



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. GUZMÁN

TESIS

TEMA :

**ASISTENTE ERGONÓMICO PARA COLOCACIÓN DEL
COMPLET TUBE**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTA:

SERGIO FRANCISCO MORALES CORTÉS

ASESOR (A) :

DR. JESÚS EZEQUIEL MOLINAR SOLIS

CD. GUZMÁN JALISCO, MÉXICO, MARZO DE 2020



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

Cd. Guzmán, Jal. a **29/junio/2020**

No de Oficio: DEE/236/20
ASUNTO: ACEPTACION TRAB. TIT.

M.I.E. FAVIO REY LUA MADRIGAL
JEFE DEL DEPTO. DE DIV. DE EST. PROF.
PRESENTE

Comunico a Usted que la comisión revisora asignada para la revisión del **Trabajo Tesis**, denominado **"ASISTENTE ERGONOMICO PARA COLOCACION DEL COMPLET TUBE"**, que presentado por el **C. SERGIO FRANCISCO MORALES CORTES**, con numero de control **14290401** pasante de la carrera de **Ingeniería Electrónica**, quien aspira a obtener el título profesional bajo la opción **TITULACION INTEGRAL, TESIS (Si aspira a mención honorifica)**, ha sido **ACEPTADO**, por lo que se solicita continúe con los trámites marcados en el Manual de Procedimientos para la obtención del título profesional vigente.

Sin más por el momento, quedo a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

M.E.H. MARCO ANTONIO SOSA LÓPEZ
JEFE DEL DEPTO. ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

C.p. Archivo
MASL/adc

Av. Tecnológico No. 100 C.P. 49100



DEDICATORIA

Quiero agradecer a NISSAN MEXICANA S.A. de C.V. planta Aguascalientes 2 por a verme permitido realizar mis prácticas profesionales en sus instalaciones. A Aldo Huerta, Miriam Gonzales, Diana Ruiz y Javier Salas por su apoyo y asesoramiento para la realización del presente proyecto. Quiero hacer una mención especial a Aldo Huerta por a ver sido mi mentor dentro de la planta, por a verme enseñado a ver una perspectiva diferente y a verme apoyado en todo momento y soportado. A los operarios de la distribución del SET COMPLET TUBE, a los jefes de los grupos A, B y C. A Sergio Murillo por su disponibilidad y *feedback* para la aprobación del proyecto.

A mi asesor Ezequiel Molinar por a verme soportado, asesorado y guiado para la realización tanto del reporte de prácticas como para la realización de la presente tesis.

A mi padre Enrique Morales por enseñarme una perspectiva diferente de la vida.

A mis abuelos Ángel Cortés, Blanca Morales e Irma Reyes y mi hermana por su apoyo y oraciones.

A Carolina Díaz por haberme soportado, alentado y apoyado.

A mi Madre por su apoyo incondicional de madre que me ha brindado a lo largo de mi vida y ser una de las razones claves para terminar la carrera y esta tesis.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en NISSAN MEXICANA S.A. de C.V. planta Aguascalientes 2. El problema surgió con la llegada del nuevo modelo “Sentra 2020” (L21B) en la distribución del SET COMPLET TUBE en el área de “CHASSIS 1” (C1) en planta ensamble. Para lo cual era necesario desarrollar un asistente ergonómico. Antes de iniciar para el proyecto se necesitó comprender los siguientes conceptos:

- Indicadores Q.C.T.S.
- Indicador IMPORTANTE.
- Ergonomía.
- RANK

- Hojas HRI, GOS y HOE.
- Kaizekuzen (asistente ergonómico)
- POKA-YOKE

Para el desarrollo del asistente ergonómico se trabajó en SolidWorks, con Neumática, en un PLC y con los departamentos de *V-Preng*, seguridad integral y línea de producción. Finalmente se instaló en la línea de producción y se hicieron pruebas experimentales que corroboraron un adecuado desempeño.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
RESUMEN.....	i
TABLA DE FIGURAS.....	c
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. HISTORIA.....	2
1.2. ANTECEDENTES	3
1.3. COMPOSICION DE LA PLANTA.....	3
1.4. CARACTERISTICAS DE TRIM & CHASSIS	4
1.4.1. HOE y GOS.....	4
1.4.2. INDICADORES QCTS.....	5
1.4.2.1. ERGONOMÍA.....	6
1.4.3. INDICADOR DE IMPORTANTE.....	8
1.4.4. POKA-YOKE	8
1.5. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	8
1.6. ORGANIGRAMA	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	10
2.1. KAIZEKUZEN.....	11
2.1.1. ESTRUCTURAL	12
2.1.1.1. TUBO PTR.....	12
2.1.1.2. PERFIL ANGULAR	12
2.1.1.3. PLACA DE ACERO.....	13
2.1.2. NEUMÁTICA	13
2.1.2.1. BOOSTER REULATOR VBA40A-04GN CON TANQUE	13
2.1.2.2. VÁLVULA DE MANO VHS40-04.....	14
2.1.2.3. UNIDAD FRL (FILTRO-REGULADOR-LUBRICADOR) AW40-04CG	14
2.1.2.4. VÁLVULA SOLENOIDE VFS4300-5FZ	15
2.1.2.5. CILINDRO GUIADO MGGMB100-500.....	16
2.1.2.6. MOTOR NEUMÁTICO DE DOBLE SENTIDO DE GIRO.....	16
2.1.3. ELECTRÓNICA	17

2.1.3.1.	PLC MITSUBISHI SERIE FX.....	17
2.1.3.2.	LIMIT SWITCH.....	18
2.1.3.3.	SAFETY RUG	18
2.1.3.4.	RELEVADOR	19
2.1.3.5.	SENSOR FOTOELÉCTRICO	19
CAPÍTULO III METODOLOGÍA		21
3.	DIAGRAMA DE FLUJO	22
3.1.	LUGAR DE TRABAJO.....	23
3.2.	PLANTEAMIENTO	25
3.3.	LLUVIA DE IDEAS	26
3.4.	CLASIFICACIÓN	26
3.4.1.	SELECCIÓN.....	26
3.5.	DISEÑO	29
3.5.1.	SEGURIDAD INTEGRAL Y V-PRENG	33
3.5.2.	LÍNEA DE PRODUCCIÓN	34
3.6.	IMPLEMENTACIÓN.....	35
3.7.	PRUEBAS.....	41
3.7.1.	PRUEBAS MECÁNICAS NO SACTISFACTORIAS.....	42
3.8.	ESTANDARIZACIÓN.....	45
CAPÍTULO IV KAIZEKUZEN COMPLET TUBE.....		46
4.1.	PRUEBAS Y RESULTADOS.....	47
4.1.1.	PRUEBAS MECÁNICAS NO SACTISFACTORIAS.....	47
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		51
5.1.	CONCLUSIONES.....	52
5.2.	RECOMENDACIONES FUTURAS.....	52
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA Y ANÉXOS.....		53
6.1.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
6.2.	ANÉXOS	55
6.2.1.	NEUMÁTICA	55
6.2.2.	ELECTRÓNICO	56
6.2.3.	DISEÑOS.....	59

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.3-1 Diagrama de Planta Ensamble.	4
Figura 1.4-1 GOS.	5
Figura 1.4-2 HOE.	5
Figura 1.4-3 Composición de RANK "A" en planta ensamblé.	6
Figura 1.4-4 Evaluación de Ergonomía en SET COMPLET TUBE.	7
Figura 1.6-1 Organigrama de Kaizen en Planta Ensamble.	9
Figura 2.1-1 Kaizekuzen SET COMPLET TUBE.	11
Figura 2.1-2 Tubo PTR.	12
Figura 2.1-3 Perfil Angular.	12
Figura 2.1-4 Placa de acero.	13
Figura 2.1-5 Booster.	13
Figura 2.1-6 VÁLVULA DE MANO VHS40-04.	14
Figura 2.1-7 UNIDAD FRL (FILTRO-REGULADOR-LUBRICADOR) AW40-04CG.	15
Figura 2.1-8 Válvula solenoide.	15
Figura 2.1-9 Cilindro Guiado MGGMB100-500.	16
Figura 2.1-10 Motor neumático de doble sentido de giro.	17
Figura 2.1-11 PLC Mitsubishi serie FX.	17
Figura 2.1-12 Limit Switch.	18
Figura 2.1-13 Safety Rug (Allen-Bradley, 2020)	18
Figura 2.1-14 Relevado (GRAINGER México, 2000-2019).	19
Figura 2.1-15 Sensor difuso (SENTRONIC Automatización Ind).	20
Figura 3-1 Diagrama de Flujo.	22
Figura 3-2 Departamento de Kaizen Ensamble.	23
Figura 3-3 Oficinas del Departamento de Kaizen Ensamble.	24
Figura 3-4 Taller de Kaizen Ensamble.	24
Figura 3-5 Distribución del SET COMPLET TUBE.	25
Figura 3-6 Área de C1.	25
Figura 3-7 De izquierda a derecha son: el cuerpo, la carrera, el diámetro y el cabezal.	27
Figura 3-8 Guarda que sostiene a los cilindros guiados.	28
Figura 3-9 De izquierda a derecha y de arriba abajo: Portería, placas que unen plataforma con portería, placas que unen guarda con estructura angular, solera, tapete ergonómico y cajonera con botonera.	28
Figura 3-10 De izquierda a derecha: Placas que sostienen y unen a los cilindros guiados con la guarda, guarda frontal.	29
Figura 3-11 Base del Kaizekuzen.	29
Figura 3-12 Plataforma del Kaizekuzen.	30
Figura 3-13 Guarda que sostiene a los pistones.	30
Figura 3-14 Guarda modificada con la adición de la guarda lateral.	31
Figura 3-15 Portería que une el cabezal con los pistones.	31
Figura 3-16 Portería de vencimiento.	32
Figura 3-17 Placas.	32
Figura 3-18 Cilindro guiado MGGMB 100-500.	33
Figura 3-19 Tapete de seguridad.	34
Figura 3-20 Kaizekuzen aprobado por Seguridad Integral y Línea de Producción.	34
Figura 3-21 Placas.	35

Figura 3-22 Portería que une el cabezal con la plataforma.	35
Figura 3-23 Guarda que sostiene a los cilindros guiados.	36
Figura 3-24 Guarda.	36
Figura 3-25 Tapete de Seguridad.	37
Figura 3-26 Cilindro guiado MGGMB 100-500.	37
Figura 3-27 Técnico Javier Salas fabricando la guarda de seguridad.	38
Figura 3-28 Kaizekuzen sacado del taller por un montacargas.	39
Figura 3-29 Instalación del Booster.	39
Figura 3-30 Kaizekuzen montado en la línea.	39
Figura 3-31 Panel del PLC del Kaizekuzen.	40
Figura 3-32 Arreglo en programación escalera del PLC.	41
Figura 3-33 Diseño del banco.	42
Figura 3-34 Diseño del banco montado en la plataforma.	43
Figura 3-35 Diseño aprobado por Seguridad Integral y Línea de Producción.	44
Figura 3-36 Kaizekuzen montado en línea.	44
Figura 3-37 HRI del SET COMPLET TUBE.	45
Figura 4-1.1 Diseño del banco.	48
Figura 4.1-4 Kaizekuzen montado en línea.	50

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. HISTORIA

La empresa NISSAN MEXICANA es una marca automotriz muy querida por la sociedad mexicana y la cual ha tenido mucha presencia históricamente. Algunas fechas importantes de NISSAN MEXICANA con nuestro país son:

- **1933:** Jidosh Seizo Co; Ltd se establece en Japón como productora y distribuidora de parte y autos Datsun.
- **1934:** La compañía se consolida y toma el nombre de Nissan Motor Co; Ltd.
- **1959:** Nissan Motor Co; Llega a México como distribuidora de autos de marca Datsun.
- **1961:** Se constituye Nissan Mexicana S.A. de C.V.
- **1966:** Inicia operaciones la planta de Cuernavaca, la primera planta de Nissan establecida fuera de Japón. En ese año se produce el primer automóvil mexicano, el Datsun Sedan Bluebird.
- **1975:** Nissan Mexicana es pionera al establecer el primer laboratorio de pruebas de gases contaminantes de vehículos.
- **1982:** Inicia operaciones la planta de Aguascalientes con una inversión conjunta empresa-proveedores de \$1300 millones de dólares.
- **2007:** Nissan Mexicana empieza a exportar sus vehículos a Europa.
- **2011:** Nissan cumple 50 años en México.
- **2013:** Nissan anuncia el inicio de producción en Cuernavaca, Morelos de NV200 Taxi en exclusiva para la ciudad de Nueva York. La planta Nissan Mexicana Aguascalientes 2 inicia operaciones.
- **2014:** Se lanza al mercado mexicano el vehículo 100 por ciento eléctrico Nissan LEAF.

Anuncio de inversión entre la Alianza Renault-Nissan y Daimler para construir una nueva planta en Aguascalientes (COMPAS).

- **2015:** Nissan Mexicana alcanzar el hito de 500 mil vehículos producción con energías renovables..
- **2019:** NISSAN MEXICANA Planta Aguascalientes 2 empieza a producir el SENTRA 2020.

1.2. ANTECEDENTES

El proyecto se realizó en NISSAN MEXICANA S.A de C.V. planta Aguascalientes 2 donde se fabrica la séptima generación del NISSAN SENTRA para el mercado Estadounidense, Canadiense, Brasileño, Israelí y Mexicano (NISSAN, 2015). Dentro de la planta, el actual modelo se le conoce y ubica como L12F.

En noviembre del 2019 se dejará de producir el modelo L12F para dar paso al L21B el cual se dio a conocer al mercado Americano como NISSAN SENTRA 2020 y es su octava generación de este sedan (Shabot, 2020). Los primeros meses solo se fabricarán para el mercado Estadounidense y Canadiense ya que se planea que el 28 de enero del 2020 salga a la venta para Estados Unidos y en febrero para Canadá (NISSAN, Nissan announces Canadian pricing for the all-new 2020 Sentra, 2020).

1.3. COMPOSICION DE LA PLANTA

La planta Aguascalientes 2 está conformada por cuatro plantas que son estampado, carrocería, pintura y ensamble.

En planta ensamble donde se realizó el proyecto está conformada por las secciones TRIM & CHASSIS. La sección TRIM tiene cinco áreas que son T1 (TRIM 1), T2 (TRIM 2), T3 (TRIM 3), T4 (TRIM 4) y DL (DOOR LINE); mientras que la sección de CHASSIS tiene también cinco áreas las cuales son C1 (CHASSIS 1), C2 (CHASSIS 2), C3 (CHASSIS 3), C4 (CHASSIS 4) Y C5 (CHASSIS 5); su distribución se aprecia en la figura 1.3-1.

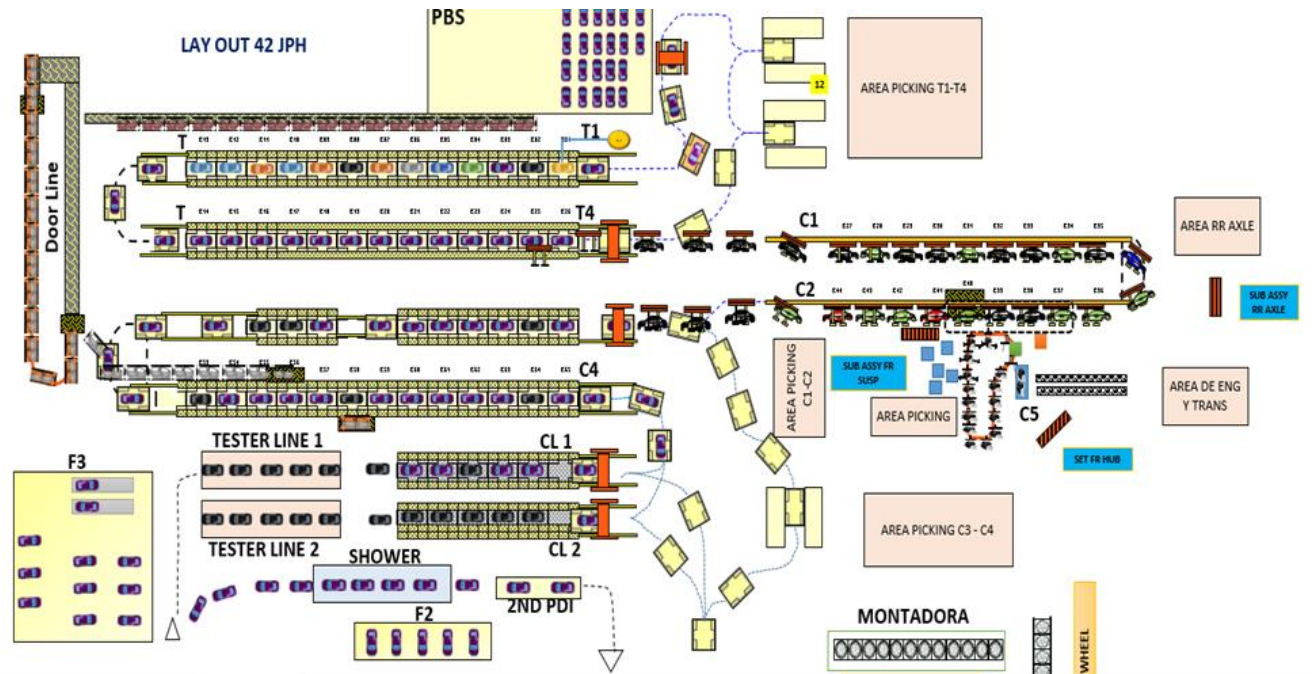


Figura 1.3-1 Diagrama de Planta Ensamble.

1.4. CARACTERISTICAS DE TRIM & CHASSIS

Tanto la sección de TRIM como de CHASSIS se componen por distribuciones (operaciones) las cuales para su correcto funcionamiento poseen:

- Hojas HOE, GOS y HRI.
- Indicadores Q.C.T.S (calidad, costo, tiempo y seguridad).
- Indicador de IMPORTANCIA.
- Paneles de visualización de la operación.
- POKA-YOKE (algunos casos)

1.4.1. HOE y GOS.

El modelo L12F tiene una manera de ensamblarse en la cual para realizarlo los operarios se basan en las HOE y GOS las cuales se aprecian en las figuras 1.4-1 y 1.4-2 respectivamente.

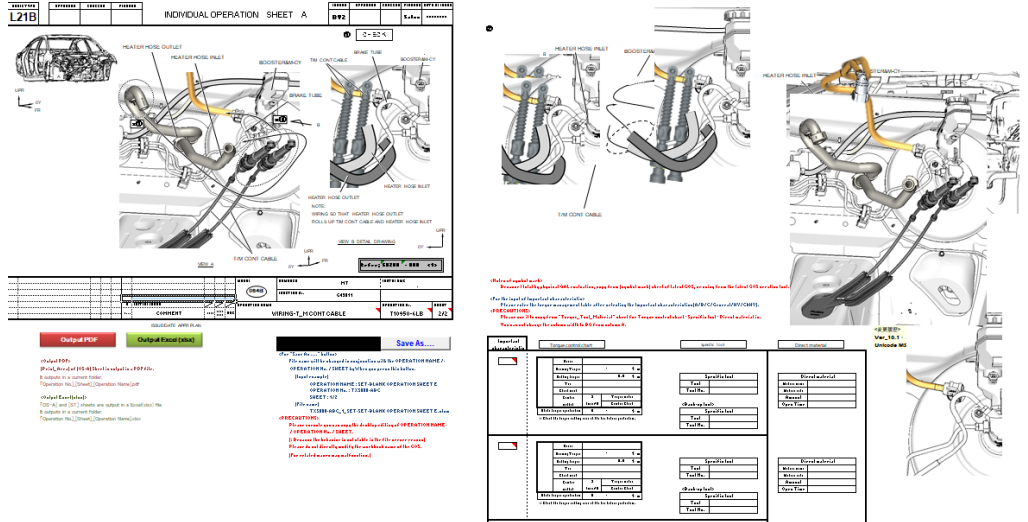


Figura 1.4-1 GOS.

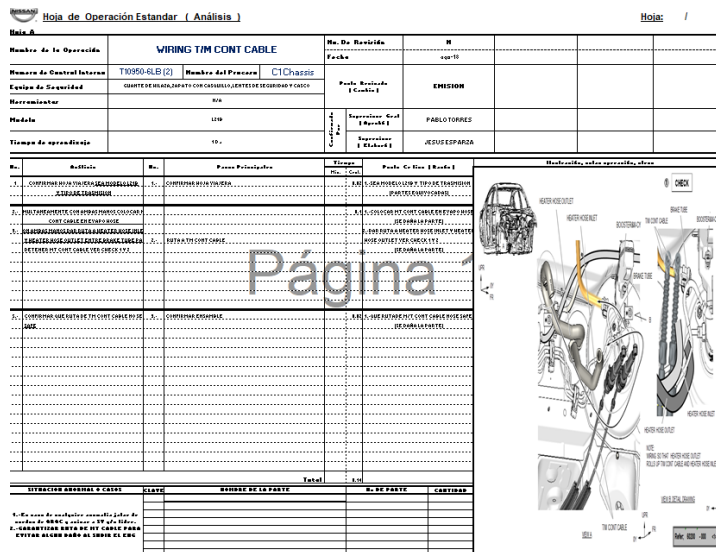


Figura 1.4-2 HOE.

1.4.2. INDICADORES QCTS

Debido a que el nuevo modelo L21B es diferente al L12F sus HOE y GOS cambiarán lo que ocasiona que la manera de ensamblarlo sea diferente y esto provoca que sus indicadores Q.C.T.S. cambien. Los indicadores Q.C.T.S son cuatro indicadores que hacen mención a su primera letra en inglés y son: *Quality, Cost, Time, Security*.

1.4.2.1. ERGONOMÍA

El indicador Security se compone por vario parámetros de evaluación; uno de ellos es la ergonomía la cual es la adecuación de la herramienta de trabajo al operador y mide el grado ergonómico.

Debido al nuevo modelo L21B, en planta ensamble se hizo un estudio para conocer que distribuciones permanecerán con el mismo grado ergonómico, cuales disminuyen y cuales aumentarán. Los resultados se muestran en la figura 1.4-3.

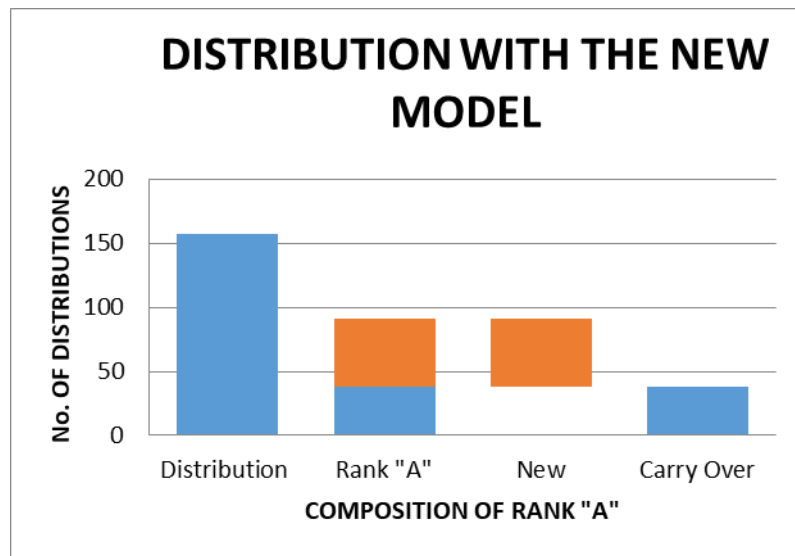


Figura 1.4-3 Composición de RANK "A" en planta ensamble.

1.4.2.1.1. RANK "A" y su evaluación

La ergonomía se mide mediante un indicador llamado "RANK" y su nivel se representa por las primeras cuatro letras del abecedario que son:

- A: El proceso tiene que ser modificado en cuestión, dado que puede generar lesión muscular en corto plazo.
- B: En el proceso no puede estar una persona con capacidades físicas decadentes, ni una persona de sexo femenino.
- C: El proceso se conoce como "*FRIENDLY OPERATION*" para cualquier persona que no tenga alguna discapacidad.
- D: El proceso puede trabajarlo una persona con alguna discapacidad acorde a las necesidades de la operación.

El tipo de RANK ya sea A, B, C o D se determina a través de un análisis de la operación en la que se toma por un lado el esfuerzo y por otro la postura como se muestra a continuación en la figura 1.4-4.

PRIMER PASO: DEL VIDEO DE SERIO TOMAR CADA UNO UNA MUESTRA DE LA POSTURA QUE SE ENCONTRÓ Y REFLEJARLA EN LA POSTURA QUE MÁS SE LE PAREZCA DE LAS QUE SE ENCONTRAN EN EL TOMADO DE "ANÁLISIS POSTURAL". COLOCAR EL PORCENTAJE DE CADA NIVEL Y SEGÚN LA NORMA DE LA POSTURA TACHAR EL NIVEL QUE CORRESPONDA.

NIVEL 3			NIVEL 4				NIVEL 5										
PARADO SENTADO	CAMBIANDO	%	DOBLADO > 90° O CON SOPORTE > 90°	SENTADO + INCLINADO BLANDO > 30°	TORCIDO > 60°	MANOS ENTRE HOMBROS Y PARTE ALTA DE LA CABEZA	ARRIBA VISO ABAJO > 30cm	1 HIERTE PUEBONA 2 BURECA 3 BURECA 4 FRIJON DE LOS OJOS 5 GOLPEO REPERTEDO	%	DOBLADO AL FRENTE O A LOS LADOS > 60°	ARROJADO O EN OJUELLAS	GIRO > 90° O TORCIDO + DOBLADO	INCLINADO HACIA ATRÁS	MANOS ARRIBA DE LA CAMEJA	CAMBIADO HACIA ATRÁS	CUELLO DOBLADO	%
		35						8									7
		N3						N4								N5	

SEGUNDO PASO: (PASOS CICLONIA (MVP) - PASOS ACUMULADOS) 315,967

NIVEL 3

NOMBRE DE LA OPERACIÓN: *Set Complectube*

PROCESO: *Benito R. 20*

OPERADOR ENTREVISTADO: *Benito R. 20*

COMENTARIOS DEL ANÁLISIS: ROTACIÓN 335 FRECUENCIA 87

INGRESO

TERCER Y CUARTO PASO:

1- VER LA OPERACIÓN DETENIDAMENTE Y DETECTAR POSIBLE LESIÓN

2- COLOCAR CON AMARILLO O ROJO SEGÚN CORRESPONDA EL ÁREA CON MAYOR RIESGO SEGÚN TE PAREZCA.

3- PREGUNTARLE AL OPERADOR SEGÚN SU PERCEPCIÓN DEL 1 AL 10 SIENDO UNA MOLESTIA Y 10 UN DOLOR INTENSO "¿CUÁNTO LE DUELE Y EN DONDE LE DUELE AL OPERADOR?"

4- SI ES NECESARIO HACER ANOTACIONES SEGÚN LO QUE OBSERVE O LE COMENTE EL OPERADOR EN LA PARTE DEL CUERPO QUE LE CORRESPONDA.

QUINTO PASO:

(.21) - Op. 35 = 7.04 T/F

ANÁLISIS DE ESFUERZO

	PESO DE PIEZA 1	PESO DE PIEZA 2	PESO DE PIEZA 3	PESO DE PIEZA 4	FREQ.	V.P.	ESFUERZO ACUMULADA	NIVEL DE ESFUERZO
CARGA	Comp 4 Kg	/	/	/	1	385	1,540	2
TORQUE	1.6 B KgF	/	/	/	4	385	11.7	5
EMPUJE Y JALE	/	/	/	/	/	/	/	/

FORMULA PARA EL TIEMPO DE LA POSTURA EN SELECCIONADA O DEL NIVEL DE POSTURA SELECCIONADA:

$2.94 T/F$

TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE LA POSTURA SELECCIONADA O DEL NIVEL DE POSTURA SELECCIONADA:

FORMULA DE ESFUERZO ACUMULADO:

$(P1*FREQ1.P) + (P2*FREQ2.P) + (P3*FREQ3.P) + (P4*FREQ4.P) + (P5*FREQ5.P) + (P6*FREQ6.P) + (P7*FREQ7.P) + (P8*FREQ8.P) + (P9*FREQ9.P) + (P10*FREQ10.P) + (P11*FREQ11.P) + (P12*FREQ12.P) + (P13*FREQ13.P) + (P14*FREQ14.P) + (P15*FREQ15.P) + (P16*FREQ16.P) + (P17*FREQ17.P) + (P18*FREQ18.P) + (P19*FREQ19.P) + (P20*FREQ20.P) + (P21*FREQ21.P) + (P22*FREQ22.P) + (P23*FREQ23.P) + (P24*FREQ24.P) + (P25*FREQ25.P) + (P26*FREQ26.P) + (P27*FREQ27.P) + (P28*FREQ28.P) + (P29*FREQ29.P) + (P30*FREQ30.P) + (P31*FREQ31.P) + (P32*FREQ32.P) + (P33*FREQ33.P) + (P34*FREQ34.P) + (P35*FREQ35.P) + (P36*FREQ36.P) + (P37*FREQ37.P) + (P38*FREQ38.P) + (P39*FREQ39.P) + (P40*FREQ40.P) + (P41*FREQ41.P) + (P42*FREQ42.P) + (P43*FREQ43.P) + (P44*FREQ44.P) + (P45*FREQ45.P) + (P46*FREQ46.P) + (P47*FREQ47.P) + (P48*FREQ48.P) + (P49*FREQ49.P) + (P50*FREQ50.P) + (P51*FREQ51.P) + (P52*FREQ52.P) + (P53*FREQ53.P) + (P54*FREQ54.P) + (P55*FREQ55.P) + (P56*FREQ56.P) + (P57*FREQ57.P) + (P58*FREQ58.P) + (P59*FREQ59.P) + (P60*FREQ60.P) + (P61*FREQ61.P) + (P62*FREQ62.P) + (P63*FREQ63.P) + (P64*FREQ64.P) + (P65*FREQ65.P) + (P66*FREQ66.P) + (P67*FREQ67.P) + (P68*FREQ68.P) + (P69*FREQ69.P) + (P70*FREQ70.P) + (P71*FREQ71.P) + (P72*FREQ72.P) + (P73*FREQ73.P) + (P74*FREQ74.P) + (P75*FREQ75.P) + (P76*FREQ76.P) + (P77*FREQ77.P) + (P78*FREQ78.P) + (P79*FREQ79.P) + (P80*FREQ80.P) + (P81*FREQ81.P) + (P82*FREQ82.P) + (P83*FREQ83.P) + (P84*FREQ84.P) + (P85*FREQ85.P) + (P86*FREQ86.P) + (P87*FREQ87.P) + (P88*FREQ88.P) + (P89*FREQ89.P) + (P90*FREQ90.P) + (P91*FREQ91.P) + (P92*FREQ92.P) + (P93*FREQ93.P) + (P94*FREQ94.P) + (P95*FREQ95.P) + (P96*FREQ96.P) + (P97*FREQ97.P) + (P98*FREQ98.P) + (P99*FREQ99.P) + (P100*FREQ100.P)$

ANÁLISIS MUSCULO ESQUELÉTICO & VOZ DEL OPERADOR

ANÁLISIS DE LA VOZ DEL OPERADOR

NIVEL	JUICIO
1-4	BUENO
5-7	REGULAR
8-10	MALO

SEXTO PASO:

NIVEL POSTURA

NIVEL	1-3	4	5
1	D	B	A
2	D	B	A
3	C	B	A
4	B	A	A
5	A	A	A

ESFUERZO

JUICIO ERGONÓMICO

Rango	Explicación
A	Mala: El proceso tiene que ser modificado en cuestión, dato que puede generar lesión muscular en corto plazo.
B	Regular: En este proceso no puede estar una persona con capacidades físicas decedentes, ni una persona de sexo femenino.
C	Recomendado: Este proceso es llamado "Friendly Operation" pero cualquier persona que no tenga alguna discapacidad.
D	Universal: En este proceso puede trabajar una persona con alguna discapacidad acorde a las necesidades de la operación.

1- SELECCIONAR DEL ANÁLISIS DE POSTURA EL NIVEL MÁS CRÍTICO Y TACHAR EN EL "JUICIO ERGONÓMICO".

2- SELECCIONAR DEL ANÁLISIS DE ESFUERZO EL NIVEL MÁS CRÍTICO Y TACHAR EN EL "JUICIO DE ERGONOMÍA".

3- TACHAR A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE POSTURA Y ESFUERZO Y TACHAR EL RANK ERGONÓMICO QUE CORRESPONDA EN EL "JUICIO ERGONÓMICO".

Figura 1.4-4 Evaluación de Ergonomía en SET COMPLET TUBE.

En planta ensamble se agregan 12 distribuciones para el modelo L21B dando un total de 157 de las cuales 91 son RANK "A" lo cual significa que pueden lesionar al trabajador en un lapso corto o inmediato a su realización.

1.4.3. INDICADOR DE IMPORTANTE

Las distribuciones cuentan con un indicador fijo que determina el grado de importancia que tiene. Estos indicadores se clasifican mediante la palabra “IMPORTANTE” seguida de una de las primeras letras del abecedario y estas determinan el grado de importancia. Su clasificación se muestra a continuación:

- IMPORTANTE “A”: Operación crítica que genera la muerte del cliente.
- IMPORTANTE “B”: Operación que puede generar la muerte del cliente.
- IMPORTANTE “C”: Operación que representa un riesgo al cliente.

1.4.4. POKA-YOKE

Es una palabra de origen japonés cuyo significado es: a prueba de errores. Es un sistema simple y sencillo que hace que no se cometan errores al realizar una operación haciendo que sea evidente el error que se está cometiendo y a la vez imposibilitando a que se continúe haciéndolo.

1.5. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolló en C1 en la distribución catalogada como SET COMPLET TUBE la cual se considera como operación IMPORTANTE “A” y tiene un RANK “A”. Esta distribución está compuesta por un KAIZEKUZEN que es una palabra japonesa y significa “BARCO PIRATA”; éste es un facilitador de la operación para que al operario se le haga más amigable realizarla. Para este caso en particular es una estructura móvil que sigue el desplazamiento del auto en la línea de ensamble a una distancia establecida. El operador decide en que punto de esa distancia lo elevará a una altura determinada para poder realizar el ensamble.

1.6. ORGANIGRAMA

En la figura 1.6-1 se muestra el organigrama de *Kaizen* en planta ensamble.

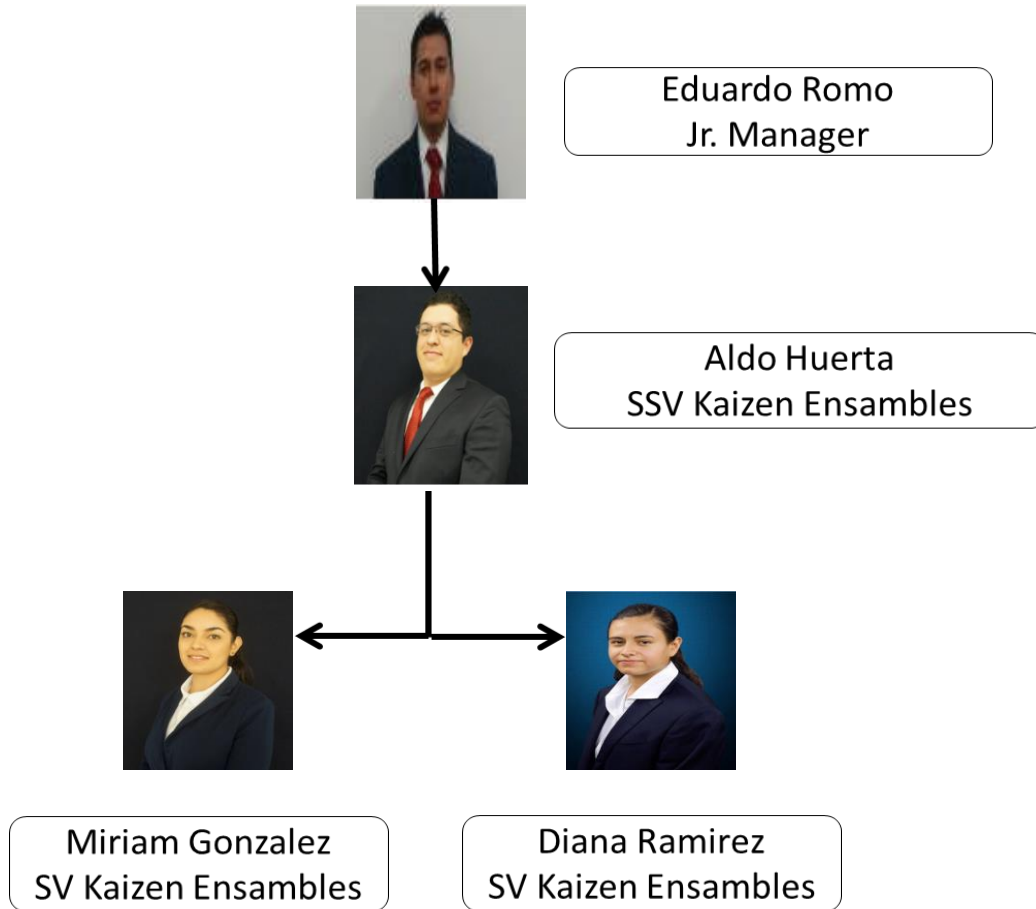


Figura 1.6-1 Organigrama de Kaizen en Planta Ensamble.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. KAIZEKUZEN

Palabra japonesa que significa “BARCO PIRATA” y es un facilitador de la operación para que al operario se le haga más amigable realizarla. Para esta distribución hace referencia a una estructura móvil que sigue el desplazamiento del carro durante una distancia establecida y además el operario decide en que punto de esa distancia lo eleva para poder realizar un ensamble dentro del área del motor. En la figura 2.1-1 se muestra el *Kaizekuzen*.



Figura 2.1-1 Kaizekuzen SET COMPLET TUBE.

El *Kaizekuzen* está compuesto por varios elementos que hacen que pueda desempeñar las funciones por la cual fue construido. A continuación se menciona la parte estructural, neumática y electrónica con la está constituido el *Kaizekuzen* desarrollado.

2.1.1. ESTRUCTURAL

2.1.1.1. TUBO PTR

El tubo PTR (Perfil Tubular Rectangular) es una barra hueca de diferentes espesores y dimensiones, fabricado de acero al carbón y es utilizado normalmente para armar estructuras (FORTACERO, 2019). En la figura 2.1-2 se aprecia.

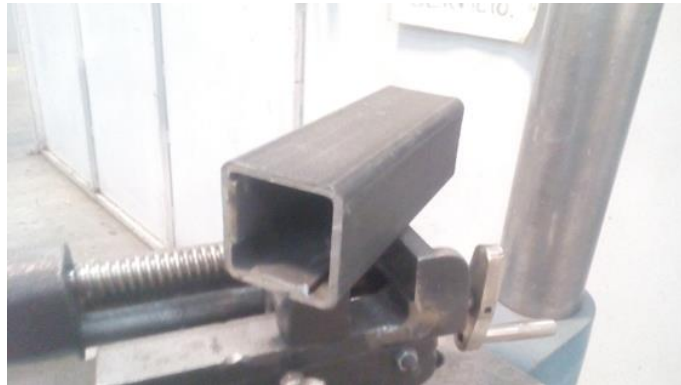


Figura 2.1-2 Tubo PTR.

2.1.1.2. PERFIL ANGULAR

El ángulo es un perfil en forma de "L" usado en elementos estructurales, reparación y fabricación. Se puede encontrar ángulos de acero, aluminio e inoxidables (SteelMart MERCADO DEL ACERO, 2020) . En el presente proyecto se utilizó ángulo de acero. En la figura 2.1-3 se muestra.



Figura 2.1-3 Perfil Angular.

2.1.1.3. PLACA DE ACERO

En una hoja de grosor variable constituido de acero al carbón y la cual es usada en la industria de fabricación (METALIUM, 2013). Se aprecia en la figura 2.1-4 la utilizada en el proyecto.



Figura 2.1-4 Placa de acero.

2.1.2. NEUMÁTICA

2.1.2.1. BOOSTER REULATOR VBA40A-04GN CON TANQUE

Aumenta la potencia de un actuador y mantiene un flujo constante de Presión además de proteger equipos descendentes de variaciones de presión (RS). En la figura 2.1-5 se aprecia el utilizado en el proyecto.



Figura 2.1-5 Booster.

2.1.2.2. VÁLVULA DE MANO VHS40-04

Válvula de bloque de 3 puertos – 2 posiciones el cual es totalmente abierto o totalmente cerrado. Este modelo de válvula maneja una presión de 0.1 a 1 MPa (SMC). En la figura 2.1-6 se aprecia la válvula utilizada.



Figura 2.1-6 VÁLVULA DE MANO VHS40-04.

2.1.2.3. UNIDAD FRL (FILTRO-REGULADOR-LUBRICADOR) AW40-04CG

Para este *Kaizekuzen* se implementó una variante de la unidad FRL en el cual el filtro y el regulador van en una sola unidad y no por separado (smc, 2009) . Las funciones de esta unidad para el *Kaizekuzen* son:

- Filtrar las impurezas que puedan venir en el aire comprimido.
- Regula la presión que se desea pasar y lubricar equipos neumáticos.

En la figura 2.1-7 se muestra la unidad FRL implementada.



Figura 2.1-7 UNIDAD FRL (FILTRO-REGULADOR-LUBRICADOR) AW40-04CG.

2.1.2.4. VÁLVULA SOLENOIDE VFS4300-5FZ

Es una válvula solenoide de 5 puertos-3 posiciones, centro cerrado (SMC). Su funcionamiento se describe de la siguiente manera: Cuando se encuentra en la posición central se encuentra completamente cerrada, si se desplaza a la izquierda una de sus dos terminales actúan como suministrador mientras que la otra como receptor, si se pasa a la derecha la válvula que actuaba como suministrador ahora pasara a ser receptor y la que se encontraba como receptor pasara a ser suministrador. Este tipo de válvula cumple con el requerimiento para el manejo de los cilindros guiados ya que se puede parar en cualquier momento que se requiera y permanecerán en esa posición. Se muestra en la figura 2.1-8 la válvula implementada.

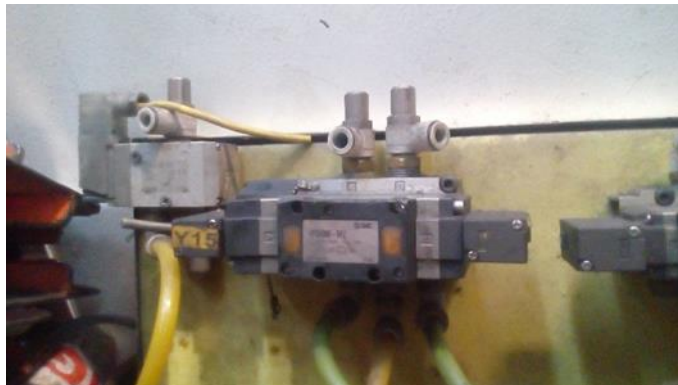


Figura 2.1-8 Válvula solenoide.

2.1.2.5. CILINDRO GUIADO MGGMB100-500

Estos cilindros guiados se componen de dos elementos que son el cuerpo y el cilindro. Para el modelo que se utilizó, el diámetro del cilindro es de 100 mm, con una carrera (desplazamiento) de 500mm. Se alimenta de las válvulas solenoides. En la figura 2.1-9 se expone el cilindro guiado utilizado para el proyecto.



Figura 2.1-9 Cilindro Guiado MGGMB100-500.

2.1.2.6. MOTOR NEUMÁTICO DE DOBLE SENTIDO DE GIRO

Es un motor de paletas que necesita estar lubricado en todo momento por lo cual la unidad FRL lo alimenta. El motor es de doble giro para que pueda desplazarse tanto para adelante como para atrás. En la figura 2.1-10 se muestra.



Figura 2.1-10 Motor neumático de doble sentido de giro.

2.1.3. ELECTRÓNICA

2.1.3.1. PLC MITSUBISHI SERIE FX

Este PLC ofrece catorce entradas las cuales son X0, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X10, X11, X12, X13, X14, X15 y diez salidas que son Y0, Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y10, Y11. Los PLCs de la familia FX de MELSEC incorporan unidad de alimentación, CPU y E/S digitales en una unidad compacta. Con sus posibilidades de extensión con entradas y salidas digitales y analógicas, posicionamiento y conexión a redes (MITSUBISHI ELECTRIC Changes for Better). En la figura 2.1-11 se expone el PLC utilizado.



Figura 2.1-11 PLC Mitsubishi serie FX.

2.1.3.2. LIMIT SWITCH

Sensor electromagnético que se muestra en la figura 2.1-12. Manda señales binarias. Se compone de un cabezal, un cuerpo de interruptor, un bloqueo de contacto y una base.



Figura 2.1-12 Limit Switch.

2.1.3.3. SAFETY RUG

Sensor compuesto de dos placas sensibles a la presión, diseñado para detectar la presencia de una persona (Allen-Bradley, 2020). En la figura 2.1-13 se muestra el Safety Rug utilizado.

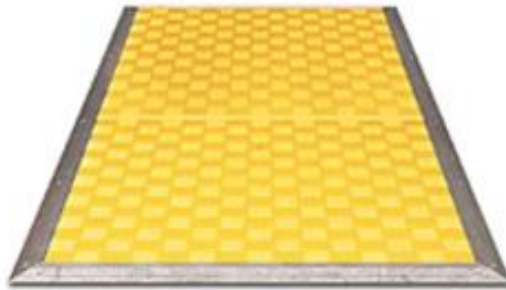


Figura 2.1-13 Safety Rug (Allen-Bradley, 2020) .

2.1.3.4. RELEVADOR

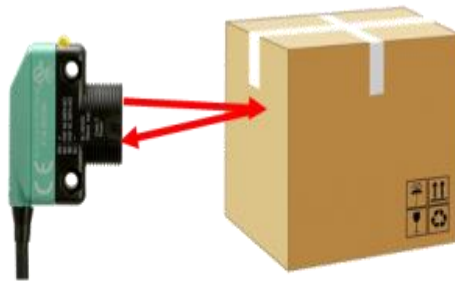
Interruptor que cuenta con una bobina en su interior al momento de ser energizada crea un campo magnético el cual genera la conmutación de normalmente cerrado a abierto o viceversa. En la Figura 2.1-14 se muestra un relevador.



Figura 2.1-14 Relevado (GRAINGER México, 2000-2019).

2.1.3.5. SENSOR FOTOELÉCTRICO

Son sensores que detectan la presencia de un objeto sin la necesidad de que haya un contacto físico entre ellos. Dependiendo del modelo del sensor emiten una luz ya sea infrarroja, roja o laser hacia su objetivo haciendo que este refleje la misma hacia el sensor haciendo que este emita una señal en su salida. Existen tres tipos de sensores que son: emisor-receptor, retrorreflectante y difuso. Para este proyecto se utilizó el sensor difuso el cual refleja la luz de vuelta al sensor (BALLUFF, 2020). En la figura 21.1-15 se muestra un sensor difuso y su funcionamiento.



- Modo Difuso

Figura 2.1-15 Sensor difuso (SENTRONIC Automatización Ind).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3. DIAGRAMA DE FLUJO

En la figura 3-1 se muestra los pasos que se siguieron para el desarrollo de la solución.

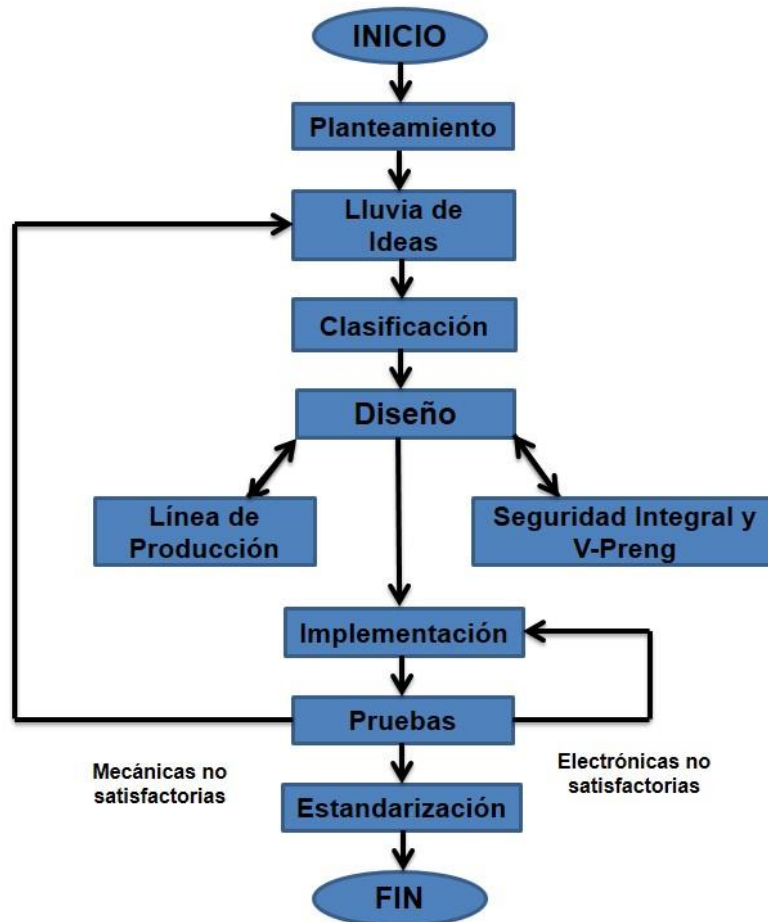


Figura 3-1 Diagrama de Flujo.

3.1. LUGAR DE TRABAJO

En la segunda semana se mostró el departamento de *Kaizen* (figura 3-2) en el cual se encuentra la oficina donde se realizó el diseño y la liberación (figura 3-3) y el taller donde se fabricó el *Kaizekuzen* (figura 3-4). Se presentó a todo el personal que comprende *Kaizen* ensamble que es dirigido por el supervisor general Aldo Huerta seguido de las supervisoras Miriam Gonzales y Diana Ruiz; los técnicos Javier Salas, Gerardo Navarro, Gerardo Lozoya, Manuel Regalado, Refugio Ramírez y Francisco Gerardo; al proveedor SAU y su encargado Ricardo Montoya que trabaja en colaboración con *Kaizen*. Se dio un recorrido por todas las áreas donde *Kaizen* está a cargo dentro de planta ensamble como los equipos que ha implementado.



Figura 3-2 Departamento de Kaizen Ensamble.



Figura 3-3 Oficinas del Departamento de Kaizen Ensamble.



Figura 3-4 Taller de Kaizen Ensamble.

3.2. PLANTEAMIENTO

En la semana cuatro se fue a la distribución del *SET COMLET TUBE* (figura 3-5) en el área de C1 (figura 3-6) para mostrar la operación con el modelo L12F y exponer los problemas que se presentaran con el nuevo modelo L21B los cuales son:

- La altura que entrega el *Kaizekuzen*.
- El RANK "A" que tiene la operación.
- El riesgo de atrapamiento.
- Poca seguridad al operario.



Figura 3-5 Distribución del SET COMPLET TUBE.



Figura 3-6 Área de C1.

3.3. LLUVIA DE IDEAS

Durante cuatro semanas se observó la operación donde se proponían y analizaban las ideas con la supervisora Miriam Ruiz y con Javier Salas, se fueron desechando ideas hasta que se logró obtener una solución viable y eficaz, que estuviera apegada estrechamente a la seguridad del operario.

Un extracto de las ideas que se obtuvieron son:

- Hacer una fosa para meter unos pistones bajo la plataforma.
- Poner unos pistones adicionales al tapete.
- Mover la ubicación de los pistones.

3.4. CLASIFICACIÓN

Las razones por la que no prosperaron las ideas mencionadas anteriormente fueron:

- Primera ideas: Fue desechada debido a que no era viable hacer una fosa por falta de recursos, además de que implicaría tiempo y no se podría hacer esa operación.
- Segunda idea: No fue aceptada debido a que no había espacio donde colocar los pistones. Además, representaría un riesgo al operador ya que se tendría que aumentar la altura de la plataforma con respecto al suelo lo que sería un peligro.
- Tercera idea: No prospero debido a la distribución del peso en la plataforma y la inestabilidad que esta podía generar..

3.4.1. SELECCIÓN

Se concluyó en la semana siete con una idea que fue aprobada por Miriam González que conllevaría a cambiar los siguientes puntos:

- Las dimensiones del cilindro guiado que serían:
 - La carrera.
 - El diámetro del cilindro.
 - EL cabezal.
 - Las dimensiones del cuerpo.

- La guarda que sostiene a los cilindros guiados.
- Las porterías que van del cabezal de los cilindros guiados a la plataforma.
- Las placas que unen la plataforma con las porterías.
- Las placas que unen la guarda de los pistones con la estructura angular del *Kaizekuzen*.
- La solera.
- El tapete ergonómico.
- La cajonera.
- La botonera.
- Las placas que sostienen a los pistones.
- La guarda frontal.
- Portería contra vencimiento de la guarda que sostiene a los pistones.

En las figuras de la 3-7 a 3-10 se aprecian las modificaciones que van en orden empezando por los pistones guiados.



Figura 3-7 De izquierda a derecha son: el cuerpo, la carrera, el diámetro y el cabezal.



Figura 3-8 Guarda que sostiene a los cilindros guiados.



Figura 3-9 De izquierda a derecha y de arriba abajo: Portería, placas que unen plataforma con portería, placas que unen guarda con estructura angular, solera, tapete ergonómico y cajonera con botonera.



Figura 3-10 De izquierda a derecha: Placas que sostienen y unen a los cilindros guiados con la guarda, guarda frontal.

3.5. DISEÑO

Se fue al área donde se ubica el *Kaizekuzen* del SET COMPLET TUBE para sacar sus medidas y hacer los diseños en SOLIDWORKS. Se empezó por su estructura base el cual se compone por hierro angular; donde se midió el largo y ancho. En la figura 3-11 se muestra el diseño.

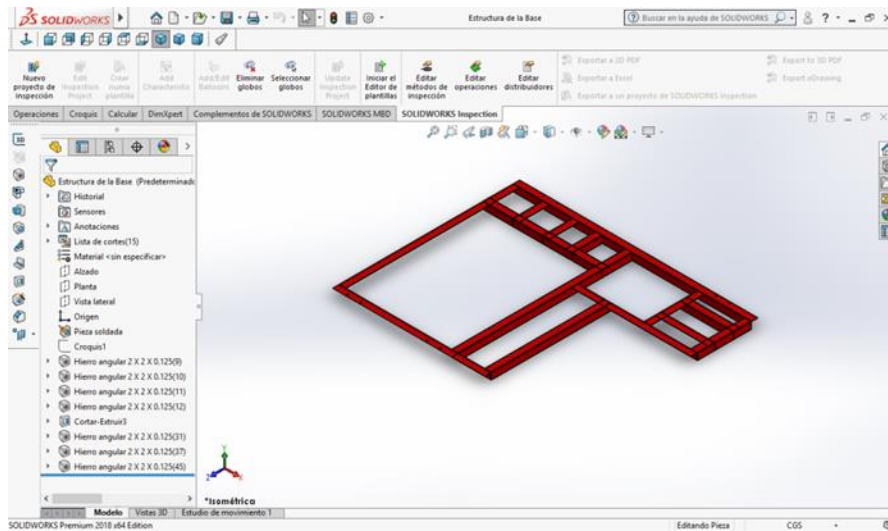


Figura 3-11 Base del Kaizekuzen.

Del mismo modo, se tomaron el ancho, largo y profundidad de la plataforma. El diseño se muestra en la figura 3-12.

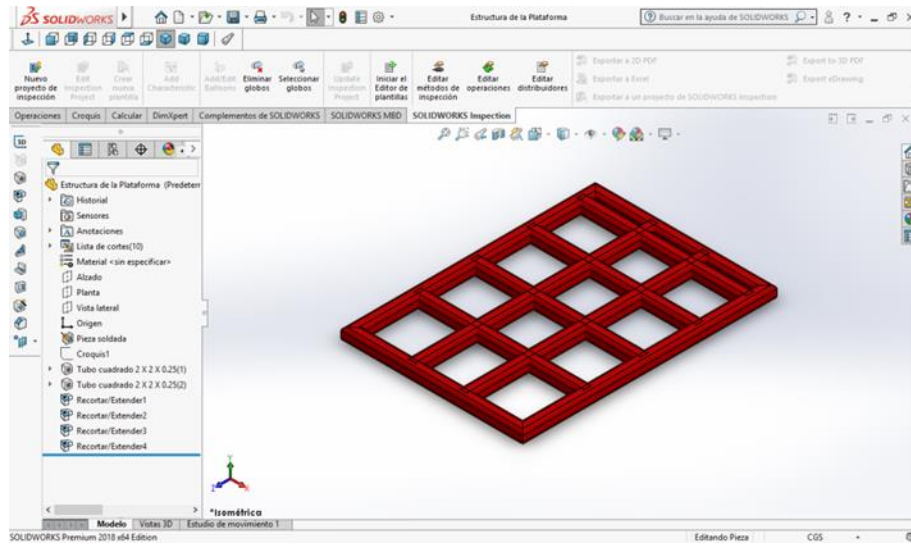


Figura 3-12 Plataforma del Kaizekuzen.

En la figura 3-13 se muestra el diseño de la guarda de los pistones.

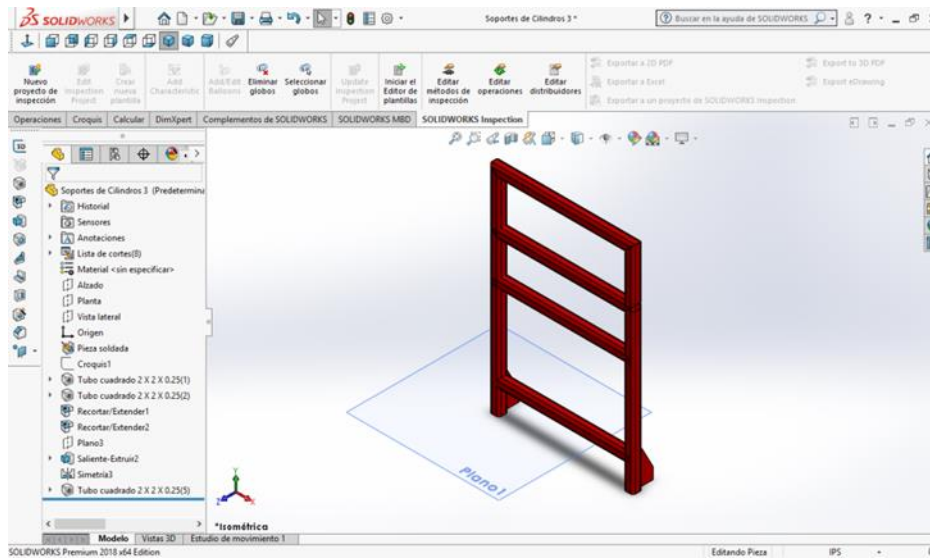


Figura 3-13 Guarda que sostiene a los pistones.

Se diseñó la guarda de seguridad añadiendo una extensión en la latera de la misma. Su diseño se muestra en la figura 3-14.

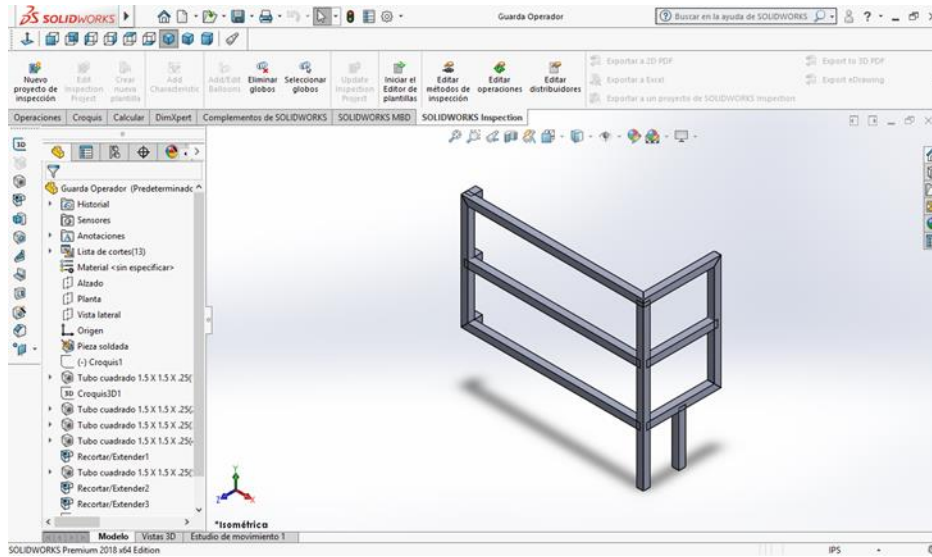


Figura 3-14 Guarda modificada con la adición de la guarda lateral.

En la figura 3-15 muestra el diseño de las porterías que unen la cabeza de los pistones con la plataforma, mientras que en la figura 3-16 se muestra la portería de vencimiento la cual se encuentra entre los dos pistones.

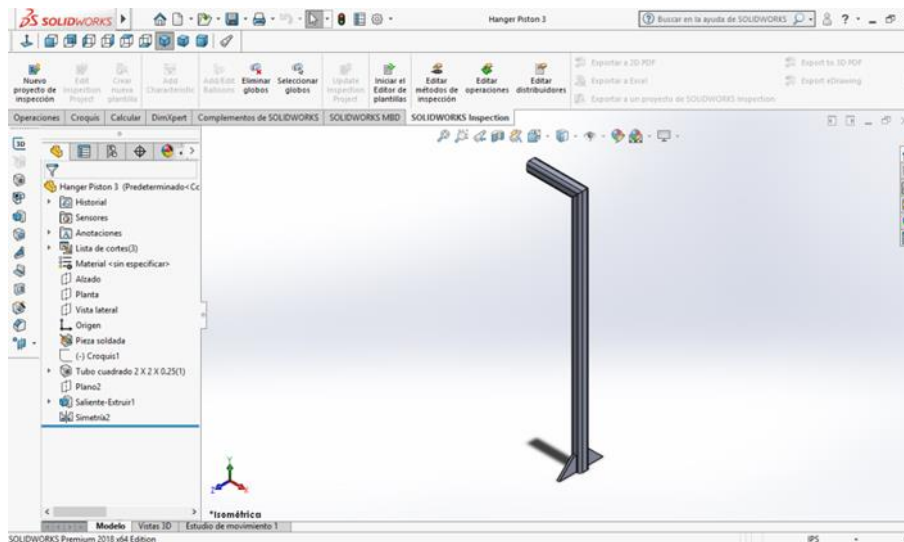


Figura 3-15 Portería que une el cabezal con los pistones.

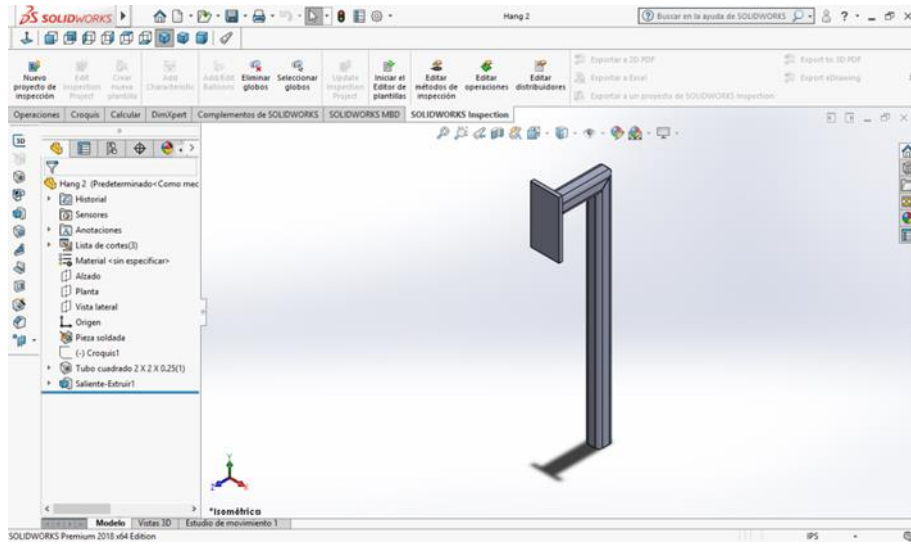


Figura 3-16 Portería de vencimiento.

En la figura 3-17 se muestran los diseños de las placas que unen el cabezal con las porterías, las porterías con la plataforma y la guarda de los cilindros guiados con la estructura angular.

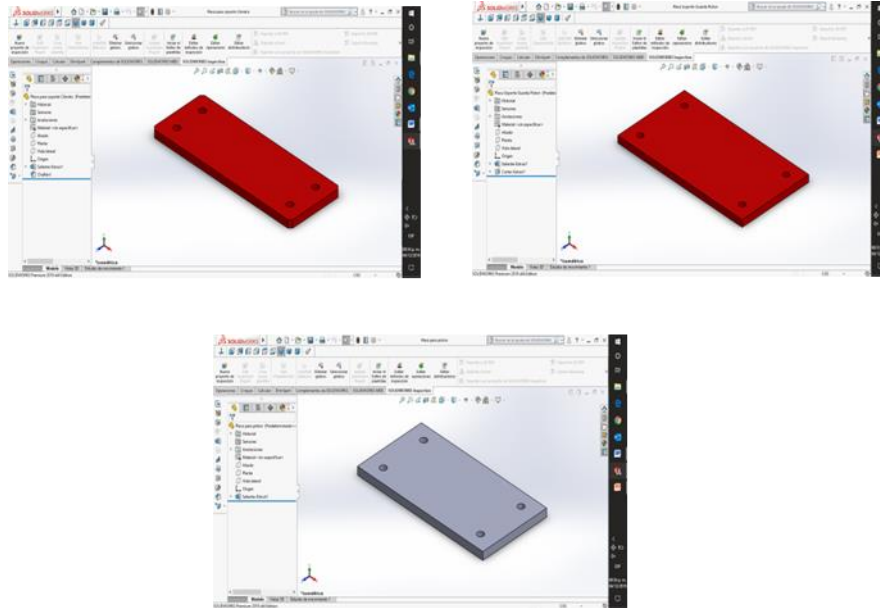


Figura 3-17 Placas.

Al determinarse el cambio de los cilindros guiados de 63mm a 100mm se modificaron las dimensiones en donde iban sujetas por lo que se descargó la librería de la página SMC de los pistones MGGMB100-500 para introducirlos en el diseño. En la figura 3-18 se muestra el diseño del cilindro mencionado.

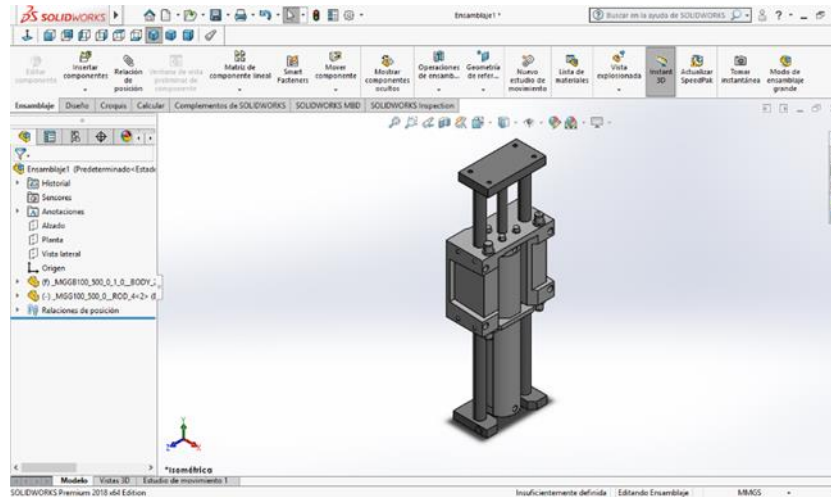


Figura 3-18 Cilindro guiado MGGMB 100-500.

3.5.1. SEGURIDAD INTEGRAL Y V-PRENG

Una vez terminadas las partes diseñadas se empezó a hacer el ensamble en SOLIDWORKS para presentarlo con Sergio Murillo de seguridad integral y Oscar Jiménez de V-Preng para un *feedback* o su aprobación. Después de haberse hecho la presentación se determinó la adición de un tapete de seguridad ya que la Norma Oficial Mexicana (NOM) establece que después de 50 cm de altura se necesita una protección para el trabajador. Se diseñó un tapete con las especificaciones que señaló Seguridad Integral y V-Preng. En la figura 3-19 se muestra el diseño.

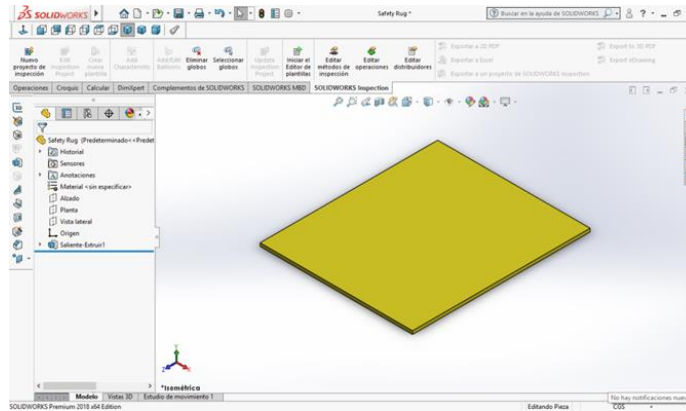


Figura 3-19 Tapete de seguridad.

El tapete de seguridad se ensambló con el Kaizekuzen que ya se tenía para presentarlo a Seguridad Integral y V-Preng los cuales lo aprobó.

3.5.2. LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Una vez aprobado el diseño por Sergio Murillo se presentó a los jefes de grupo A, B y C de C1 donde no presentaron ninguna objeción y lo aprobaron. En la figura 3-20 se muestra el diseño aprobado por Sergio Murillo, V-PRENG y Línea de Producción.

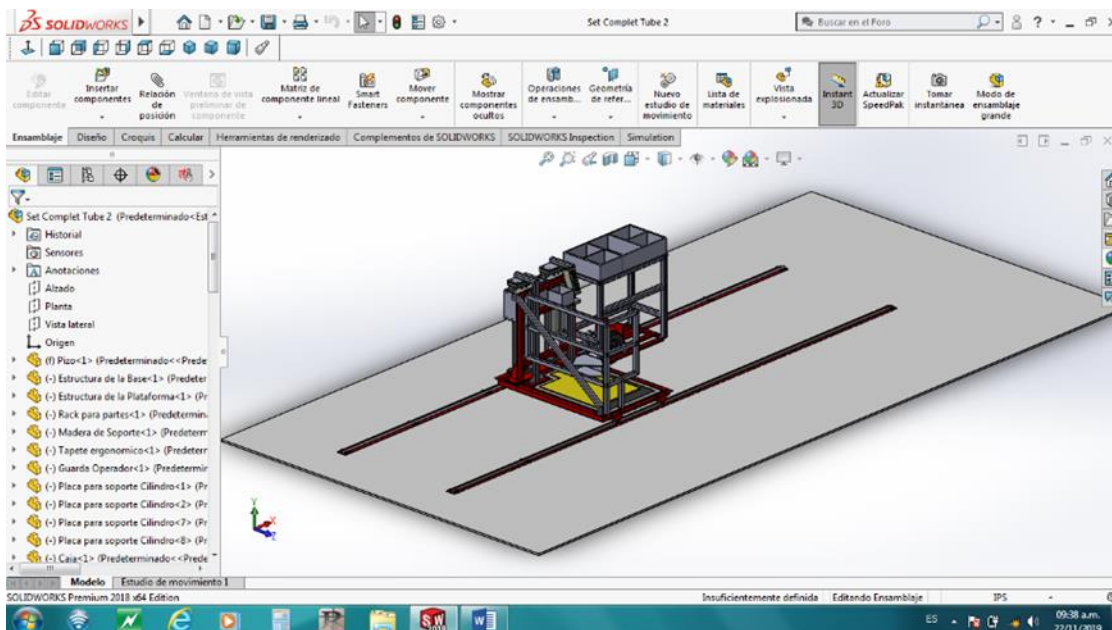


Figura 3-20 Kaizekuzen aprobado por Seguridad Integral y Línea de Producción.

3.6. IMPLEMENTACIÓN

Una vez tenido los diseños se pasaron al técnico Javier Salas para su elaboración. En la figura 3-21 se muestran de derecha a izquierda las placas que unen el cabezal con las porterías, las porterías con la plataforma y la guarda de los cilindros guiados con la estructura angular.



Figura 3-21 Placas.

También, en la figura 3-22 se muestra la portería que une el cabezal del cilindro guiado con la plataforma.



Figura 3-22 Portería que une el cabezal con la plataforma.

En la figura 3-23 se observa la guarda que sostiene a los cilindros guiados.



Figura 3-23 Guarda que sostiene a los cilindros guiados.

Al igual, en la figura 3-24 se muestra la guarda que protege al operador.



Figura 3-24 Guarda.

En las figura 3-25 se ve el tapete de seguridad que se utilizó y en la figura 3-26 EL modelo de los cilindros guiados que se implementaron.

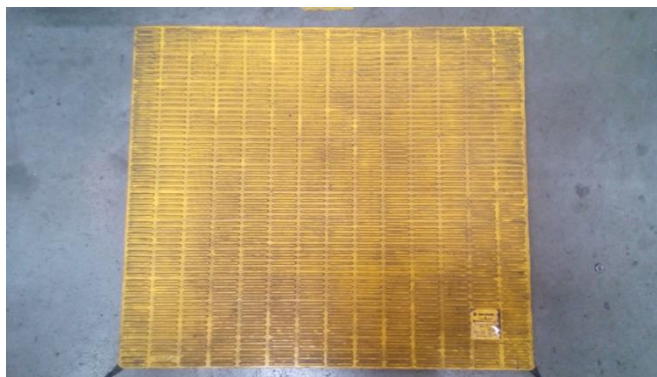


Figura 3-25 Tapete de Seguridad.



Figura 3-26 Cilindro guiado MGGMB 100-500.

La fabricación inicio en la semana doce y concluyó en la semana trece. Se realizó en el taller de *Kaizen* Ensamble por el técnico Javier Salas y se plasma en la figura 3-27. Esta actividad no tuvo mayores inconvenientes ya que se concluyó en el tiempo establecido.



Figura 3-27 Técnico Javier Salas fabricando la guarda de seguridad.

En la semana trece se aprovechó el puente de noviembre en el que no hubo actividades en la planta para transportar el *Kaizekuzen*. Se trasladó del taller de *Kaizen* al área de C1 donde desarrolla su función. Se presentaron problemas para introducir el *Kaizekuzen* a su área debido a las dimensiones de la misma, pero se logró ubicarlo en su posición. En la figura 3-28 se muestra el momento en el que se está extrayendo el *Kaizekuzen* del taller. Una vez instalado se empezó a hacer las conexiones del panel donde se encuentra el PLC al panel que contiene el *Kaizekuzen* para enlazarlo. La figura 3-29 muestra cuando se estaba conectando el *booster* y en la figura 3-30 se muestra el *Kaizekuzen* ya montado en la línea.



Figura 3-28 Kaizekuzen sacado del taller por un montacargas.



Figura 3-29 Instalación del Booster.



Figura 3-30 Kaizekuzen montado en la línea.

En la parte eléctrica-electrónica se modificó el programa del PLC ya que con el nuevo modelo y debido a la altura, había un alto riesgo de atrapamiento, por lo que se le añadió un *over run*, el cual consiste en que, si el *Kaizekuzen* llega a su final de carrera este es activado mediante el *limit switch* frontal y provoca que la línea completa de toda la Planta Ensamble se pare; esta volverá a seguir hasta que la plataforma se encuentre en el suelo esto se confirma con un sensor posicionado en la estructura base el cual manda una señal al momento que la plataforma llegue a la posición de abajo. En la figura 3-31 se muestra el panel donde se encuentra el PLC mencionado.



Figura 3-31 Panel del PLC del Kaizekuzen.

El arreglo que se creó en el programa del PLC para que el riesgo de atrapamiento y de caída se elimine se muestra en la figura 3-32.



Figura 3-32 Arreglo en programación escalera del PLC.

3.7. PRUEBAS

Una vez modificado el programa, se le empezó a realizar pruebas al *Kaizekuzen* para ver que sus componentes se desempeñaran óptimamente y que cumplieran su función como son:

- Que suba y baje la plataforma correctamente.
- Se eliminara el riesgo de atrapamiento.
- Con el tapete de seguridad se haya eliminado el riesgo de caída.
- La altura sea la adecuada para realizar la operación.
- Se redujera el RANK "A".

Los resultados arrojaron que en la sección de electrónica, tanto el riesgo de caída como de atrapamiento fueron eliminados por lo que el programa en el PLC funciono correctamente. En la neumática se desempeñó muy bien ya que la plataforma bajaba y subía y el *Kaizekuzen* se desplazaba eficazmente. En lo mecánico las pruebas no fueron buenas debido a que cuando se le pregunto al operario como se sentía dijo que necesitaba más altura, se hicieron las mediciones pertinentes y se estableció que necesitaba como mínimo 10 cm para que se desempeñara correctamente.

3.7.1. PRUEBAS MECÁNICAS NO SACTISFACTORIAS

Debido a que las pruebas mecánicas no resultaron inicialmente satisfactorias se regresó en el diagrama de flujo mostrado al inicio de este capítulo a la sección de lluvia de ideas y posteriormente a su clasificación de las mismas. La primera idea fue en cambiar el cilindro guiado por uno de mayor envergadura pero esta no proliferó por cuatro razones:

1. Se buscó por todas las áreas de *Kaizen* y Mantenimiento que hay en NISSAN MEXICANA planta Aguascalientes 2 y ninguna de ellas tenía cilindros guiados mayores a una carrera de 500mm.
2. Ya que en una semana iba a arrancar la producción del modelo L21B si se metieran los cilindros guiados a *shopping* hubieran tardado en llegar de cuatro a cinco meses.
3. Debido a que los cilindros guiados que actualmente pose son muy pesados cambiarlos por unos de mayor carrera aria que se ralentizará el *Kaizekuzen* provocando que no pudiera seguir la unida además de que por su ubicación corriera el riesgo de volcadura.
4. Se tendría que modificar toda la estructura por lo que una semana sería imposible tenerlo.

La segunda opción consistió en hacer un banco que estuviera sobre la plataforma que se eleva. Se realizó su diseño tanto por si sola (figura 3-33) como montada en la plataforma (figura 3-34).

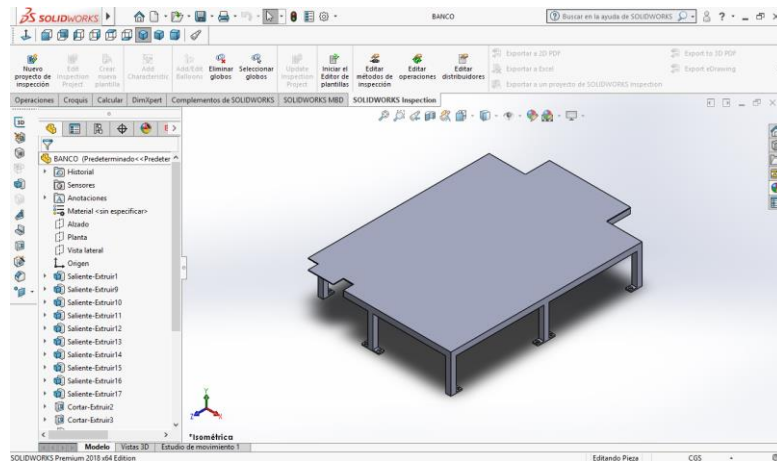


Figura 3-33 Diseño del banco.

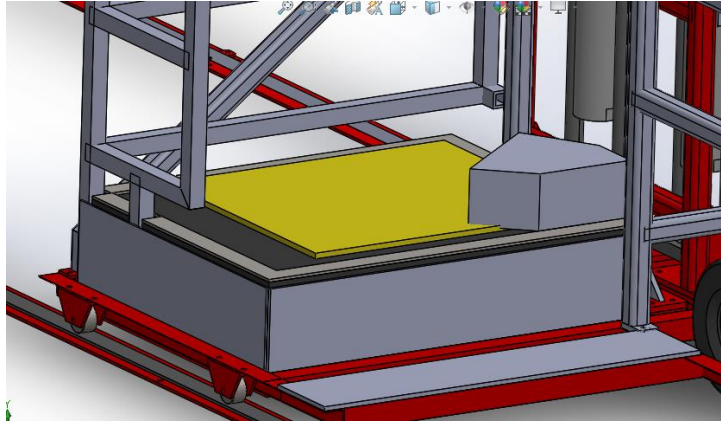


Figura 3-34 Diseño del banco montado en la plataforma.

Esta idea se aprobó por Miriam Gonzales y Aldo Huerta de *Kaizen* por lo que se fue a la línea de producción con los jefes de los grupos A, B y C de C1 para que lo aprobara o le diera un *feedback*.

Una vez aprobado en línea de producción se pasó con Sergio Murillo y *V-Preng* para su aprobación o un *feedback*. *V-Preng* lo aprobó pero Sergio Murillo lo rechazó por un problema ya que el manual ergonómico señala que un escalón no puede tener o exceder una altura de 20cm y debido a que los 10cm que tendría el banco más los 10cm que tiene la altura del suelo a la plataforma dan 20cm por lo que da una situación *NG*.

Esta circunstancia hizo que se diseñara un escalón previo al banco para que a partir de ese punto la altura que se visualice sea solo de 10 cm. Esto generó que se pudiera elevar la altura del banco pasando de 10 a 18 cm y aun encontrándose por debajo del límite permitido. Con esta solución, Sergio Murillo aprobó el diseño.

Aprobado por Seguridad Integral y *V-Preng* se regresó a la línea de producción con los jefes de grupo los cuales la aprobaron. La figura 3-35 muestra el diseño aprobado.

Una vez aprobado por los tres departamentos se pasaron los diseños a Javier Salas para que llevara a cabo las modificaciones. En la figura 3-36 se muestra el *Kaizenkuzen* con las modificaciones ya realizadas.

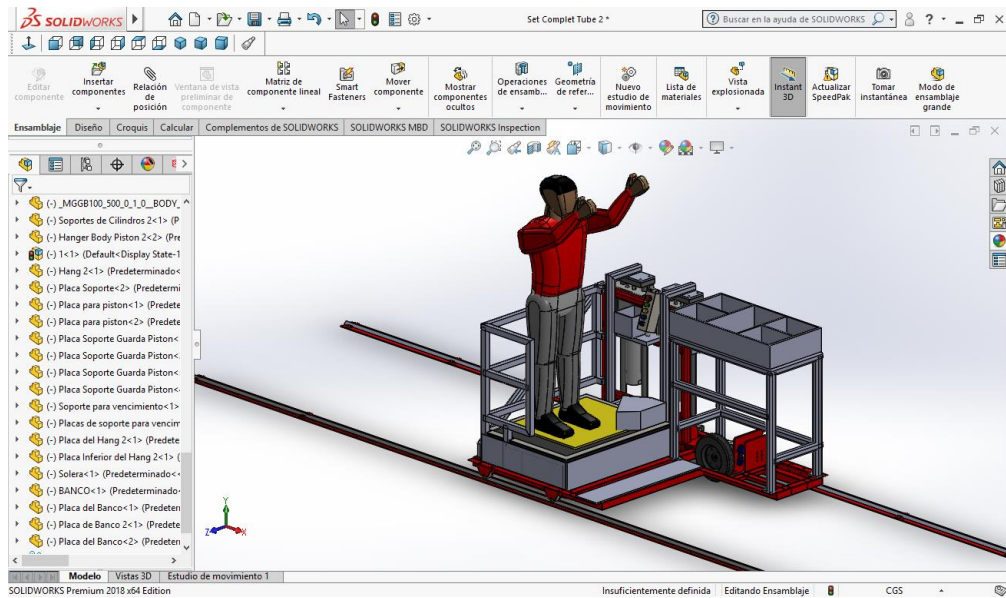


Figura 3-35 Diseño aprobado por Seguridad Integral y Línea de Producción.



Figura 3-36 Kaizekuzen montado en línea.

Una vez instalado se volvió a hacer pruebas las cuales tanto las eléctricas como las mecánicas y neumáticas fueron satisfactorias y el operario no presentó ninguna molestia.

3.8. ESTANDARIZACIÓN

Una vez que el *Kaizekuzen* paso las pruebas se pide que se estandarice por lo que se modifica su HRI. En la figura 3-37 se presenta la HRI.

REGISTRO DE INSPECCIÓN DE REVISOR: DICIEMBRE 2015

Nº	PARTE DE LA INSPECCIÓN	INDICACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
2	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
3	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
4	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
5	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
6	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
7	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
8	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
9	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
10	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
11	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
12	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
13	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
14	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
15	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
16	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
17	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
18	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
19	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				
20	PRUEBA DE FUGA	INSPECCIÓN VISUAL																				

Figura 3-37 HRI del SET COMPLET TUBE.

CAPÍTULO IV
KAIZEKUZEN COMPLET TUBE

4.1. PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez modificado el programa, se le empezó a realizar pruebas al *Kaizekuzen* para ver que sus componentes se desempeñaran óptimamente y que cumplieran su función como son:

- Que suba y baje la plataforma correctamente.
- Se eliminara el riesgo de atrapamiento.
- Con el tapete de seguridad se haya eliminado el riesgo de caída.
- La altura sea la adecuada para realizar la operación.
- Se redujera el RANK "A".

Los resultados arrojaron que en la sección de electrónica, tanto el riesgo de caída como de atrapamiento fueron eliminados por lo que el programa en el PLC funciono correctamente. En la neumática se desempeñó muy bien ya que la plataforma bajaba y subía y el *Kaizekuzen* se desplazaba eficazmente. En lo mecánico las pruebas no fueron buenas debido a que cuando se le pregunto al operario como se sentía dijo que necesitaba más altura, se hicieron las mediciones pertinentes y se estableció que necesitaba como mínimo 10 cm para que se desempeñara correctamente.

4.1.1. PRUEBAS MECÁNICAS NO SACTISFACTORIAS

Debido a que las pruebas mecánicas no resultaron inicialmente satisfactorias se regresó en el diagrama de flujo mostrado al inicio de este capítulo a la sección de lluvia de ideas y posteriormente a su clasificación de las mismas. La primera idea fue en cambiar el cilindro guiado por uno de mayor envergadura pero esta no proliferó por cuatro razones:

5. Se buscó por todas las áreas de *Kaizen* y Mantenimiento que hay en NISSAN MEXICANA planta Aguascalientes 2 y ninguna de ellas tenía cilindros guiados mayores a una carrera de 500mm.
6. Ya que en una semana iba a arrancar la producción del modelo L21B si se metieran los cilindros guiados a *shopping* hubieran tardado en llegar de cuatro a cinco meses.
7. Debido a que los cilindros guiados que actualmente pose son muy pesados cambiarlos por unos de mayor carrera aria que se ralentizará el *Kaizekuzen* provocando que no pudiera seguir la unida además de que por su ubicación corriera el riesgo de volcadura.

8. Se tendría que modificar toda la estructura por lo que una semana sería imposible tenerlo.

La segunda opción consistió en hacer un banco que estuviera sobre la plataforma que se eleva. Se realizó su diseño tanto por si sola (figura 4-1.1) como montada en la plataforma (figura 4-1.1).

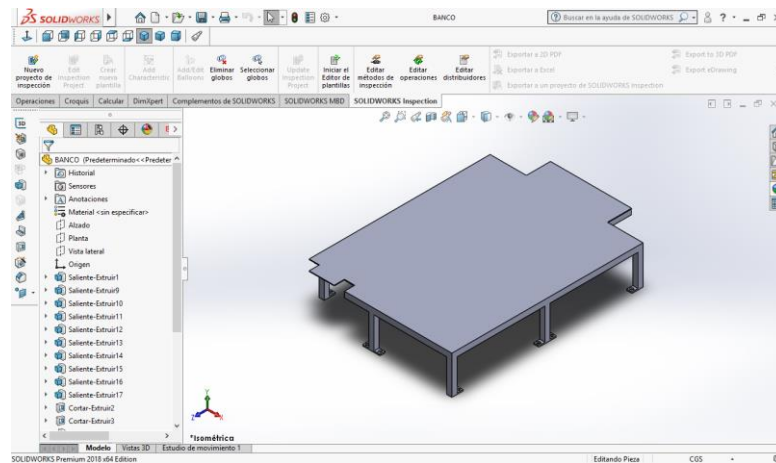


Figura 4-1.1 Diseño del banco

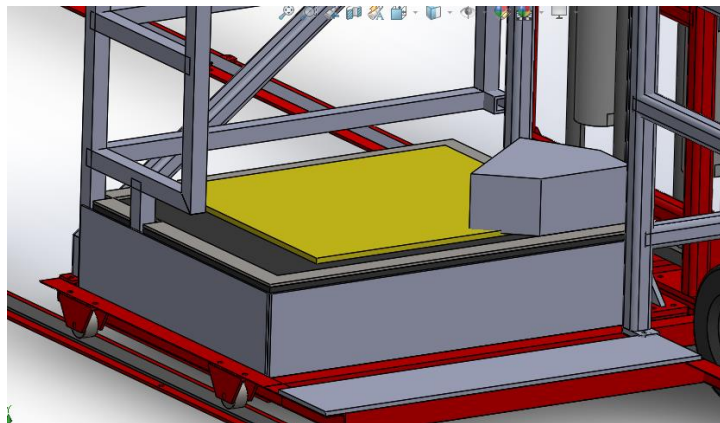


Figura 4-1-2 Diseño del banco montado en la plataforma.

Esta idea se aprobó por Miriam Gonzales y Aldo Huerta de *Kaizen* por lo que se fue a la línea de producción con los jefes de los grupos A, B y C de C1 para que lo aprobara o le diera un *feedback*.

Una vez aprobado en línea de producción se pasó con Sergio Murillo y V-Preng para su aprobación o un *feedback*. V-Preng lo aprobó pero Sergio Murillo lo rechazó por un problema ya que el manual ergonómico señala que un escalón no puede tener o exceder una altura de 20cm y debido a que los 10cm que tendría el banco más los 10cm que tiene la altura del suelo a la plataforma dan 20cm por lo que da una situación NG.

Esta circunstancia hizo que se diseñara un escalón previo al banco para que a partir de ese punto la altura que se visualice sea solo de 10 cm. Esto generó que se pudiera elevar la altura del banco pasando de 10 a 18 cm y aun encontrándose por debajo del límite permitido. Con esta solución, Sergio Murillo aprobó el diseño.

Aprobado por Seguridad Integral y V-Preng se regresó a la línea de producción con los jefes de grupo los cuales la aprobaron. La figura 3-35 muestra el diseño aprobado.

Una vez aprobado por los tres departamentos se pasaron los diseños a Javier Salas para que llevara a cabo las modificaciones. En la figura 3-36 se muestra el *Kaizekuzen* con las modificaciones ya realizadas.

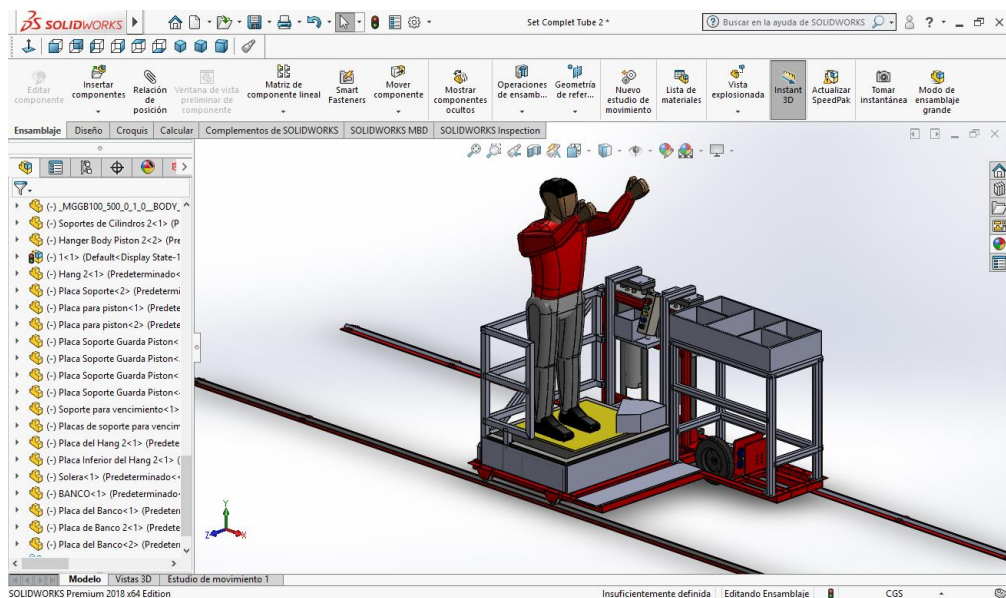


Figura 4-1.3 Diseño aprobado por Seguridad Integral y Línea de Producción.



Figura 4.1-2 Kaizekuzen montado en línea.

Una vez instalado se volvió a hacer pruebas las cuales tanto las eléctricas como las mecánicas y neumáticas fueron satisfactorias y el operario no presentó ninguna molestia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El proyecto del *Kaizekuzen* fue instalado en tiempo para el inicio de la producción del modelo L21B.

Para este proyecto, en la parte estructural se necesitó aprender sobre características mecánicas del tubo PTR, perfil angular y placa de acero. En la parte neumática se abordó tópicos sobre presión, cilindros guiados, válvulas, unidades FRL y utilizar el programa de FESTO FLUIDSIM. En la parte electrónica fueron tapetes de seguridad, sensores, actuadores, PLC y la utilización del programa MOLSEC para programar el PLC. Esto es debido ya que los PLCs de la marca MITSUBISHI lo utilizan. Para su diseño se requirió la utilización del programa SOLIDWORKS.

Los problemas que surgieron a raíz del cambio del modelo L12F por el L21B fueron eliminados ya que hubo una reducción del RANK "A" de la operación por un RANK "B", se eliminó el riesgo de atrapamiento, además de agregar un POKA-YOKE para eliminar el riesgo de caída.

5.2. RECOMENDACIONES FUTURAS

Cambiar el neumático de desplazamiento por un engrane con cremallera para evitar deslizamientos, esto debido al peso que tiene actualmente y se lograría una mayor eficiencia.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA Y ANÉXOS

6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Allen-Bradley. (2020). *Tapetes de seguridad*. Recuperado el Febrero de 2020, de Allen-Bradley: <https://ab.rockwellautomation.com/es/Sensors-Switches/Operator-Safety/MatGuard-Safety-Mats>
- Allen-Bradley. (2020). *Tapetes de seguridad*. Recuperado el Febrero de 2020, de Allen-Bradley: https://ab.rockwellautomation.com/resources/images/allenbradley/gl/medlrgprod/440F-M_MatguardPressureMat_front1-large_312w255h.jpg
- BALLUFF. (2020). *Sensores fotoeléctricos*. Recuperado el Febrero de 2020, de BALLUFF: https://www.balluff.com/es/ar/products/product-overview/tecnologia-de-sensores/photoelectric-sensors/?gclid=EAIaIQobChMIgLq8wYSi6AIVs_7jBx0AXwArEAYASAAEgJrCPD_BwE
- FORTACERO. (2019). *PTR*. Recuperado el Febrero de 2020, de FORTACERO: https://www.fortacero.com/cat_ptr/
- GRAINGER México. (2000-2019). *Relevador, 120VCA, Cuadrado, Uso General, 15A @ 120V, 12A @ 277V*. Recuperado el Febrero de 2020, de GRAINGER México: <https://www.grainger.com.mx/producto/SCHNEIDER-ELECTRIC-Relevador%2C-120VCA%2C-Cuadrado-%2C-Uso-General%2C-15A-%40-120V%2C-12A-%40-277V/p/6CVZ9?analytics=searchResults>
- METALIUM. (2013). *PLACA DE ACERO SERIE 300*. Recuperado el Febrero de 2020, de METALIUM: <https://metalium.mx/placa-de-acero>
- mitsubishi electric Changes for Better. (s.f.). *Familia FX de MELSEC*. Recuperado el Febrero de 2020, de mitsubishi electric Changes for Better: https://es3a.mitsubishielectric.com/fa/es/products/cnt/plc_fx/items/
- NISSAN. (14 de 09 de 2015). *Nissan celebra un año de operaciones del Centro de Distribución Vehicular en la planta Aguascalientes A2*. Recuperado el Febrero de 2020, de Nissan News Mexico: <https://mexico.nissannews.com/es-MX/releases/release-3c225702e51b4b019edddc7969701f6-nissan-celebra-un-a-o-de-operaciones-del-centro-de-distribuci-n-vehicular-en-la-planta-aguascalientes-a2>
- NISSAN. (16 de Enero de 2020). *Nissan announces Canadian pricing for the all-new 2020 Sentra*. Recuperado el Febrero de 2020, de Nissan News Canada: <https://canada.nissannews.com/en-CA/releases/release-cade7236a4b970f5d5b80a7f4c004fdd-nissan-announces-canadian-pricing-for-the-all-new-2020-sentra#>
- RS. (s.f.). *Regulador de impulso neumático SMC VBA40A-04GN, Rc 1/2, Silenciador*. Recuperado el Febrero de 2020, de RS: <https://es.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=aboutRS/terms>
- SENTRONIC Automatización Ind. (s.f.). *Sensores fotoelectricos Difusos o Autoreflex*. Recuperado el Febrero de 2020, de SENTRONIC Automatización Ind: <https://www.sentrionic.com.co/portal-360/wp-content/uploads/2017/01/difuso-300x197.png>

Shabot, F. (27 de enero de 2020). *Nuevo Sentra 2020: Guía de compra, ¿qué lo hace diferente?* Recuperado el Febrero de 2020, de soloautos.mx:
<https://soloautos.mx/noticias/detalle/nuevo-sentra-guia-de-compra/ED-LATAM-20163/>

smc. (09 de 2009). *Series AW20-40*. Recuperado el Febrero de 2020, de SMC:
https://www.smc-pneumatics.com/pdfs/ac_series.pdf

SMC. (s.f.). *5 Port Pilot Operated Solenoid Valve Metal Seal, Plug-in/Non Plug-in*. Recuperado el Febrero de 2020, de SMC:
<https://assets.alliedelec.com/v1574420521/Datasheets/d3694090545ac4143eb6038bd0cbfdec.pdf>

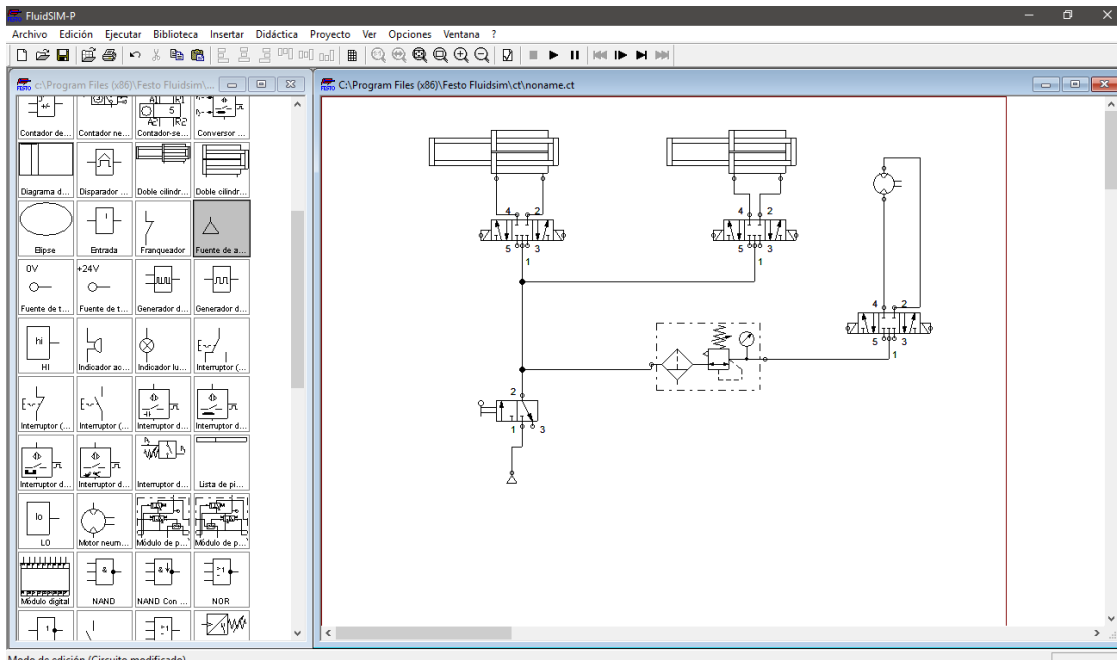
SMC. (s.f.). *Conforming to OSHA Standard Pressure Relief 3 Port Valve With Locking Hole Series VHS20/30/40/50*. Recuperado el Febrero de 2020, de SMC:
<https://www.alliedelec.com/m/d/2dd30d240d422440e140b40c3ace4e5d.pdf>

SteelMart MERCADO DEL ACERO. (2020). *PERFILES ANGULARES*. Recuperado el Febrero de 2020, de SteelMart MERCADO DEL ACERO:
<https://www.steelmart.com.mx/site/?page=category&category=41>

6.2. ANÉXOS

6.2.1. NEUMÁTICA

6.2.1.1. DIAGRAMA NEUMÁTICO

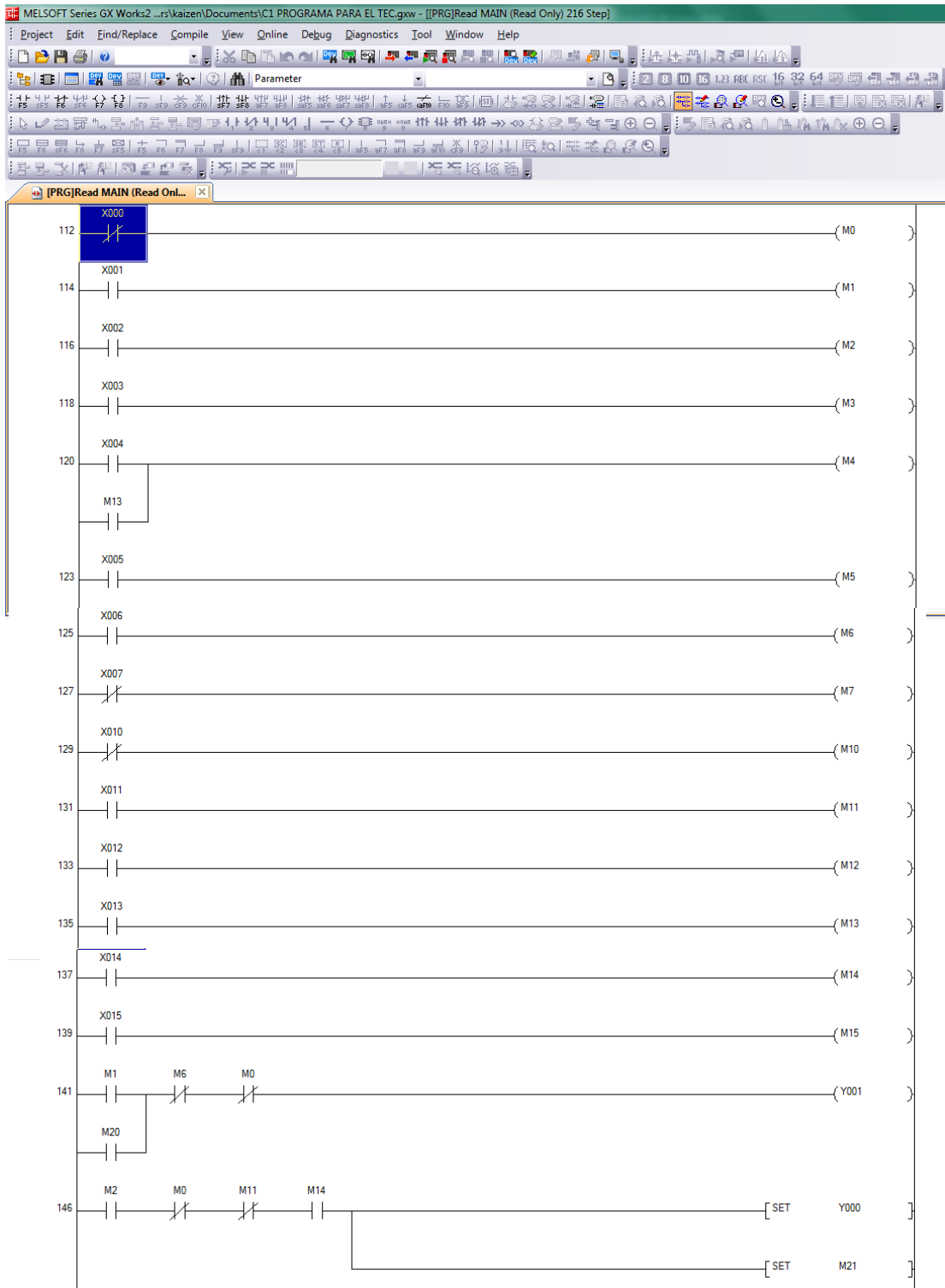


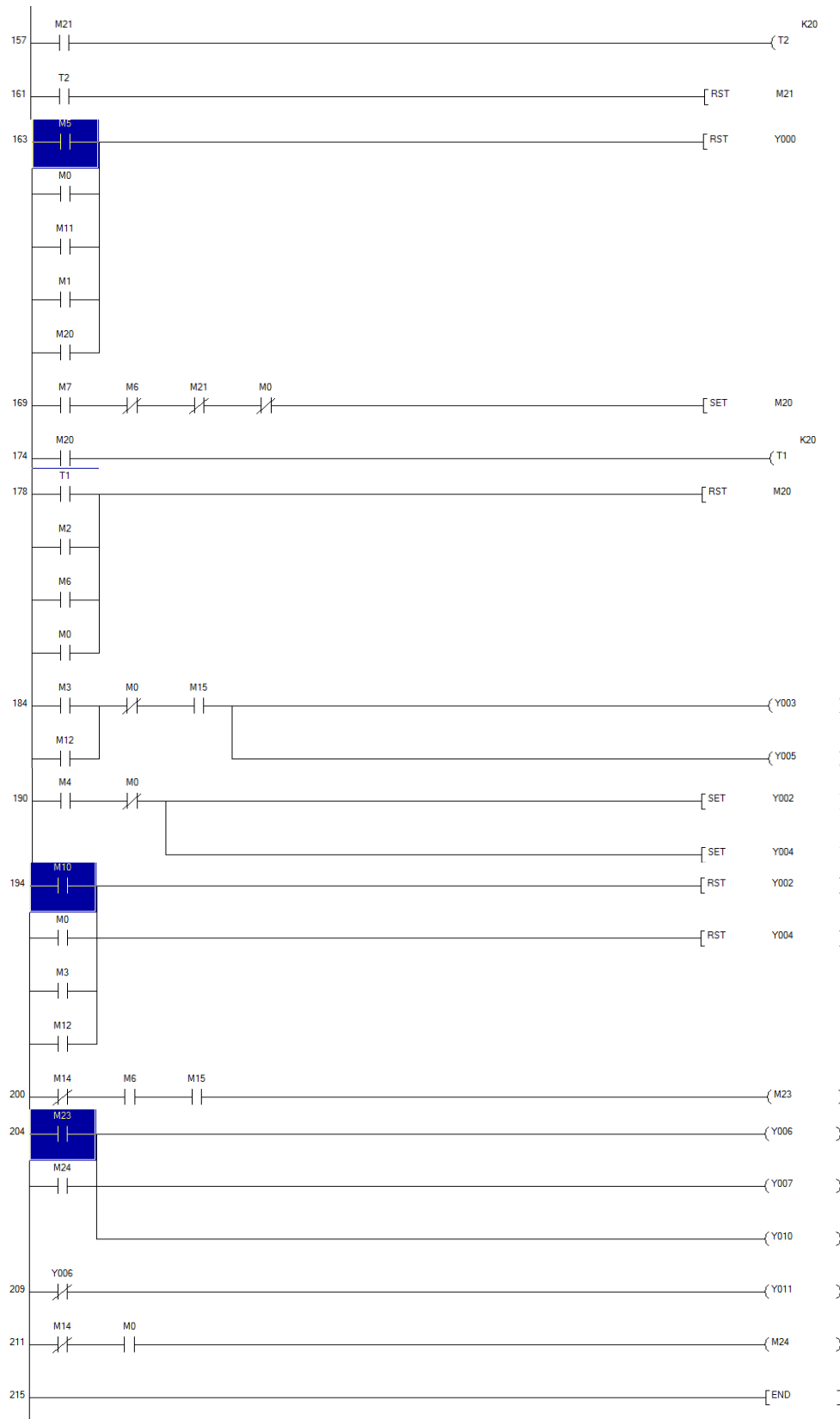
6.2.2. ELECTRÓNICO

6.2.2.1. TABLA DE ENTRADAS-SALIDAS DEL PLC

Entradas			Salidas	
Entrada	Terminal		Terminal	Salida
X0	Stop		Atrás	Y0
X1	Star		Adelante	Y1
X2	Reset		Cilindro abajo	Y2
X3	Up		Cilindro arriba	Y3
X4	Down		Cilindro abajo	Y4
X5	Limit Switch Back		Cilindro arriba	Y5
X6	Limit Switch Front		Señal de paro de linea	Y6
X7	Sensor de Segimiento		Indicador desonido NG	Y7
X10	Sensor de atrapamiento plataforma		Indicador de luz NG	Y10
X11	Sensor de choque de plataforma		Indicador de luz OK	Y11
X12	Pedal Up			
X13	Pedal Down			
X14	Sensor Cilindro			
X15	Tapete de seguridad			

6.2.2.2. DIAGRAMA DE ESCALERA DEL KAIZEKUZEN





6.2.3. DISEÑOS

6.2.3.1. CROQUIS DE LAS PIEZAS DISEÑADAS DEL KAIZEKUZEN

