sabiendo darle buen uso de ese electrodo. La longitud de los electrodos mayormente son de 350 mm por lo que hay que tener en cuenta que el consumo permisible que el fabricante da es de 300 mm porque pasado esa longitud sus características mecánicas se pierden y también la temperatura es mayor .por lo tal sabiendo mantener las recomendaciones dadas podemos hacer una buena unión.

Paso 8: Estudio del tercer lote

En la tercera probeta en estudiar en referencia a la primera y segunda probeta aquí se aplicó solamente electrodo celulósico que no es casi recomendable para este tipo de material por el hecho que contiene mucho hidrogeno que afectaría al material al momento de realizar el estudio ya que espesor del material no recomendable para este electrodo; pero el porqué de este estudio es para tener la certeza que si brindamos un buen procedimiento de soldadura al material. hasta que limite soportaría para que se fracture , así que como ya di alcance anteriormente el primer pase de raíz se soldó con la técnica del latigazo en que consiste que al iniciar el cordón en lapsos de 2 a 3 segundos subir y bajar el electrodo en posición vertical ascendente para que así el cráter o técnicamente hablando la perita formada por el arco no se deforme por la temperatura aportada por el arco formado para así mantener el cráter hasta el final del cordón dando visiblemente garantía de tu pase de raíz que es el primordial para el ensayo de dobles ;luego se realiza el esmerilado del cordón para así dar la limpieza con la escobilla circular para mantener limpia el área del cordón, para luego continuar con el segundo que es pase en caliente que se da en forma vertical descendente para matar posibles poros y transmitir menos calor al material y finalmente claro esta después de su respectiva limpieza al cordón se procede con el ultimo cordón que es el de acabado .dando como resultados del estudio de dobles a continuación en la guía de observación.

Figura 82



Inspección visual por el Mg.de elementos finitos.

Figura 83





Fisura en lote 3-A

Figura 84






Los 6 estudios realizados


GUIA DE OBSERVACION

Datos informativos				
Probeta	Lugar de realización	fecha		
MB 2	senati	15 /12/16		
Dirección:		Ciudad: chiclayo		
Supervisor: Daniel Pérez Luna.		Realizado por: Cristian Nolasco Quispe.(soldador)		
Datos técnicos del proceso de soldadura a ejecutar				
Junta				
Posición :	3G	Tipo de unión:		
Técnica :	oscilante	Raíz :	si	
Proceso :	SMAW	1er pase	Electrodo 7018	
Tipo de acero:	ASTM A-36	Característica:	plancha	
Espesor:	3/8"	2do y3er pase	Electrodo 7018	
Medidas de la probeta:	215 mm de alto 206 mm de ancho	amperaje	1er pase:	100
			2do pase:	110
			3er pase:	110
Ensayo visual				
imagen				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>				
Observación visual	<p style="text-align: center;">Medidor AWS</p> Proporciona un Límite permitido, no exceda la tolerancia que es de 2 a 3 mm, siendo este el caso de 2 mm estando así en el margen de tolerancia.			
Conclusión:	Unión de la probeta en buena calidad ,cordón de buen acabado y raíz con buena solidificación(sin poros en manera visual por la supervisión)			




GUIA DE OBSERVACION

Datos informativos	
Material ASTM A- 36	MB 2
Norma AWS D1-1	
Supervisor: Mag. <i>Francisco Carlos Vázquez Puentes</i> .	Realizado: Cristian Nolasco Quispe.(soldador)
Resultado del ensayo final	
P-2-b(dobles raíz)	P-2-a (exterior cara)
	
	
Observación del ensayo (dobles)	Las placas con el cordon de soldadura presentaron una alta resistencia ante el dobles sin embargo presento poca elasticidad dando como resultado una muy buena dureza.
Conclusiones	El E-7018 con revestimiento de bajo hidrogeno ofrece buenas características mecánicas para este ensayo mas no para uniones de tubería porque necesitaría un electrodo celulósico por su tipo de elasticidad que son características técnicas de este tipo electrodo


GUIA DE OBSERVACION

Datos informativos				
Probeta	Lugar de realización	fecha		
MB 3	Senati	15 /12/16		
Dirección:		Ciudad: Chiclayo		
Supervisor: Daniel Pérez Luna.		Realizado por: Cristian Nolasco Quispe.(soldador)		
Datos técnicos del proceso de soldadura a ejecutar				
Junta				
Posición :	3G	Tipo de unión:		
Técnica :	oscilante	Raíz :	si	
Proceso :	SMAW	1er pase	Electrodo 6010	
Tipo de acero:	ASTM A-36	Característica:	plancha	
Espesor:	3/8"	2do y3er pase	Electrodo 6010	
Medidas de la probeta:	215 mm de alto 206 mm de ancho	amperaje	1er pase:	75
			2do pase:	90
			3er pase:	85
Ensayo visual				
				
Observación visual	<p style="text-align: center;">Medidor AWS</p> <p>El Límite permitido no excedió a la tolerancia que es de 2 a 3 mm, por lo tanto en este estudio realizado la junta a tenido un borde de 2.5mm.</p>			
Conclusión:	<p>Según la AWS D1.1 (código de soldadura en acero estructural) da como marguen aceptable a este tipo cordón de soldadura, presentando buena apariencia en el aspecto visual, tanto en el pase raíz como en el pase de acabado.</p>			



GUIA DE OBSERVACION

Datos informativos	
Material ASTM A- 36	MB 3
Norma AWS D1-1	
Supervisor: Mag. <i>Francisco Carlos Vázquez Puentes</i> .	Realizado: Cristian Nolasco Quispe.(soldador)
Resultado del ensayo final	
P-3-b (dobles cara)	P-3-a(exterior cara)
	
	
Observación del ensayo (dobles)	En el ensayo de dobles aplicado a estos dos lotes en donde se puede visualizar que el lote 3-B(25 TN) en su estructura molecular no presenta deterioro alguno, lo contrario al lote 3-A (45TN), apreciándose en la foto un deterioro en toda la longitud del cordón de soldadura
Conclusiones	Se puede determinar que el electrodo E-6010 teniendo como característica principal la celulosa que hace de referencia a la penetración lo que llevo a un resultado de las dos muestra de lote en donde una de ellas presenta fisura en toda la longitud del cordón no siendo este el tipo de electrodo el adecuado para este tipo de espesor de material.

GUIA DE OBSERVACION

Datos informativos				
Probeta	Lugar de realización	fecha		
MB 1	senati	15 /12/16		
Dirección:		Ciudad: Chiclayo		
Supervisor: Daniel Pérez Luna.		Realizado por: Cristian Nolasco Quispe.(soldador)		
Datos técnicos del proceso de soldadura a ejecutar				
Junta				
Posición :	3G	Tipo de unión:		
Técnica :	oscilante	Raíz :	si	
Proceso :	SMAW	1er pase y 2do pase	Electrodo	6010
Tipo de acero:	ASTM A-36	Característica:	plancha	
Espesor:	3/8"	3er pase	Electrodo	7018
Medidas probeta:	215 mm de alto 206 mm de ancho	amperaje	1er pase:	75
			2do pase:	110
			3er pase:	110
Ensayo visual				
imagen				
				
Observación visual	<p style="text-align: center;">Medidor AWS</p> Proporciona una tolerancia permitido que no exceda a la tolerancia que es de 2 a 3 mm, que en este caso es de 2 mm que está en el margen de tolerancia.			
Conclusión:	Según la AWS D1.1 (código de soldadura en acero estructural) da como margen aceptable por lo tanto este cordón de soldadura presenta buena apariencia en el aspecto visual tanto pase raíz como pase de acabado.			

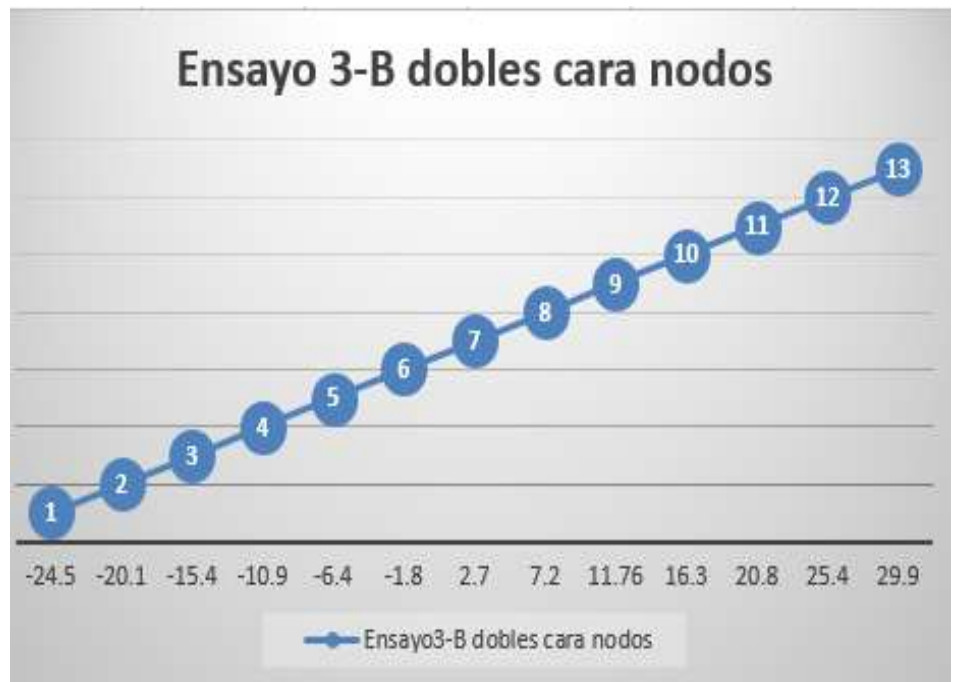
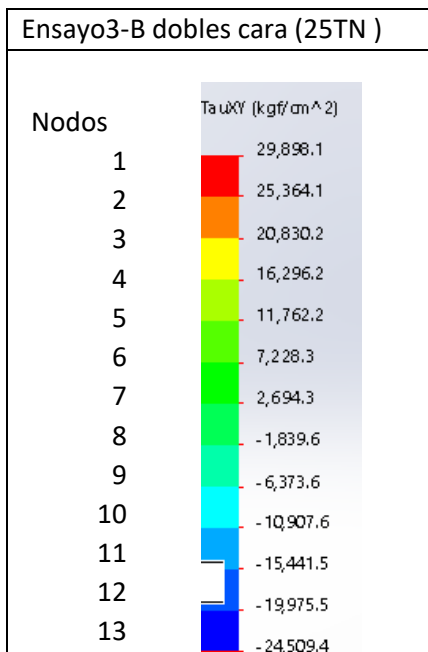
GUIA DE OBSERVACION

Datos informativos	
Material ASTM A- 36	MB 1
Norma AWS D1-1	
Supervisor: Mag. <i>Francisco Carlos Vázquez Puestas.</i>	Realizado: Cristian Nolasco Quispe.(soldador)
Resultado del ensayo final	
P-1-b (dobles raíz)	P-1-a (exterior cara)
	
Observación del ensayo (dobles)	El material ha tenido buena respuesta ante el ensayo de dobles, donde se aplicó una determina fuerza mostrando una buena resistencia y elasticidad del cordón.
Conclusiones	En este tipo de ensayo se determinó aplicar los dos tipos de electrodo para poder comparar con los otros dos estudios y dar una optimización del proceso SMAW, dando como respuesta del estudio que da una buena optimización del proceso al proceder de esta manera la aplicación de soldadura en la aplicación de la parte práctica.

3.4. .Hacer el estudio de aceptación para obtener los parámetros adecuados del proceso soldabilidad del tipo smaw.

3.4.1.-Estudio del lote 3-B.doblez raíz

Tabla 3

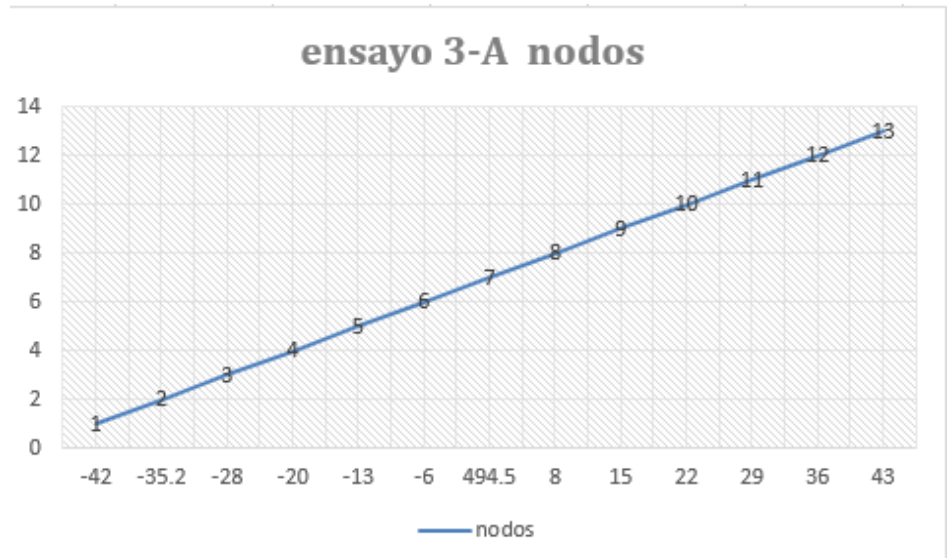
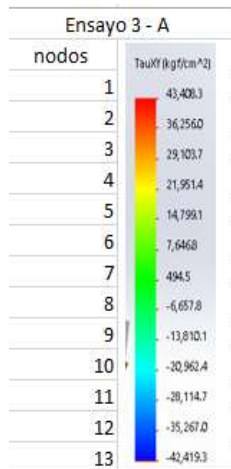


Estudio establecido al E- 6010

Interpretación: en este estudio brindado por el software solidworks, en donde al cordón se le da las características mecánicas de acuerdo al material (E-6010), se le aplicado una fuerza de 5 TN de acuerdo a la práctica ya realizada el por lo tanto en su grafico de tau cortante hace de conocimiento que el cordón se someterá a un esfuerzo de esfuerzo de tracción 24 TN/cm² y por esfuerzo de comprensión 29.9 TN/cm² por lo tanto se define que hay buena elasticidad pero baja dureza.

3.4.2. Estudio del lote 3-A .doblez raíz

Tabla 4

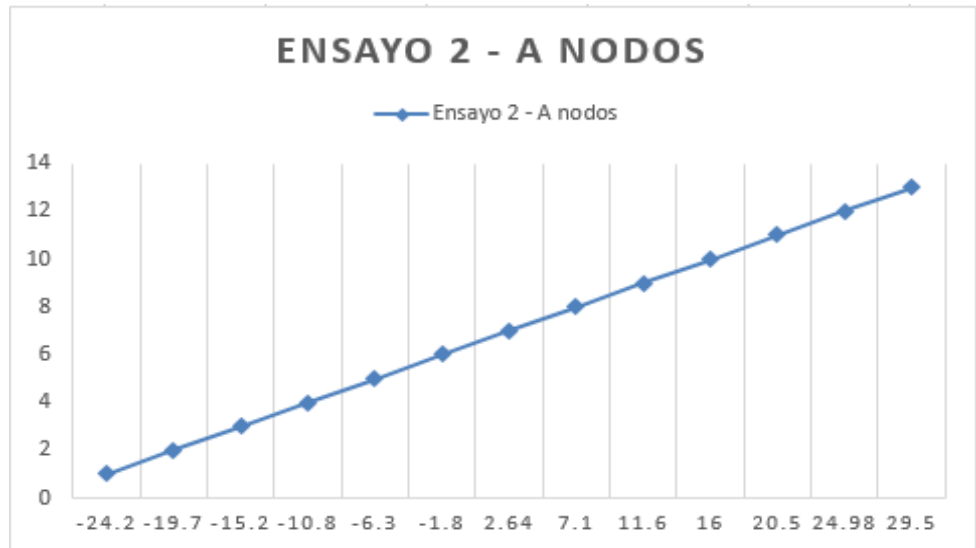
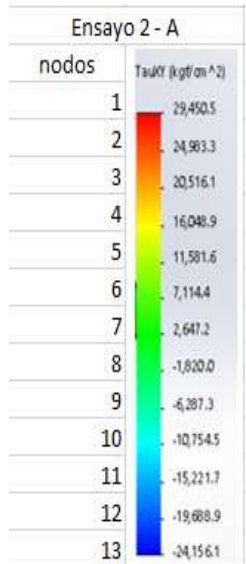


Estudio establecido al E- 6010

Interpretación: en este estudio brindado por el software solidworks, en donde al cordón se le brinda las características mecánicas de acuerdo al material (E-6010), se le aplicado una fuerza de 9 TN de acuerdo a la práctica ya realizada el por lo tanto en su grafico de tau cortante hace de conocimiento que el cordón se someterá a un esfuerzo de tracción 42 TN /cm² y por comprensión 43 TN/cm², dando como conclusión que el cordón presenta varios puntos críticos ya que la fuerza aplica fue realizada al pase de raíz por lo tanto en la práctica este cordón sufre fisura que también influyera la temperatura aplicada entre el electrodo y el material base .

3.4.3. Estudio del lote 2-A .doblez cara

Tabla 5



Estudio establecido al E-7018

Interpretación: en este estudio brindado por el software solidworks, en donde al cordón se le da las características mecánicas de acuerdo al material (E-7018), se le aplicado una fuerza de 5 TN de acuerdo a la práctica ya realizada el por lo tanto en su grafico de tau cortante hace de conocimiento que el cordón se someterá a un esfuerzo de tracción 24 TN/cm² y por compresión 29 TN/cm², dando como conclusión que el cordón presenta puntos críticos en el pase de raíz por consiguiente a este estudio proporcionado por el software solidworks indica que hay dureza pero baja elasticidad

3.4.4. Estudio del lote 2-B .doble raíz

Tabla 6



Estudio establecido al E-7018

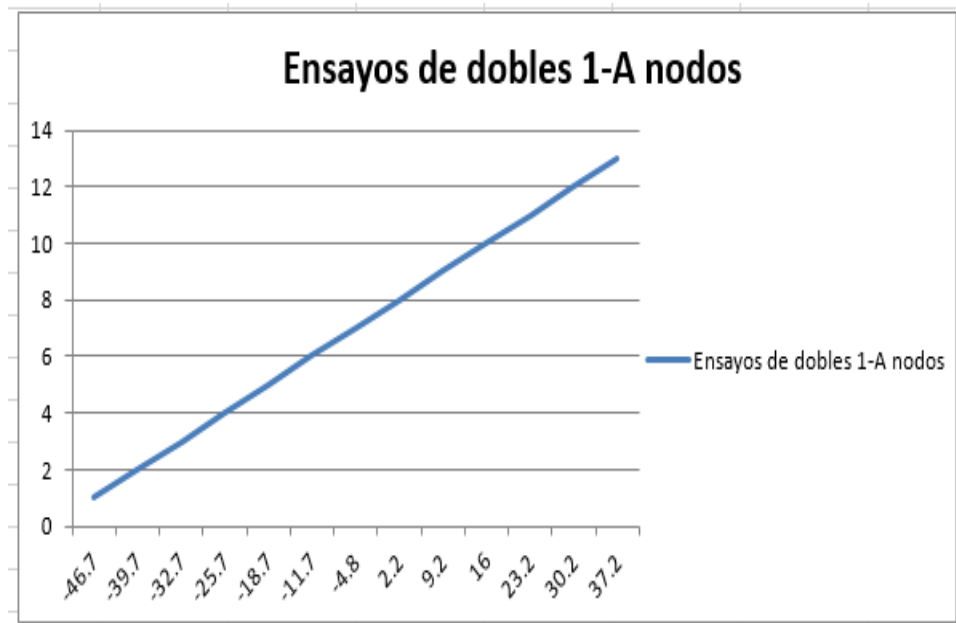
Interpretación: en este estudio brindado por el software solidworks, en donde al cordón se le da las características mecánicas de acuerdo al material (E-7018), se le aplicado una fuerza de 5 TN de acuerdo a la práctica ya realizada el por lo tanto en su grafico de tau cortante hace de conocimiento que el cordón se someterá a un esfuerzo de tracción 36 TN/cm2 y por compresión 35 TN/cm2,dando como conclusión que el cordón presenta puntos críticos en el pase de raíz por consiguiente a este estudio proporcionado por el software solidworks indica que hay buena resistencia a esa fuerza aplica pero su límite elástico es baja en comparación al E- 6010.

3.4.5. Estudio del lote 1-A .dobles cara

Tabla 7

Ensayos de dobles 1-A

nodos	TauXY (kgf/cm ²)
1	37,202.4
2	30,210.9
3	23,219.5
4	16,228.1
5	9,236.6
6	2,245.2
7	-4,746.3
8	-11,737.7
9	-18,729.2
10	-25,720.6
11	-32,712.0
12	-39,703.5
13	-46,694.9

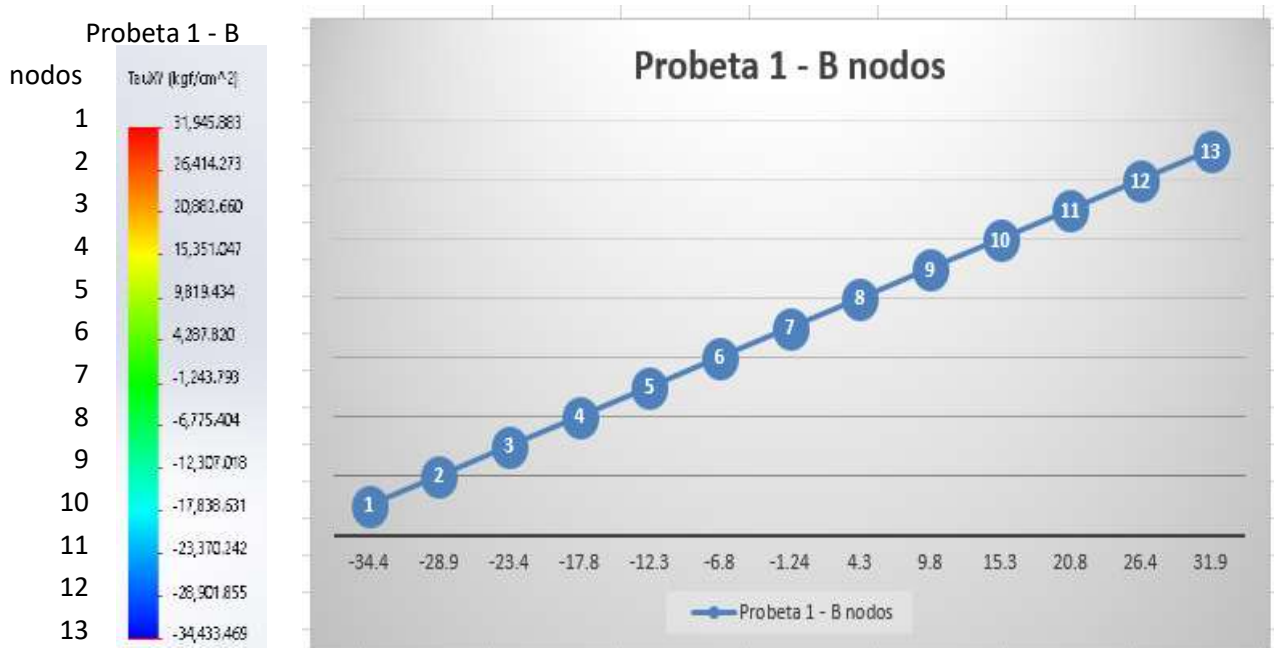


Estudio establecido a los dos cordones (E-6010 y E-7018)

Interpretación: en este estudio brindado por el software solidworks, en donde al cordón se le da las características mecánicas de acuerdo al material (E-6010 y 7018), se le aplicó una fuerza de 6 TN de acuerdo a la práctica ya realizada el por lo tanto en su gráfico de tau cortante hace de conocimiento que el cordón se someterá a un esfuerzo de rotura de tracción 46 TN/cm² y por compresión 37 TN/cm², dando como conclusión que hay buen equilibrio tanto en el pase de raíz como en el acabado dando como referencia que los dos electrodos en complemento ofrecen mejor resistencia mecánica.

3.4.6. Estudio del lote 1-B .doblez raíz

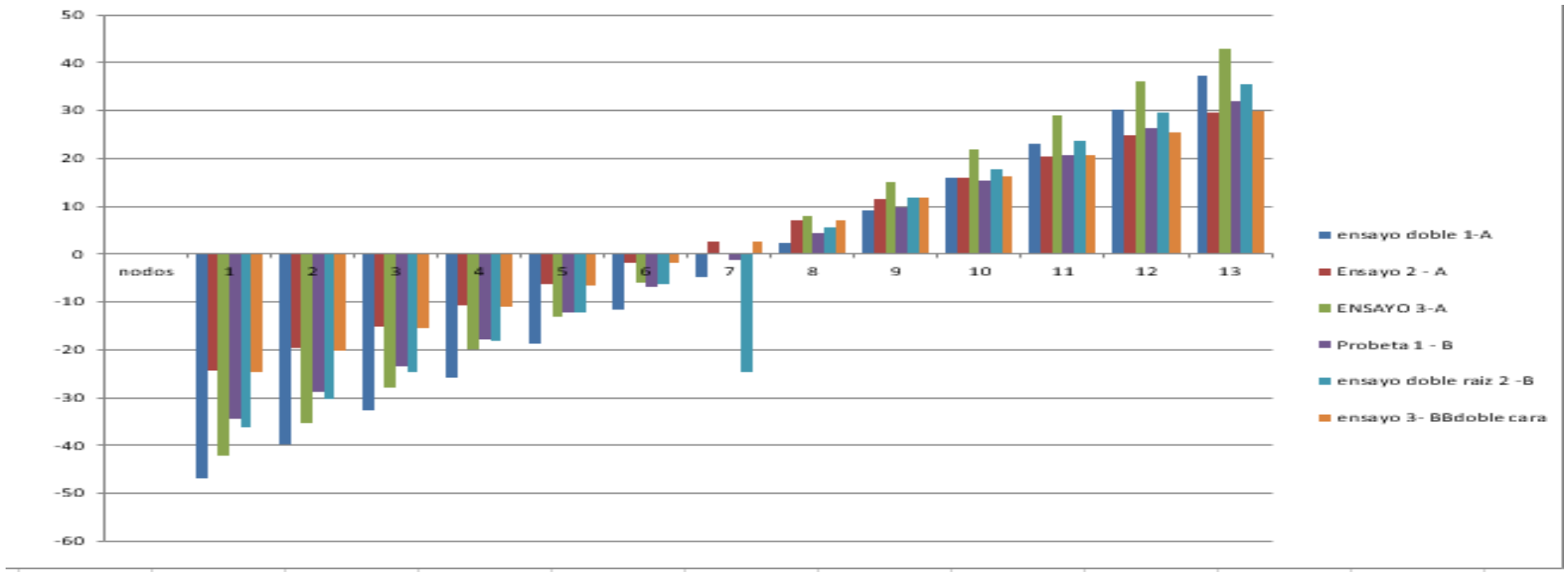
Tabla 8



Estudio establecido a los dos cordones (E-6010 y E-7018)

Interpretación: en este estudio brindado por el software solidworks, en donde al cordón se le da las características mecánicas de acuerdo al material (E-6010 y 7018), se le aplicó una fuerza de 7 TN de acuerdo a la práctica ya realizada el por lo tanto en su gráfico de tau cortante hace de conocimiento que el cordón se someterá a un esfuerzo de rotura de tracción 34 TN /cm² y por compresión 31 TN/cm², dando como conclusión que hay buen equilibrio tanto en el pase de raíz como en el acabado dando como referencia que los dos electrodos en complemento ofrecen mejor resistencia mecánica.

Grafico comparativo de los 6 estudios realizados



Interpretación: en este estudio brindado por el software solidworks realizados por elementos finitos mostro que el estudio E-6010(3-A y 3-B) ;E-7018 (2-A y2-B) hace de conocimiento que estos dos tipos de electrodos celulósico y bajo hidrogeno en forma independiente en este material de este espesor sería necesario que los dos tipos de electrodos trabajen en complemento para dar buena consistencia , en el grafico se aprecia el 1-A y el 1-B unión de los dos electrodos) que hay buena resistencia y elasticidad .

IV.- DISCUSION

4.1.- A partir de los hallazgos proporcionados por este estudio aceptamos la hipótesis en donde si procedemos de una forma adecuada los 2 tipos de electrodos (E-6010 y E-7018) se logra optimizar el proceso SMAW mediante los amperajes se logra transferir menos calor de aporte al acero por lo que no con llevaría a que se fatiga muy rápido y así por consiguiente que su estructura molecular no se altere mucho.

Los dos tipos de electrodos trabajando en complemento tienen buena resistencia mecánica lo que conlleva una buena optimización siempre y cuando se respete los pasos de la soldabilidad a seguir.

Estos resultados guardan relación a la tesis de CONA (2005) en donde mediante el que se ha realizado el ensayo de dobles aplicado al cordón de soldadura habiendo una relevancia al estudio que estoy proporcionando en mi tesis ya que sus características mecánicas se conservan, el lote donde se aplicó los dos cordones no sufren rotura al igual que en esta tesis dando por igual a su resistencia que opone el material al ensayo de dobles, solamente hay diferencia a la carga aplica al cordón.

4.2.- en los ensayos que se hicieron para la realización en esta tesis la cual se ha comparado con una tesis hecha o realiza en el extranjero que brinda el autor GUZHÑAY (2012) en donde los estudios que este autor proporciona da que son las tensiones al cual el acero ASTM A36 ha sido aplicado y también hace referencia a sus esfuerzos en donde guardan cierta similitud en su elasticidad, en donde el material se llega a deformar mas no a romperse ,los estudios realizados concuerdan con el autor de esta tesis ,ya que puede ser comparado mediante los cálculos así también con respecto a los gráficos de la deformación con inciden con los datos obtenidos :esto permite tener conocimientos de ciertos parámetros .que se pueden realizar y garantizar un buen trabajo.

4.3.-en el estudio realizado que proporciono en la tesis en comparación a los resultados de la tesis de cruz (2013) ácido de gran ayuda a pesar que su estudio ha empleado otro proceso de soldadura y otro material base pero que el autor logro en sus resultados guarda similitud con el mío por el propósito a llegar que vendría hacer la optimización del proceso de soldadura .el autor informa en su tesis que el proceso tig se viene aplicando de una forma empírica por el que le lleva al autor a realizar los estudios de este material al igual que la necesidad que yo tengo en el proceso de soldadura smaw que para llevar una buena unión se debe de llevar de la mano tanto practico y teórico por lo tanto se define que en diferentes tipos de soldadura es muy necesario el conocimiento para reducir el peligro de una junta o unión mal estructurado

4.4.- Mediante el código de diseño podemos encontrar una serie de normas y procedimientos que nos van a permitir realizar un trabajo de calidad rigiéndonos a estudios y normas, como lo indica la tesis de Romero(2014), y basándome en mis estudios realizados puedo compartir opiniones con este autor ya que realice cálculos matemáticos para poder confirmar la eficiencia que se da en el trabajo, utilizando los electrodos E-6010 Y E-7018 , comparando la resistencia mecánica que obtuve en la parte práctica, con la parte teórica que son los cálculos realizados y la parte de diseño, mediante el software solidworks que es un programa que permite realizar simulaciones en tiempo real.

4.5.- El estudio que se realizó por el siguiente autor Pajuelo (2009) me ha podido guiar en el transcurso del estudio en referencia para la tesis en donde busco entrever la concientización de poder trabajar este material que es ASTM A36 dando a conocer sus esfuerzos a los que han sido sometidos en una prensa hidráulica bajo el ensayo de dobles ,se dan a conocer con el autor antes mencionado, que da gran importancia a conocer sus resistencia mecánicas del acero para más adelante no arrastre tragedias que cobre vidas humanas ,logrando también la optimización del proceso de soldadura en donde se logró obtener los resultados adecuados.

4.6.- De acuerdo a los resultados obtenidos en este desarrollo, puedo compartir experiencias con el autor de esta revista científica, ya que se hizo los ensayos acompañado de sus respectivos cálculos matemáticos y comparados en el software solidworks para corroborar el trabajo hecho. Se comprobó que los distintos materiales a emplear ofrecen diferentes tipos de propiedades en el acabado y resistencia ante cambios bruscos al aplicarle una determinada fuerza en su estructura física, como lo demuestro en la solución de los objetivos de la tesis.

V.- CONCLUSIONES

5.1.- Con el balance de información, conseguido por mi persona, he podido definir que hay poco interés en utilizar una prensa hidráulica con manómetro par realizar las pruebas de ruptura. Mayormente solo interesa que no se rompa el cordón y el lote; mas no se le da la debida importancia a la resistencia mecánica que opone el material ante la fuerza que se aplica en el ensayo.

5.2.- El propósito de diseñar los elementos mecánicos necesarios en la aplicación de los ensayos, da como finalidad el poder obtener longitudes, espesores y simbología en la soldadura de acuerdo a la AWS D.1.1 (código de soldadura de acero estructural) y también con ayuda del software solidworks en obtener las cargas puntuales mediante elementos finitos lográndose obtener los resultados esperados en comparación con lo práctico.

5.3.- El tercer objetivo pretende realizar las buenas prácticas en la soldadura, siguiendo los pasos de soldeo para garantizar el trabajo a ejecutar y evitar tragedias leves y graves por la mala aplicación en el cordón de soldadura.

5.4.- Luego de haber obtenido los 6 resultados proporcionados en lo práctico (proceso de soldeo en el senati)y teórico (formula y software solidworks) se determinó que en el ensayo en donde se aplicó los dos tipos de electrodos tanto E-6010 y E 7018 en complemento en la misma probeta se logra optimizar el proceso SMAW dando buena resistencia en rotura y elasticidad con un determinado amperaje de primer pase de 75 Amp ,segundo pase 110 Amp y el tercer pase de

110 amp claro esta que está en lo permisible del fabricante ya que da un mínimo y máximo amp.

5.5.- ¿Cómo cuantifica en los ensayos, la habilidad de los soldadores calificados, es decir en qué medida las habilidades harán variar los resultados de los estudios? La temperatura está basada en el amperaje a utilizar; y tiene que ver con el diámetro, tipo de electrodo y material a unir o juntar. El avance en el soldado del cordón de soldadura, cuyo depósito de material de aporte está dado por la experiencia y habilidad del soldador, cabe decir que la temperatura en el depósito del material, en el cordón de soldadura debe ser tomado en cuenta por el profesional, para tener un trabajo optimo, mejorando la calidad de su soldabilidad.

VI.- RECOMENDACIONES

6.1.- para la realización adecuada del ensayo de dobles, es recomendable una prensa electrohidráulica, donde evitamos el efecto rebote del material, pero de acuerdo a la necesidad local; la prensa hidráulica debe contar con un manómetro para saber los límites de las fuerzas aplicadas, indicadas en este instrumento de medición para fuerzas.

6.2.- Para la correcta aplicación del software solidworks hay que tener en cuenta sus propiedades mecánicas correctas de cada tipo de electrodo, de lo contrario se obtendría valores erróneos así también en el cálculo matemático.

6.3.- para unir un elemento con otro, hay que tener siempre presente que es necesario tener conocimiento práctico y teórico, para poder dar garantía de nuestro producto y competir en el mercado local, nacional e internacional

6.4.- la optimización, no solamente en este proceso de soldadura (smaw), si no en todas las demás; siempre hay que considerar el estudio del material, amperaje, tipo de aporte a unir al material base, no saltar los pasos para soldar y compromiso eficiente del que lo ejecuta.

VII. REFERENCIAS

Bibliografía

Alejandro M. Mayori M; “Resistencia de Materiales”.1^{ra} ed.Yucatán Hermosa; Paz-Bolivia, (s.f) ,305 pp.

CENGEL, Yunes y BOLES, Editores Michael; “Termodinámica”; 7^{ta} ed; Interamericana, S.A. de C.V, México .2012. 1041 pp.

ISBN 978-607-15-0743-3

CRUZ, Celso “Optimización del proceso de soldadura tig en placas de Aleación de titanio ti6A14V”.tesis (maestro en ingeniería de calidad).Querétaro-Mexico.Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, 2013.132 pp.
www.scielo.br/pdf/si/v19n1/a02v19n1.pdf

CONA, Juan Manuel. “ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS DE PROBETAS DE ACERO SOLDADAS CON ELECTRODOS REVESTIDOS.” Tesis Para Optar al Título de Ingeniero Naval con Mención en Construcción Naval. Valdivia – Chile. Universidad austral de Chile; facultad de ciencias de ingeniería, escuela de ingeniería naval.2005, 55 pp

cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcc744e/doc/bmfcc744e.pdf

GUZHÑAY, Fernando. “Estudio del comportamiento del acero A36 mediante ensayos de tracción para determinar fallas en elementos estructurales, mediante la norma ASTM E-8”.Tesis (ingeniería mecánica). Ambato – Ecuador. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.2012.184 pp.

repo.uta.edu.ec › Ingeniería Civil y Mecánica › Ingeniería Mecánica

GERDAU, Aza (palabra de acero), “compendio de normas para productos de acero”; 3^{era} ed.; 2000.66 pp

www.aza.cl.

HERNÁNDEZ, Germán “Manual del soldador”; 16^o ed.; 2006, 634pp.

ISBN: 9788493431617

INDURA. “manual de sistemas y materiales de soldadura” 2012,172 pp.

e-mail: info@indura.net • www.indura.net.

www.indura.cl/Descargar/Manual%20de%20Soldadura%20INDURA?path...pdf.

MICHAEL, Moran y HOWARD, Shapiro “Fundamentos de Termodinámica Técnica”; segunda edición; editorial Reverte, S.A; Barcelona-España; 2004. 10,634 pp
ISBN: 84-291-4313-0

LOUREIRO, Mario. “manual de soldadura OERLIKON”, 2012, 300 pp

www.marioloureiro.net/ensino/.../soldadura/manual_catalogo2%20soldadura.pdf

MOTT, Robert I “Diseño de elementos de máquinas”, 4^{ta} ed. Pearson educación de México, SA. De CV, México, 2006, 944 pp.

ISBN: 970-26-0812-0

PAJUELO, Jorge.” evaluación de los procesos de soldadura tig con y sin material de aporte en planchas de acero estructural”. Tesis (ingeniería mecánica). Lima –Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.2009.79 pp.
tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/579

REVISTA .digital para profesionales de la enseñanza”.andalucia:Dep.Leg:

GR 2786-2008 [Line] (Nº14-mayo 2011) [citado 15 noviembre 2016]

<http://www.feandalucia.ccoo.es>docu>

ISSN: 1989-4023

ROMERO, Carlos “Calificación del proceso de Soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding) Según el código ASME sección IX con simulaciones térmicas”. Tesis (ingeniero mecánico).quito-Ecuador. Universidad San Francisco de Quito, Colegió de Ciencias e Ingeniería .2014.129 pp.

docplayer.es/32379486-Edison-bonifaz-p-hd-director-de-tesis.html

REVISTA. Metal actual estandarización de procesos de soldadura, para mejorarla competitividad, bogota-colombia, 29 de agosto 2012. 52 pp .

ww.metalactual.com.

Shigley. Joseph Edward. “Diseño de elementos de máquinas” 8^{va}, editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.ed.2008, 1059 pp

SOLDEXA. [Manual de soldadura e catálogos de productos", 7^{ma} ed, [En línea] 2013. [Citado el: 5 de octubre del 2016.] "2013, 295 pp

www.damasoldac.com/descargas/manual_de_soldadura.pdf

RUSSELL C.Hibbeler, 8^o _{va} ed. México, Editorial Pearson, México, 2011.880 pp

ISBN: .9786073205597

Structural Welding Code –Steel, AWS D1.1/D1.1M.An American National Standard. 2010.

Soldexa 2015.www.soldexa.com.pe>soldexa>training)

Zapata, Alberto. Parámetros para la elaboración de estándares de soldadura. Scientia et Technica Año X, No 24, Mayo 2004. UTP. p.151-155.

revistas.utp.edu.co › Inicio › Vol. 1, Núm. 24 (2004)

ISSN 0122-1701

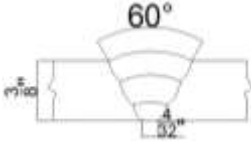
Información tecnológica versión on-line

ISSN 0718-0764



<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642009000300004>

Anexos

GUIA DE OBSERVACION

WPQ		especificaciones del procedimiento de soldadura																											
Nombre de la empresa: tesis		identificación n°:																											
Proceso(s) de soldadura: SMAW		basado en el WPS N° :																											
Tipo manual <input checked="" type="checkbox"/> automático <input type="checkbox"/> semiautomático		revisión :		fecha :		por:																							
Soldador:		autorizado por:																											
DISEÑO DE UNIÓN Tipo de unión : a tope Tipo de soldadura: ranura en v simple <input checked="" type="checkbox"/> doble <input type="checkbox"/> Abertura de raíz : 3.2 mm longitud de cara de raíz : 3.2 mm Angulo de ranura : 60° Soporte si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> material de aporte Limpieza de raíz si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> método: esmeril					POSICIÓN Ranura: 3 G Plancha: <input checked="" type="checkbox"/> tubería : <input type="checkbox"/>																								
					Características eléctricas Modo de transferencia (GMAW): NA Corto circuito <input type="checkbox"/> globular <input type="checkbox"/> spay <input type="checkbox"/> Corriente AC <input checked="" type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/>																								
METALES BASE <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">MB1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">MB2</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">MB3</td> </tr> <tr> <td>Grupo :</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td>Especificación del acero:</td> <td style="text-align: center;">ASTM A 36</td> <td style="text-align: center;">ASTM A 36</td> <td style="text-align: center;">ASTM A 36</td> </tr> <tr> <td>Grado:</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td>Espesor de plancha :</td> <td style="text-align: center;">9.5mm(3/8")</td> <td style="text-align: center;">9.5mm(3/8")</td> <td style="text-align: center;">9.5mm(3/8")</td> </tr> </table>						MB1	MB2	MB3	Grupo :	-----	-----	-----	Especificación del acero:	ASTM A 36	ASTM A 36	ASTM A 36	Grado:	-----	-----	-----	Espesor de plancha :	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	TÉCNICA: Aportación recta <input type="checkbox"/> oscilante <input checked="" type="checkbox"/> Pase : simple <input type="checkbox"/> múltiple: <input type="checkbox"/> Limpieza entre pases: si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> método : esmeril				
	MB1	MB2	MB3																										
Grupo :	-----	-----	-----																										
Especificación del acero:	ASTM A 36	ASTM A 36	ASTM A 36																										
Grado:	-----	-----	-----																										
Espesor de plancha :	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")																										
METAL DE APORTE Especificaciones AWS D1.1 Clasificación AWS 6010 y 7018 Marca: indura Tamaño del electrodo: 3 mm					PRECALENTAMIENTO Temperatura de precalentamiento: ----- Temperatura de interpace : -----																								
PROTECCIÓN Fundente: Revestimiento Gas: Composición: Velocidad de flujo: Tamaño de la boquilla:					POSTCALENTAMIENTO : Temperatura :----- Tiempo:-----																								
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA																													
p r o b e t a	P R O C E S O	Progresión	Materiales de aporte		corriente			Velocidad de alimentación de alambre (mm/min)	Velocidad de avance (mm/min)	Detalle de la unión y secuencia de soldadura																			
			Clase	Diam (mm)	Tipo de Polari dad	Amperaje (Amp) 1er,2do y 3er pase	Volta je (volt)																						
1	SMAW	ASCEND.	6010	3	DCEP	75,90 ,85	15-18																						
2	SMAW	ASCEND.	7018	3	DCEP	100,110,110	12-15																						
3	SMAW	ASCEND	6010 y 7018	3	DCEP	75,110,110	9-12																						
Elaborado por: Juan ...		Fecha: ...		Aprobado por: ...		Compañía: ...																							

GUIA DE OBSERVACION

WPS		especificaciones del procedimiento de soldadura																											
Nombre de la empresa: tesis				identificación n°:																									
Proceso(s) de soldadura: SMAW				soporte PQR n° :																									
Tipo manual <input checked="" type="checkbox"/> automático <input type="checkbox"/> semiautomático				revisión :		fecha :		por:																					
Soldador:				autorizado por																									
DISEÑO DE UNIÓN Tipo de unión :a tope Tipo de soldadura: ranura en v simple <input checked="" type="checkbox"/> doble <input type="checkbox"/> Abertura de raíz : 3.2 mm longitud de cara de raíz : 3.2 mm Angulo de ranura : 60° Soporte si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> material de aporte Limpieza de raíz si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> método: esmeril					POSICIÓN Ranura: 3 G Plancha: <input checked="" type="checkbox"/> tubería : <input type="checkbox"/>																								
					Características eléctricas Modo de transferencia (GMAW): NA Corto circuito <input type="checkbox"/> globular <input type="checkbox"/> spray <input type="checkbox"/> Corriente AC <input checked="" type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/>																								
METALES BASE <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">MB1</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">MB2</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">MB3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Grupo : -----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Especificación del acero: ASTM A 36</td> <td style="text-align: center;">ASTM A 36</td> <td style="text-align: center;">ASTM A 36</td> <td style="text-align: center;">ASTM A 36</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Grado: -----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> <td style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Espesor de plancha : 9.5mm(3/8")</td> <td style="text-align: center;">9.5mm(3/8")</td> <td style="text-align: center;">9.5mm(3/8")</td> <td style="text-align: center;">9.5mm(3/8")</td> </tr> </table>						MB1	MB2	MB3	Grupo : -----	-----	-----	-----	Especificación del acero: ASTM A 36	ASTM A 36	ASTM A 36	ASTM A 36	Grado: -----	-----	-----	-----	Espesor de plancha : 9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	TÉCNICA: Aportación recta <input type="checkbox"/> oscilante <input checked="" type="checkbox"/> Pase : simple <input type="checkbox"/> múltiple: <input type="checkbox"/> Limpieza entre pases: si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> método : esmeril				
						MB1	MB2	MB3																					
Grupo : -----	-----	-----	-----																										
Especificación del acero: ASTM A 36	ASTM A 36	ASTM A 36	ASTM A 36																										
Grado: -----	-----	-----	-----																										
Espesor de plancha : 9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")	9.5mm(3/8")																										
METAL DE APORTE Especificaciones AWS D1.1 Clasificación AWS: 6010 Y 7018 Marca: indura Tamaño del electrodo: 3 mm					PRECALENTAMIENTO Temperatura de precalentamiento: ----- - Temperatura de interpace : -----																								
PROTECCIÓN Fundente: Revestimiento Gas: Composición: Velocidad de flujo: Tamaño de la boquilla:					POSTCALENTAMIENTO : Temperatura :----- Tiempo:-----																								
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA																													
P r o b e t a	P R O C E S O	Progresión	Materiales de aporte		corriente			Velocidad de alimentación de alambre (mm/min)	Velocidad de avance (mm/min)	Detalle de la unión y secuencia de soldadura																			
			Clase	Diam (mm)	Tipo de polaridad	Amperaje (Amp) 1er,2do y 3er pase	Volta je (volt)																						
1	SMAW	ASCEND.	6010	3	DCEP	75,90 ,85	15-18																						
2	SMAW	ASCEND.	7018	3	DCEP	100,110,110	12-15																						
3	SMAW	ASCEND	6010 y 7018	3	DCEP	75,110,110	9-12																						
Elaborado por: <i>Ivan Chikón Quipe</i> fecha: <i>11-16</i> Aprobado por: <i>Fredy David Hurtado</i> compañía: _____ <div style="text-align: center;">  Fredy David Hurtado ING. MECÁNICO ELECTRICISTA C.I.P. 58023 </div>																													

ANEXO

“ENSAYO DESTRUCTIVO EN ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 PARA OPTIMIZAR LOS PARAMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CHICLAYO, 2016.

AUTOR: CHILCON QUISPE, IVAN

Anexo 02

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

DAVILA HURTADO FREDY

- Profesión:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

- Grado académico:

MAGISTER

- Actividad laboral actual:

CATEDRATICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”-FIME

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular <input checked="" type="checkbox"/>	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		<input checked="" type="checkbox"/>	
b) Experiencia como profesional. (EP)		<input checked="" type="checkbox"/>	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		<input checked="" type="checkbox"/>	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	<input checked="" type="checkbox"/>		



Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Entrevista, cuyo objetivo es un. **“ENSAYO DESTRUCTIVO EN ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 PARA OPTIMIZAR LOS PARAMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW. CHICLAYO, 2017.**

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: ___ No es pertinente: ___

Por favor, indique las razones:

Para saber el grado de conocimiento del tema

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes: ___

Por favor, indique las razones:

Si por que van de manera concreta para el desenvolvimiento

Del autor

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: ___ Inadecuadas: ___

Por favor, indique las razones:

Si porque van expresadas con las normas de soldadura (AWS)

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1er hoja (inspección visual)	X			X			Se debe calibrar bien si hubiera fallas en la inspección visual.
2da hoja (observación del ensayo)	X			X			Toma como referencia la norma AWS D1.1.
WPS	X			X			Que sea realizado por un soldador calificado.
WPQ	X			X			Respetar los parámetros del WPS.

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:



Fredy Dávila Hurtado
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 Firma del Experto

ANEXO

“ENSAYO DESTRUCTIVO EN ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 PARA OPTIMIZAR LOS PARAMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW. CHICLAYO, 2017.

AUTOR: Chilcon Quispe, Ivan

Anexo 02

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

CABALLERO TRAVERSO LUIS FABIO

- Profesión:

INGENIERO MECANICO

- Grado académico:

SUPERIOR

- Actividad laboral actual:

INGENIERO SUPERVISOR EN REVISIONES

TECNICAS VEHICULARES

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular <input checked="" type="checkbox"/>	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--	-----------	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
f) Análisis teóricos realizados. (AT)		<input checked="" type="checkbox"/>	
g) Experiencia como profesional. (EP)		<input checked="" type="checkbox"/>	
h) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		<input checked="" type="checkbox"/>	
i) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		<input checked="" type="checkbox"/>	
j) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	<input checked="" type="checkbox"/>		


Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Entrevista, cuyo objetivo es un. **“ENSAYO DESTRUCTIVO EN ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 PARA OPTIMIZAR LOS PARAMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW. CHICLAYO, 2017.**

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

6. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: ___ No es pertinente: ___

Por favor, indique las razones:

Para poder saber si el autor tiene conocimiento a cerca

del estudio por investigar.

7. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes: ___

Por favor, indique las razones:

Si por que van de manera concreta para el desenvolvimiento

Del autor

8. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: ___ Inadecuadas: ___

Por favor, indique las razones:


Si porque van expresadas con las normas de soldadura (AWS)

9. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1er hoja (inspección visual)	X			X			Se debe calibrar bien si hubiera fallas en la inspección visual.
2da hoja (observación del ensayo)	X			X			Toma como referencia la norma AWS D1.1.
WPS	X			X			Que sea realizado por un soldador calificado.
WPQ	X			X			Respetar los parámetros del WPS.

10. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Le agradecemos por su colaboración.



Ing. Luis F. Caballero Traversa
 INGENIERO MECANICO
 SUPERVISOR - CERTIFICADOR
 REG. CIP 137627
Firma del Experto

Fecha de evaluación:




REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR
De acuerdo al código estructural AWS D1.1-2010

WPQ-SOLDEXA

HOJA: 1 de 1
EMISION: 26/02/2013
REVISION: 0

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre:	Milko Jose Iparraguirre Cortez	DNI:	32990954	No. Estampa:	MIC64
Identificación del procedimiento calificado:	WPS-CTSOL-002	Rev:	0	Fecha:	26/07/2013
Variables	Valor Usado en la Calificación		Rango Calificado		
Proceso / transferencia	SMAW		SMAW		
Corriente / Polaridad	CCEP		---		
Posición	3G		Ranurada y Filete: Plana, Horizontal Y Vertical		
Progresión de soldadura	Ascendente		Ascendente		
Respaldo o Backing	Con respaldo		Con respaldo		
Material / Especificación	ASTM A36		De 3.0mm hasta 20.0mm		
Metal Base	10 mm				
Espesor (plancha)			Todos los espesores		
A tope:					
Filete:	---				
Espesor (tubería)	---				
A tope:	---				
Filete:	---				
Diámetro (tubería)	---				
A tope:	---				
Filete:	---				
Metal de Aporte	A5.1		 Juan A. Guardia Gallegos CWI 95090061 QC1 EXP. 07/2014		
N° Especificación:	E7018				
Clase:	SUPERCITO				
Nombre Comercial:	F4				
F-N°	F4		F1, F2, F3 y F4		
Tipo gas/fuente	---		---		
Otros	---		---		
INSPECCIÓN VISUAL					
Aceptable: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
Resultados de prueba de doblez guiado					
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado		
MIC64-DC	Aceptado				
MIC64-DR	Aceptado				
Resultados de prueba radiográfica					
Identificación Placa	Resultado	Observaciones	Identificación Placa	Resultado	Observaciones
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
Inspeccionado por: ING. Juan Guardia Prueba N°: 722-13					
Organización: SOLDEX S.A. Fecha: 26/07/2013					
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del código estructural AWS D1.1 - 2010.					
Empresa: SOLDEX S.A.			Autorizado por: Ing. Juan Guardia		
			Fecha: 26/07/2013		



PROYECTO: CNPC TISSUE PERU - MONTAJE MECANICO CLIENTE: VOITH CONTRATISTA: HV CONTRATISTAS S.A

Nombre del Soldador: Holaceo Dulcan, Cristian (W08) Identificación: DNE: 41645152

Descripción de la Prueba

Identificación del WPS seguido: C255-WPS-P-01 Cupón de prueba Soldadura de producción
Especificación del metal base soldado: ASTM A53 Gr B Espesor: 5.53mm

Condiciones de la Prueba y Límites de Calificación

Variables de Soldadura

Variables de Soldadura	Valores Reales	Rango Calificado
Proceso(s) de soldadura	GTAW	GTAW
Tipo (Manual, Semiautomático) usado	Manual	Manual
Respaldo (metal, metal de soldadura, soldado por ambos lados, etc.)	Sin respaldo	Con y Sin respaldo
() Plancha (X) Tubería (diámetro exterior si es tubería)	3.375" (86.02 mm)	Desde 1" (25mm) hasta limitada
ASME P-No.0 S-No a ASME P-No. 0 S-No	P No. 1 a P No. 1	P No. 1 a P No. 1
Especificación(es) de metal de aporte o electrodo (SFA)	A 5.18	---
Clasificación(es) de metal de aporte o electrodo	ER70S-6	---
Metil de aporte P-No.	P6 sin respaldo	Todos los P N°s
Inserto consumible (GTAW o PAW)	No	No
Tipo de aporte (nódulo/metálico o fundente tubular/polvor) (GTAW o PAW)	Sólido	Sólido
Espeor de depósito para cada proceso		
Proceso 1 GTAW 3 pasos mínimos: Si X No	P6: 5.53mm	P6: Hasta 11.03mm
Proceso 2 _____ 3 pasos mínimos: Si _____ No		
Posición calificada (2G, 4G, 3F, etc.)	6G	A tope y filete: Todas
Progresión vertical (ascendente o descendente)	Accidente	Accidente
Gas de protección (GMAW, GTAW)	Argón 99.99%	N/A
Respaldo de gas inerte (GTAW, PAW, GMAW)	Sin gas de respaldo	Con gas y sin gas de respaldo
Modo de transferencia (rode/globular o pulso a cortocircuito - GMAW)	N/A	N/A
Corriente GTAW Tipo/Potencia (AC, DCEP, DCEN)	DC(-)	

RESULTADOS

Examinación visual de la soldadura completa (QW-302.4) **CONFORME**

___ Ensayo de doblado **X** Transversal de cara y raíz ___ Longitudinal de cara y de raíz ___ De lado

___ Probeta de doblado de tubería, sobrecapa anticorrosiva ___ Probeta de doblado de plancha, sobrecapa anticorrosiva

___ Ensayo de macroataque para fusión ___ Ensayo de macroataque para fusión

Tipo	Resultados	Tipo	Resultados
W08-DC1	ACEPTABLE	W08-DC2	ACEPTABLE
W08-DR1	ACEPTABLE	W08-DR2	ACEPTABLE

Resultados del ensayo radiográfico alternativo (QW-191) ---

Soldadura de filete - ensayo de rotura _____ Longitud y porcentaje de defectos _____

Macroataque _____ Tamaño de filete _____ pulg Concavidad/Convexidad _____ mm

Otras pruebas _____

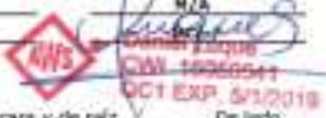
Felículas o probetas evaluadas por _____ Compañía _____

Pruebas mecánicas conducidas por Boniel Lagos Prueba de laboratorio (N°) **LC -593-2016**

Soldadura supervisada por Boniel Lagos

Certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que las probetas de ensayo fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo con los requerimientos de la Sección IX del Código ASME -2015

Organización: **HV CONTRATISTAS**
Fecha: 19-03-18 Por: _____



N° INFORME (Report): LC-893-2016

CUENTE (Customer): HV CONTRATISTAS

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): CTSOL- SOLDEXA

REALIZADO POR (Conducted by): DANIEL LUQUE

FECHA DE ENSAYO (Date of test): 2016 / 10 / 10 N° de Registro (CT F 07): SERVICIO

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO * (Type)	ESPESOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO * (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	W05-DC1	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
2	W05-DC2	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
3	W05-DR1	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
4	W05-DR2	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
5	W06-DC1	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
6	W06-DC2	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
7	W06-DR1	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
8	W06-DR2	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
9	W07-DC1	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
10	W07-DC2	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
11	W07-DR1	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
12	W07-DR2	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
13	W08-DC1	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
14	W08-DC2	DTC	5.5	CONFORME	NINGUNA
15	W08-DR1	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
16	W08-DR2	DTR	5.5	CONFORME	NINGUNA
17					
18					
19					
20					

* Tipo de ensayo (Type of test): DTC: Doblez Transversal-Cara (Transverse Bend-Face) / DTR: Doblez Transversal-Roiz (Transverse Bend-Roiz)
 DLC: Doblez Longitudinal-Cara (Longitudinal Bend-Face) / DLR: Doblez Longitudinal-Roiz (Longitudinal Bend-Roiz)
 DL: Doblez-Lado (Bend-Side) / RSP: Ruptura Soldadura Filas (Fillet Weld Break) / NB: Nick Break

* C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)

* Medidas: Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

OBSERVACIONES (Remarks):

- Norma Aplicada en el ensayo (Test in accordance with the requirements of): ASME IX - 2015
- Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal): ASTMA53 Gr B
- Diámetro del punzón utilizado (puncher diameter): 25.0mm
- Distancia entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard): 41.0mm
- De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.

*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.

AVS 475 Daniel Luque
 CWI 16000541
 QC1 EXP. 5/1/2019

 SOLDEX S.A.

TÉCNICA DE SOLDEO

Limpie las superficies a soldar, retirándoles cualquier material contaminante, encienda el arco suavemente por el método de rayado o de contacto según prefiera, y mantenga un arco corto inclinando ligeramente el electrodo en dirección del avance; CDPI (electrodo al positivo+). Cepille manualmente ó utilizando carda de acero. Utilizar sólo electrodos secos, no debe golpear el electrodo para reencender el arco. No exponga los electrodos a la intemperie por más de una hora; en caso de que se humedezcan, debe reacondicionarlos únicamente en horno dos ocasiones como máximo a una temperatura comprendida entre 260°C y 427°C por espacio de 1 hora a 2 horas. No doble los electrodos al colocarlos en el portaelectrodos. Abra el empaque hasta el momento en que vayan a ser usados los electrodos, y de ser posible colóquelos en hornos individuales para cada soldador que tengan una temperatura de 120°C a 150°C.

ACEROS

ASTM A 204, A 335-P1, aceros al carbono-molibdeno

MEDIDAS DISPONIBLES

milímetros	pulgadas	Amperes
2,4 x 356	3/32 x 14	70 – 105
3,2 x 356	1/8 x 14	95 – 145
4,0 x 356	5/32 x 14	130 – 170
4,8 x 356	3/16 x 14	160 – 200

EMPAQUE

Bote plástico c/5 kg. en bolsa termosellada

AW 7018-A1

NORMA:

ASME SFA-5.5/SFA-5.5M E 7018-A1/E 4918-A1
AWS A5.5/A5.5M E 7018-A1/E 4918-A1

DESCRIPCIÓN

Electrodo bajo hidrógeno (básico) al medio Molibdeno con adiciones de polvo de hierro en el revestimiento para incrementar su rendimiento; es adecuado para soldar en todas posiciones, propiedades mecánicas elevadas y adecuado para trabajar aún a altas temperaturas (hasta 500°C), fácil control de arco y buena apariencia del depósito.

APLICACIONES

Utilizado en la industria cementera en secciones gruesas y pesadas, muflas, placas de soporte de hornos, etc.

En el ramo de la construcción se recomienda en estructuras sometidas a esfuerzos mecánicos severos, edificios y puentes en general.

Extensamente utilizado por la industria petrolera en tuberías de conducción sujetas a presión, cordones de relleno en secciones gruesas y pesadas en tendido de líneas de oleoductos, gasoductos, líneas de distribución y donde se requieran altas propiedades mecánicas.

En el sector metal-mecánico se emplea en partes y componentes de aceros tratados térmicamente, fundiciones de acero, grúas, contenedores, cajas de volteo, carrocerías de autobuses, vagones de ferrocarril, fabricación de maquinaria de aceros tipo 1030 y 1060, etc.

La pailería es un sector que lo usa ampliamente en la construcción de recipientes sometidos a presión, tanques de almacenamiento, secciones gruesas y pesadas en cordones múltiples para envases, calderas, tanques de alta presión, intercambiadores de calor, etc.

VENTAJAS

El electrodo AW 7018-A1 posee una gran facilidad de encendido y reencendido, así como una adecuada extensión del depósito con mínimo chisporroteo y de fácil limpieza, buena apariencia y remoción de escoria sin dificultad alguna. Aplicable con corriente directa con electrodo al positivo + (polaridad invertida) CDPI.

Su balance en el contenido de sus elementos lo convierten en el tipo adecuado para realizar soldaduras en toda posición en aceros de alta resistencia mecánica y en donde el trabajo exija una alta temperatura de servicio (hasta 500°C) sin que por ello se vean mermadas sus características y propiedades.

PROPIEDADES MECÁNICAS BAJO NORMATIVIDAD A.W.S.

Resistencia a la Tensión	490 MPa (70 000 psi)
Límite Elástico	390 MPa (57 000 psi)
Elongación en 50,8 mm (2")	22 %

COMPOSICIÓN QUÍMICA BAJO NORMATIVIDAD A.W.S.

Carbono	0,12 % Máximo
Manganeso	0,90 % Máximo
Silicio	0,80 % Máximo
Fósforo	0,03 % Máximo
Azufre	0,03 % Máximo
Molibdeno	0,40 - 0,65 %

PARAMETROS PARA LA ELABORACION DE ESTANDARES DE SOLDADURA

RESUMEN

Este artículo hace referencia a los conocimientos fundamentales que las personas involucradas en los procesos de manufactura por soldadura deben poseer, y su relación con los criterios técnicos, los cuales he aplicado específicamente en la elaboración del estándar de soldadura de la multinacional BUSSCAR S.A. Filial en Colombia. La estandarización es el componente más relevante entorno a un producto específico, vía para optimizar la productividad y por ende asegurar la calidad implícita de los diferentes procesos.

ABSTRACT

This article is referenced to fundamentals knowledge and abilities by welding manufacture process personnel, relationship at technical criteria who's applied specifically in the elaboration of Busscar S.A. welding standard. Standardization is the principal component around an specific product, in this way the optimization of productivity is granted by the implicit process quality.

1 INTRODUCCIÓN

La globalización de la economía hace imprescindible la ubicación de productos altamente competitivos, razón suficiente para que los sectores industriales del país enfoquen sus esfuerzos en producir bajo los parámetros internacionales de normalización/estandarización.

Este artículo no pretende ser una guía o manual para la realización de estándares de soldadura; para tal fin remito al lector a mi obra "manual técnico de soldadura" y "guía para la elaboración de estándares de soldadura", como podrá evidenciar, la ciencia de la soldadura es quizás de las más normalizadas, existen diferentes documentos técnicos que hacen referencia a cada sector productivo, en función de los materiales, diseño, procedimientos y procesos implícitos. Para garantizar un alto nivel de competitividad, la inspección de soldadura estará presente en las actividades de control de calidad de productos soldados, en la verificación, cualificación y calificación de los procesos, procedimientos y recurso humano.

Para que esta actividad sea conducente a certificación internacional, se requiere de personal con vasta experiencia, conocimientos y destrezas en ésta disciplina, responsabilidad propia de un inspector certificado, debidamente registrado ante institución reconocida internacionalmente conforme al "estándar para la calificación y certificación de Inspectores de Soldadura (ANSI/AWS QC1-96)"

2 CONCEPTOS

Un estándar consiste en la adecuación de las principales variables presentes en el proceso de fabricación de un producto específico, las variables serán basadas en los

ALBERTO ZAPATA MENESES

Profesor Auxiliar
Facultad de Tecnologías/
Facultad de Ing.Mecánica
Universidad Tecnológica de Pereira
azapata@utp.edu.co

códigos de soldadura pertinentes y ajustados a recomendaciones internas de la empresa, no solamente para definir claramente el o los procesos a utilizar, sino también para definir y "calificar tanto el procedimiento como el operario de soldadura" que constituyen parte fundamental de las conformidades para su futura certificación. La información contenida en un estándar, es el inicio para la obtención de la calidad, pero ésta solo se obtiene con la labor desarrollada individualmente por quienes intervienen en la ejecución de los procesos.

3 CRITERIOS

3.1 Códigos

Constituyen un soporte legal y están organizados sistemáticamente para una fácil referencia en concordancia con los procesos, procedimientos, materiales y personal involucrado. Es el documento más importante, pues siempre se considerará obligatorio.

En la tabla 1 se relacionan ejemplos de algunos códigos (1)

ANSI/AWS D1.1	Código de soldadura estructural-Acero >1/8 "
ANSI/AWS D1.2	Código de soldadura estructural-Aluminio
ANSI/AWS D1.3	Código de soldadura estructural-lamina <1/8"
ANSI/AWS D1.4	Código de soldadura estructural-Acero de refuerzo
ANSI/AWS D1.5	Código de soldadura estructural-Puentes

Tabla 1: Ejemplo de códigos de soldadura

ENSAYOS DESTRUCTIVOS METALÚRGICOS

Primera parte

INTRODUCCIÓN

A la hora de trabajar un material debemos de conocer sus propiedades mecánicas, y saber que estas propiedades mecánicas variarán en función de la velocidad de deformación y de la temperatura a la que se encuentre el cuerpo a ensayar. Los ensayos utilizados para medir estas propiedades mecánicas son los ensayos destructivos de propiedades mecánicas, que determinan las características mecánicas de los materiales en condiciones de esfuerzo y deformación de las piezas o elementos que estarán sometidos durante su funcionamiento real.

Un ensayo destructivo es aquel que deteriora la pieza que inspecciona, pero dependiendo del tipo de ensayo, la pieza experimentara desde una leve marca, a una deformación permanente o incluso su rotura parcial o total.



Las propiedades mecánicas las definiremos como la forma en que un material soporta fuerzas aplicadas, incluyendo fuerzas de tensión, compresión, impacto, cíclicas o de fatiga, o fuerzas a altas temperaturas. Las principales propiedades son: dureza, tenacidad, fragilidad, cohesión, elasticidad, plasticidad, resiliencia y fatiga.

Dureza es la resistencia que oponen los cuerpos a ser rayados o penetrados por otros.

Tenacidad es la resistencia que tiene un cuerpo a la rotura.

Fragilidad es la propiedad contraria a la tenacidad, la facilidad de romperse un cuerpo.

Cohesión es la resistencia que oponen los átomos de los materiales a separarse entre sí.

Elasticidad es la propiedad que tiene un cuerpo de ser deformado por fuerzas exteriores, y al cesar dichas fuerzas, éste recobra su forma original.

Plasticidad es la capacidad de los cuerpos para adquirir deformaciones permanentes sin llegar a la rotura (ductilidad y maleabilidad).

Resiliencia es la energía que absorbe una probeta por unidad de sección, antes de romperse.

Fatiga es la capacidad que tiene un cuerpo de resistir esfuerzos repetitivos y variables en magnitud y sentido.

Para el análisis de las propiedades mecánicas de los materiales podemos utilizar tres tipos de cargas diferentes: estáticas, dinámicas o cíclicas.

Carga estática: es aquella que es invariable o su magnitud crece de forma lenta (un coche encima de un puente, etc.).

Carga dinámica: es aquella que actúa de forma inmediata o aumenta su magnitud de forma rápida (impactos, golpes, etc.).

Carga cíclica o alternada: es aquella que cambia de dirección o magnitud (o ambas) de forma cíclica o alternada (cigüeñal, amortiguadores, etc.).

Los ensayos destructivos en la soldadura se vienen utilizando normalmente para:

- 1.- Efectuar un control de calidad durante el proceso de fabricación.
- 2.- Demostrar que este cumple con la normativa vigente y/o estándares sectoriales que le son aplicables.
- 3.- Determinar el tipo de material, tratamiento o composición más apropiado.
- 4.- Contrastar los modelos de simulación utilizados para el diseño de dicho producto.
- 5.- Investigar nuevos procesos de fabricación.
- 6.- Estudiar nuevos tipos de materiales.
- 7.- Resolver problemas o incidencias aparecidas durante el uso de los productos y no previstas durante el diseño del mismo.
- 8.- Determinar las propiedades mecánicas y de conformación de los materiales y fijar su utilización.
- 9.- Conocer experimentalmente las características técnicas del producto más allá de las incertidumbres obtenidas mediante los procesos de diseño habituales.

Las ventajas más destacadas que tienen los ensayos destructivos son:

- 1.- Reproducir condiciones de uso de productos con el objeto de la resolver de problemas de funcionamiento de los que se desconoce su origen.
- 2.- Calibración de los modelos de comportamiento utilizados para simulación de componentes y desarrollo de producto.
- 3.- Obtención de información detallada acerca del comportamiento estructural de un elemento o producto y extracción de conclusiones de sus factores críticos.

Dentro de los ensayos destructivos de propiedades mecánicas podemos diferenciar: los ensayos destructivos estáticos, ensayos destructivos dinámicos y los ensayos tecnológicos.

Los ensayos destructivos estáticos tienen la carga estática o progresiva.

Los ensayos destructivos dinámicos su carga no es ni estática ni progresiva

Los ensayos tecnológicos se utilizan para comprobar si un material es útil o no para una aplicación en concreto, cuando por medio de los ensayos científicos no es posible realizar estas comprobaciones o resultan demasiado caras.

Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores: una Propuesta de Enseñanza y Guía de Aplicación para la Industria

Welding Procedures and Welder Qualifications: A Proposal for Teaching and Application Guide for the Industry

Enrique E. Niebles y William G. Arnedo

Universidad Autónoma del Caribe, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Mecánica, Calle 90 No 46-112, Barranquilla-Colombia
(e-mail: eniebles@uac.edu.co; eenniebles@yahoo.com)

Resumen

Se presenta una propuesta de enseñanza de la soldadura que incluye modelo pedagógico aplicado, metodología de desarrollo y una guía para la elaboración de proyectos de aula, dirigido a estudiantes de Ingeniería

Mecánica e Industrial, dentro del contexto de la formación por competencias. Se muestra un proyecto desarrollado en una empresa del sector de la soldadura, dirigido al control y aseguramiento de la unión soldada, usando la metodología propuesta. La aplicación del modelo motivó significativamente a los estudiantes en el estudio de la soldadura y procesos afines, vinculó a las empresas del sector con la universidad, generó documentos de trabajo desarrollado por estudiantes con asesorías de docentes y expertos de las empresas.

Palabras clave: *enseñanza de soldadura, formación por competencias, control de calidad, relación universidad-industria*

Abstract

This paper presents a proposal for the teaching of welding processes that includes an applied pedagogical model, a development methodology and a guide for the preparation of classroom projects directed to students of Mechanical and Industrial Engineering, all under the concept of training by competency. A project developed in a company of the welding sector, directed to the control and quality of welded joints was done, using the proposed methodology. The application of the model significantly motivated the students in the learning of welding and related processes enhanced the relation with the industry, and generated important documents developed by students with advice of professors and professionals of the companies.

Keywords: *welding teaching, training by competency, quality control, university-industry relation*

INTRODUCCIÓN

Se vive en un mundo internacionalizado, de globalización de la economía y de libre comercio, donde existe una elevada competencia desde el exterior, y la necesidad de encontrar nuevos mercados en otros países. Los códigos, especificaciones y procedimientos de soldadura son recomendados para su aplicación en la industrias metalmeccánicas afines con la tecnología de soldadura dado que garantizan confiabilidad y aseguramiento en un producto terminado con óptima calidad debido a sus exigencias tecnológicas y son la documentación básica que rige y guía la práctica de soldadura aplicables para: i) fabricar productos soldados que cumplan con la calidad y seguridad del trabajador requerida, ii) suministrar una real y razonable protección a la vida, la propiedad y el medio ambiente. (Niebles et al., 2008)

En la actualidad, uno de los métodos más importantes para la unión de piezas y conjuntos metálicos en general en las industrias que aportan al producto interno bruto y adelanto en infraestructura de países desarrollados y en vías de desarrollo es la soldadura y sus tecnologías (Camillero et al., 2007; Wang y Liu, 2004; Méndez, 1999); por tanto es responsabilidad de las empresas fabricantes de productos soldados comprobar que la calidad de sus productos este de conformidad con los requerimientos del cliente y lo establecido en códigos y especificaciones de soldadura, y un primer paso para asegurar la calidad de sus productos y la idoneidad y habilidad de sus soldadores es elaborando procedimientos de soldadura que permitan garantizar la compatibilidad del metal de soldadura depositado con el metal base utilizado y calificando a sus soldadores y punteadores acorde con el procedimiento de soldadura calificado, esta evaluación de los soldadores es muy importante para la empresa, dado que permite garantizar el desarrollo de uniones soldadas de alta calidad y además da garantía, buen nombre y confiabilidad a la empresa como al soldador, responsables de la aplicación de soldadura. Así mismo es importante que dentro del contexto de investigación, innovación y desarrollo de procesos mixtos e híbridos en soldadura, de nuevos materiales base y de aporte, y caracterización mecánica y microestructural de soldaduras y recubrimientos superficiales llevadas a cabo por instituciones tecnológicas, universidades y centros de investigación; las aplicaciones de soldadura (Bolaños et al., 2006; Dunder, 2006; Baldomir et al., 2005) estén soportadas además de personal capacitado, calificado y entrenado para tal fin debe estar soportado también por procedimientos de fabricación, ensamble y soldadura que garanticen la confiabilidad de los resultados obtenidos y por ende de las uniones soldadas.

Sin embargo, existen antecedentes (Niebles, 2007; SENA, 2006) que demuestran que en las empresas del sector metalmeccánico afines con la soldadura existe desconocimiento y poca evaluación e investigación de las tecnologías de soldadura, ingenieros con poco conocimiento del área de la soldadura que ocupen los cargos de supervisor e inspectores de control de calidad en esta área, y metodologías que faciliten el desarrollo y aseguramiento de calidad de sus productos soldados por tanto es responsabilidad de la instituciones de nivel tecnológico y superior en las áreas de ingeniería afines con la tecnología de soldadura enseñarlas, facilitando la integración de la teoría y la práctica de la soldadura en el contexto integrador Universidad - Empresa que potencialice en el estudiante la autonomía, la creatividad y la construcción de su propio conocimiento en esta área.



CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB

Dilatación y Contracción de los Metales en la Soldadura

04/FEBRERO/2016



Todos los metales al calentarse aumentan de tamaño y se reducen al enfriarse. Este fenómeno se conoce como dilatación y contracción, respectivamente. Durante el proceso de la soldadura, el calor producido por el arco tiende a calentar la pieza y, por lo tanto, a dilatarla. Una vez terminada la soldadura, la pieza se enfría y en consecuencia, tiende a contraerse.

La dilatación y contracción de las piezas que se sueldan trae como consecuencia:

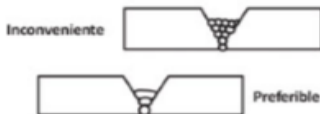
- La deformación de las piezas soldadas.
- La formación de tensiones internas, que debilitan la junta soldada.

No se puede evitar la dilatación y contracción, pero es posible ayudar a prevenir sus efectos mediante la aplicación de las reglas siguientes:

- Reducción de las fuerzas causantes de la contracción.
- Utilización de las fuerzas que causan la contracción, para reducir las deformaciones.
- Equilibrar las fuerzas de contracción por medio de otras fuerzas.
- Reducción de las fuerzas causantes de contracción.

Reducción de las fuerzas causantes de contracción.

Mediante la aplicación de las siguientes reglas es posible disminuir el calentamiento de las piezas y sus efectos:



A. Utilizar el menor número posible de pasadas o cordones

Evitar depositar varios cordones con electrodos delgados y preferir pocos cordones con electrodos de mayor diámetro.



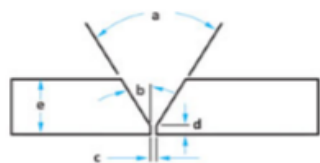
B. No debe depositarse material excesivamente

Ya que no se produciría mayor resistencia en la junta; al contrario, la pieza se calienta más y se emplea más material de aporte y tiempo.



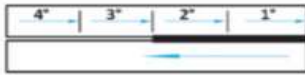
C. Realizar soldaduras alternadas

A menudo es posible depositar las 2/3 partes del metal de aporte, obteniendo igual resistencia. Por ello, si es posible se prefiere una soldadura alternada antes que una continua.



D. Preparar la pieza adecuadamente

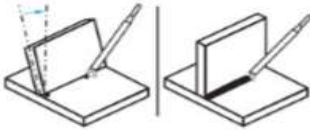
Es posible reducir la intensidad de la contracción, preparando la pieza en forma adecuada. En la preparación de la junta se deben observar los ángulos correctos para el achaflanado (a,b) la separación de bordes (c) y la altura de raíz o talón (d), teniendo presente que estos valores están en función del espesor de la pieza (e), tipo de electrodo y material base.



E. Ejecutar la soldadura por retroceso

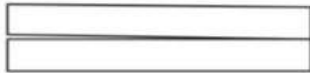
Si una junta larga requiere un cordón continuo, es posible reducir la contracción soldando por retroceso. El sentido de avance puede ser hacia la izquierda, pero cada cordón parcial debe ejecutarse de izquierda a derecha, como indica la figura.

Utilización de las fuerzas causantes de contracción para reducir la deformación. Las siguientes reglas permiten cumplir con este objetivo:



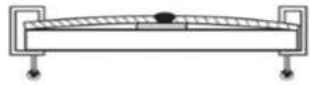
A. Presentar las piezas fuera de posición

Al presentar las piezas tal como indica la figura, o sea no alineadas, luego de ejecutar el cordón la fuerza de contracción las alineará. Las figuras dan ejemplos para la aplicación de esta regla.



B. Separar las piezas para equilibrar la contracción

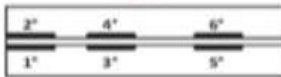
La separación de dos planchas, antes de soldarlas, sirve para que se contraigan a medida que la soldadura avanza, como indica la figura.



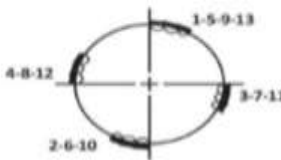
C. Curvado previo del lado opuesto al de soldadura

La fuerza opuesta por las grapas contrarresta la tendencia del metal de soldadura a contraerse, obligándolo a estirarse. Al retirar las grapas, la fuerza de contracción alinea la pieza.

Equilibrio de las fuerzas de contracción con otras fuerzas. Las reglas indicadas a continuación pueden ayudar a cumplir con este objetivo:



Un orden adecuado en la aplicación de cordones equilibrará los esfuerzos que se produzcan. Observe las indicaciones dadas por las figuras.



B. Aplicar la soldadura alternadamente para evitar la contracción

El ejemplo más claro de esta regla se tiene en la soldadura de un eje, que debe ser rellenado en la forma indicada para evitar la deformación.

Otras reglas son:

- Martillado del cordón.
- Empleo de grapas.
- Uso demontajes de sujeción.
- Empleo de machinas.

PUBLICADO EN PROCESO DE SOLDADURA (WELDING_PROCESS.CFM) , ETIQUETADOS CON PROCESO DE SOLDADURA (TAGS.CFM?TAG=PROCESS), SOLDADURA (TAGS.CFM?TAG=WELDING)

Categoría

[Soldadura de Aluminio \(/ar/sp/education/blog/aluminum_welding.cfm\)](/ar/sp/education/blog/aluminum_welding.cfm)

[Sistemas de Corte \(/ar/sp/education/blog/Cutting_Systems.cfm\)](/ar/sp/education/blog/Cutting_Systems.cfm)

[Soldadura con Electrodo \(MMA\) \(/ar/sp/education/blog/stick_welding.cfm\)](/ar/sp/education/blog/stick_welding.cfm)

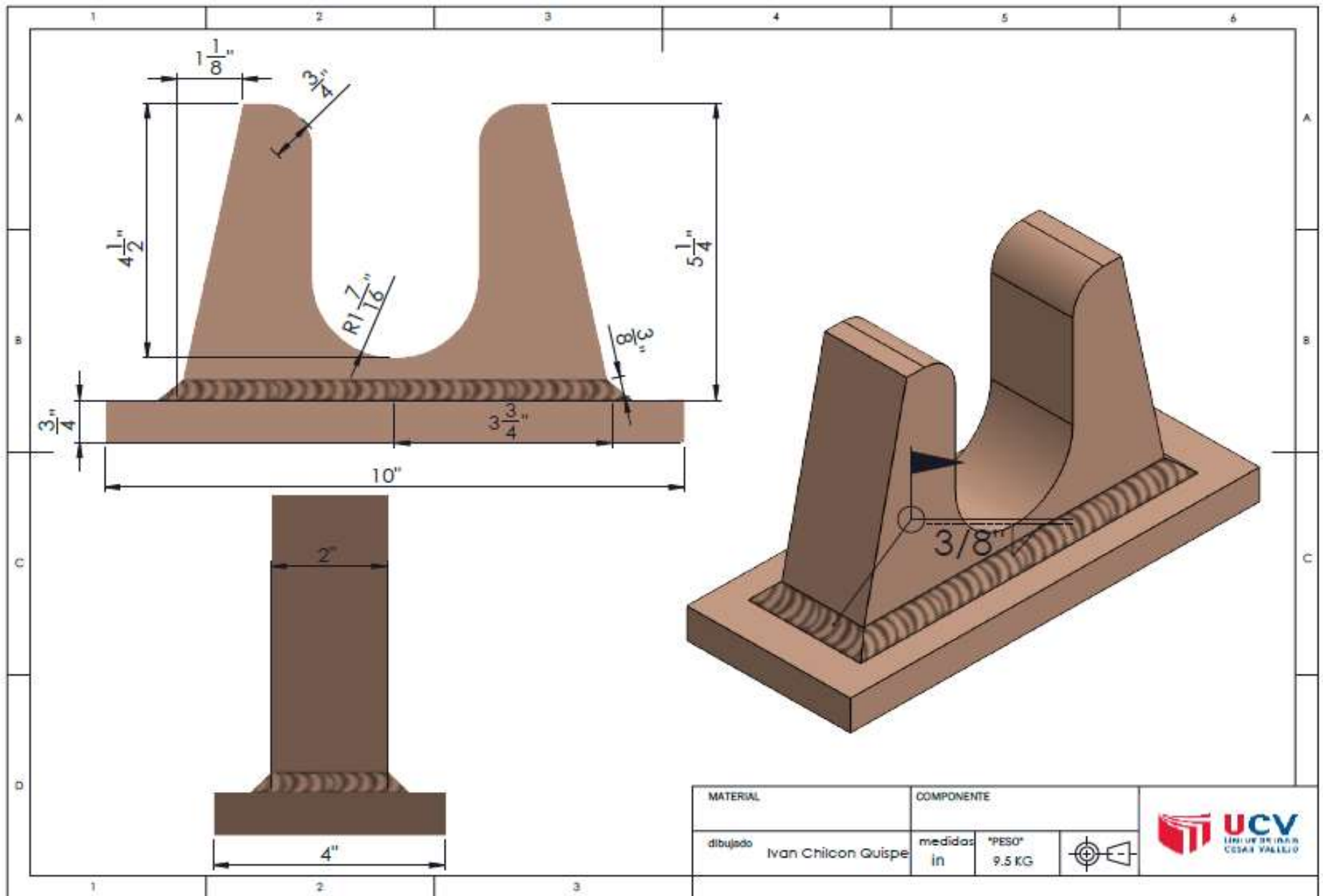
[Consumibles para Soldadura \(/ar/sp/education/blog/welding_consumables.cfm\)](/ar/sp/education/blog/welding_consumables.cfm)

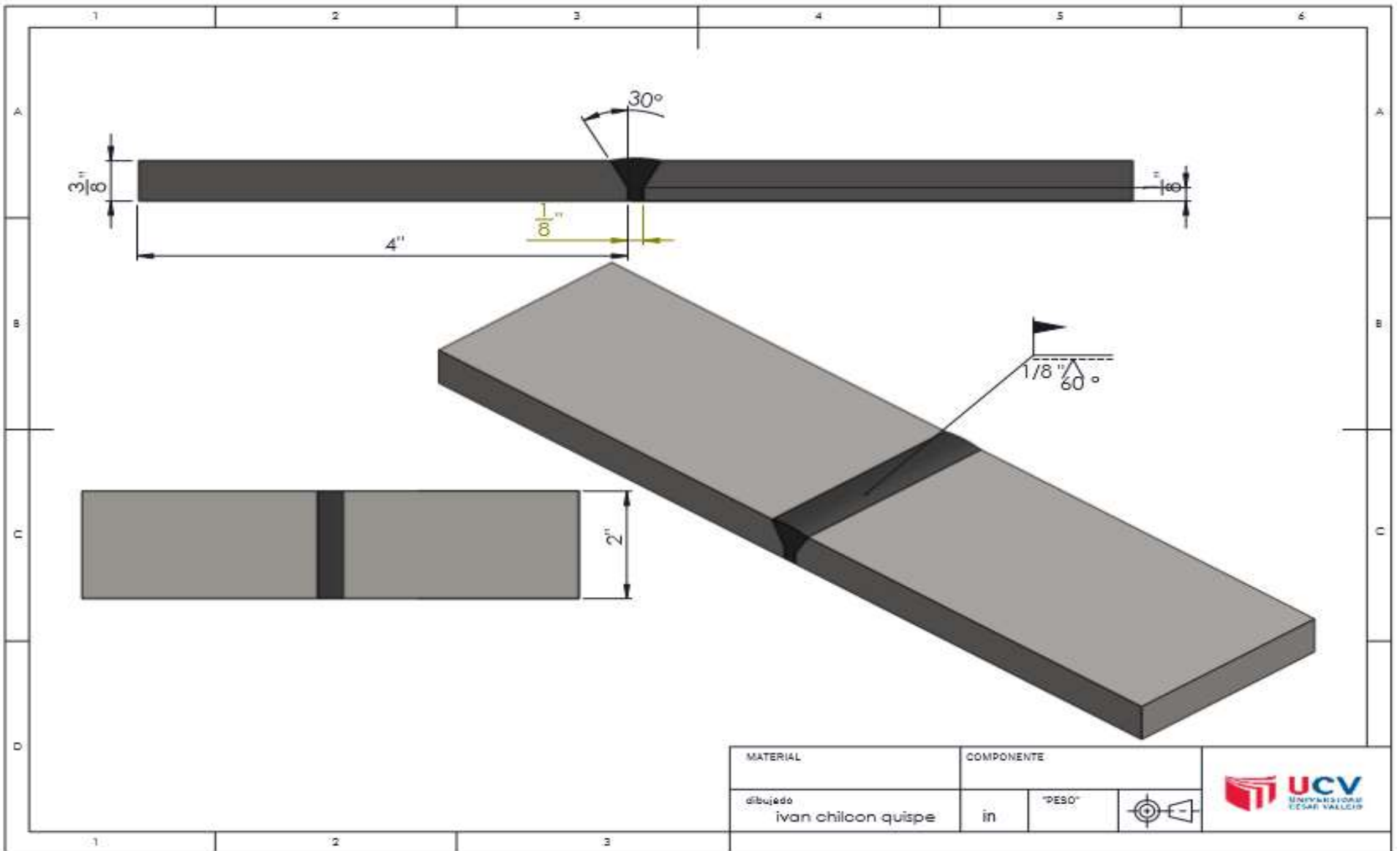
[Equipos de Soldadura \(/ar/sp/education/blog/welding_equipment.cfm\)](/ar/sp/education/blog/welding_equipment.cfm)

[Inspección de soldadura \(/ar/sp/education/blog/welding_inspection.cfm\)](/ar/sp/education/blog/welding_inspection.cfm)

[Proceso de soldadura \(/ar/sp/education/blog/welding_process.cfm\)](/ar/sp/education/blog/welding_process.cfm)

[Seguridad en soldadura \(/ar/sp/education/blog/welding_safety.cfm\)](/ar/sp/education/blog/welding_safety.cfm)





MATERIAL	COMPONENTE		
dibujado ivan chiloon quispe	in	"DES0"	