



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

NOMBRE DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

"IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIÓN DE TRABAJO PARA EL
MEJORAMIENTO DE ARMADO DEL DRAFT SILL WEB ASSEMBLY EN LA
EMPRESA GUNDERSON-CONCARRIL S.A DE C.V"

EMPRESA: GUNDERSON-CONCARRIL S.A DE C.V

PERIODO: 1 DE AGOSTO DEL 2023 AL 22 DE DICIEMBRE DEL 2023

NOMBRE DEL RESIDENTE: ALFREDO ALDAHIR LÓPEZ DÍAZ.

NÚMERO DE CONTROL: 19371270

CARRERA: INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES.

ASESOR EXTERNO: ANDRÉS LÓPEZ FORJAS.

ASESOR INTERNO: HAYDEE PATRICIA MARTINEZ HERNANDEZ.





AGRADECIMIENTOS.

Muestro mi más grande agradecimiento a mis asesores: Quienes son Ing. Andrés López Forjas e Ing. Haydee Patricia Martinez Hernandez que fueron mi guía para la realización de este proyecto y los cuales aportaron gran parte de las ideas para el desarrollo de este proyecto.

Quiero principalmente agradecer a Dios, por permitirme llegar a esta etapa de vida estudiantil, y por permitirme terminar con éxito este proyecto para poder llegar a a su objetivo principal.

El gran apoyo de mis Padres: A mi Padre Alfredo López López y a mi Madre Guadalupe Díaz Vazquez, por el gran apoyo que me proporcionan al motivarme y por brindarme lo necesario para lograr esta meta, que siempre estarán a mi lado para brindarme su atención, afecto y por creer en mí, que toda la vida estaré agradecido y orgulloso por estar a mi lado.

Agradezco a mis hermanos: Luis Enrique López díaz, Oscar de Jesus López Díaz y Carlos Fernando López díaz ya que siempre me apoyan para seguir adelante, siempre serán la base principal que me da fortaleza para seguir adelante ante toda adversidad que se presente.

De igual manera quiero agradecer a los ingenieros Eduardo Ramirez Tamayo y Areli Galicia López, por aportar ideas para el desarrollo de este proyecto. Además de apoyarme en puntos criticos dentro del desarrollo de proyecto, gracias por confiar en mi.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Apizaco y a los profesores que forjaron mi formación como Ingeniero en Sistemas Automotrices, ya que es proceso fue arduo y un tanto complicado que al final se llevo al cometido. Me reconozco a mi mismo las horas de esfuerzo y desempeño, porque este trabajo es el resultado de la dedicación y determinación, ya que al ver el resultado logrado con este ambicioso proyecto me demuestro de la capacidad que tengo.



RESUMEN.

El presente documento expone el proceso de implementación de una estación de trabajo dentro de la empresa Gunderson-Concarril, esta estación es para el ensamble de la pieza Draft Sill Web Assembly, la cual parte primaria que se usa en la manufactura del vagón de ferrocarril Grain. El diseño de mesas de trabajo para facilitar el ensamble, la reducción de tiempos de ciclo, optimización del proceso, ergonomía y mejora en la calidad. Esta estación de trabajo servirá para poder cubrir la demanda de 2.5 vagones de carga tolva (Grain). Reduciendo problemas de calidad, de seguridad, de producción y ergonomía.

El diseño de mesas de trabajo con estándares que demanda la industria metal mecánica implementación de Poka Yokes, el uso adecuado de herramientas y máquinas para el ensamble del Draft Sill Web y artículos de trabajo. Para el uso y manejo de maquinaria, se comprende el diseño de racks para su colocación a lo mismo de la colocación de las placas de armado y para el stock de producto. Análisis de tiempos y uso de la herramienta Yamazumi, para la optimización de los procesos y reducción de los 8 desperdicios los cuales enuncia Lean.

El análisis económico que implica una implementación de este tipo y su viabilidad con respecto a la estación de ensamble que se tiene actualmente.



ÍNDICE GENERAL.

<i>Portada.....</i>	<i>1</i>
<i>Agradecimientos.....</i>	<i>2</i>
<i>Resumen.....</i>	<i>3</i>
<i>Índice de ilustraciones.....</i>	<i>5</i>
<i>Índice de tablas y gráficas.....</i>	<i>7</i>
<i>Introducción</i>	<i>8</i>
<i>Nombre y objetivo del proyecto.....</i>	<i>9</i>
<i>Delimitación.....</i>	<i>9</i>
<i>Objetivo general</i>	<i>9</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>9</i>
<i>Justificación</i>	<i>10</i>
<i>Descripción de la empresa y puesto del estudiante.....</i>	<i>11</i>
<i>Problemática a resolver.....</i>	<i>12</i>
<i>Marco teorico.....</i>	<i>13</i>
<i>Estado actual.....</i>	<i>17</i>
<i>Desarrollo.....</i>	<i>21</i>
<i>Proceso de diseño.....</i>	<i>22</i>
<i>Modelado 3d de mesa de armado.....</i>	<i>23</i>
<i>Modelado de racks.....</i>	<i>33</i>
<i>Fabricación de mesa.....</i>	<i>36</i>
<i>Estación de trabajo.....</i>	<i>37</i>
<i>Validación de operaciones.....</i>	<i>40</i>
<i>Análisis de tiempos.....</i>	<i>41</i>
<i>Resultados.....</i>	<i>43</i>
<i>Análisis de costos.....</i>	<i>44</i>
<i>Comparativo.....</i>	<i>47</i>
<i>Calidad de la soldadura.....</i>	<i>48</i>
<i>Conclusiones.....</i>	<i>49</i>
<i>Competencias desarrolladas.....</i>	<i>50</i>
<i>Fuentes de información.....</i>	<i>51</i>
<i>Anexos.....</i>	<i>53</i>



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

<i>Ilustración 1. Referencia de L1 subensambles para carros de ferrocarril GRAIN</i>	12
<i>Ilustración 2. Vagon de ferrocarril tanque para transporte de liquidos</i>	13
<i>Ilustración 3. Vagon de ferrocarril para carga de automoviles.::</i>	14
<i>Ilustración 4. Vagon tolva cerrado</i>	14
<i>Ilustración 5. Vagon tolva abierto</i>	15
<i>Ilustración 6. Vagon tolva cerrado para carga de cebada</i>	15
<i>Ilustración 7. Vagon tolva cerrado de Gunderson-Gimsa</i>	16
<i>Ilustración 8. Vista frontal, lateral y de superficie del plano carro tolva cerrado de Gunderson-Gimsa.</i>	16
<i>Ilustración 9. Estación de trabajo actual para el ensamble del Draft Sill web.</i>	18
<i>Ilustración 10. Dibujo 3D de la mesa de ensamble del Draft Sill web.</i>	18
<i>Ilustración 11. Especificaciones de la mesa de ensamble actual</i>	19
<i>Ilustración 12 . Dimensiones de la mesa de ensamble actual. Por temas de política de la empresa</i>	19
<i>Ilustración 13. Tiempos de armado de draft sill web con mesa actual.</i>	20
<i>Ilustración 14. Lay Out. Distribución de estaciones y espacio disponible para la implementación</i>	22
<i>Ilustración 15. Vista isometrica del Draft Sill Web Assembly</i>	24
<i>Ilustración 16. Pieza primaria 1. Dibujo representativo</i>	25
<i>Ilustración 17. Pieza primaria 2. Dibujo representativo</i>	25
<i>Ilustración 18. Placa de apoyo para la soldadura de las dos partes primarias. Dibujo representativo</i>	25
<i>Ilustración 19. Puntos necesarios para colocar los topes para colocar las piezas en la mesa. Dibujo representativo</i>	26
<i>Ilustración 20. Zonas para colocar seguros de sujeción. Dibujo representativo</i>	26
<i>Ilustración 21. Base de mesa de armado. Largo de 304" y ancho de 40"</i>	27
<i>Ilustración 22 Y 23. Estructura de mesa de armado</i>	27
<i>Ilustración 24. Separación para el ensamble del Draft Sill Web</i>	28
<i>Ilustración 25. Estructura para la base de la mesa de armado</i>	28
<i>Ilustración 26. Dimensión de PTR</i>	28
<i>Ilustración 27. Estructura de mesa de armado de Draft Sill Web</i>	29
<i>Ilustración 29 y 30. Mesa con placa base de 1 ½" y base para sujeción a piso de 8 X 8".</i>	29
<i>Ilustración 31 y 32. Placa para uso de Poka Yoke</i>	30
<i>Ilustración 33 y 34. Diseño para uso de Poka Yoke</i>	30
<i>Ilustración 35. Acomodo de Poka Yokes</i>	31
<i>Ilustración 36. Calsa de separación</i>	31



<i>Ilustración 37. Seguros para ensamble de placas</i>	31
<i>Ilustración 38. Perno y tornillo para seguros</i>	32
<i>Ilustración 39. Referencia de prensa de mano que se utilizan dentro de la empresa</i>	32
<i>Ilustración 40. Modelado de mesa del Draft sill Web Assembly</i>	32
<i>Ilustración 41. Diseño final de mesa de armado del Draft Sill Web Assembly</i>	33
<i>Ilustración 42 y 43. Dimensionamiento de Rack de pieza primaria 1</i>	33
<i>Ilustración 44. Modelado de Rack para pieza primaria 1</i>	34
<i>Ilustración 45 y 46. Dimensionamiento de Rack de pieza primaria 2</i>	34
<i>Ilustración 47. Modelado de Rack para pieza primaria 2</i>	35
<i>Ilustración 47 y 48. Dimensionamiento de Rack de piezas de stock producto terminado..</i>	35
<i>Ilustración 49. Modelado de Rack para piezas de stock (Draft Sill Web Assembly)</i>	36
<i>Ilustración 50. Representación de validación del dispositivo de armado por el departamento de manufactura.</i>	36
<i>Ilustración 51, 52 y 53. Representación de la fabricación de las mesas de armado del Draft Sill Web Assembly</i>	37
<i>Ilustración 54 y 55. Equipos de soldadura Lincoln de micro-alambre, alimentador y fuente que se usan en la nueva estación.</i>	37
<i>Ilustración 56. Equipo de arco aire para operaciones dentro de la estación que se implementa.</i>	37
<i>Ilustración 57. Lay Out.....</i>	38
<i>Ilustración 58. Respresntación del acomodo de los objetos de acuerdo al Lay Out.....</i>	38
<i>Ilustración 59, 60, 61 y 62. Representación de estación de trabajo de ensamble del Draft Sill Web Assembly.....</i>	39
<i>Ilustración 63 y 64. Representación de delimitación de la zona de trabajo, cumpliendo con 5S´s estandar en planta.....</i>	39
<i>Ilustración 65. Diagrama de flujo de linea 1 subensambles. Actualización con estación implementada.....</i>	40
<i>Ilustración 66 y 67. Respresentación de la validación de mesa de trabajo y Draft Sill Web Assembly con los estandares de calidad adecuados.....</i>	40
<i>Ilustración 68 y 69. Respresentación de la validación del proceso de ensamble del Draft sill Web por Ing. Industrial, Ing. Manufactura e Ing. Producción</i>	41
<i>Ilustración 70. Tablero Yamazumi de primeras pruebas con la implementación</i>	42
<i>Ilustración 71. Tablero Yamazumi de actividades despues de dos semanas de implementación.....</i>	43
<i>Ilustración 72 y 73. Soldadura de calidad en el ensamble del Draft Sill Web.....</i>	48



ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS.

Tablas

<i>Tabla 1. Características de carro tolva de Gunderson-Gimsa.....</i>	17
<i>Tabla 2. Actividades actuales con mesa de armado de Draft Sill Web.....</i>	21
<i>Tabla 3. Modelado y características.....</i>	23
<i>Tabla 4. Herramienta que se contempla para la implementación. Uso para dos operadores.....</i>	37
<i>Tabla 5. Actividades en primeras pruebas con la implementación de mesa de armado de Draft Sill Web.....</i>	41
<i>Tabla 6. Tiempos en primeras pruebas con la implementación de mesa de armado de Draft Sill Web.....</i>	42
<i>Tabla 7. Tiempos despues de dos semanas con la implementación de mesa de armado de Draft Sill Web.....</i>	43
<i>Tabla 8. Costo por mano de obra del lote R60855.....</i>	44
<i>Tabla 9. Costo por herramienta requerida del lote R60855.....</i>	44
<i>Tabla 10. Costo por mesas de armado de Draft Sill Web del lote R60855.....</i>	44
<i>Tabla 11. Costo por Rack de Stub Sill Web Assembly del lote R60855.....</i>	44
<i>Tabla 12. Costo por Rack de Stub Sill Web Assembly ya ensamblado del lote R60855.....</i>	45
<i>Tabla 13. De costos por Racks y mesas de armado de Stub Sill Web Assembly.....</i>	45
<i>Tabla 14. Costos totales de estación de Stub Sill Web Assembly.</i>	45
<i>Tabla 15. Costos de mano de obra en estación de armado de Draft Sill Web.....</i>	45
<i>Tabla 16. Costos de herramienta requerida en estación de armado de Draft Sill Web.....</i>	45
<i>Tabla 17. Costo de racks para pieza primaria 1 de Draft Sill Web.....</i>	46
<i>Tabla 18. Costo de rack de armado de Stub Sill Web Assembly terminado.....</i>	46
<i>Tabla 19. Mesa de armado de Draft Sill Web.....</i>	46
<i>Tabla 20. Costo de racks para pieza primaria 2 de Draft Sill Web.....</i>	46
<i>Tabla 21. Costo de rack de Draft Sill Web Assembly terminado.....</i>	46
<i>Tabla 22. Costo total de Racks y Mesas de armado para la estación de armado Draft Sill Web.....</i>	46
<i>Tabla 23. Costo total de la implementación de estación de Draft Sill Web Assembly.....</i>	47
<i>Tabla 24. Comparativo entre las dos estaciones de trabajo de armado.....</i>	47

Gráficas

<i>Grafica 1. Producción entre mesa de armado anterior vs la implementación.....</i>	47
--	-----------



INTRODUCCIÓN.

Esta empresa se ubica en el estado de Tlaxcala, y se dedica a la manufactura de vagones de carga de ferrocarril, cuenta con instalaciones adecuadas a su proceso, maquinaria y personal calificado y con experiencia para la manufactura del producto. A través de un recorrido en las líneas de producción y mediante de técnicas de investigación y análisis como la observación; se identificó que los ritmos de trabajo son diferentes a los que se esperan en la estación de ensamble de la pieza del Draft Sill Web. Ello ocasiona la demora en la entrega de pedidos para poder armar la pieza Draft Sill que es parte base del vagon de ferrocarril Grain.

La actual estación es un tanto reducida en espacio lo cual genera algunos cuantos problemas más los cuales son de gran importancia. Genera problemas de soldadura en la pieza, se tienen problemas de fusión en la misma y por ende existen poros internos en las placas, con la mesa de armado actual se genera un pandeo en la pieza debido al mal diseño de la misma. Otro tema critico con la estación actual es un tema de seguridad industrial debido al espacio de la misma, ya que para poder trabajar el Draft Sill Web requiere de usar discos de corte, discos flap, soldadura y uso de gruas (porticos), los cuales en un espacio reducido hay algunas complicaciones en el proceso. Ante esta situación se se realizo un estudio de tiempos, con la finalidad de obtener el tiempo estandar actual que tiene una pieza al ser ensamblada en la estación actual, para esto hubo una oportunidad de crear un flujo continuo en la producción del Draft Sill Web Assembly, la disminución de los tiempos de producción y entregar de las piezas conforme a la demanda de los vagones en manufactura. Para el estudio de tiempos se analiza viabilidad de costos y tiempos de entregas. Con forme al diseño de de la mesa de armado se consideran aspectos de Poka Yokes de posición para que los operarios puedan facilmente colocar las piezas en la mesa, ya que estos estan conforme a las dimensiones que tienen las placas del ensamble.



Nombre y objetivo del proyecto

Nombre: Implementación de estación de trabajo para el mejoramiento de armado del Draft Sill Web Assembly en la empresa GUNDERSON-CONCARRIL S.A DE C.V

Objetivo del proyecto: Optimizar el proceso actual para el ensamble del Draft Sill Webs, a traves de una nueva estación de trabajo y asi desarrollar la propuesta para lograr la producción requerida en los lotes de vagones de ferrocarril.

Delimitación

El proyecto tiene enfoque en desarrollar e implementar una estación de trabajo, en la cual interviene el diseño, validación de costos y ergonomía para la alcanzar las piezas del Draft Sill Web Assembly que se requieren en los lotes de producción del vagon de ferrocarril Grain, con esto la optimización de los procesos para la mejora continua en la empresa.

Objetivo General.

General: Optimizar e implementar la estación de trabajo en la linea de sub ensambles L1 para el armado del Draft Sill Web Assembly para mejorar y alcanzar la producción requerida en el proceso, concervando la calidad en el ensamble.

Objetivos Específicos:

- Implementación y documentación del diseño de la estación de trabajo.
- Reducir los hallazgos de mala calidad en los ensambles.
- Tener solo el personal necesario para el proceso.
- Reducir tiempos en el proceso.
- Mejorar las condiciones de ergonomía.
- Eliminar los Gaps dentro del proceso de soldadura.
- Mejorar el proceso de soldadura en el ensamble (fusión de soldadura).



JUSTIFICACIÓN.

Como el nivel de competitividad en distintos sectores y del mercado las compañías tienden la tarea de buscar sistemas o herramientas que destaquen y mejoren los procesos entre los demás y agreguen valor a sus productos o servicios. GUNDERSON-CONCARRIL S.A de C.V. Una compañía dedicada a la manufactura de vagones de carga de ferrocarril entienden que la calidad es una necesidad para consolidarse en el campo industrial otorgando a sus clientes el producto en optimas condiciones y que cumpla con sus necesidades; es por ende que están basados en el principio de mejora continua la cual aporta normas y estándares de calidad que permiten sobresalir en el mercado y darle a sus clientes la seguridad, confianza y apoyarse con una empresa solida que no solo se preocupa por ofrecer vagones de carga de ferrocarril sino de cumplir con todas las necesidades y expectativas de sus usuarios.

Teniendo las políticas de la empresa y su visión hacia la mejora continua y superación de las expectativas de los clientes se hace necesario desarrollar un proceso de optimización en estaciones de trabajo en algunos de los vagones de carga de ferrocarril que se manufacturan, uno de ellos es el vagon Grain ya que en el cambio de lote un requerimiento de mejora es en el ensamble del Draft Sill Web ya que la estación anterior era solo necesaria para la pieza que no venia seccionada como ahora, con la nueva implementación se lograra el mejoramiento de la calidad en el ensamble de la pieza y cumplir con las políticas de calidad de la institución.

El desarrollo e implementación de una estación de trabajo para el proceso de armado del Draft Sill Web gran importancia para el ensamble del vagon de ferrocarril ya que es parte de la base que soporta la estructura del mismo por otro lado es de importancia para la empresa ya que con la implementación se podrá tener adecuadamente la pieza y la producción necesaria para cubrir la demanda de los lotes de vagones que se tienen planeados con esta especificación. Teniendo la mejora continua del sistema eliminando desperdicios desarrollando la eficiencia del proceso, así como también abarcar la flexibilidad de procesos del mismo sistema que será de manera directa en la satisfacción del cliente de acuerdo a sus necesidades y el cumplimiento de la visión y metas organizacionales. En un panorama externo, la optimización e implementaión en esta estación demostrara una ventaja competitiva con las demás empresas del sector. Los clientes tendran una mejor satisfacción en el producto, eliminando problemas de calidady ensamble.



Lugar donde se realizará el proyecto.

Área: Gestión de proyectos en mejora continua e ingeniería industrial.

Empresa: GUNDERSON-CONCARRIL S.A DE C.V

Domicilio: Blvr. Emilio Sanchez Piedras #108 Colonia Xicohtencatl C.P: 90434

Ciudad: Tetla de la solidaridad, Tlaxcala, México.

Política de Calidad.

Greenbrier Tlaxcala está comprometido a proporcionar productos y servicios seguros que cumplan con todos los estándares y expectativas del cliente requeridos a través de la mejora continua de nuestro programa de calidad.

Misión.

Producir carros de carga de ferrocarril de calidad que superen las expectativas de nuestros clientes y accionistas, en un ambiente seguro mejorando el entorno y el bienestar de nuestros colaboradores.

Visión.

Ser la mejor opción de manufactura de carros de ferrocarril.

Prioridades de la empresa.

- Seguridad
- Calidad
- Respeto a las personas
- Satisfacción del cliente

Valores.

- Respeto
- Valentía
- Flexibilidad
- Humildad
- Ética
- Disciplina



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La empresa actualmente produce los vagones de carga de ferrocarril por lote, dentro de los mismos cada vagon de carga tiene diferentes características, principalmente en sus dimensiones y todos los sub ensambles que requiere. Por lo que en un lote nuevo de vagones de carga de GRAIN requiere de un nuevo ensamble y que el Draft Sill Web Assembly para este lote nuevo R60890 y el posterior que seria el lote R60900 los cuales son lotes grandes que requieren de una demanda diaria de ensambles, el ensamble viene seccionado por lo que la actual estación no cumple con los requerimientos y tiempos necesarios de producción ademas de los problemas de seguridad, calidad, GAPs, ergonomia y de soldadura. Por lo que se requiere de una nueva estación para poder ensamblar esta pieza

PUESTO O ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE.

Área: Departamento de mejora continua e ingeniería industrial.

Desarrollo de la implementación de estación en Linea 1 Sub ensambles.

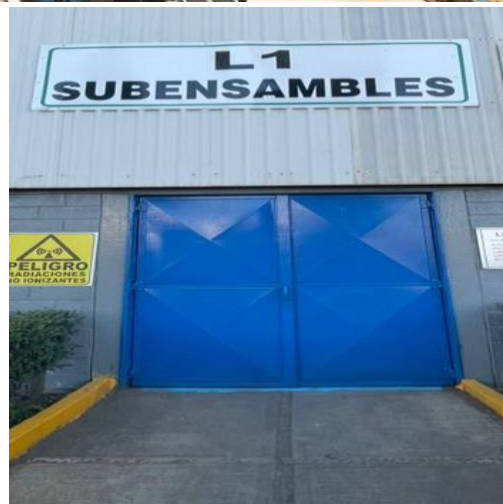


Ilustración 1. Referencia de L1 subensambles para vagones de ferrocarril GRAIN.



MARCO TEORICO.

Gunderson-Concarril.

En el año de 1919 Wire Wheel Sales and Service, propiedad de los hermanos Gunderson, se constituye como un fabricante de acero líder en Portland, Oregón. En el año de 1947 la construcción de barcasas en tiempos de paz comienza en Gunderson Brothers. Tiempo después en el año de 1958 Gunderson recibe su primer pedido de bastidores de vagones. En el año de 1981 James-Furman & Company adquiere Greenbrier Leasing Corporation. La Compañía adquiere el antiguo sitio de Gunderson de FMC Corporation y cambia el nombre nuevamente a Gunderson, Inc. vagón intermodal innovador y de gran éxito diseñado para transportar contenedores apilados en dos alturas. Este importante tipo de vagón allanó el camino para el éxito de Greenbrier en el negocio de fabricación de vagones. Tiempo después en el año de 1991 se establece la división de servicios ferroviarios, agregando capacidades de reparación y renovación a la cartera de ofertas de Greenbrier.

Hasta que en el año de 1994 La Compañía completa su oferta pública inicial (IPO) y se convierte en The Greenbrier Companies, Inc. En 1998 Greenbrier amplía su huella de producción de vagones a México a través de una empresa conjunta 50/50 con Bombardier en Sahagún. La nueva empresa se llama Gunderson-Concarril y es la planta de fabricación insignia de Greenbrier en México. La Compañía adquiere Wagony Świdnica SA, una planta de fabricación de vagones ubicada en Świdnica, Polonia. En 1999 La compañía presenta Auto-Max, un transportador de automóviles articulado de dos unidades con plataformas ajustables, que incluye una opción de configuración de tres niveles. En 2004 La Compañía adquiere la participación de Bombardier en las instalaciones de fabricación de Gunderson-Concarril. Hoy en día, la planta se conoce como Greenbrier Sahagún.

En el año 2006 se inició una alianza comercial entre el Grupo Industrial Monclova y The Greenbrier Companies, creándose la empresa GUNDERSON-GIMSA en la ciudad de Frontera, Coahuila, México; estratégicamente localizada cerca de la frontera con Estados Unidos y de AHMSA, la compañía productora de acero más importante de México. Somos una empresa altamente competitiva y por ello el acondicionamiento de la planta de GUNDERSON-GIMSA, se llevó a cabo simultáneamente con la implementación de la línea de producción para vagones tolva, ambas actividades fueron realizadas en un tiempo récord. Tras un período de siete meses la planta se encontraba completamente funcional, produciendo vagones Tolva o Hopper Car, para la transportación de grano y cemento, entre otros.

La empresa se distingue en el mercado por sus diseños, alta calidad y excelentes



tiempos de entrega, gracias al proceso de manufactura, con materiales adecuados y mano de obra calificada. Al día de hoy hemos producido más de 14 mil vagones Tolva, y más de 8 mil vagones Tanque para nuestros clientes más importantes y exigentes del mercado de Norteamérica.

Vagones de carga de ferrocarril.

El transporte de mercancía actualmente requiere de varias alternativas y una de ellas y que son más económicas es el transporte en vagones de carga de ferrocarril, este mismo es de una composición formada por una o más locomotoras de gran potencia y una serie de vagones de carga preparados para el transporte de mercancías sobre una vía férrea. El cometido es el transporte de mercancía en todo o en parte del camino entre el remitente y el destino previsto, esto es por lo general integrado en una cadena logística, los carros de carga de ferrocarril pueden transportar materiales a granel, contenedores, también en vagones diseñados para cierta mercancía y especializados al efecto como lo es el vagón para transporte de automóviles por vía terrestre.



Ilustración 2. Vagón de ferrocarril tanque para transporte de líquidos.



Ilustración 3. Vagón de ferrocarril para carga de automóviles.



Partes de un vagon de ferrocarril.

Chasis. El chasis de un vagón de ferrocarril sirve como el marco, debe ser lo suficientemente fuerte para cargar el peso del resto del vagón, pero debe de cumplir con ser ligero para permitir que una sola máquina lleve tantos carros iguales a la vez.

Ruedas. Las ruedas o trucks de un vagón de ferrocarril engrana con los rieles lo mantienen firmemente montado durante la operación cuando está en descanso. Los trucks se colocan sobre el chasis a una distancia específica conocida como ancho de vía, las ruedas de los vagones usan frenos hidráulicos, pueden también venir con frenos electromagnéticos para frenadas de emergencia.



Ilustración 4. Ruedas de vagon de ferrocarril.

Acoplador. El acoplador de un vagón de ferrocarril es el cual permite unirse con otros vagones. La mayoría de los vagones presentan acopladores en cada extremo o frentes permitiendo ser insertado entre otros dos. Los acopladores varían entre uno y otro tipo de vagón lo que limita que sólo los vagones con el mismo tipo de acoplador pueden enlazarse. Estos acopladores generalmente toman la forma de un gacho pueden usarse cadenas como respaldo del acoplador.

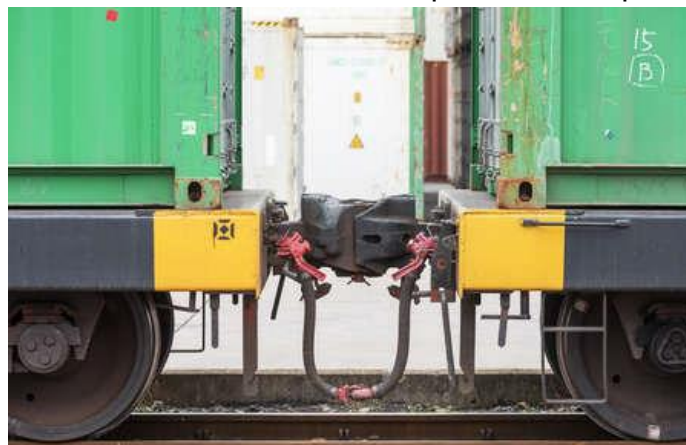


Ilustración 5. Acoplador de vagon de ferrocarril.



Cuerpo. El cuerpo de un vagón de ferrocarril da la forma que se nota en el exterior del mismo, el cuerpo usualmente incluye puertas de carga en caso de vagones para embarques.



Ilustración 5. Cuerpo de vagon de ferrocarril Hopper.

Vagones a granel.

Como se menciona un vagón de carga es un vehículo ferroviario que se usa para transportar mercancías de todo tipo. Dentro de lo que se conoce como tren existen materiales motores como las locomotoras y materiales móviles como los coches de pasajeros, los furgones y los vagones de cargas. Dentro de los tipos de vagones de carga, para este proyecto nos enfocaremos en la carga a granel, por lo general materias primas de carácter granular que se transportan en grandes cantidades, constituye la mayor parte del tonelaje transportado por la mayoría de los ferrocarriles de mercancías. Esta carga generalmente se vierte directamente sobre el material remolcado.

Los Vagones de carga mejor conocidos como vagones tolva se utilizan para transportar mercancías secas a granel como carbón, minerales, cereales, balasto, granos de producción agrícola y otros productos similares. Se distinguen de las góndolas (EE. UU.) o de los vagones que son abiertos en que tiene puertas que se abren en la parte inferior o en los costados para facilitar su descarga por gravedad.

Se desarrollaron conjuntamente con las instalaciones de carga y descarga automatizadas para manejar dichos productos. Hay dos tipos principales de vagones tolva: abiertos y cubiertos. Los vagones cubiertos se utilizan para carga que debe protegerse de las inclemencias meteorológicas (principalmente de la lluvia) como cereales, azúcar y fertilizantes. Los vagones abiertos se utilizan para mercancías como el carbón, que puede mojarse y secarse con un efecto menos nocivo.



Ilustración 6. Vagon tolva cerrado.



Ilustración 7. Vagon tolva abierto.

Los vagones tolva han sido empleados por los ferrocarriles de todo el mundo siempre que se requería un manejo automatizado de la carga. Un sistema alternativo son los volcadores de vagones que son rotativos que simplemente voltean cada vagón completo para verter su contenido, por lo que permiten el uso de vagones de construcción más simple, más resistentes y más compactos, ya que no requieren disponer de un fondo inclinado. Son utilizados especialmente en América del Norte.

Vagon Hopper Grain.

Vagon tolva Hopper Grain.

Las tolvas graneleras como ya se menciono se utilizan para el transporte de productos agroindustriales que requieren protección contra el medio ambiente, como café, o maíz o trigo. Poseen compuertas en la parte superior e inferior que facilitan la carga y descarga de productos a granel.

Algunos ejemplos con características son los siguientes vagones tolva.



Longitud: 62' 0. | Longitud con coples: 64'7 7 1/2" | Altura: 15' 6" | Capacidad cúbica: 5,800 ft³ | Peso neto sin carga: 63,300lb.



Ilustración 8. Vagon tolva cerrado para carga de cebada.

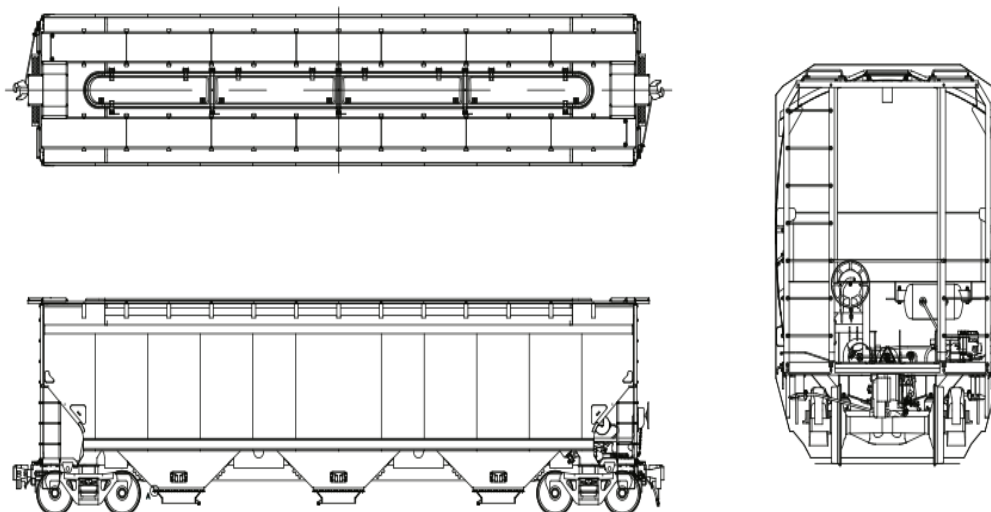
Este Vagon tolva con cubierta, todo de acero y larguero central tiene una capacidad de 5200 metros cúbicos,

Gunderson diseña y construye este coche para los servicios de grano en alto kilometraje con cuatro escotillas hermética con un cubre sello de 43 '8 "x 24" de apertura comedero. La descarga es a través de las aberturas de la tolva triples. El diseño rinde 92,9 pies cúbicos por pie lineal, es uno de los más eficientes vagones de volumen de tolva cubierta en la industria de hoy en día. Todos los tipos de puertas están disponibles para satisfacer las especificaciones del cliente.

Longitud: 50' 10 1/8" | Longitud con coples: 54'0" | Altura: 15' 6" | Capacidad cúbica: 5,200 ft³ | Peso neto sin carga: 61,000lb.



Ilustración 9. Vagon tolva cerrada de Gunderson-Gimsa.



www.gunderson-gimsa.com.mx

Ilustración 10. Vista frontal, lateral y de superficie del plano Vagon tolva cerrado de Gunderson-Gimsa.

Dimensiones (aproximadas)			
Longitud, acopladores	56' 0"	Ancho, extremo	10' 8"
Longitud entre trucks centrales	43' 5 1/2"	Tamaño de compuerta de descarga	30" x 30"
Altura, extrema	15' 6"	Apertura de la escotilla	43' 8" x 24"
Longitud, en el interior	50' 10 1/8"	Compensación	AAR Plate C
Peso/Capacidad (estimada)		Negociabilidad de Radio de Curva	
Peso ligero	61,000 lbs..	Desacoplado	150'
Carga ferroviaria bruto	286,000 lbs.	Acoplado como coche	199'
Límite de carga	225,000 lbs.	Acoplado como coche base	197'
Capacidad cubica	5,200 cu. ft..		
Estas dimensiones generales son representativas y están sujetas a cambios sin previo aviso como es requerido por las especificaciones del cliente o mejoras en el diseño de GUNDERSON-GIMSA			

Tabla 1. Características de vagon tolva de Gunderson-Gimsa.



ESTADO ACTUAL.

La estación actual para el ensamble del Draft Sill Web, tiene dos mesas de armado en las cuales se encuentran dos operadores (uno por cada mesa), para poder realizar movimientos del ensamble para la siguiente estación de trabajo que esta justo siguiente de estas mesas, se apoya de un gruista el cual mueve cada una de estas piezas con una grua de portico. El tiempo ciclo que tienen los operadores por cada pieza es de 44 minutos.

Un punto a considerar es que esta pieza para el lote que estaba corriendo el cual era R60855, el Draft Sill Web Assembly no estaba seccionado por lo que no requería de gran trabajo la pieza o un paso adicional. Pero ahora con el lote R60890 requiere de ese ensamble extra por lo que se considera una nueva estación para el ensamble de esta pieza que viene seccionada.

El espacio que tiene cada mesa de trabajo es de 4 metros de ancho por 7 metros de largo por lo que el espacio es reducido para todo el trabajo que demanda el nuevo ensamble para el lote que se aproxima. Los problemas que tiene esta estación son los defectos de calidad en la soldadura, debido a que como la mesa actual no tiene un espacio para poder soldar las piezas seccionadas se crean poros internos y por consiguiente no se hay una buena fusión, por lo tanto, los inspectores de calidad rechazan las piezas y no se llega a cumplir con la demanda diaria de los ensambles. Un promedio de vagones de ferrocarril Grain que se ensamblan al día es entre 4 y 6 vagones.

Para vagon tolva se deben de ensamblar cuatro Draft Sill Web por lo que al día se debe de cubrir una demanda entre 16 y 24 por lo tanto con la mesa actual apenas y se ensamblarían para cubrir una demanda de entre 3 y 4 vagones.

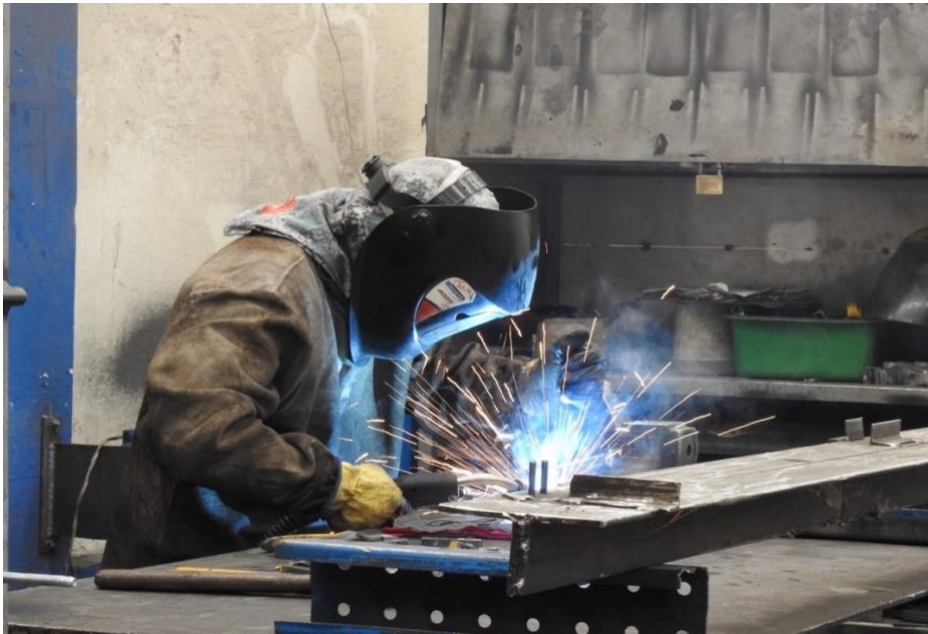


Ilustración 11. Estación de trabajo actual para el ensamble del Draft Sill web.



La mesa de ensamble actual se diseñó en el año 2022, y como los lotes anteriores fueron algo similares, el lote nuevo R60890 es algo un tanto diferente por lo que esta mesa no cumple con las expectativas.

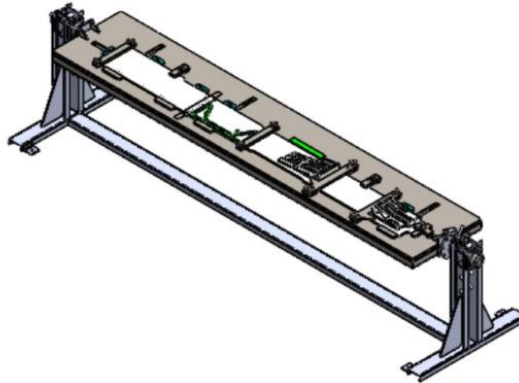


Ilustración 12. Dibujo 3D de la mesa de ensamble del Draft Sill web.

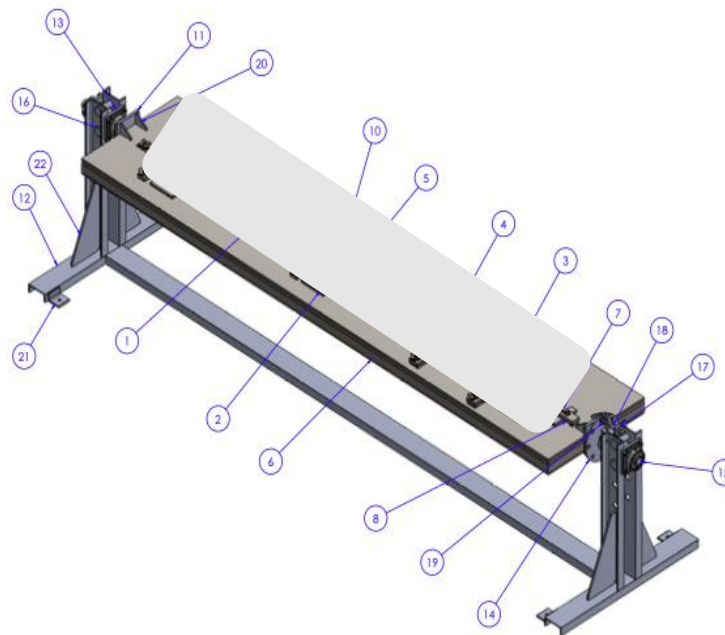


Ilustración 13. Especificaciones de la mesa de ensamble actual.

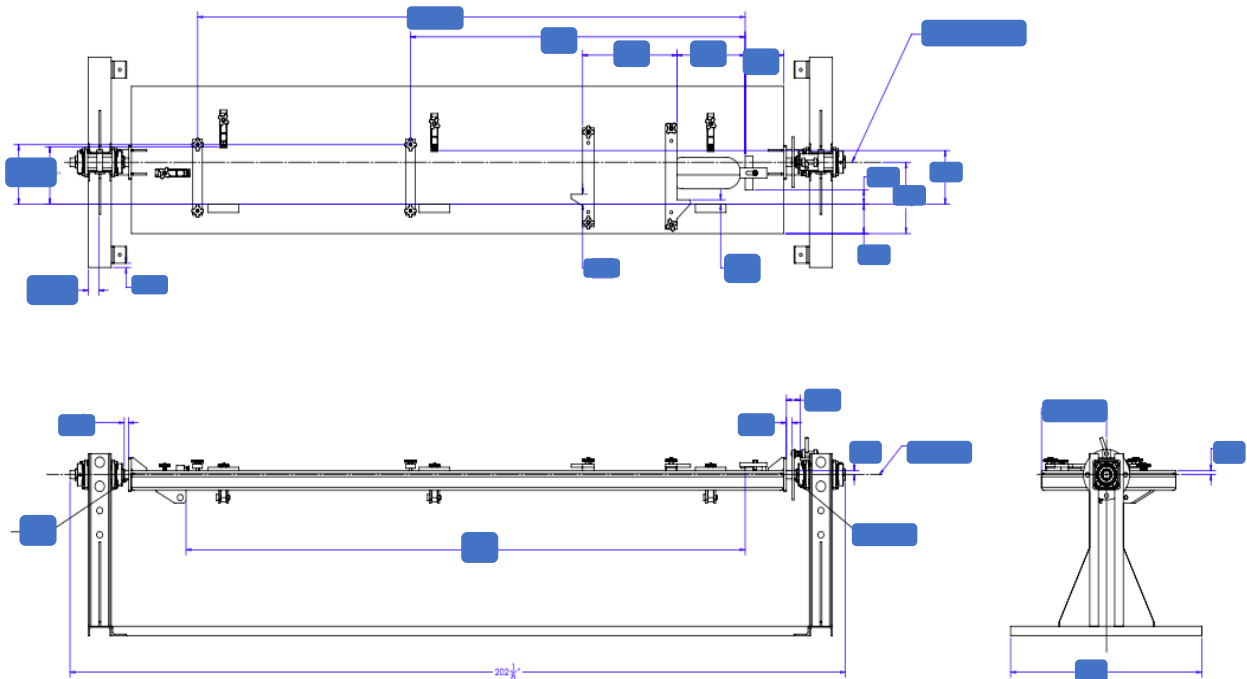


Ilustración 14. Dimensiones de la mesa de ensamble actual. Por temas de política de la empresa, las cotas no pueden ser mostradas.

Tiempos actuales.

Para el análisis de tiempos se pretende usar el gráfico Yamazumi el cual es un gráfico de barras apiladas que detalla el tiempo que se tarda en realizar tareas específicas, proporcionando una forma clara y sencilla de visualizar los procesos de trabajo. Un gráfico Yamazumi evalúa los tiempos de ciclo o el tiempo que tardan los empleados y la maquinaria en terminar las diferentes tareas, dentro del análisis de tiempos, el definir el tiempo ciclo y el takt time es de gran importancia.

Takt time: El takt time es la velocidad a la que se debe completar un producto para satisfacer la demanda del cliente.

Tiempo de ciclo: Es una métrica que muestra el tiempo que un equipo tarda en entregar una tarea desde que comienza a trabajar en ella. Cuantifica, de este modo, el tiempo que transcurre desde que un equipo inicia un trabajo hasta que éste cumple con la definición de terminado.

En el departamento de Ingeniería Industrial y Mejora Continua de Gunderson-Concarril tiene como principal objetivo aumentar la productividad y la eficiencia. Ya que esto puede facilitar el trabajo de todos y aumentar el rendimiento de cada área de operación como en este caso la estación de armado del Draft Sill Web. Y el primer paso para aumentar la productividad es comprender qué pasos del proceso



consumen más tiempo. Los tiempos actuales que tienen en la estación que consta de dos mesas de trabajo y dos operadores son los siguientes.

ÁREA:	L1 SUBENSAMBLES	ESTACIÓN:	ENSAMBLE DE DRAFT SILL WEB
No. PARTE:	N/A	FECHA:	20/10/23

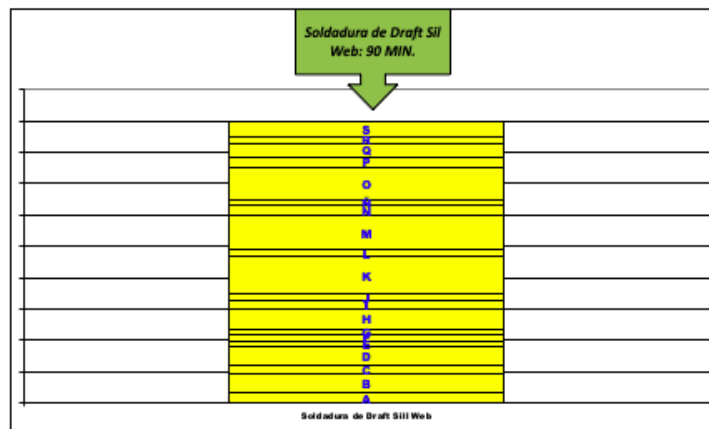


Ilustración 13. Tiempos de armado de draft sill web con mesa actual.

OPERACIONES		MIN.
A	Colocación de iman en pieza primaria (Draft Sill Web)	3.00
B	Movimiento de pieza a mesa de ensamble	6.00
C	Acomo de la pieza en mesa de armado	2.80
D	Colocación de seguros en mesa de armado	6.20
E	Preparación para soldar (Colocación de alimentador)	1.80
F	Colocación de pieza secundaria (1) sobre el draft sill	1.80
G	Colocación de pieza secundaria (2) sobre el draft sill	1.80
H	Punteo de las piezas secundarias	6.80
I	Retirar escoria	2.40
J	Cepillar zonas de soldadura	2.20
K	Soldadura de pieza secundaria (1)	12.00
L	Retirar escoria	2.20
M	Soldadura de pieza secundaria (2)	10.80
N	Retirar escoria	3.20
Ñ	Cepillado de zona a soldar (soldadura de pieza seccionada)	2.00
O	Soldadura de pieza seccionada	10.40
P	Retirar escoria	3.20
Q	Retirar seguros	4.20
R	Colocación de iman en Draft Sill Web	2.20
S	Movimiento de Draft Sill a la siguiente estación de trabajo	5.00

Tabla 2. Actividades actuales con mesa de armado de Draft Sill Web.



DESARROLLO.

Para el nuevo lote de vagones de carga de ferrocarril Hopper Grain del lote R60890 se debe de implementar una nueva estación de trabajo en la cual se pueda llevar a cabo el ensamble del Draft Sill Web Assembly, por lo que se deben de analizar los planos de la pieza que viene seccionada para poder realizar el diseño de la mesa, en este caso la mesa no requiere de un giro para que se pueda soldar, debido a que la pieza a requerir una posición de soldadura 1F que es soldadura de filete plana.

La mesa de ensamble será fija sin movimiento, pero se deben de tomar en cuenta las dimensiones de las piezas para poder implementar Poka Yokes de posición para que los operadores puedan ensamblar las piezas más rapido y sin problemas al equivocarse para soldar las mismas.

Para poder considerar el diseño de la mesa de armado, se toma en cuenta las medidas del Draft Sill Web y el espacio que se tiene disponible dentro de la linea de subensambles

Espacio disponible en L1 subensambles.

Se define el Lay Out para esta estación de trabajo, este lugar se contempla en el lugar ilustrado abajo, es un espacio disponible 8 metros de ancho por 10 de largo. Es lugar es adecuado para colocar las mesas de armado y los Racks que se deben de fabricar para las piezas primarias y el stock de producto terminado.

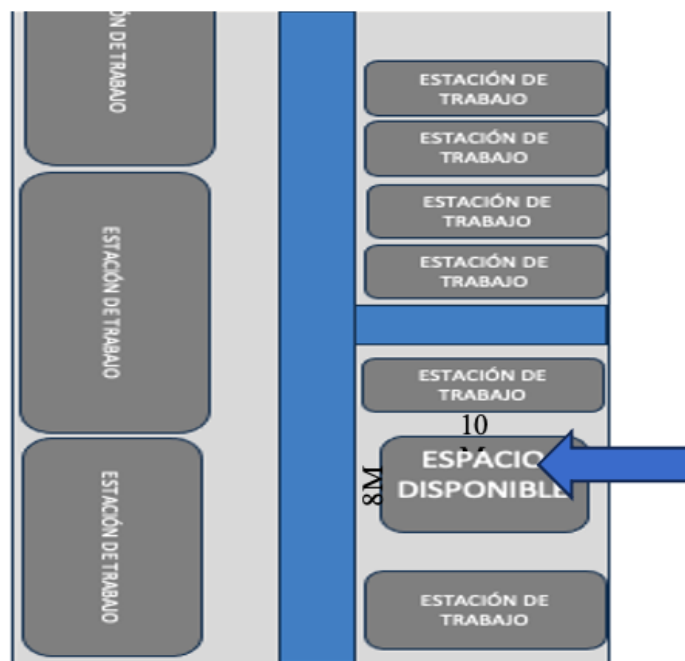


Ilustración 15. Lay Out. Distribución de estaciones y espacio disponible para la implementación.



PROCESO DE DISEÑO.

Un diseño es un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible.

MODELADO.

Un modelo es una representación parcial o simplificada de la realidad que recoge aquellos aspectos de importancia para las intenciones del modelador, y de la que se pretende extraer conclusiones de tipo predictivo. Se modela para comprender o explicar mejor un proceso o unas observaciones que se toman en cuenta. Un mismo objeto puede ser modelado con distintas técnicas y distintas intenciones, de for a que cada modelo resalta sólo ciertos aspectos del objeto.

Modelo	Características
Geométrico con cortes virtuales	Representación volumétrica del objeto en el cual se pueden aplicar rotaciones y secciones.
Animación de ensamble y funcionamiento	Movimiento, tiempo, interferencias y algunas características generales del sistema propiedad espacio-temporal
Simulación de procesos	Movimiento, tiempo y las variables importantes del sistema
Recorrido virtual	Movimiento, tiempo y escena.
Entorno paisajista	Movimiento, tiempo, luminiscencia, paisaje del entorno, sonidos naturales.
Ergonómico	Medidas, formas y movimientos ergonómicos
Aleatoriedad y transformación	Formas , tiempo, movimiento, sonido, transformaciones

Tabla 3. Modelado y características.

Para poder realizar un diseño se consideran los sistemas CAD, los cuales se utilizan y se adecuan a los procesos de las industrias metal mecánica, por lo que, si se va a fabricar la mesa de ensamble, se debe de tomar en cuenta las medidas reales y un modelado 3D en el cual se puedan analizar las circunstancias necesarias que demanda el modelo y el proceso de armado del Draft Sill Web Assembly.

SolidWorks.

Para el diseño de la mesa de armado, se utilizará SolidWorks, por lo que es un software tipo CAD, de diseño mecánico, que utilizando un entorno gráfico basado en Microsoft Windows permite de manera intuitiva y rápida la creación de Modelos



sólidos en 3D, Ensamblajes y Dibujos. Ya que se basa en el modelado paramétrico, reduciendo el esfuerzo necesario en modificar y crear variantes en el diseño, ya que las cotas y relaciones usadas para realizar operaciones se almacenan en el modelo. SolidWorks, proporciona un software de diseño de fácil uso y poderosas herramientas para los ingenieros y diseñadores, permitiéndoles cubrir todo el proceso (crear, validar, comunicar y gestionar) de desarrollo de producto, asegurándose de que este es correcto antes de fabricarlo. De esta manera es posible conseguir costes de fabricación más bajos y acelerar la introducción de productos en el mercado debido a la mejora en el flujo de información y comunicación del diseño de estos en toda la empresa, además de entre sus proveedores y clientes. Por lo que, para el diseño en SolidWorks, se deben de tomar en cuenta los parametros siguientes que son de ayuda.

1. Utilizar elementos estandarizados: se encuentran fácilmente y son más baratos que los fabricados expresamente para nuestro diseño. Además, sobre ellos se han realizado muchos ensayos, lo cual aumenta la fiabilidad del producto.

2. Utilizar tolerancias amplias: la utilización de tolerancias innecesariamente estrechas encarece considerablemente la fabricación del producto.

3. Realizar estimaciones de costes: para evaluar las distintas alternativas de diseño.

4. Tolerancias dimensionales: es la diferencia entre los límites máximo y mínimo permitidos en la forma o dimensiones de una pieza para que cumpla con las indicaciones señaladas en el plano. De esta manera se define tolerancia dimensional como la cantidad total que se permite variar la dimensión de una pieza, durante el proceso de fabricación de la misma, respecto de la medida nominal indicada en la cota del plano.

Para poder diseñar la mesa de trabajo se deben de conocer las medidas del Draft Sill Web Assembly por lo que, en general se toman las siguientes medidas, por políticas de privacidad de la empresa.

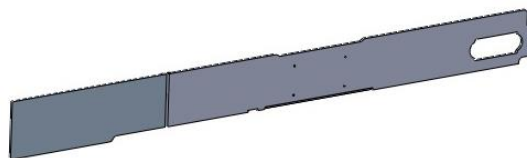


Ilustración 16. Vista isometrica del Draft Sill Web Assembly.



La consta de dos piezas primarias y una pequeña placa la cual ayuda a los operadores a soldar las piezas primarias.

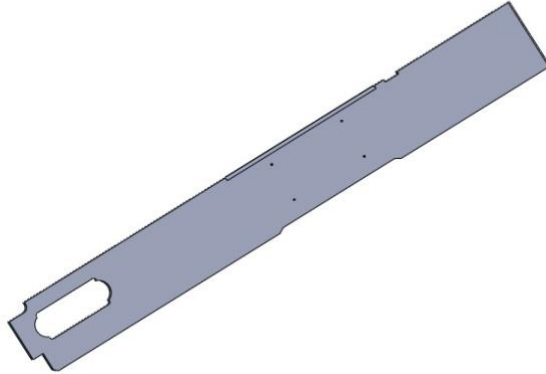


Ilustración 17. Pieza primaria 1. Dibujo representativo.

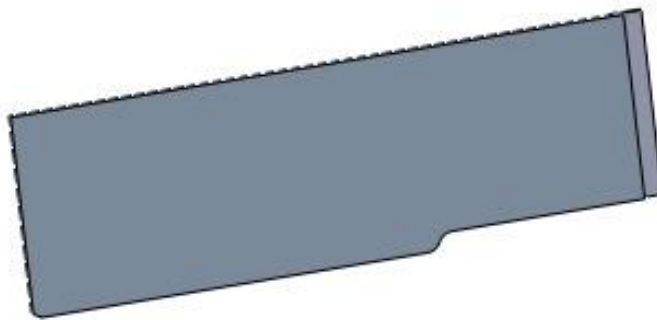


Ilustración 18. Pieza primaria 2. Dibujo representativo.

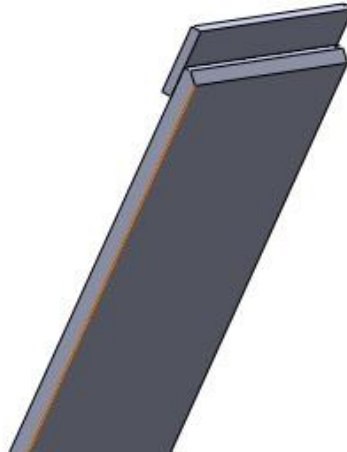


Ilustración 19. Placa de apoyo para la soldadura de las dos partes primarias. Dibujo representativo.

Para este ensamble se consideran que el largo de la pieza es de 290 ± 0.01 pulgadas y un ancho máximo de 28 ± 0.01 pulgadas. Por lo que se deben de



considerar los espacios para que esta pieza pueda ingresar en la mesa de ensamble. Una forma de ensamblar piezas en mesas de armado, se utilizan Poka Yokes los cuales ayudan a prevenir errores en la operación, con base en la política de calidad de la empresa se busca aumentar la calidad de los productos elaborados e incrementar su nivel de eficiencia. Dentro de la empresa los Poka Yokes de posición o físicos los cuales son dispositivos o mecanismos que funcionan para asegurar la prevención de errores en las operaciones y productos por medio de la identificación de inconsistencias físicas. Por ende, se deben de definir topes, pequeñas placas y seguros para colocar las piezas sobre la mesa.

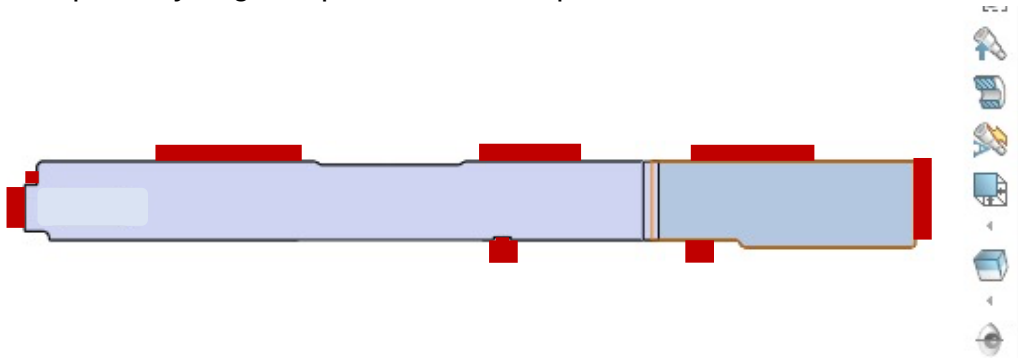


Ilustración 20. Puntos necesarios para colocar los topes para colocar las piezas en la mesa. Dibujo representativo.

Estos topes en color rojo se pretenden colocar a las medidas proporcionales que tiene el Draft Sill Web en sus contornos, esto es para facilitar el trabajo de los operadores al momento de ensamblar las piezas.

Es de gran importancia que las piezas no tiendan a moverse durante el proceso de soldadura ya que, si se mueven las piezas se podrían generar GAPs y se presentaría el mismo problema que con la mesa actual, por lo que se debe de usar un sistema de seguros muy similar al de la mesa anterior. Aunque se puede usar pequeñas prensas de sujeción para que sostenga las piezas, en este caso se va a considerar para la pieza primaria pequeña.

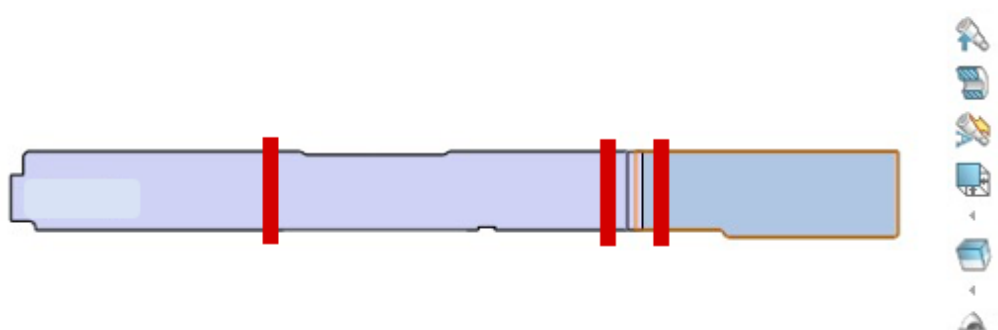


Ilustración 21. Zonas para colocar seguros de sujeción. Dibujo representativo.



MODELADO 3D DE MESA DE ARMADO.

Para el modelado 3D de la nueva mesa de armado, tomaremos de referencia las medidas que tiene la mesa en la estación anterior (Stub Sill Assembly) debido a que las piezas tienen medidas similares. El acero para el diseño y la construcción de la mesa es un acero comercial A-36, debido al tratamiento que tiene este acero las condiciones de trabajo continuo y de esfuerzo la mesa puede resistir aun más.

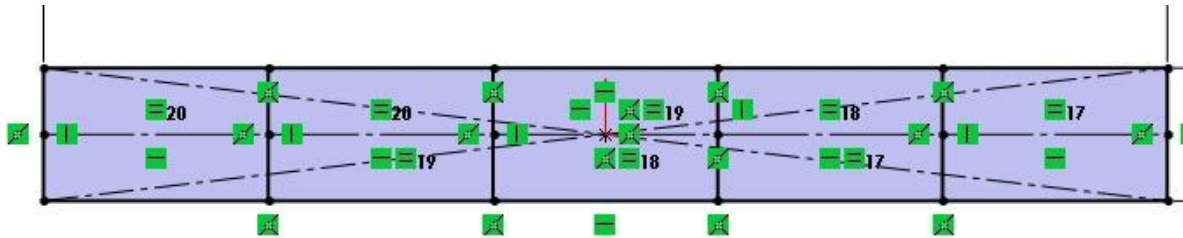


Ilustración 22. Base de mesa de armado. Largo de 304" y ancho de 40".

Para esta base que se tiene, aun se tendra que implementar Poka Yokes de posición los cuales seran de gran ayuda para que los operadores puedan ensamblar facilmente el Draft Sill Web. Para la mesa se implementa la estructura de sujeción la cual consta de 6 patas de apoyo, con estructura rectangular para la firmeza de la misma.

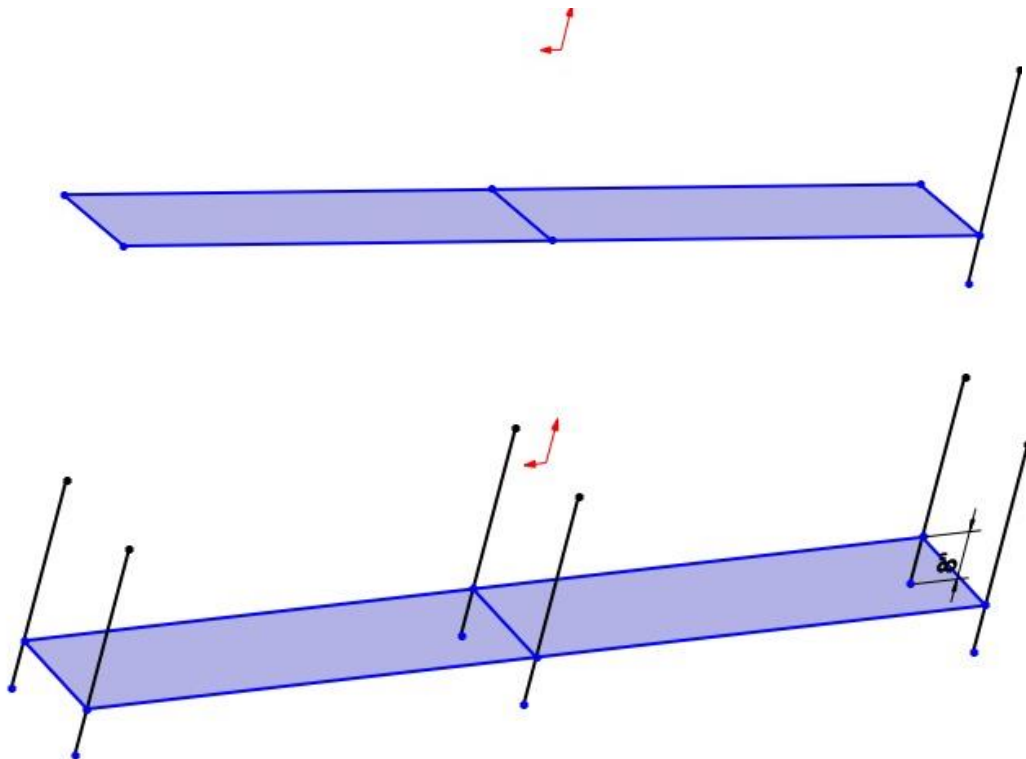


Ilustración 23 Y 24. Estructura de mesa de armado.



Con el dimensionamiento de la estructura base de la mesa de armado, se tiene que cumplir la función de esta mesa, la cual es ensamblar el Draft Sill Web debido a que esta seccionada en dos partes, por lo que en la estructura superior debe de haber una separación de 30" para poder aplicar soldadura la separación se muestra a continuación.

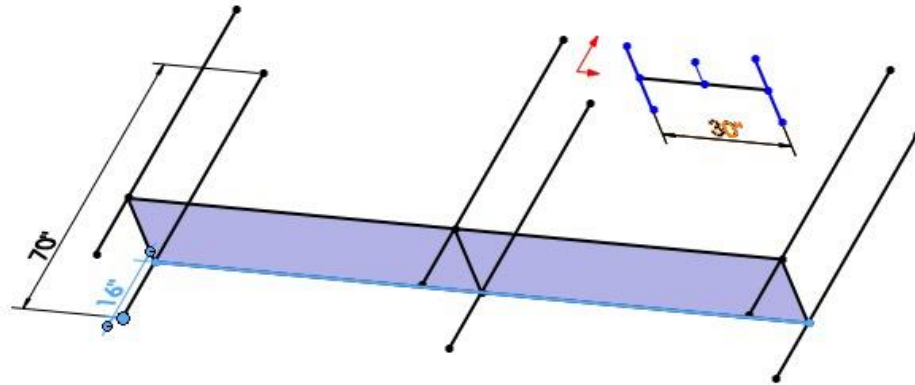


Ilustración 25. Separación para el ensamble del Draft Sill Web.

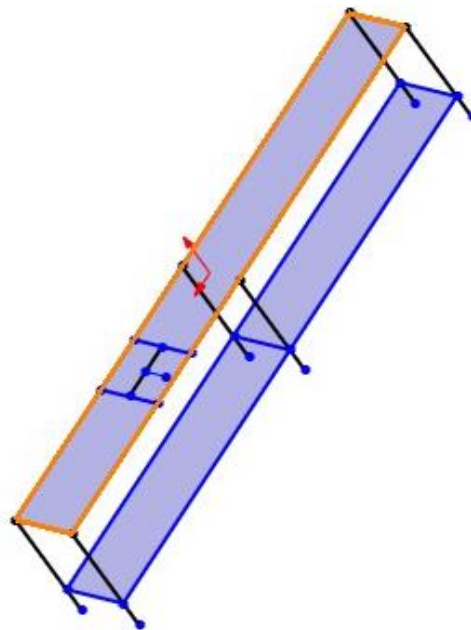


Ilustración 26. Estructura para la base de la mesa de armado.

Para la construcción de esta mesa se contempla el uso de PTR en la estructura de la mesa, por lo que el PTR que se usara es de 4" X 4" y un espesor de 3/8".

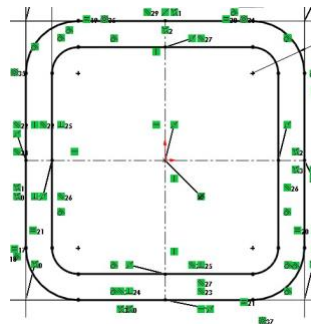


Ilustración 27. Dimensión de PTR.

Se aplica esta dimensión de PTR a toda la estructura de la mesa de armado.

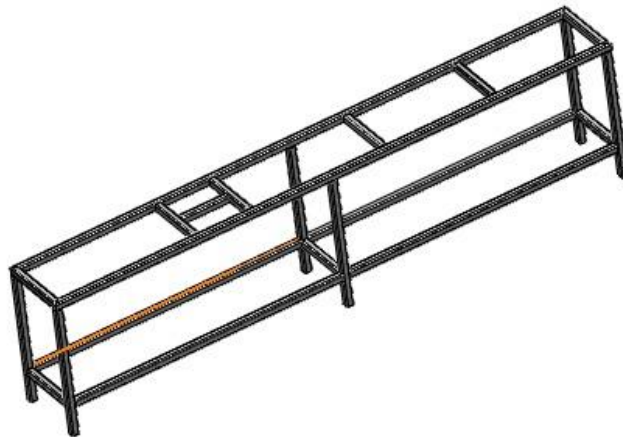


Ilustración 28. Estructura de mesa de armado de Draft Sill Web.

La placa que lleva la mesa de armado es de 1 ½”.

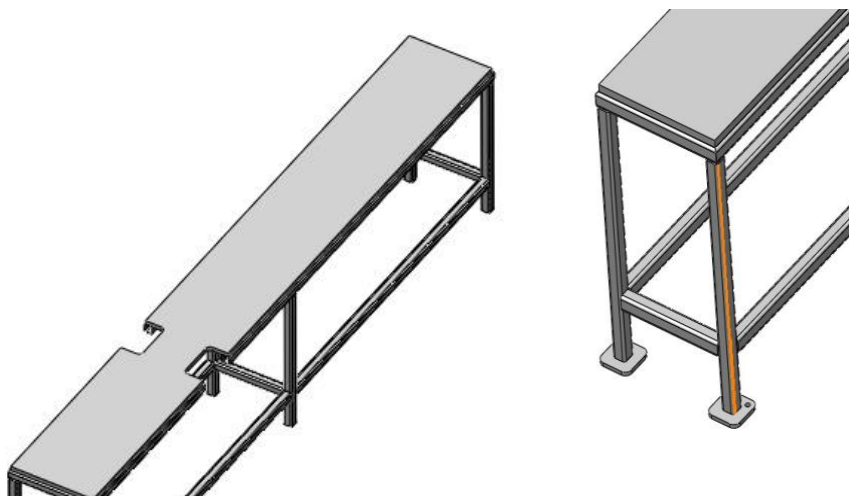


Ilustración 29 y 30. Mesa con placa base de 1 ½” y base para sujeción a piso de 8 X 8”.



Para el diseño de los Poka Yokes, se contemplan sólidos rectangulares y cuadrados, que al colocar el Draft Sill Web estos puedan estar en el contorno de la pieza.

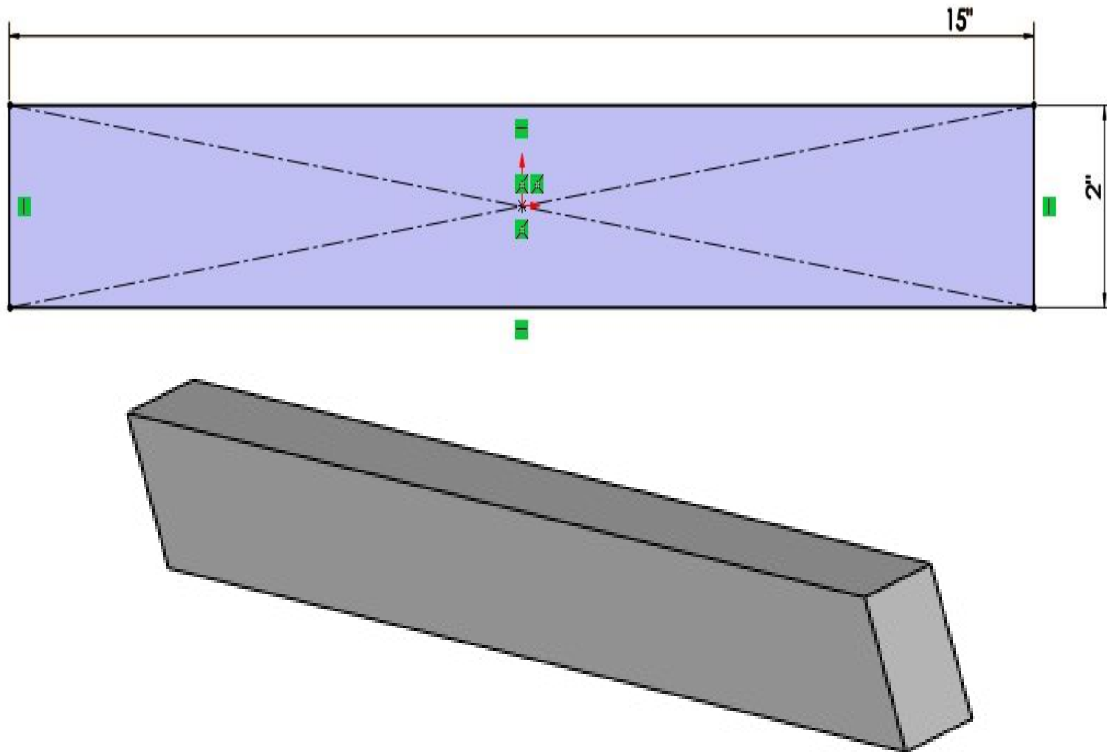


Ilustración 31 y 32. Placa para uso de Poka Yoke.

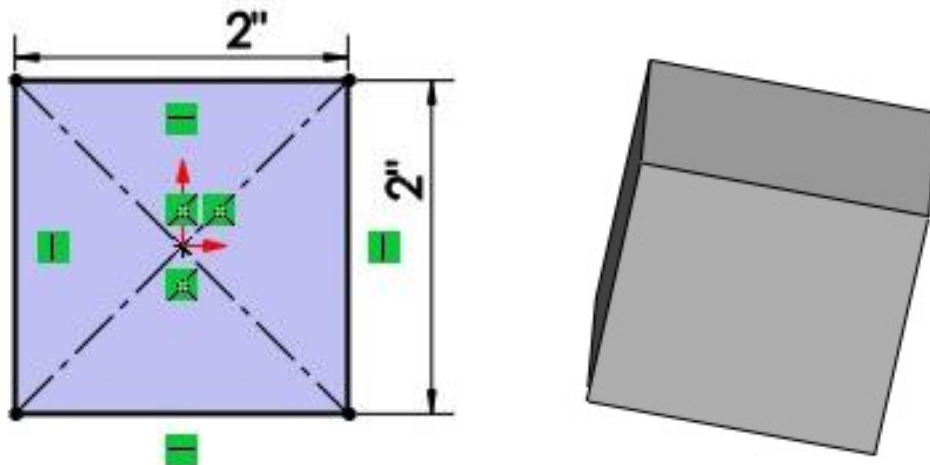


Ilustración 33 y 34. Diseño para uso de Poka Yoke.

La distribución de estos elementos en la mesa de armado es la siguiente, para el acomodo de las placas que comprenden el ensamble del Draft Sill Web.

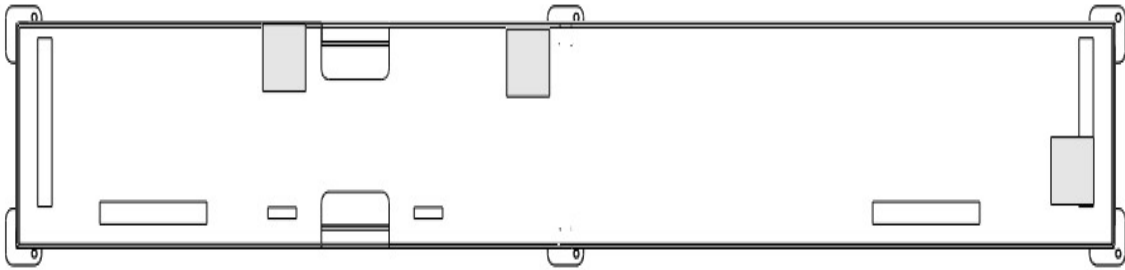


Ilustración 35. Acomodo de Poka Yokes.

Para poder colocar las placas para el ensamble, se deben de considerar unas placas que tengan la función de soporte y separación de la base, para no generar defectos en la fusión de soldadura.

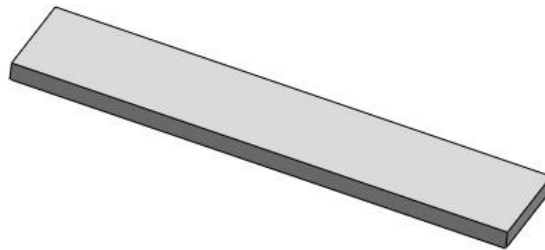


Ilustración 36. Calsa de separación.

Para sujetar las placas de ensamble del Draft Sill Web, se diseñan tres placas de 40"X 4", las cuales cuentan con dos ranuras para poder colocar dos tornillos y dos tuercas, esto para sujetar las placas. Los tornillos y tuercas que se deben usar para la sujeción son medida estandar de 1".

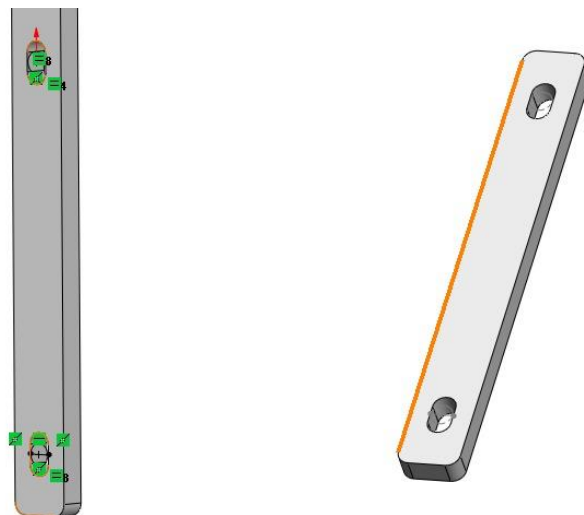


Ilustración 37. Seguros para ensamble de placas.



Ilustración 38. Perno y tornillo para seguros.

En el caso de las piezas seccionadas, la pieza primaria mas corta tiene una dimensión de 88 ½" por lo que para asegurar la placa se debe colocar una prensa de mano para una mejor sujeción.



Ilustración 39. Referencia de prensa de mano que se utilizan dentro de la empresa.

El modelo de la mesa de armado del Draft Sill Web se muestra ya con los poka yokes necesarios para poder colocar las piezas primarias para ensamble, ademas de considerar a las subpiezas para la soldadura del Draft Sill. Las medidas de esta mesa se encuentran en el apartado de anexos.

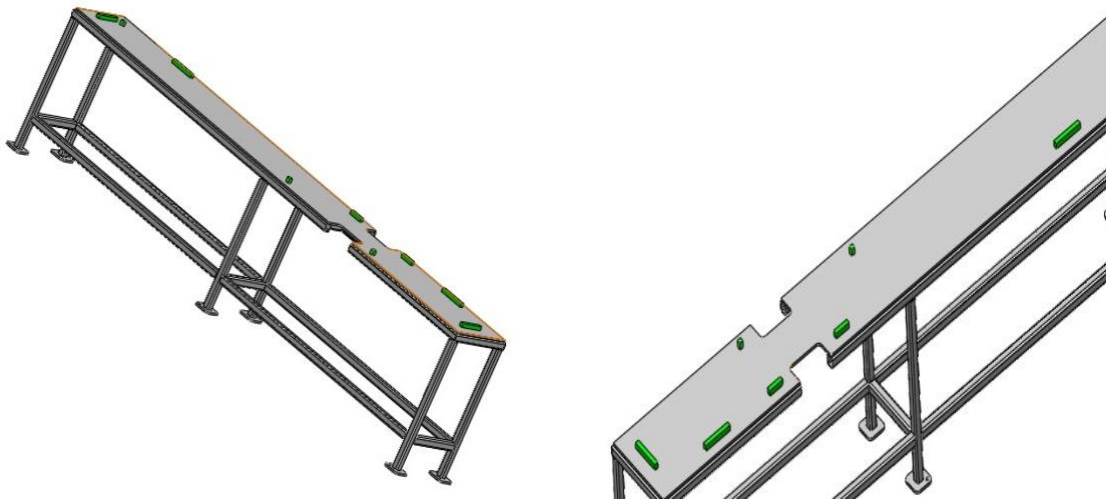


Ilustración 40. Modelado de mesa del Draft sill Web Assembly.

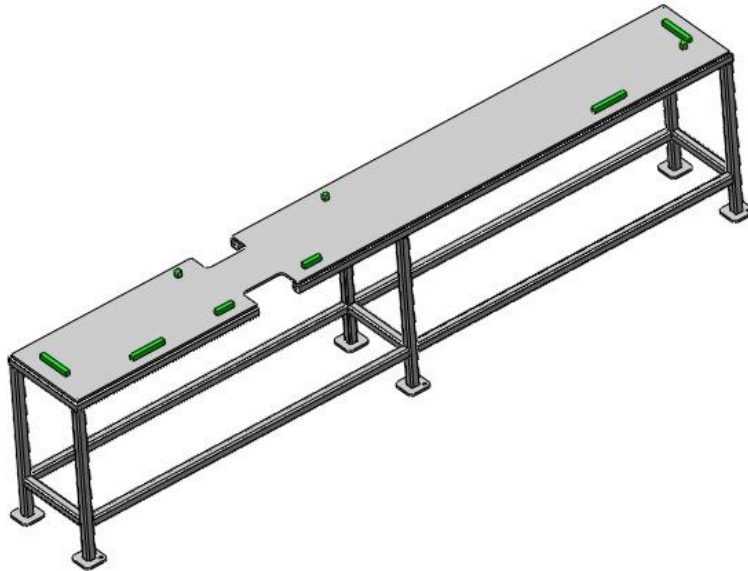


Ilustración 41. Diseño final de mesa de armado del Draft Sill Web Assembly.

RACKS.

Ya con las mesas de armado modeladas, se deben de considerar los estantes para poder colocar las piezas primarias y las sub piezas que conforman el ensamble del Draft Sill Web, se debe de considerar que estos racks se deben de adecuar al surtimiento de las mismas. Por lo que se considera el estante para la pieza primaria 1. Las dimensiones significativas de este Rack son de 78" de largo por 50" de ancho y un alto 52 ", para la colocación de esta pieza primaria 1.

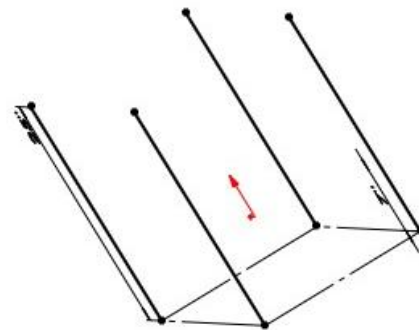
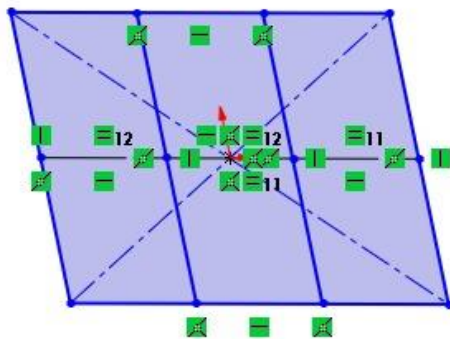


Ilustración 42 y 43. Dimensionamiento de Rack de pieza primaria 1.

Se usará un material de PTR de 1.5"X1.5" de acero A-36, para la fabricación del mismo. Se considera un espacio en el mismo Rack para poder surtir las subpiezas de ensamble, las cuales son de dimensiones un tanto mas pequeñas y pueden ser colocadas dentro de este contenedor.

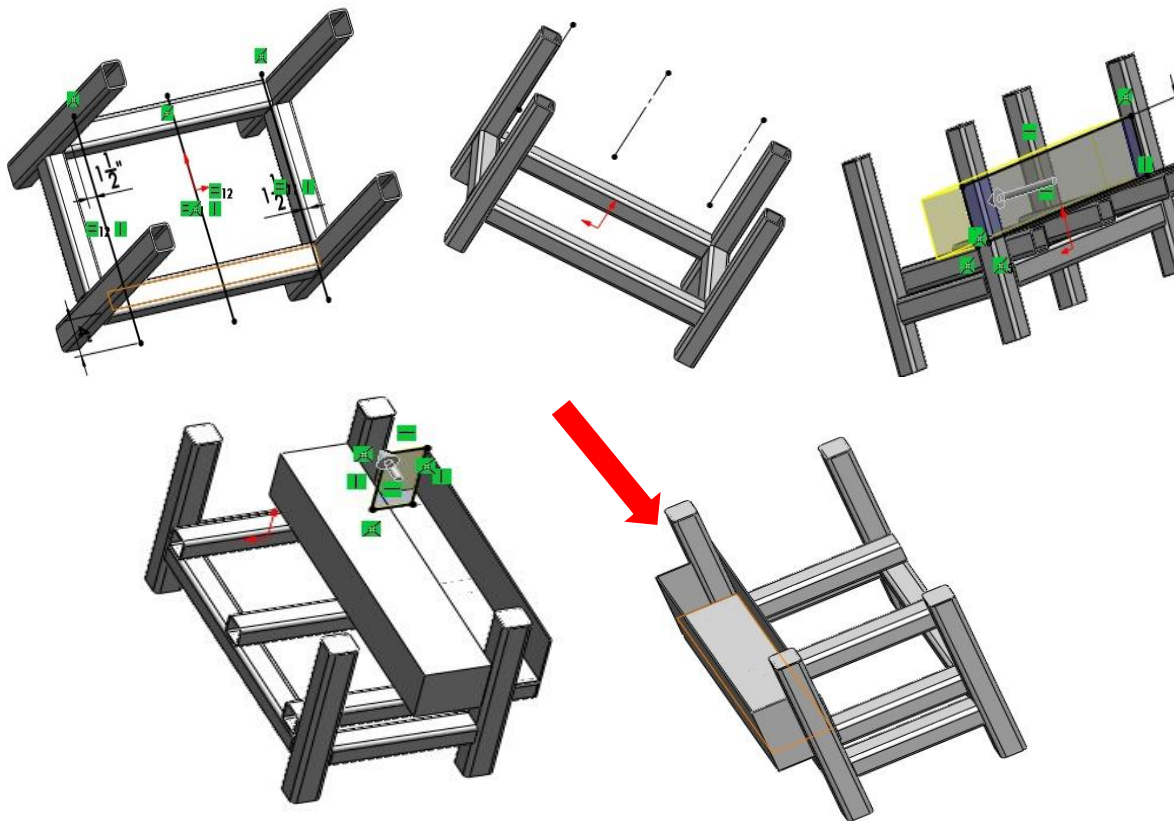


Ilustración 44. Modelado de Rack para pieza primaria 1 y piezas pequeñas de soldadura.

Se considera el estante para la pieza primaria 2 y 3, las dimensiones significativas de este Rack son de 78" de largo por 50" de ancho y un alto 52", para la colocación de esta pieza primaria 2.

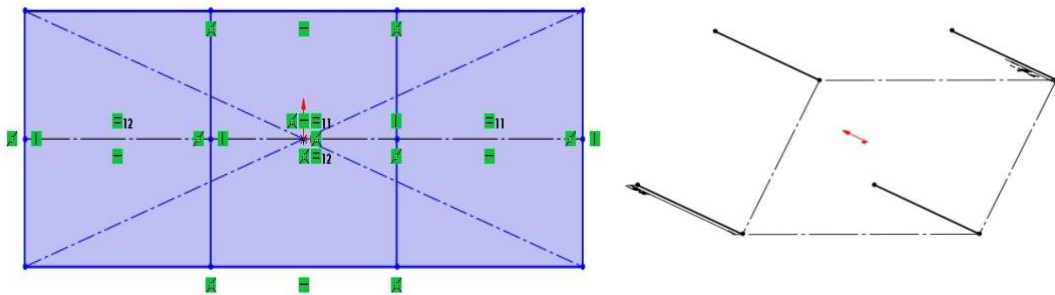


Ilustración 45 y 46. Dimensionamiento de Rack de pieza primaria 2.

Se usará un material de PTR de 1.5"X1.5" de acero A-36, para la fabricación del mismo.

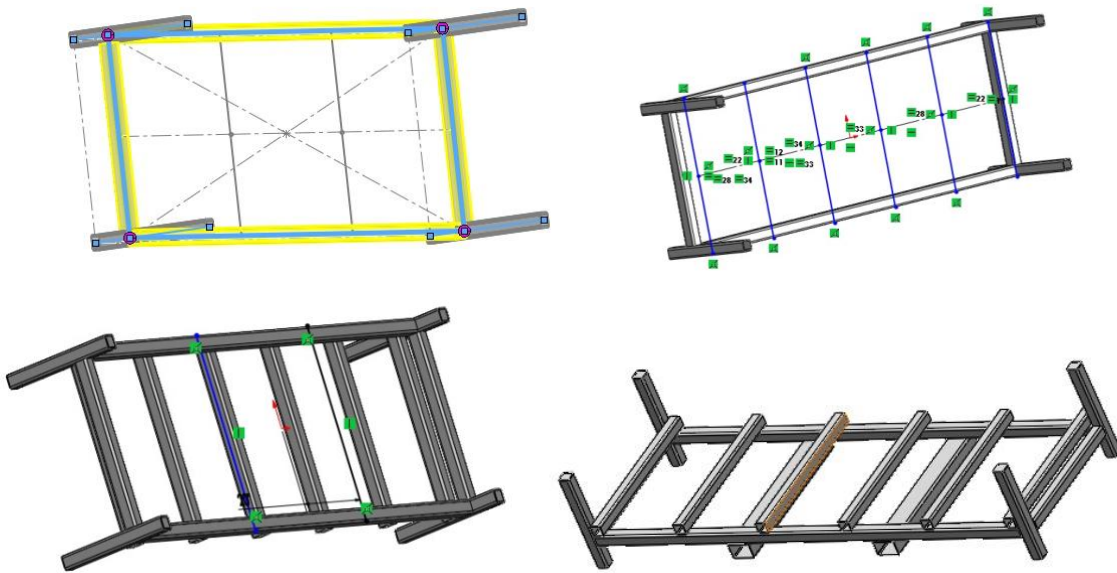


Ilustración 47. Modelado de Rack para pieza primaria 2.

Por consecuente se debe de fabricar el estante para el Draft Sill Web Assembly (Stock de producto terminado), las dimensiones significativas de este Rack son de 250" de largo por 44" de ancho y un alto 52", para la colocación de esta pieza primaria 2.

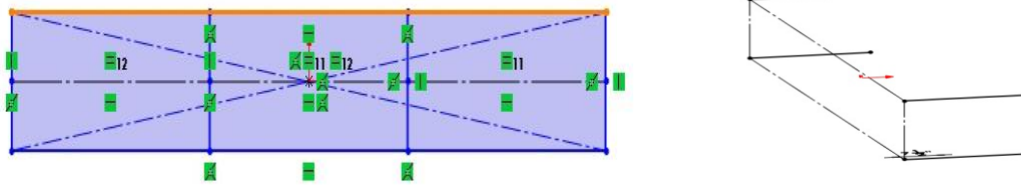
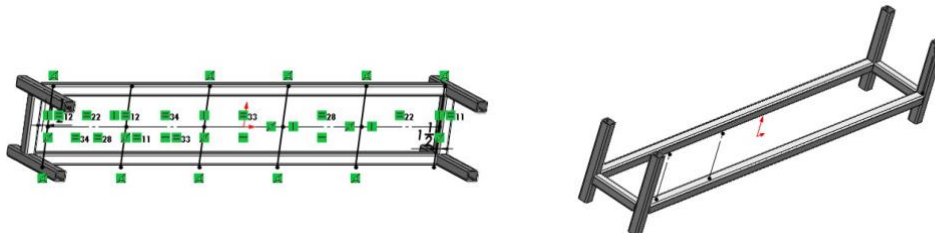


Ilustración 48 y 49. Dimensionamiento de Rack de piezas de stock producto terminado.

Se usará un material de PTR de 1.5"X1.5" de acero A-36, para la fabricación del mismo.



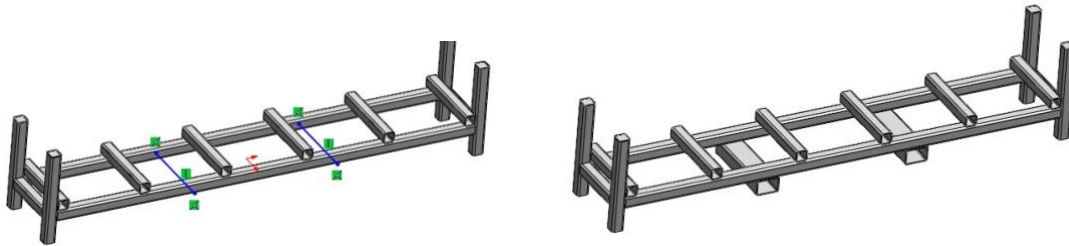


Ilustración 50. Modelado de Rack para piezas de stock (Draft Sill Web Assembly).

FABRICACIÓN DE LA MESA.

Una vez que se modelo la mesa de armado del Draft Sill Web en SolidWorks, se tiene que validar el mismo con el departamento de manufactura, esto es para poder fabricar el dispositivo.



Ilustración 51. Representación de validación del dispositivo de armado por el departamento de manufactura.

Una vez que se valido el modelo en 3D y el plano de armado de las mesas, se tiene que liberar el proceso para fabricar los dispositivos, los cuales los validan los gerentes. Esta fabricación de las mesas de ensamble se realiza en otro lugar que no es la planta a lo cual se envían los planos con especificaciones para la construcción de las mismas.





Ilustración 52, 53 y 54. Representación de la fabricación de las mesas de armado del Draft Sill Web Assembly.

ESTACIÓN DE TRABAJO.

Para la estación de trabajo que se implementa consta de las dos mesas de armado, la cuales se posición en espejo para que las operaciones se puedan desarrollar en un mismo instante. En la estación de trabajo se contemplan las siguientes herramientas que cubren la necesidad de los dos operadores. Además de las maquinas que se requieren para el proceso, los cuales son dos equipos de soldadura y dos equipos de Arc Air.

CINCEL	CINCEL	2
MARTILLO	MARTILLO DE BOLA 24Oz MARCA URREA	2
CEPILLO DE ALAMBRE	CEPILLO DE ALAMBRE	2
IGUALADOR	IGUALADOR CON IMAN	1
PULIDOR	PULIDOR 7"	1
PINZAS	PINZAS DE CORTE	2

Tabla 4. Herramienta que se contempla para la implementación. Uso para dos operadores.



Ilustración 55 y 56. Equipos de soldadura Lincoln de micro-alambre, alimentador y fuente que se usan en la nueva estación.



Ilustración 57. Equipo de arco aire para operaciones dentro de la estación que se implementa.



Una vez que se determinaron los materiales y maquinas a usar en la estación de trabajo, se tiene que implementar el Lay Out que ya se propuso anteriormente. Este espacio contemplado es de 8M de ancho por 10M de largo. Por lo que la propuesta de distribución de las mesas y racks es la siguiente. Esto se contempla para el surtimiento de piezas primarias y ergonomía de los operadores para lograr el mejor flujo de la producción. El surtimiento de las piezas primarias es por el norte de la línea de producción.

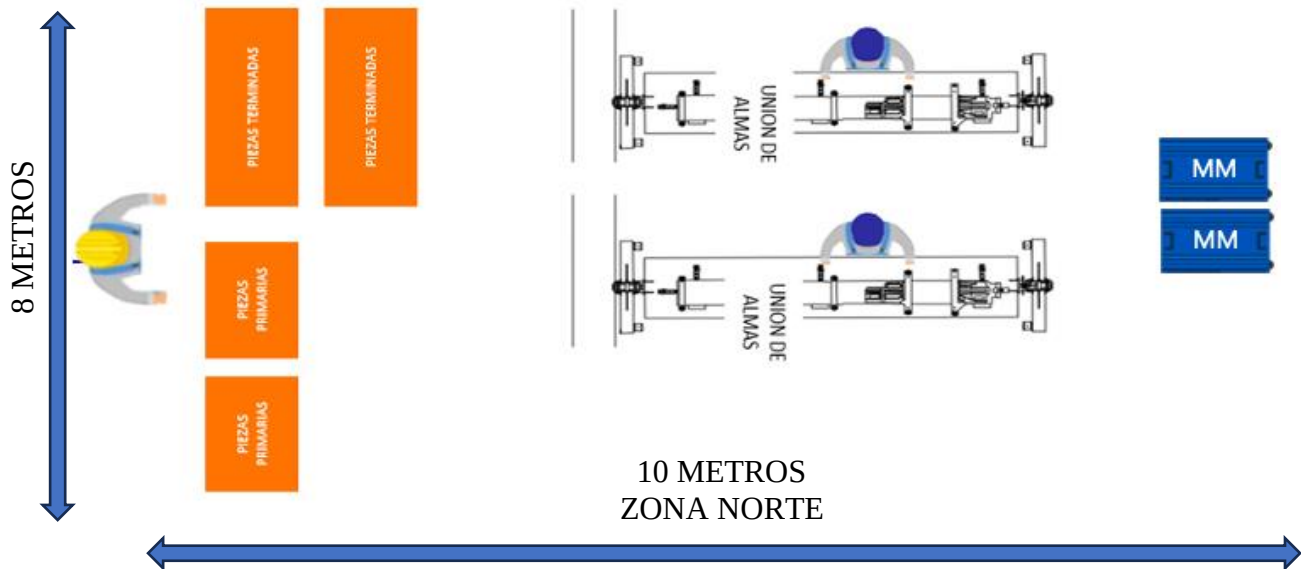


Ilustración 58. Lay Out.

La implementación de este Lay Out fue el día 24 de octubre de 2023, en donde se tomo de referencia el plano que se propuso para la distribución adecuada de la zona de trabajo. El apoyo para la distribución de las mesas de trabajo y los racks para las placas de acero se agilizaron con ayuda de un montacargas debido a las proporciones y peso de los mismos.



Ilustración 59. Respresntación del acomodo de los objetos de acuerdo al Lay Out.

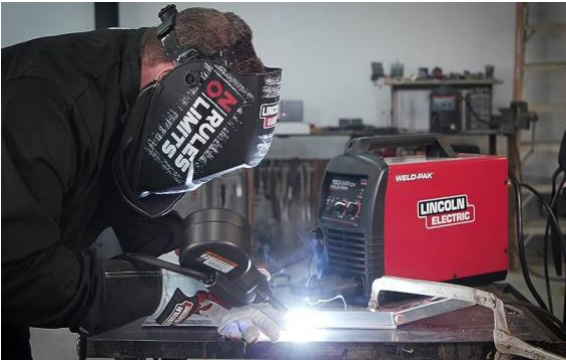
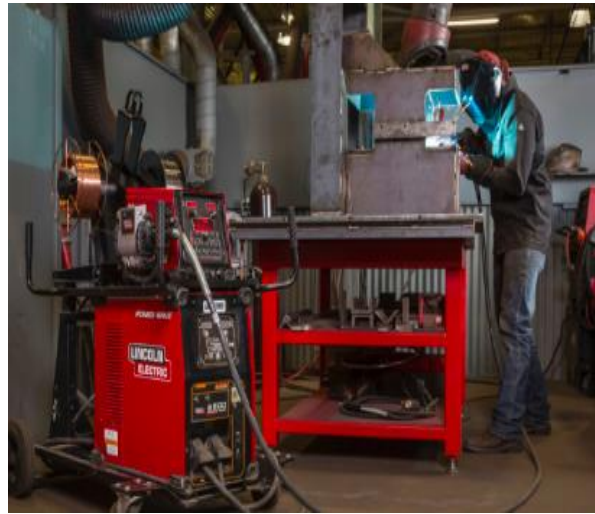


Ilustración 60, 61, 62 y 63. Representación de estación de trabajo de ensamble del Draft Sill Web Assembly.

Una vez que se cumplió con el Lay Out propuesto y se colocaron los objetos en su lugar correspondiente, se tiene que delimitar la nueva zona de trabajo, para el cumplimiento de 5S's que tiene la planta actualmente.



Ilustración 64 y 65. Representación de delimitación de la zona de trabajo, cumpliendo con 5S's estandar en planta.



Una vez que se delimito la nueva zona de trabajo, se tiene que habilitar la misma, se actualiza el diagrama de flujo de la línea 1 de producción subensambles.

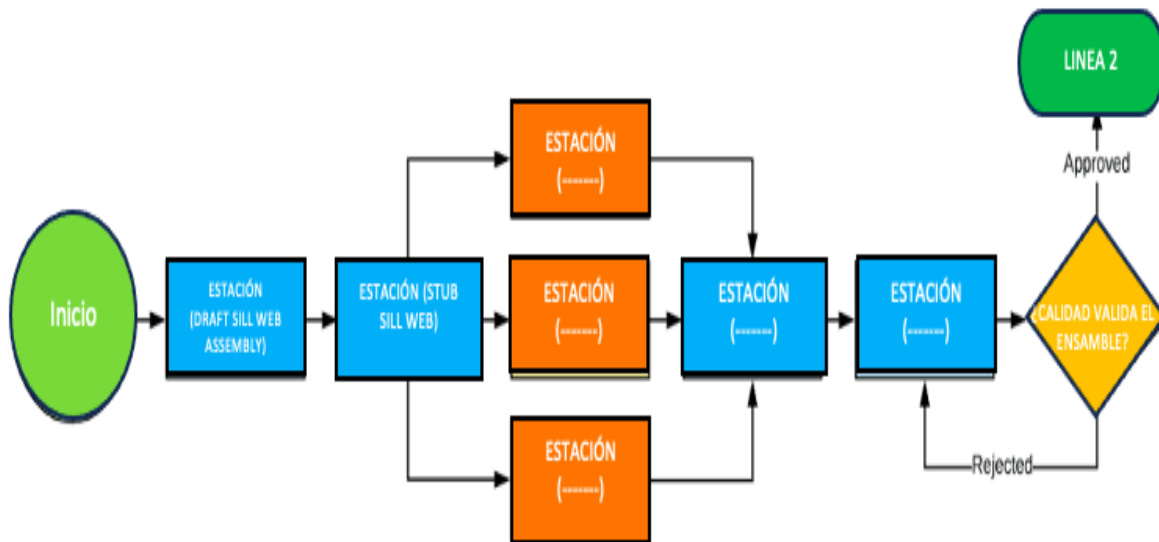


Ilustración 66. Diagrama de flujo de línea 1 subensambles. Actualización con estación implementada.

VALIDACIÓN DE OPERACIONES.

Se genera una primera prueba con materiales y personal adecuado para el ensamble del Draft Sill Web Assembly, de acuerdo a los procesos dentro de la empresa se tienen que liberar los dispositivos de ensamble que en este caso son las mesas que poseen cada operador. El departamento que debe de liberar estas mesas de trabajo es calidad, por lo que el supervisor de calidad y el inspector de esta línea 1, deben validar y aprobar estos dispositivos para que el proceso y ensamble se desarrolle de una manera correcta.

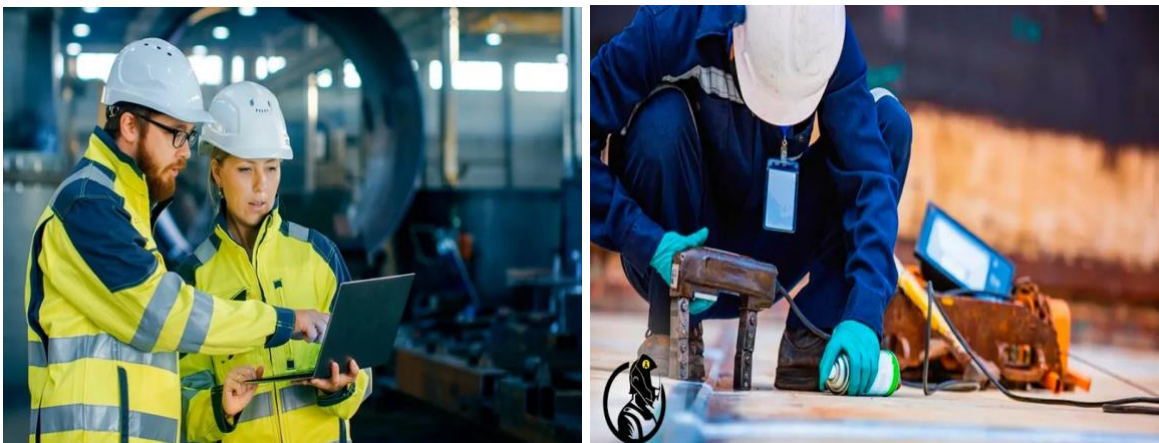


Ilustración 67 y 68. Representación de la validación de mesa de trabajo y Draft Sill Web Assembly con los estándares de calidad adecuados.



La operación debe ser validada por el departamento de ingeniería industrial y el departamento de producción, los cuales coordinan que se de el proceso de ensamble del Draft Sill Web.



Ilustración 69 y 70. Representación de la validación del proceso de ensamble del Draft sill Web por Ing. Industrial, Ing. Manufactura e Ing. Producción.

ANALISIS DE TIEMPOS.

Una vez que se implemento la mesa de armado del Draft Sill Web y se validó por las distintas áreas interesadas, se debe de monitorear los tiempos en los que los operadores estan proporcionando debido a que la demanda actual para el ensamble de esta pieza es de 10 unidades por turno el cual consta de 9.5 horas. La demanda de 10 unidades cubre la producción que requiere 2.5 vagones Grain por día. Se tomaron 5 muestras del proceso de ensamble, los dos operadores trabajando al mismo ritmo y con los mismos aditamentos en cada mesa. Por lo que se tienen las siguientes actividades en el tiempo ciclo.



Actividades tiempos nuevos	
A	Colocar pieza primaria 1
B	Colocar pieza primaria 2
C	Colocar pequeñas placas para soldar.
D	Apretar seguros de la mesa
E	Poner puntos de soldadura
F	Soldar un cordón de 3/8
G	Quitar escoria con cincel
H	Soldar
I	Remover escoria
J	Soldar
K	Remover escoria y cepillar la zona
L	Soldar
M	Remover escoria
N	Soldar
Ñ	Remover escoria
O	Eliminar las piezas pequeñas con arc air
P	Remover escoria
R	Detallar la zona de soldadura
S	Soldar
T	Detallar la zona de soldadura
U	Remover seguros de la mesa
V	Mover el ensamble a la siguiente estación

Tabla 5. Actividades en primeras pruebas con la implementación de mesa de armado de Draft Sill.

Estas operaciones tienen los siguientes tiempos, que en su mayoría están dentro de los ritmos esperados en esta nueva implementación.



ÁREA: L1 SUBENSAMBLES
No. PARTE: N/A

ESTACIÓN:
FECHA:

ENSAMBLE DE DRAFT SILL
WEB
25/11/23

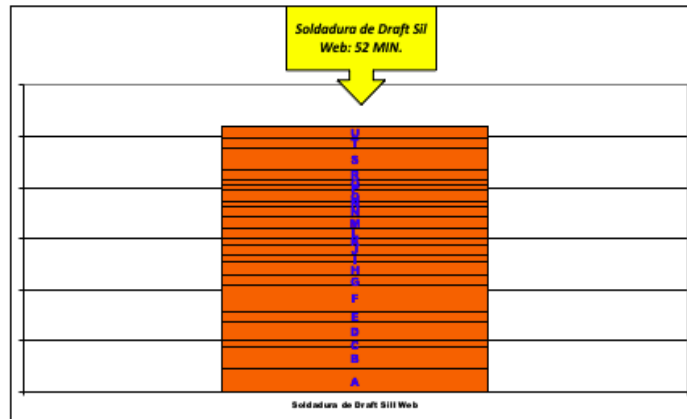


Ilustración 71. Tablero Yamazumi de primeras pruebas con la implementación.

OPERACIONES		MIN.
A	Colocar pieza primaria 1	4.50
B	Colocar pieza primaria 2	4.20
C	Colocar pequeñas placas para soldar.	1.42
D	Apretar seguros de la mesa	3.60
E	Colocar puntos de soldadura	2.00
F	Soldar un cordón de 3/8	5.20
G	Quitar escoria con cincel	1.90
H	Soldar	2.60
I	Remover escoria	1.30
J	Soldar	2.20
K	Remover escoria y cepillar la zona	1.30
L	Soldar	1.80
M	Remover escoria	2.20
N	Soldar	2.20
Ñ	Remover escoria	1.00
O	Eliminar las piezas pequeñas con Arc Air	2.00
P	Remover escoria	1.00
Q	Detallar la zona de soldadura	1.10
R	Soldar	2.00
S	Detallar la zona de soldadura	4.20
T	Remover seguros de la mesa	2.10
U	Mover el ensamble a la siguiente estación	2.20

Tabla 6. Tiempos en primeras pruebas con la implementación de mesa de armado de Draft Sill Web



RESULTADOS.

Despues de dos semanas que se implemento la estación de trabajo para el armado del Draft Sill Web, los operadores optimizaron los tiempos de operación por lo que el tiempo ciclo disminuyo hasta 46.2 minutos para producir 2 ensambls.

ÁREA:	L1 SUBENSAMBLES	ESTACIÓN:	ENSAMBLE DE DRAFT SILL WEB
No. PARTE:	N/A	FECHA:	25/11/23

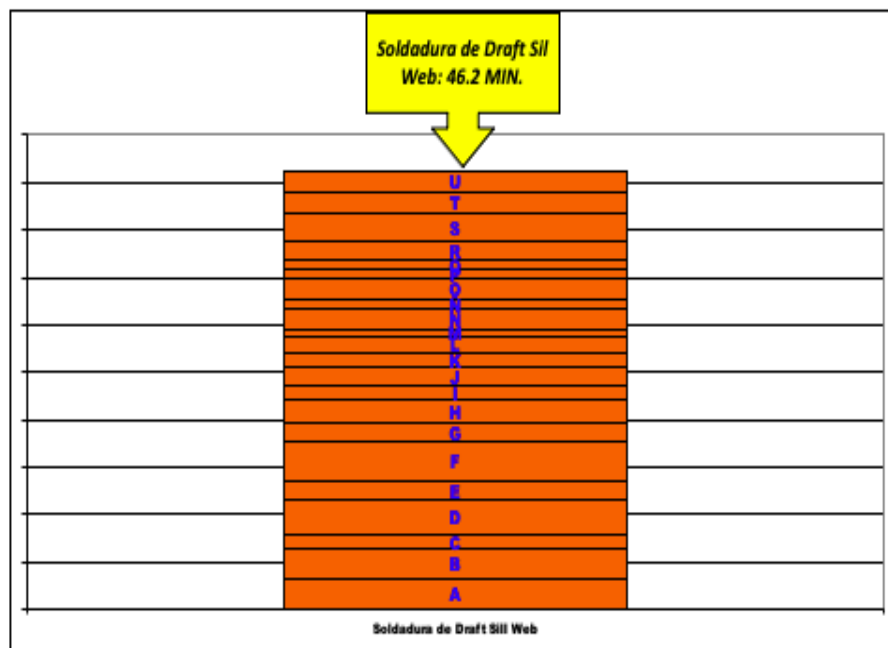


Ilustración 72. Tablero Yamazumi de actividades despues de dos semanas.



OPERACIONES		MIN.
A	Colocar pieza primaria 1	3.30
B	Colocar pieza primaria 2	3.20
C	Colocar pequeñas placas para soldar.	1.42
D	Apretar seguros de la mesa	3.60
E	Colocar puntos de soldadura	2.00
F	Soldar un cordón de 3/8	4.15
G	Quitar escoria con cincel	1.90
H	Soldar	2.60
I	Remover escoria	1.30
J	Soldar	2.20
K	Remover escoria y cepillar la zona	1.30
L	Soldar	1.80
M	Remover escoria	0.80
N	Soldar	2.20
Ñ	Remover escoria	1.00
O	Eliminar las piezas pequeñas con Arc Air	2.00
P	Remover escoria	1.00
Q	Detallar la zona de soldadura	1.10
R	Soldar	2.00
S	Detallar la zona de soldadura	3.00
T	Remover seguros de la mesa	2.10
U	Mover el ensamble a la siguiente estación	2.20

Tabla 7. Tiempos después de dos semanas con la implementación de mesa de armado de Draft Sill Web

Con este análisis de tiempos después de una semana de operaciones en la mesa de trabajo, los operadores mejoraron sus ritmos de trabajo para el ensamble del Draft Sill Web, por lo que ahora pueden cumplir con la demanda de 2.5 vagones Grain por día, y genera 1 pieza más de stock.



ANÁLISIS DE COSTOS.

Dentro de la implementación se deben de considerar los costos involucrados que la nueva estación demanda, además de comparar los mismos costos con la estación de armado de Draft Sill Web que se usaba para poder realizar las operaciones adicionales. Se debe de considerar que esta estación es un gasto adicional debido a que es requerimiento del cliente.

Para el análisis se contemplan: mano de obra, herramienta, mesas de armado y racks.

MESA ANTERIOR.

COSTO DE MANO DE OBRA

LOTE R60855 (ANTERIOR)

NO. OPERADORES	SALARIO X HORA (POR OPERADOR)	SALARIO X DÍA (X OPERADOR)	SALARIO X SEMANA	SALARIO X LOTE (7 SEMANAS)
1	\$ 78.10	\$ 741.95	\$ 5,193.65	\$ 36,355.55
2		\$ 1,483.90	\$ 10,387.30	\$ 72,711.10

Tabla 8. Costo por mano de obra del lote R60855.

COSTO POR HERRAMIENTA

LOTE R60855 (ANTERIOR)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MAQUINAS DE SOLDAR MILLER	2	\$ 310,694.08	\$ 621,388.16
ANTORCHA MILLER 15 FT	2	\$ 10,823.08	\$ 21,646.16
RODILLOS 0.045 MILLER	2	\$ 4,182.76	\$ 8,365.52
TORNILLO OPRESOR MILLER	2	\$ 241.68	\$ 483.36
SEGURO P/ CARRETE MILLER	2	\$ 967.70	\$ 1,935.40
TOTAL			\$ 653,818.60

Tabla 9. Costo por herramienta requerida del lote R60855.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MESA DE ARMADO DE STUB SILL WEB ASSEMBLY	2	\$ 57,934.90	\$ 115,869.80

Tabla 10. Costo por mesas de armado de Draft Sill Web del lote R60855.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RACK DE STUB SILL WEB ASSEMBLY	2	\$ 5,380.60	\$ 10,761.20

Tabla 11. Costo por Rack de Stub Sill Web Assembly del lote R60855.



DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RACK DE STUB SILL WEB ASSEMBLY TERMINADO	1	\$ 21,457.88	\$ 21,457.88

Tabla 12. Costo por Rack de Stub Sill Web Assembly ya ensamblado del lote R60855

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE RACKS	PRECIO TOTAL DE RACKS
RACKS Y MESAS DE ARMADO DEL LOTE R60855	5	\$ 148,088.88

Tabla 13. De costos por Racks y mesas de armado de Stub Sill Web Assembly.

DESCRIPCIÓN	COSTO
COSTO DE MANO DE OBRA	\$ 72,711.10
COSTO POR HERRAMIENTA	\$ 653,818.60
COSTO POR MESAS DE ARMADO / RACKS	\$ 148,088.88
TOTAL	\$ 874,618.58

Tabla 14. Costos totales de estación de Stub Sill Web Assembly.

IMPLEMENTACIÓN

COSTO DE MANO DE OBRA

LOTE R60890 (ACTUAL)

NO. OPERADORES	SALARIO X HORA (POR OPERADOR)	SALARIO X DIA (X OPERADOR)	SALARIO X SEMANA	SALARIO X LOTE (7 SEMANAS)
1	\$ 78.10	\$ 741.95	\$ 5,193.65	\$ 36,355.55
2		\$ 1,483.90	\$ 10,387.30	\$ 72,711.10

Tabla 15. Costos de mano de obra en estación de armado de Draft Sill Web.

COSTO POR HERRAMIENTA

LOTE R60890 (ACTUAL)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MAQUINAS DE SOLDAR MILLER	2	\$ 310,694.08	\$ 621,388.16
ANTORCHA MILLER 15 FT	2	\$ 10,823.08	\$ 21,646.16
RODILLOS 0.045 MILLER	2	\$ 4,182.76	\$ 8,365.52
TORNILLO OPRESOR MILLER	2	\$ 241.68	\$ 483.36
SEGURO P/ CARRETE MILLER	2	\$ 967.70	\$ 1,935.40
EQUIPO K-4000 ARC AIR	1	\$ 5,570.72	\$ 5,570.72
PRENSA EN L DE 19 MARCA BESSEY	2	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00
		TOTAL	\$ 663,389.32

Tabla 16. Costos de herramienta requerida en estación de armado de Draft Sill Web.



LOTE R60890 (ACTUAL)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RACK DE STUB SILL WEB ASSEMBLY	2	\$ 5,380.60	\$ 10,761.20

Tabla 17. Costo de racks para pieza primaria 1 de Draft Sill Web.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RACK DE STUB SILL WEB ASSEMBLY TERMINADO	1	\$ 21,457.88	\$ 21,457.88

Tabla 18. Costo de rack de armado de Stub Sill Web Assembly terminado.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MESA DRAFT SILL WEB ASSEMBLY	2	\$ 17,434.28	\$ 34,868.56

Tabla 19. Mesa de armado de Draft Sill Web.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RACK DE STUB SILL WEB ASSEMBLY	2	\$ 6,733.57	\$ 13,467.14

Tabla 20. Costo de racks para pieza primaria 2 de Draft Sill Web.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RACK DE STUB SILL WEB ASSEMBLY	2	\$ 7,533.60	\$ 15,067.20

Tabla 21. Costo de rack de Draft Sill Web Assembly terminado.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE RACKS	PRECIO TOTAL DE RACKS
RACKS Y MESAS DE ARMADO DEL LOTE R60890	9	\$ 95,621.98

Tabla 22. Costo total de Racks y Mesas de armado para la estación de armado Draft Sill Web.



DESCRIPCIÓN	COSTO
COSTO DE MANO DE OBRA	\$ 72,711.10
COSTO POR HERRAMIENTA	\$ 663,389.32
COSTO POR MESAS DE ARMADO / RACKS	\$ 95,621.98
TOTAL	\$ 831,722.40

Tabla 23. Costo total de la implementación de estación de Draft Sill Web Assembly.

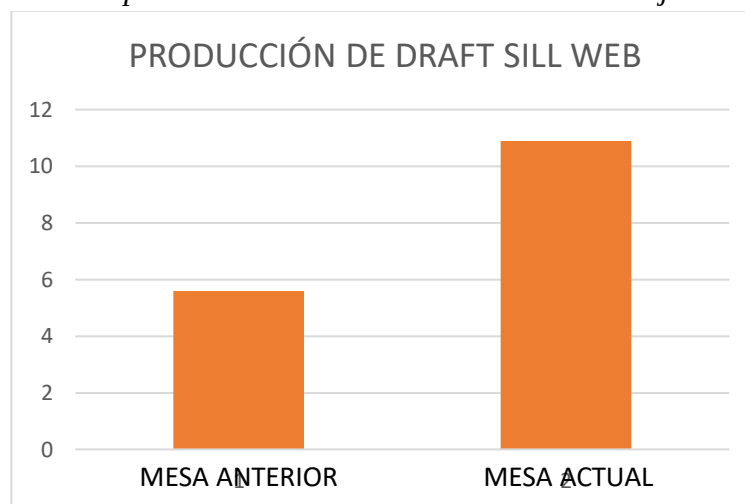
DIFERENCIA= **-\$ 42,896.18**

Con este analisis de costos, se llega a una conclusión de que el implementar la nueva estación de armado de Draft Sill Web Assembly es mucho más economico que la estación anterior, con un ahorro de \$42,896.18 pesos mexicanos. Esto solo se considera para el armado del Draft Sill Web, debido a que ensamblar el Stub Sill Web aumenta el costo aproximadamente en un 40%.

COMPARATIVO.

COMPARACIÓN.		
	MESA DE ANSAMBLE ANTERIOR	IMPLEMENTACIÓN MESA DE ENSAMBLE
TIEMPOS DE OPERACIÓN	90 MIN	46.2 MIN
COSTO POR ESTACIÓN DE TRABAJO	\$ 832,722.40	\$ 874,618.54
PRODUCCIÓN DE DRAFT SILL WEB (PIEZAS)	5.6PZ	10.9PZ
TAKT TIME	51MIN	51MIN
DEMANDA DIARIA.	10PZ	10PZ

Tabla 24. Comparativo entre las dos estaciones de trabajo de armado.



Grafica 1. Producción entre mesa de armado anterior vs la implementación.



CALIDAD DE LA SOLDADURA.

El tener mesas de armado con mejor posición para los operarios, mejora la calidad en la posición de soldadura, debido a que aplican soldadura 1F y 2F la cual requiere de una buena penetración en las placas del ensamble, además de reducir el chisporroteo en las placas. Los operarios cuentan con mas espacio para realizar las operaciones que marca la HTE, de igual forma los Poka Yokes que se implementaron en la mesa



Ilustración 73 y 74. Soldadura de calidad en el ensamble del Draft Sill Web.



CONCLUSIONES.

El haber desarrollado este proyecto me abrió la oportunidad no solo de aprender, sino también de experimentar distintos ambientes dentro de la industria, permitiéndome aplicar conocimientos académicos para llevar a cabo el análisis de una implementación de una estación de trabajo dentro de Gunderson-Concarril, debido a que se toman en cuenta distintos procedimientos que son necesarios y que generan un valor importante dentro de la empresa.

El modelado de la mesa de ensamble y de los racks se llevaron a cabo con respecto a las necesidades de la implementación, es cuestión aprendi a mejorar mis habilidades con el software SolidWorks y el análisis estructural, ya que estas implementaciones son muy recurrentes dentro de la empresa.

A lo largo del desarrollo de este proyecto se llegó al objetivo que es la optimización del armado del Draft Sill Web Assembly debido a que se mejoró la producción requerida que se demanda diariamente, además de considerar la calidad de soldadura la cual se mejoró con la implementación de las mesas de ensamble, los hallazgos por parte de calidad redujeron a lo cual solo los mínimos detalles eran por técnica de soldadura del operario.

Llegar a la optimización en las actividades dentro del ensamble fue un gran objetivo alcanzado por lo que se redujo el tiempo de ensamble, mientras que los operarios se acoplaron a la nueva estación se fue incrementando la productividad y se eliminaron los Gaps que se tenían con la mesa de ensamble anterior.

Con este proyecto, comprendí a llevar un control estratégico como equipo y desarrollo de nuevas habilidades que se requieren en la vida laboral las cuales son de suma importancia para brindar mejores resultados dentro de una empresa y como crecimiento personal.



COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

Trabajo en equipo. El poder trabajar con distintos compañeros para facilitar y realizar en un determinado tiempo el objetivo, sin tener la necesidad de que una sola persona lleve toda la carga atrasando el proceso. El trabajar en equipo da pauta a escuchar distintas ideas, opiniones y puntos de vista para llevar a cabo distintas actividades que se desarrollaron en el proyecto.

Manejo de software. El poder modelar las mesas de armado del Draft Sill Web Assembly y el modelado de los Racks para piezas primarias y stock de producto terminado mejoraron las habilidades que se tenían en el software SolidWorks, debido a que se entendieron nuevas funciones y estrategias para las distintas operaciones dentro del mismo.

Facilidad de palabra. En poder entablar una comunicación con distintos compañeros de trabajo para crear un ambiente laboral más estable dentro de la empresa, además de conocer de partes involucradas de otros departamentos como lo es manufactura, mantenimiento, ingeniería, etc.

Toma de decisiones. Dentro del proyecto se tuvieron momentos y circunstancias en las que algunos métodos de modelado no eran los más adecuados por lo que se decidió tomar otras alternativas, además de cómo poder implementar todos los elementos dentro de la línea de producción.

Responsabilidad individual. El disciplinarse para poder avanzar en lo posible a las actividades que requirieron en el proyecto fueron clave para dar un seguimiento constante en el mismo y llegar al objetivo.



FUENTES DE INFORMACIÓN.

- Protect, D. (2023, 17 mayo). *Análisis GAP: ¿Qué es, cómo se hace y por qué es importante para las pymes y startups?* <https://es.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lisis-gap-qu%C3%A9-es-c%C3%B3mo-se-hace-y-por-importante-para-las->
- <http://www.Influx.com.mx>. (s. f.). Quiénes somos. <http://www.gunderson-gimsa.com.mx/quienes-somos.php>
- <http://www.Influx.com.mx>. (s. f.-a). Productos | Carros Tolva. <http://www.gunderson-gimsa.com.mx/carros-tolva.php>
- Vagones (2023, 17 octubre). *Tren de carga*. Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_carga#:~:text=Un%20tren%20de%20carga%20\(tambi%C3%A9n,carga%20sobre%20una%20v%C3%ADa%20f%C3%A9rrea](https://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_carga#:~:text=Un%20tren%20de%20carga%20(tambi%C3%A9n,carga%20sobre%20una%20v%C3%ADa%20f%C3%A9rrea)
- *Carro tolva Hopper Grain*. (s. f.). Gunderson-Gimsa. <http://www.gunderson-gimsa.com.mx/doc/carro-tolva-5200.pdf>
- *Diseño*. (s. f.). *Concepto de - Definición de*. <https://conceptodefinicion.de/disenio/>
- *Formación*, A. (2022, 9 agosto). *¿Qué es SolidWorks?* https://www.adrformacion.com/knowledge/ingenieria-y-proyectos/_que_es_solidworks_.html
- 1.1.- *Tolerancias dimensionales*. | TFM02.- *Metrología dimensional, superficial y geométrica*. (s. f.). https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/TFM/TFM02/es_DFM_TFM02_Contenidos/website_11_tolerancias_dimensionales.html
- González, J. (2023, 16 noviembre). *Qué es el método poka-yoke y cómo emplearlo*. Hubspot. <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-poka-yoke>
- SolidBi. (2023, 30 octubre). *Funciones de SOLIDWORKS CAD 3D | SolidBI*. SolidBI. <https://solid-bi.es/funciones-solidworks/>

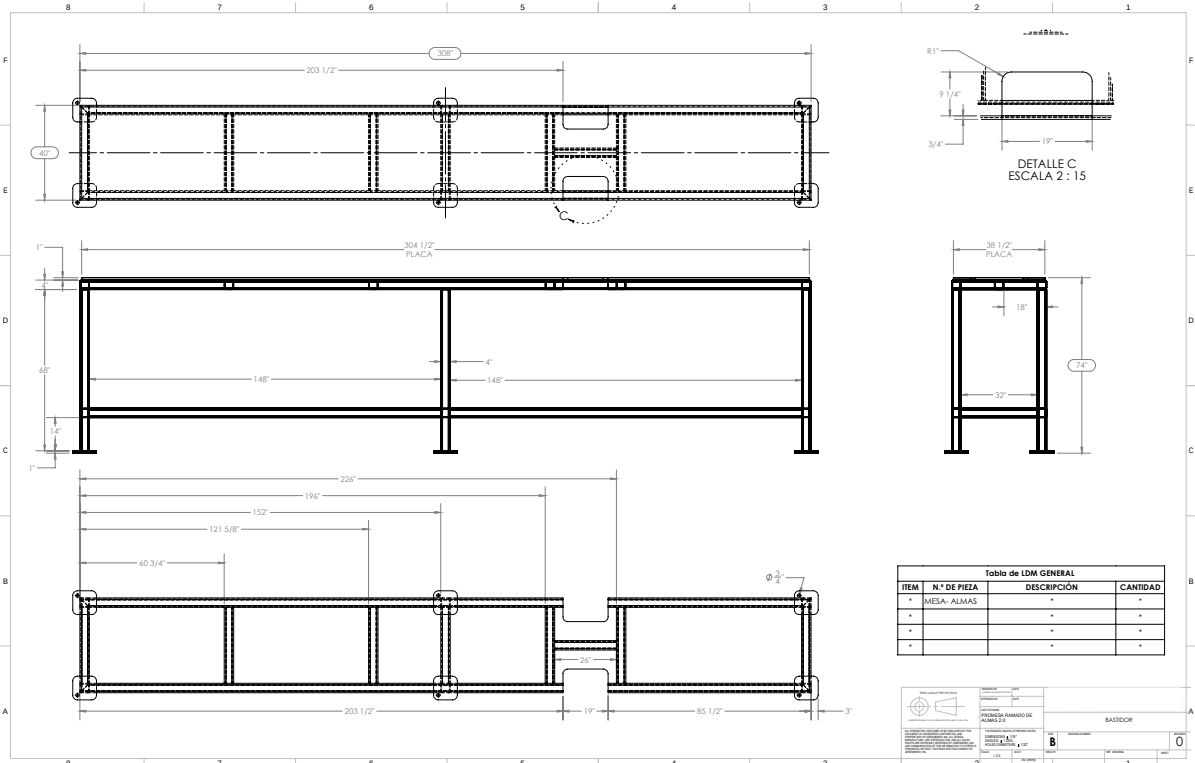
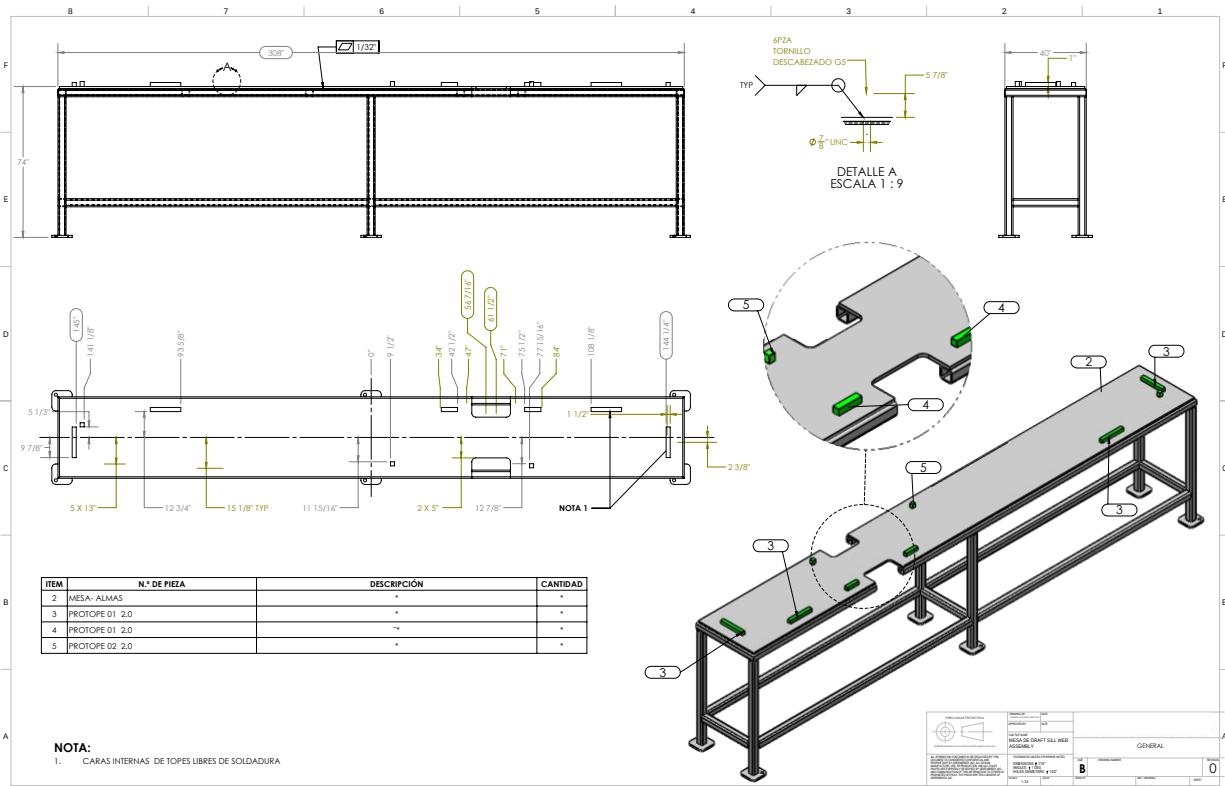


- SafetyCulture. (2022, 27 octubre). *Guía del gráfico Yamazumi* | SafetyCulture. <https://safetyculture.com/es/temas/yamazumi/>
- *¿Qué es el takt Time?* (s. f.). Kanban Software for Agile Project Management. <https://businessmap.io/es/gestion-lean/flujo-continuo/que-es-takt-time#>
- Sention. (2022, 17 agosto). *Cycle Time: qué es, cómo medirlo y mejorarlo en desarrollo de software*. Sention. <https://sention.io/blog/cycle-time-que-es/#>



ANEXOS.

Dimensiones de mesa de ensamble de Draft Sill Web.





1 de 4

ÁREA/ AREA:	METALICO	NOMBRE DE POSICIÓN/ POSITION NAME:	DRAFT SILL WEB ASSEMBLY	EQUIPO/TEAM	
LÍNEA/ LINE:	L1	CODIGO HTE/ SWS CODE:	LH 001	ÁREA/AREA	NOMBRE/NAME
TIPO DE CARRO, MODELO/ TYPE CAR, MODEL:	GRAIN	FECHA DE EMISIÓN/ EMISSION DATE:	25/10/2023	SEGURIDAD INDUSTRIAL	*****
LOTE/ JOB:	R60890	FECHA DE REVISIÓN/ REVIEW DATE:	NO. DE REVISIÓN/ REVIEW NUMBER: 0	PRODUCCION	*****
EMITIO/RELEASE	REVISO/REVIEW	APROBO/APPROVE		CALIDAD	*****
ALDAHIR LÓPEZ INDUSTRIAL ENGINEER	***** HEAD OF INDUSTRIAL ENGINEERING	***** PRODUCTION SUPERVISOR		MANUFACTURA	*****
				MANTENIMIENTO	*****

[illegible][illegible]

EQUIPO/ EQUIPMENT	DESCRIPCIÓN/ DESCRIPTION	CANTIDAD/ QUANTITY

MÁQUINA/ MACHINE	DESCRIPCIÓN/ DESCRIPTION	CANTIDAD/ QUANTITY
Alimentador	Alimentador Miller	1
Fuente	Fuente Miller	1
Arc air	Equipo de arc air	1

Diagrama de la Zona Norte de la pista de ciclismo. La zona norte mide 10 metros de longitud y 8 metros de anchura. Se detallan las zonas de calentamiento (ZONA DE CALENTAMIENTO) y las zonas de salida (ZONA DE SALIDA) para las pruebas de velocidad y resistencia. Se indican también las zonas de llegada (ZONA DE LLEGADA) y las zonas de salida (ZONA DE SALIDA) para las pruebas de resistencia y velocidad.



HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR

NOMBRE DE POSICIÓN/
POSITION NAME:

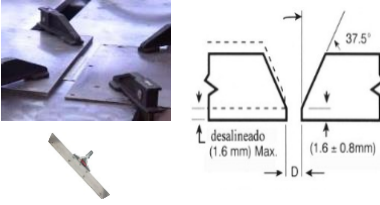
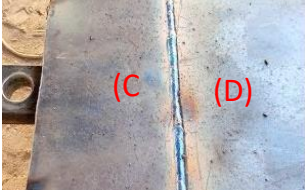
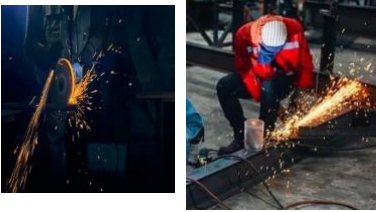
DRAFT SILL WEB ASSEMBLY

CODIGO HTE/
SWS CODE:

LH 001

NO. DE OPERACIÓN/ OPERATION NUMBER	IMAGEN / PICTURE	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION												
010		Antes de comenzar las operaciones asegurarse de contar con el equipo de protección personal adecuado y en buenas condiciones. Para todas las operaciones en la que se describan movimientos de piezas con grúa se debe ejecutar por dos personas: • Gruista: Asegurar el dispositivo de izaje y mover el ensamble con apoyo de personal de posición, equipo de izaje y venteo necesario. • Personal apoyo: Realizar el venteo del ensamble (debe de ser realizado por el personal de la posición, NO POR GRUISTA).												
020		Gruista: Antes de realizar la operación es necesario colocar todo su equipo de protección personal, para esta operación se debe hacer uso de: Casco amarillo para gruiста, lentes de protección, guantes, silbato, tapones auditivos, respirador, chaleco reflectante y botas de casquillo												
030		Soldador: Verificar mesas de unión de almas y colocar sub pieza 2.												
040		Gruista / Soldador: Colocar A) PIEZA PRIMARIA 1 y PRIEZA PRIMARIA 2 sobre las mesas de armado de almas (IZQUIERDA y DERECHA) utilizando portico e igualador de imanes. Validar que los bordes de B) PIEZA PRIMARIA 1 o 2, tengan contacto con las referencias de la mesa. NOTA: El venteo del sub-esnamble debe de ser realizado por el personal de la posición, NO POR GRUISTA.												
050		Soldador: Asegurar pieza con seguros de mesa y apretar tuercas.												
060		Soldador: Aplicar puntos de soldadura como se muestra en la imagen, para evitar que la pieza se mueva. NOTA IMPORTANTE: ANTES DE APLICAR SOLDADURA, VERIFICAR QUE LA ZONA EN DONDE SE APLICARA, SE ENCUENTRE LIBRE DE CUALQUIER CONTAMINANTE. (OXIDO, PRIMER, GRASA, PINTURA, CHISPORROTEO, ETC.) EN CASO DE PRESENTAR ALGUNA CONTAMIANCIÓN, REALIAZAR LIMPIEZA CON LA HERRAMIENTA ADECUADA. <table><tr><th>CONTAMINANTE</th><th>HERRAMIENTA</th></tr><tr><td>OXIDO</td><td>PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE</td></tr><tr><td>PRIMER</td><td>PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE</td></tr><tr><td>PINTURA</td><td>PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE</td></tr><tr><td>CHISPORROTEO</td><td>PULIDOR 7" - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE - CINCEL</td></tr><tr><td>GRASA</td><td>TRAPO</td></tr></table>	CONTAMINANTE	HERRAMIENTA	OXIDO	PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE	PRIMER	PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE	PINTURA	PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE	CHISPORROTEO	PULIDOR 7" - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE - CINCEL	GRASA	TRAPO
CONTAMINANTE	HERRAMIENTA													
OXIDO	PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE													
PRIMER	PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE													
PINTURA	PULIDOR 7" FLAP - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE													
CHISPORROTEO	PULIDOR 7" - CARDA - CEPILLO DE ALAMBRE - CINCEL													
GRASA	TRAPO													



070		Soldador: Colocar las piezas primaria 1 o 2 y sub pieza 4,dejando una separación de 1/4", verificar distancia con escantillon.
080		Soldador: Aplicar puntos de soldadura a las piezas (C) sub pieza 3 y (D) sub pieza 2 (CARTABÓN).
090		Soldador: Aplicar filete de soldadura de 1/8" entre las piezas (C) sub pieza 3 y (D) sub pieza 2 utilizando tecnica LALI.
100		Soldador: Retirar excedente de las piezas (A) y (B), utilizando manual de arc air y carbones de 7/16.
110		Soldador: Detallar zonas donde se retiro el excedente, utilizando pulidor de 7" y disco flap.
120		Soldador: Para retirar las piezas (A) y (B), quitar seguros y placas de sujeción en las dos mesas.
130		Una vez finalizadas las operaciones: Gruista: Mover subensamble "STUB SILL WEB ASSEMBLY" al rack de stock terminado, colocando iman de izaje, con apoyo de personal de posición y venteo necesario. NOTA IMPORTANTE: El venteo del sub-esnemble debe de ser realizado por el personal de la posición, NO POR GRUISTA.



CERTIFICACIÓN DE ENTRENAMIENTO DE HTE/CERTIFICATION OF WES TRAINING

OPERADOR/OPERATOR					
MATRICULA/ ENROLLMENT	FIRMA/ SIGNATURE	MATRICULA/ ENROLLMENT	FIRMA/ SIGNATURE	MATRICULA/ ENROLLMENT	FIRMA/ SIGNATURE