

**IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA YAMAZUMI EN LA LÍNEA DE
TABLEROS DE CONTROL DE SIEMENS MANUFACTURING S.A.**

YULY ANDREA SILVA PLATA



SIEMENS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

**IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA YAMAZUMI EN LA LÍNEA DE
TABLEROS DE CONTROL DE SIEMENS MANUFACTURING S.A.**

YULY ANDREA SILVA PLATA

**Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniera Industrial**

**Director:
NÉSTOR RAÚL ORTIZ
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

A HUMBERTO SILVA E HILDA PLATA, Mís padres

Por estar siempre a mí lado y brindarme su apoyo incondicional

A IVONNE SILVA Y JIMENA SILVA, Mís hermanas

Por su ayuda y enseñanzas

A MIS AMIGAS

Por su compañía y todos los momentos que compartimos juntas

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES, Por darme la oportunidad de estudiar y apoyarme en todos los pasos que he dado en mi vida.

A SIEMENS MANUFACTURIG, Empresa que me brindó la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y experiencia en el campo laboral.

A ALEXANDER SANDOVAL, Ingeniero Eléctrico y Jefe de Producción de la Planta de Tableros, quien me brindó su ayuda durante todo el desarrollo de la práctica y me transmitió parte de sus conocimientos.

Al Ingeniero *NÉSTOR RAÚL ORTIZ*, Docente de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y Director del proyecto, por guiarme en este proceso y ayudarme cuando se me presentó alguna dificultad.

A la *ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES*, Por mi formación como ingeniera y por los conocimientos brindados durante estos 5 años.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	17
1. MARCO ORGANIZACIONAL	19
1.1 NATURALEZA DEL NEGOCIO	19
1.2 RESEÑA HISTORICA	19
1.3 MARCO ESTRATÉGICO.....	20
1.3.1 Misión	20
1.3.2 Visión.....	20
1.3.3 Grupos de interés	21
1.3.4 Mapa de procesos.....	22
1.4 Estructura Organizacional.....	23
1.4.1 Siemens austral-andina	24
1.5 SECTORES DE NEGOCIO.....	24
1.5.1 Energy	24
1.5.2 Industry	28
1.6 TECNOLOGÍA 8BT2.....	29
1.7 GENERALIDADES DEL PROYECTO	33
1.7.1 Planteamiento del problema	33
1.7.2 Objetivos	34
1.7.3 Alcance del trabajo	35
2. MARCO TEÓRICO	37
2.1 ESTUDIO DE TIEMPOS	37
2.1.1 Cronometraje.....	38
2.2 BALANCEO DE LÍNEA	41
2.3 HERRAMIENTA YAMAZUMI	42
2.3.1 Ventajas de la herramienta Yamazumi.....	43
2.3.2 Metodología de la implementación de la herramienta Yamazumi ...	44

2.4 KAIZEN	46
3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	48
3.1 TOMA DE TIEMPOS	51
3.1.1 Descripción del proceso productivo.....	59
3.2 TABLAS YAMAZUMI.....	62
4. IMPLEMENTACIÓN ESTANDARES Y MEJORAMIENTO DE CADA PUESTO DE TRABAJO	72
4.1 ESTANDAR DEL PROCESO PRODUCTIVO	72
4.2 MEJORAS POR PUESTO DE TRABAJO	80
4.2.1 Carros y listados de herramienta	80
4.2.2 Almacenamiento de materiales.....	89
4.2.3 Mesas de trabajo.....	93
4.3 SOPORTE MOVIL PARA LAS CELDAS.....	95
4.4 DISTRIBUCIÓN LÍNEA DE PRODUCCIÓN (LAYOUT).....	97
5. BALANCE DE LÍNEA.....	103
5.1 BALANCE DE LÍNEA SEGÚN TT.....	103
5.2 IMPLEMENTACIÓN DEL BALANCE DE LÍNEA	111
6. CONCLUSIONES	114
7. RECOMENDACIONES.....	117
8. BIBLIOGRAFÍA.....	118
ANEXOS.....	119

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Grupos de Interés de Siemens Manufacturing	21
Figura N° 2: Mapa de procesos de Siemens Manufacturing	22
Figura N° 3: Estructura organizacional	23
Figura N° 4: Tableros de control	26
Figura N° 5: Transformadores	27
Figura N° 6: Motores y ventiladores industriales	29
Figura N° 7: Vista Frontal	30
Figura N° 8: Vista lateral	30
Figura N° 9: Vista lateral	30
Figura N° 10: Partes de una celda 8BT2	32
Figura N° 11: Partes de una celda 8BT2	32
Figura N° 12: Tiempo tipo	41
Figura N° 13: Significado KAIZEN	46
Figura N° 14: Diagrama de operaciones	50
Figura N° 15: Comparación del tiempo por cada puesto de trabajo	64
Figura N° 16: Estándar puesto de trabajo Pre-ensamble 1	79
Figura N° 17: Fotos carros móviles de almacenamiento de herramienta	89
Figura N° 18: Fotos de estantes de almacenamiento de material	93
Figura N° 19: Fotos mejoramiento de puestos de trabajo	95
Figura N° 20: Movimiento celda por los operarios	95
Figura N° 21: Soporte móvil para las celdas	96
Figura N° 22: Ruedas diseño de Turquía	97
Figura N° 23: Lay Out actual línea 8TB2	98
Figura N° 24: Lay Out Nuevo línea 8BT2	99
Figura N° 25: Diagrama de recorrido	102
Figura N° 26: Balance de Línea para la capacidad del 100%	108
Figura N° 27: Productividad durante el desarrollo del proyecto	113

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Datos eléctricos	30
Tabla N° 2: Dimensiones	31
Tabla N° 3: Descripción partes principales de la vista frontal	32
Tabla N° 4: Descripción partes principales de la vista lateral	32
Tabla N° 5: Escala de valoración de tiempos	39
Tabla N° 6: Puestos de trabajo célula 8BT2	48
Tabla N° 7: Tiempos y actividades puesto de trabajo Pre-Ensamble 1	53
Tabla N° 8: Tiempos por puesto y tiempo total de producción	57
Tabla N° 9: Tabla Yamazumi puesto de trabajo PRE-ENSAMBLE 1	66
Tabla N° 10: Estándar puesto de trabajo Pre-Ensamble 1	73
Tabla N° 11: Lista de herramienta de pre-ensamble	81
Tabla N° 12: Lista de herramienta Ensamble	82
Tabla N° 13: Lista de herramienta Pre-Cableado y Cableado	83
Tabla N° 14: Lista de herramienta Interruptores	84
Tabla N° 15: Carro móviles por puesto de trabajo	86
Tabla N° 16: Antes y después carros de almacenamiento de material.	90
Tabla N° 17: Antes y después mesas de trabajo	94
Tabla N° 18: Descripción Lay Out actual	98
Tabla N° 19: Descripción Lay Out nuevo	99
Tabla N° 20: Antes y después célula 8BT2	101
Tabla N° 21: Actividades por cada puesto de trabajo, según balance de línea a un 100% de la capacidad	106

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación N° 1: Número de ciclos a registrarse	39
Ecuación N° 2: Calculo del TT	104
Ecuación N° 3: Calculo del TT con una capacidad del 100%	104
Ecuación N° 4: Calculo del TT con una capacidad del 75%	104
Ecuación N° 5: Calculo del TT con una capacidad del 50%	104
Ecuación N° 6: Número de operarios por puesto de trabajo	105
Ecuación N° 7: Número de operarios PT1	105
Ecuación N° 8: Ahorro por nómina en el año	109

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Tablas de tiempos ensamble y cableado	119
Anexo B: Tablas Yamazumi	134
Anexo C: Estándares de operación por puesto de trabajo	195
Anexo D: Formato revisión de herramienta por puesto de trabajo	217
Anexo E: Balance de línea con una capacidad del 75% y 50%	224
Anexo F: Asistencia a capacitación balance de línea	230

GLOSARIO

ESTUDIO DE TIEMPOS: Técnica de medición de trabajo para registrar los tiempos y el ritmo de trabajo para los elementos de una tarea específica.

TABLA DE COMBINACIÓN: Gráfico que muestra la secuencia de actividades de una operación.

YAMAZUMI: Palabra japonesa que significa literalmente acumularse.

BALANCEO DE LÍNEA: Igualar los tiempos de trabajo en todos los puestos de un proceso productivo.

TAKT TIME: Cada cuanto se debe entregar un producto dependiendo de la demanda del cliente.

KAIZEN: Es un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización.

LEAN MANUFACTURING: Lean Manufacturing o simplemente "Lean" traduce Manufactura Esbelta. Lean es una herramienta de gestión de mejoramiento continuo que disminuye el tiempo entre el momento en el que el cliente realiza una orden hasta que recibe el producto o servicio, mediante la eliminación de desperdicios o actividades que no agregan valor en todas las operaciones.

RESUMEN

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA YAMAZUMI EN LA LÍNEA DE TABLEROS DE CONTROL DE SIEMENS MANUFACTURING S.A.¹

AUTOR: SILVA PLATA, Yuly Andrea.²

PALABRAS CLAVES: Yamazumi, Producción, Proceso, Balanceo, Mejora, Productividad, Ensamble, Cableado, Tiempos.

DESCRIPCIÓN:

La Línea de Producción de Tableros pertenece al sector Energy de Siemens Manufacturing que le diseña, ensambla y prueba tableros eléctricos para las unidades de negocio de Media Tensión, EA e Industry de Siemens. Dichos tableros son utilizados en diferentes áreas de la electrotecnia y son los encargados de la distribución y control de la energía eléctrica en las diferentes subestaciones. La tecnología 8BT2 es un tipo de tablero de media tensión y su fabricación es reciente en la línea de Tableros, por lo tanto, es un amplio campo de estudio y mejoras.

Siemens Manufacturing al ser una empresa de nivel mundial se caracteriza por la búsqueda continua de la mejora y optimización de sus procesos y se rige bajo el sistema Lean Manufacturing, por lo tanto, la implementación de nuevas herramientas como las tablas Yamazumi son de gran ayuda para cumplir con sus metas de mejora continua.

La tecnología 8BT2 al ser la última implementada en la línea de tableros es la que tiene más oportunidades de mejora, ya que su proceso tiene falencias en la distribución de las actividades por puesto de trabajo e implementar la herramienta Yamazumi sería de gran ayuda en la optimización de su proceso, ya que de los resultados obtenidos la línea aumentaría los indicadores de productividad y cumplimiento y se obtendría un flujo a una pieza, lo cual eliminaría cuellos de botella y demás desperdicios en la línea.

Al igual que la implementación de las tablas Yamazumi se hará una redistribución de los puestos de trabajo y se buscará seguir la cultura de 5`s.

¹ Proyecto de grado. Modalidad práctica empresarial.

² Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Programa Ingeniería Industrial; Ing. Néstor Raúl Ortiz, Director de proyecto; Ing. Alexander Sandoval, Tutor del proyecto.

ABSTRACT

TITLE: IMPLEMENTATION OF YAMAZUMI METHODOLOGY IN SIEMENS MANUFACTURING IN THE LINE OF CONTROL ³

AUTHOR: SILVA PLATA, Yuly Andrea ⁴

KEY WORDS: Yamazumi, Production, Process, Balance, Improvement, Productivity, Assembly, Wiring, Times.

DESCRIPTION:

The board production line belongs to the Siemens Manufacturing Energy Sector which designs, assembles and tests electrical boards for the business units of Medium Voltage, EA e Industry of Siemens. These boards are used in different areas of electrical and are responsible for the distribution and control of electrical energy in different substations. 8BT2 technology is a type of medium voltage board and its manufacture is recent in the line of boards, therefore is a broad field of study and improvements.

Siemens Manufacturing to be a global company is characterized by the continuous search for improvement and optimization of its processes and is governed under the Lean system, therefore, the implementation of new tools like Yamazumi tables are a great help to accomplish its goals of continuous improvement.

The 8BT2 technology being the last line of boards to be implemented have more opportunities for improvement, because the process has shortcomings in the distribution of job activities and implement Yamazumi tool would be very helpful in optimizing of their process, because of the results increase production line productivity indicators and performance and get a one-piece flow, eliminating bottlenecks and other waste on the line.

As the implementation of the tables will Yamazumi a redistribution of jobs and will seek to follow the culture of 5 `s.

³Degree Project.Modality practica Business.

⁴Faculty of Phisic mechanical Sciences; School of Industrial and Enterprise Studies; Industrial Engineering Program; Ing.NéstorRaúl Ortiz, Project Director; Ing. Alexander Sandoval, Project Tutor.

CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Analizar el proceso de elaboración de una celda 8BT2, obteniendo así un diagnóstico del proceso productivo actual. Este análisis se hará mediante un estudio de métodos y tiempos y la implementación de la herramienta YAMAZUMI en cada uno de los puestos de trabajo, detectando así las fortalezas y puntos críticos por mejorar.	Numeral 3
Diseñar e implementar propuestas de mejora según los resultados obtenidos por el análisis de la herramienta YAMAZUMI que busquen tener un flujo y equilibrio en todo el proceso productivo y por ende lograr un aumento en la productividad.	Numeral 5
Implementar soluciones alternas de mejora en la célula 8BT2 como 5'S, reubicación de los puestos de trabajo y puntos de suministro de material, eliminación de desperdicio y Kanban	Numeral 4
Hacer seguimiento de las soluciones implementadas en el proceso productivo y evaluar los cambios hechos, viendo las diferencias después de implementar la herramienta	Numeral 4 y 5

INTRODUCCIÓN

Los clientes son el motor principal de una empresa, por ellos y para satisfacerlos a ellos es que se busca siempre estar a la vanguardia de nuevas técnicas de mejoramiento de procesos y aumento tanto de eficiencia como de efectividad. En Siemens Manufacturing cumplir con las expectativas del cliente acerca de su producto y las especificaciones de calidad que éste exige son de vital importancia y por esto el sistema Lean Manufacturing está involucrado en todos sus procesos.

La Línea de Producción de Tableros de Siemens Manufacturing aplica diariamente las herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad y mejorar la calidad de sus productos y darle lo mejor al cliente. Por lo tanto, aplicar la herramienta Yamazumi la cual consta de un análisis de la situación actual de la línea para saber que tan bien están distribuidas las cargas de trabajo en los diferentes puestos y llegar a un balance de línea que esté alineado con el Tack Time, es de vital importancia con el logro de los objetivos de mejoramiento continuo y aumento de indicadores de cumplimiento y productividad.

La línea de tableros fabrica celdas de distribución y control que soportan media y alta tensión. Existen dos tipos de celdas de media tensión que se fabrican en Siemens Manufacturing, Simoprime y 8BT2. Las celdas Simoprime soportan hasta 21 Kv y las 8BT2 hasta 36Kv.

La fabricación de las celdas 8BT2 es muy reciente en la línea de tableros, por lo tanto, es la tecnología que más oportunidades de mejora tiene, ya que la distribución de su área de trabajo se diseñó con base en la tecnología Simoprime y no se hizo el estudio necesario de las necesidades de demanda del producto y la definición de los puestos de trabajo que se deberían tener según dicha demanda y los requerimientos del proceso. Por lo tanto, aplicar la herramienta Yamazumi es el procedimiento adecuado para definir los puestos de trabajo y balancear las cargas de trabajo según el Tack Time, al mismo tiempo se aplican diferentes

técnicas del Lean Manufacturing que ayudan con el aumento de los índices de productividad.

El primer paso en todo el proceso que se llevo a cabo en este proyecto fue un análisis de la situación actual donde se definieron los puestos de trabajo y las actividades que realizan en cada uno de éstos, seguido se hizo un estudio de métodos y tiempos y la realización de las tablas Yamazumi. De éste análisis se obtuvo cuales eran las falencias y fortalezas del proceso productivo y cuáles eran los puntos críticos a mejorar en la línea.

Ya teniendo los principales problemas que tenía la línea el paso a seguir fue el planteamiento de las propuestas de mejora enfocadas al balanceo de cargas de los puestos de trabajo y por ende lograr un aumento en la productividad. Junto con el balance de línea se implementaron propuestas de redistribución de la planta, implementación de estándares de trabajo y eliminación de desperdicios como transportes y búsquedas de material.

La implementación del balance de línea fue aprobada por el Jefe de Producción, el supervisor y los líderes de la línea y se hizo la capacitación adecuada a los operarios de cuáles serían sus nuevas actividades y el flujo que se llevaría durante el proceso.

Los aumentos en la productividad demuestran los buenos resultados que se obtuvieron durante éste proyecto y el compromiso y entusiasmo con que se llevo a cabo todo el proceso.

1. MARCO ORGANIZACIONAL

1.1 NATURALEZA DEL NEGOCIO

Siemens es una empresa mundial con presencia en más de 190 países y líder en aplicaciones de ingeniería eléctrica y electrónica aplicada a los sectores industrial, energético y de la salud. Con más de 400.000 colaboradores, la compañía trabaja para desarrollar y manufacturar productos, diseñar e instalar complejos sistemas y proyectos, así como para desarrollar un amplio rango de soluciones para las necesidades individuales de sus clientes.

Por más de 162 años, Siemens se ha destacado por logros técnicos, innovación, calidad y confiabilidad. Desde su formación en 1847, Siemens ha representado un valor universal forjado por su fundador Werner von Siemens.

1.2 RESEÑA HISTORICA

La empresa fue fundada el 12 de octubre de 1847 en un piso interior de la calle Schöneberg nº 19, Berlín por Werner von Siemens y Johann Georg Halske, bajo el nombre de Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske, en el año de 1850 fundan la primera agencia internacional de ventas en Londres y cinco años más tarde en 1855 ocurre la fundación de la compañía en Rusia como primera sucursal Siemens en el extranjero. A fines del siglo XIX comenzó a construirse Siemensstadt en Berlín en un barrio residencial e industrial que acoge a sus empleados.

Entre los años 1903 y 1925 se crea la primera oficina permanente en China, se funda Siemens Brasil y Siemens India Ltda. En 1932 se fundó Siemens-Reiniger-Werke AG, que se dedicaba a la medicina. La empresa sobrevivió a las dos guerras mundiales, la primera gracias a la acción del tercer hijo de Werner von Siemens, Carl Friedrich.

Es en el año de 1954 cuando ocurre la fundación de Siemens S.A. en Colombia y en el año de 1968 Siemens Supera la marca de presencia en más de 100 países.

La construcción de la nueva planta de Siemens en Tenjo Cundinamarca, Colombia, en el año 2008, es una apuesta por el crecimiento de la zona y representa no sólo un aumento de capacidad fabril y generación de empleo, sino también un gran impulso al mercado de la electrotecnia en la Región Austral-Andina. En esta planta se producen transformadores de potencia que pesan toneladas, motores de variados caballos de fuerza, tableros de control y protección con última tecnología y audífonos con detalles milimétricos.

1.3 MARCO ESTRATÉGICO

El marco estratégico de la compañía representa un desafío para todos los trabajadores de la empresa, generándoles la posibilidad de crecer profesional y personalmente, también resume su sueño a alcanzar y razón de ser y existir a través de su Misión y Visión.

1.3.1 Misión

Satisfacer todas las necesidades de nuestros clientes ofreciendo productos y servicios con alto índice de calidad, que nos permitan prosperar como negocio, contribuyendo al desarrollo del país, impulsando así el crecimiento rentable de nuestra empresa, por medio del desarrollo de nuestro recurso humano y técnico, hacia una empresa que mejora continuamente en el campo de los equipos eléctricos, industriales y médicos.⁵

1.3.2 Visión

Seremos reconocidos como la empresa líder a nivel mundial en el campo de los equipos eléctricos, industriales y médicos, logrando la excelencia en los procesos

⁵SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

de manufactura, apoyándonos en los más eficientes sistemas de producción y manteniendo procesos altamente innovadores, soportados con tecnología de punta y personal altamente calificado y motivado, orientado a mantener los más altos niveles de satisfacción en nuestros clientes.⁶

1.3.3 Grupos de interés

Los grupos de interés de Siemens esperan el más alto rendimiento y la ética más elevada. Satisfacer las exigencias de todos los grupos es el factor determinante del éxito.

En el largo plazo, los mayores éxitos provienen de aquellas compañías que suplen exitosamente los requerimientos de los grupos de interés y que se mantienen fieles a sus valores y a su visión. Esto significa hallar un nuevo balance en donde los valores, las operaciones diarias del negocio y la consecución de la visión, en conjunto, contribuyan armoniosamente al éxito de Siemens como compañía.⁶ Los grupos de interés de Siemens Manufacturing se muestran en la Figura N° 1.



Figura N° 1: Grupos de Interés de Siemens Manufacturing⁷

⁶SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>

⁷SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>

1.3.4 Mapa de procesos

El mapa de procesos de Siemens Manufacturing está dividido en cinco grupos principales: Procesos de dirección, Gestión de relaciones con el cliente (CRM), Gestión de la cadena de abastecimientos (es el proceso que le agrega valor al negocio), Gestión de ciclo de vida del producto (PLM) y Procesos de soporte (no le agregan valor al producto pero son necesarios en para el eficiente funcionamiento de toda la cadena productiva). En la Figura N° 2 se especifica que áreas son las que pertenecen a cada división.



Figura N° 2: Mapa de procesos de Siemens Manufacturing.⁸

⁸SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

1.4 Estructura Organizacional

Energy
Austral-Andina

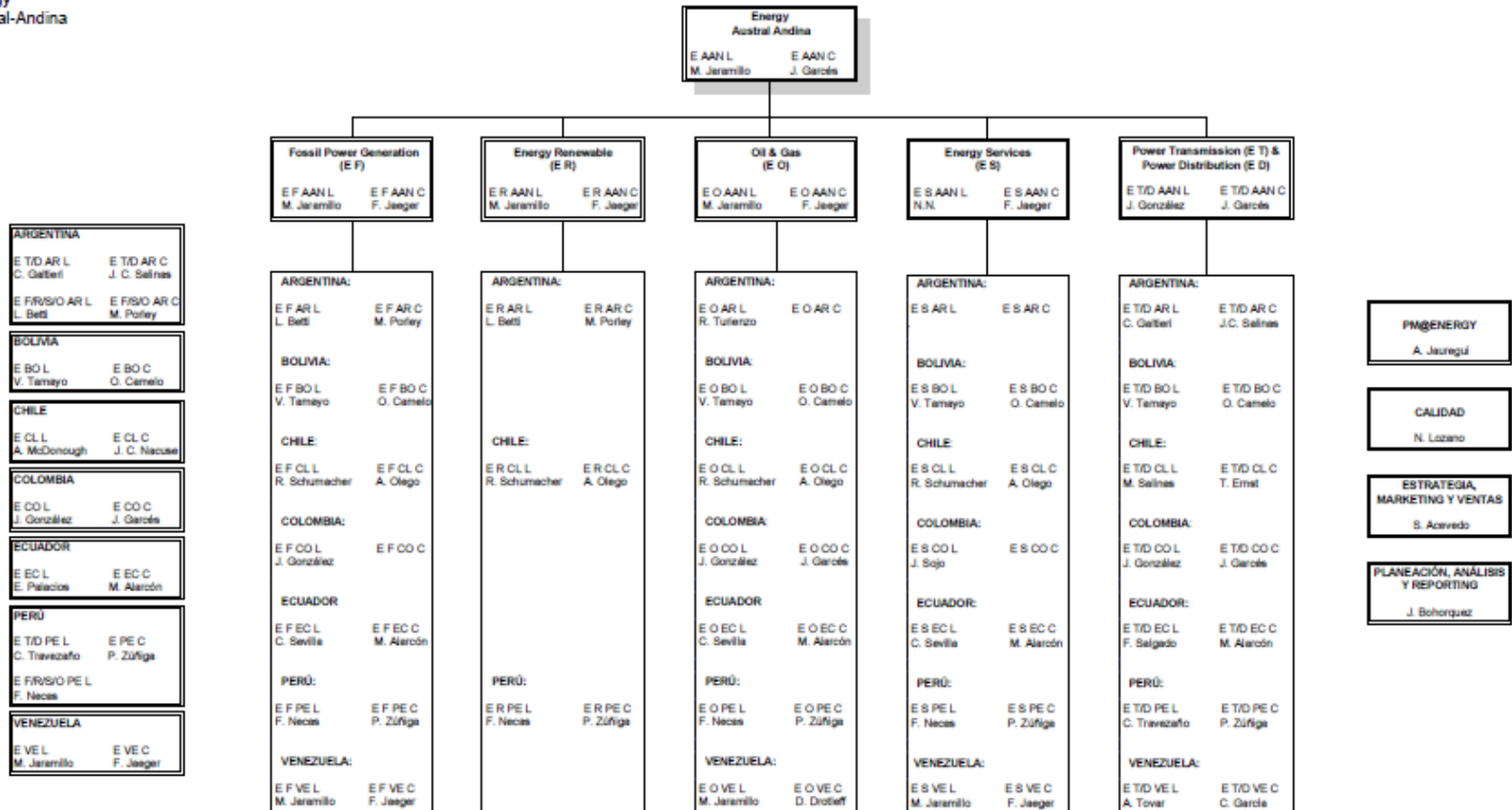


Figura N° 3: Estructura organizacional. ⁹

⁹SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

1.4.1 Siemens austral-andina

La estructura operativa de Siemens Manufacturing está compuesta por tres sectores (Industry, Energy y Healthcare) y un total de 15 divisiones.

Cuenta con una nueva organización regional (20 clusters o regiones) que fomenta responsabilidades más claras y ayuda a la compañía a ser más competitiva, rápida y flexible. En América existen 5 regiones, tres de los cuales se desempeñan como compañías nacionales individuales (Estados Unidos, Brasil y Canadá), y dos que combinan el trabajo de múltiples países: Mesomerica (México, América central y el Caribe) y Austral-Andina (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela).¹⁰

1.5 SECTORES DE NEGOCIO

Siemens cuenta con tres sectores de negocio que son los que rigen los tipos de productos a producir, Energy, Industry y Healthcare. En Colombia se fabrican productos solo de las unidades Energy e Industry.

1.5.1 Energy

El sector Energy de Siemens es el proveedor líder a nivel mundial de un espectro completo de productos, servicios y soluciones para la generación, transmisión y distribución de energía y para la extracción conversión y transporte de petróleo y gas.

1.5.1.1 Potencia Transmisión y Distribución (PTD)

PTD es responsable del transporte, distribución y control seguro y económico de la energía eléctrica, desde la central de generación hasta el consumidor. Incluye la construcción de subestaciones, transformadores, centros de control y despachos. La unidad está conformada por áreas que se encuentran asociadas a las diferentes etapas en la cadena de transmisión y distribución de la energía:

¹⁰SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

- Alta Tensión (PTD-H): Soluciones para la transmisión y distribución de energía eléctrica, con niveles de tensión mayor a 52 KV. Soluciones modulares estándar o diseñadas de acuerdo con las necesidades específicas del cliente, cumpliendo con todos los requerimientos técnicos; subestaciones convencionales, móviles, compactas y encapsuladas; y productos tales como: Interruptores, seccionadores, pararrayos o limitadores de sobre tensión.
- Media Tensión (PTD-M): Soluciones para niveles de tensión igual o inferiores a 52KV. Buscan asegurar la confiabilidad, eficiencia y facilidad de operación que los clientes necesitan con tableros, componentes y tecnologías avanzadas para sistemas de distribución. Dentro del área PTD-M se encuentra la fábrica de tableros de control PTD-W.
- Sistemas de automatización, control y protección (PTD-EA): Tiene como objetivo mejorar la calidad y confiabilidad de la energía con una amplia gama de relés de protección y soluciones completas de automatización y control del sistema de potencia (subestaciones y plantas de generación), así como el control de la calidad de la energía.
- Transformadores (PTD-T): Se encarga de la fabricación, pruebas, instalación y puesta en servicio de transformadores de potencia y distribución. Cuenta con uno de los ochos puntos para la fabricación de transformadores en todo el mundo.
- Servicios (PTD-SE): Servicios Técnicos de Energía que abarcan las siguientes áreas: Consultoría y Estudios eléctricos; Montaje, Pruebas y Puesta en marcha; Mantenimiento y Operación; Servicio técnico postventa; Mantenimiento en sitio de transformadores; Retrofit, repuestos y reparación de equipos. ¹¹

¹¹SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

1.5.1.2 Unidad Autónoma de Producción de Tableros (UAP)

Es un segmento de la unidad de negocio de Media Tensión que pertenece a la División de Distribución.

- Producto: En la UAP de Tableros se producen celdas de media tensión que son un conjunto continuo de secciones verticales, en las cuales se ubican equipos de maniobra, de fuerza y de medida, así como equipos de protección y control. En la Figura N° 4 se puede observar algunos de los productos fabricados en ésta UAP.
- Líneas de producción: Tableros de distribución eléctrica en media y baja tensión, tableros de control y protección de subestaciones, tableros de control de ventiladores, cajas protectoras.
- Comercialización de productos: La producción de la UAP de estableros está dirigida a todas las electrificadoras, industrias y en general, mercados de distribución en baja y media tensión de la región Austral-Andina, así como algunos países del Caribe. ¹²



Figura N° 4: Tableros de control. ¹²

¹²SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

1.5.1.3 Unidad Autónoma de Producción de Transformadores

En la UAP de transformadores se fabrica Transformadores de distribución y de Potencia.

- Producto: El transformador es una máquina eléctrica estática que, por medio de un circuito magnético común y a una frecuencia constante, transfiere o convierte energía de un producto a otro.
- Líneas de producción: Siemens fabrica transformadores monofásicos y trifásicos, inmersos en aceite a determinadas potencias y niveles de tensión como los ilustrados en la Figura N° 5, para diversas aplicaciones en alta potencia, media potencia, sector industrial y comercial y sector domiciliario.
- Comercialización de productos: La producción de la UAP de Transformadores es comercializada en los países de la región Austral-Andina, algunos países de Centroamérica y el Caribe, y Estados Unidos.¹³



Figura N° 5: Transformadores.¹³

¹³SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

1.5.2 Industry

El sector de Industry de Siemens es líder mundial en ofrecer soluciones para sistemas de producción, transporte, construcción e iluminación.

1.5.2.1 Unidad Autónoma de Producción Industry

Dentro del sector Industry, en la división Drive Technologies (I DT) se encuentra la unidad de negocios Standard Drive (IDTSD), a la cual pertenece la Unidad Autónoma de Producción (UAP) de Industry, la cual fabrica motores y ventiladores industriales con distintas especificaciones eléctricas y mecánicas, según requerimientos del cliente.

- Producto:
 - ✓ Motores: Un motor eléctrico es una máquina capaz de transformar energía eléctrica recibida de una red, en energía mecánica manifestada como movimiento de rotación de su eje y aprovechada para conducir distintos accionamientos, tales como bombas, compresores y bandas transportadoras, entre otros.
 - ✓ Ventiladores industriales: Son ventiladores de elevado caudal de aire con pequeños aumentos de presión, apropiados para la extracción de aire en general, gases o vapores o para la inyección de aire en recintos tales como bodegas industriales, graneros, almacenes, etc.
- Líneas de producción:
 - ✓ Motores en tamaños constructivos IEC 071 a 132: A este grupo pertenecen motores monofásicos y trifásicos de baja tensión para operaciones en redes de 50 y 60 Hz con tensiones nominales adecuadas a las redes en cada una de estas frecuencias. Una muestra de estos motores se puede observar en la Figura N° 6.
 - ✓ Motores en tamaños constructivas IEC 160 a 315: Son motores trifásicos con las variantes presentadas en el punto anterior pero con potencias mayores, que por su tamaño, sus componentes y los

procesos de fabricación involucrados son manejados en una línea de producción independiente.

- ✓ Ventiladores: En diámetros desde 250 hasta 700 mm y con motores de potencia hasta 5 HP.
- Comercialización de productos: La producción de esta UAP está dirigida a los mercados de la Región Austral-Andina, a la cual se proveen motores y ventiladores con distintas especificaciones eléctricas y mecánicas, según sus requerimientos. ¹⁴



Figura N° 6: Motores y ventiladores industriales ¹⁴

1.6 TECNOLOGÍA 8BT2

Una celda 8BT2 interruptor se utiliza en transformadores y subestaciones de distribución, principalmente en la distribución primer nivel, por ejemplo: Centrales eléctricas, Industria del cemento, Hierro y acero, Trenes de laminación, Minería, Textil, Industrias del papel y de alimentos, Industria química, Industria del petróleo, Plantas electroquímica, Plantas de energía Diesel y Aeropuertos.

En la Línea de Producción de Tableros de Siemens Manufacturing se fabrican dos tipos de celda 8BT2, las cuales se diferencian por el nivel de tensión que manejan y sus dimensiones. En la Tabla N° 1 se observa los datos eléctricos de los dos tipos de celda 8BT2 y a su vez que se exalta la diferencia que existe entre ellas.

¹⁴SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

Tabla N° 1: Datos eléctricos.¹⁵

Características	Tipo 1	Tipo 2	Unidad
Tensión	24	36	kv
Frecuencia	50/60	50/60	Hz
Poder de corta duración a frecuencia industrial	50	70	Kv
Cortocircuito que rompe la corriente	31,5	31,5	kA
Pico de corriente admisible	82	82	kA
Corriente normal de la barra	2500	2500	A

Manejar diferentes niveles de tensión hace que la disposición mecánica de la celda varíe y las piezas tengan diferente tamaño en cada tipo. Las diferentes longitudes que se manejan se muestran en la Tabla N° 2 y a su vez en las Figuras 7, 8 y 9 se ilustra la vista frontal y lateral de una celda 8BT2 indicando cuales son las longitudes que se nombran en la Tabla N° 2.

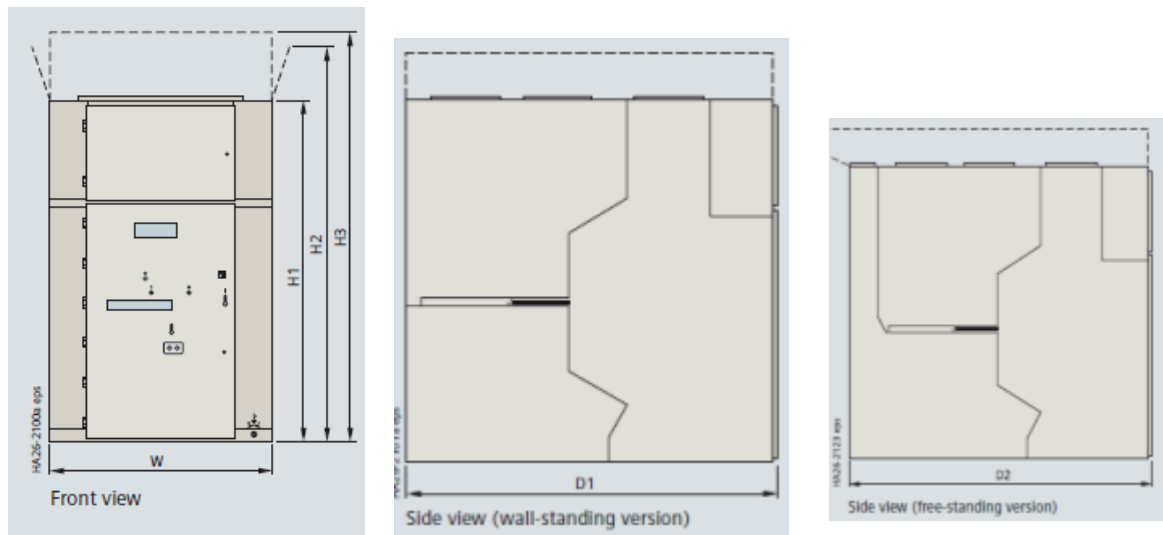


Figura N° 7: Vista Frontal.¹⁶ Figura N° 8: Vista lateral¹⁶ Figura N° 9: Vista lateral¹⁶

¹⁵ Autora

¹⁶ SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <https://intranet.wss02.ptd.siemens.de/content/M-Products/8bt2/BrochuresCatalogs/HA_26_41_engl.pdf>.

Tabla N° 2: Dimensiones. ¹⁷

Descripción			Tipo de Celda	
			24 KV	36 KV
Ancho	w	Panel del interruptor	1200mm	1550mm
		Panel del Seccionador	1200mm	1550mm
		Panel de Medición	1200mm	1550mm
		Bus seccionador	1200mm	1550mm
		Panel de conexión de barras	1200mm	1550mm
Alto	H1	Panel intermedia	2400 mm	2400 mm
	H2	Panel de extremo	2775 mm	2775 mm
	H3	Presión cerrada ducto	2900 mm	3000 mm
Profundidad	D1	Wall-de pie, IAC Un panel FL	2450 mm	2450 mm
	D2	Independiente, IAC Un panel de la RPF	2700 mm	2700 mm

Una celda 8BT2 se caracteriza por ser una celda compartimentada, es decir, cuenta con cuatro cubículos principales representados en la Figura N° 11 como A, B, C y D. Siendo el cubículo A: Cubículo Interruptor, que como su nombre lo indica es el que contiene el carro interruptor donde llegan todas las señales enviadas por el dispositivo de control (Relé) de hacer circular o no la corriente que transita por el cubículo de barras. El cubículo B: Cubículo de Barras, es por donde circula la corriente por medio de barras de cobre que encuentran separadas en tres fases L1, L2 y L3. El cubículo C: Cubículo de Control, es el que contiene los transformadores de corriente y tensión que como su nombre lo indica son los que transforman la corriente y tensión según la carga del dispositivo de control (Relé). Y por último el cubículo D: Cubículo de Baja tensión que contiene la caja de baja tensión y es el que controla el funcionamiento de toda la celda. En la Tabla N° 3 se hace una descripción de todas partes principales de una celda en su vista frontal y en la Tabla N°4 una descripción en la vista lateral.

¹⁷ Autora

Tabla N° 3: Descripción partes principales de la vista frontal

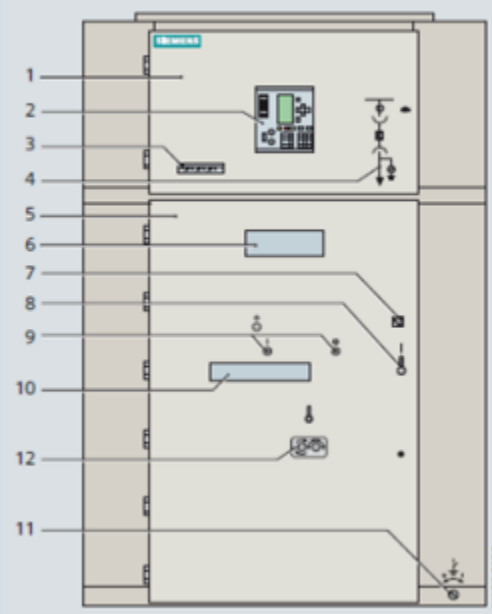
DESCRIPCIÓN PARTES PRINCIPALES VISTA FRONTAL CELDA 8BT2	
	1. Compartimiento puerta de baja tensión
	2. Dispositivo de protección (Relé)
	3. Opcional: Sistema de detección de alta tensión
	4. Diagrama esquemático
	5. Puerta de alta tensión
	6. Ventana de control
	7. Apertura para bloqueo y desbloqueo de alta tensión de la puerta
	8. Puerta de manejo
	9. Apertura manual del interruptor
	10. Ventana para lectura de indicadores del interruptor
	11. Apertura de earthingswitch (seccionador)
	12. Apertura para accionamiento mecánico del interruptor.

Figura N° 10: Partes de una celda 8BT2. ¹⁸

Tabla N° 4: Descripción partes principales de la vista lateral

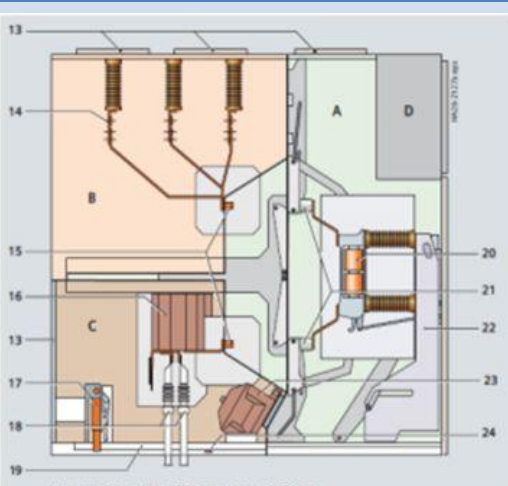
DESCRIPCIÓN PARTES PRINCIPALES VISTA LATERAL	
	13. Aletas de alivio de presión
	14. Barras
	15. Bujes
	16. Transformador
	17. Seccionador de tierra
	18. Extremos Cable de sellado
	19. Cable de soporte
	20. Interruptores de vacío
	21. Contacto con el sistema
	22. Cambio del dispositivo de camiones
	23. Transformador de tensión
	24. Puesta a tierra de barras

Figura N° 11: Partes de una celda 8BT2. ¹⁸

¹⁸SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial SIEMENS MANUFACTURING, [en línea], disponible en: <https://intranet.wss02.ptd.siemens.de/content/M-Products/8bt2/BrochuresCatalogs/HA_26_41_engl.pdf>.

1.7 GENERALIDADES DEL PROYECTO

En la Línea de Producción de Tableros se rige por el Lean Manufacturing y el sistema Siemens ProductionSystem (SPS), el cual es el encargado del mejoramiento continuo de los procesos productivos en Siemens a nivel mundial, por lo tanto, la tecnología 8BT2 al ser reciente su producción en Siemens Manufacturing no estaba alineada con el sistema SPS y necesitaba de un mejoramiento en su proceso. Por ésta razón, éste proyecto se llevó a cabo en el proceso productivo de la tecnología 8BT2, para estandarizar y balancear las cargas de los puestos de trabajo de la línea productiva.

1.7.1 Planteamiento del problema

En el área de tableros de Siemens Manufacturing se elaboran celdas de 8 tecnologías diferentes, como lo son, Simoprime, 8PT MCC, 8PT Distribución, 8MF, 8BT2, Cajas T, Celdas importadas y Otros. A la vez se tiene un proceso alterno que alimenta las diferentes tecnologías, que es todo el tratamiento necesario a las barras de cobre que llevan las celdas.

La tecnología 8BT2 es la última implementada en la planta y no se tiene mucha experiencia a la hora de elaborar una celda de este tipo. Por tal razón, se presentan falencias en el proceso productivo al no tener muy claros los puestos de trabajo, ni las tareas que se deben llevar a cabo en cada uno de ellos y al mismo tiempo no se tiene registros de tiempos necesarios para ensamblar completamente una celda, ni la distribución adecuada de las cargas de trabajo. Por estas razones, es necesario implementar una herramienta que establezca claridad del proceso productivo y balanceé los puestos de trabajo.

La producción de una calda 8BT2 es muy variable, es decir, no siempre se tiene la misma cantidad de celdas a elaborar en un mes o una semana, sino que varía de acuerdo a los pedidos que se tengan. A su vez, estos tableros no son un producto estándar, se elaboran según las especificaciones del cliente, obteniéndose con

esto variaciones a la hora de la elaboración del producto, de los materiales utilizados, del tiempo implementado y del personal necesario.

Debido a la variación de los pedidos y de las especificaciones de las celdas muchas veces se necesita traer más personal de otras tecnologías que no está lo suficientemente capacitado para llevar un buen ritmo de la producción en comparación con los demás operarios. Esto ocasiona un cierto grado de retraso en la producción, fallas en calidad e incumplimiento de las entregas.

La distribución de esta célula se diseñó con base en las otras tecnologías, por tanto, no es la más adecuada para llevar un ritmo óptimo de la producción y se tienen muchos desperdicios de transporte y búsqueda de material y herramientas.

Esta tecnología ha tenido un crecimiento sustancial a medida que se van elaborando más celdas y se va dando a conocer en el mercado, por tanto, es necesario establecer un flujo continuo de la producción y estandarizar los procesos.

1.7.2 Objetivos

1.7.2.1 Objetivo General

Implementar la herramienta YAMAZUMI en la célula 8BT para la línea de Tableros de Control con el fin de mejorar el proceso productivo y lograr un mejoramiento en el balance de la línea.

1.7.2.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso de elaboración de una celda 8BT2, obteniendo así un diagnóstico del proceso productivo actual. Este análisis se hará mediante un estudio de métodos y tiempos y la implementación de la herramienta YAMAZUMI en cada uno de los puestos de trabajo, detectando así las fortalezas y puntos críticos por mejorar.

- Diseñar e implementar propuestas de mejora según los resultados obtenidos por el análisis de la herramienta YAMAZUMI que busquen tener un flujo y equilibrio en todo el proceso productivo y por ende lograr un aumento en la productividad.
- Implementar soluciones alternas de mejora en la célula 8BT2 como 5'S, reubicación de los puestos de trabajo y puntos de suministro de material, eliminación de desperdicio y Kanban.
- Hacer seguimiento de las soluciones implementadas en el proceso productivo y evaluar los cambios hechos, viendo las diferencias después de implementar la herramienta.

1.7.3 Alcance del trabajo

El alcance de éste proyecto está enfocado en la línea de ensamble de Tableros de Control de 8BT2, la cual está dividida en dos procesos principales, ensamble y cableado. El proceso de ensamblaje cuenta con 2 puestos de trabajo de pre-ensamble y 4 de ensamble de la celda como tal. El proceso de cableado tiene 2 puestos de trabajo de pre-cableado y 5 puestos de cableado. En la célula se tiene un total de 11 empleados, pero cuando se tienen retrasos en las entregas debidas a faltantes de material u otros inconvenientes es necesario traer operarios de las otras tecnologías para cumplir con los requerimientos del cliente.

El desarrollo de este proyecto incluye la implementación de la herramienta YAMAZUMI, la cual necesita de un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo para esclarecer cuales son las operaciones críticas. El análisis inicia con la toma de tiempos de todas las actividades que realizan los operarios y la identificación de los despilfarros que tiene el proceso, como transportes, reprocesos, etc.

Los resultados arrojados por esta herramienta indican cuales son las operaciones que no le están agregando valor al producto y se pueden eliminar, al mismo

tiempo cuales son los puestos de trabajo que tienen sobrecarga en la capacidad de producción o cuales tienen pocas actividades. De tal forma, sabiendo cuales son las operaciones con oportunidad de mejora, se puede balancear la línea de acuerdo al Tack Time¹⁹ y se obtiene directamente un aumento en la productividad.

La célula necesita actividades complementarias de mejora que también conllevarían directamente a un aumento en la productividad, como 5's, Kanban y redistribución de los puestos de trabajo y suministro de material. Todas estas actividades se llevaran a cabo en compañía del supervisor de la célula, los líderes y el jefe de producción.

¹⁹ El Tack Time marca el ritmo de lo que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo.

2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo contiene todos los datos teóricos necesarios para el desarrollo del proyecto y el entendimiento del mismo, se aclaran términos como Kaizen y balance de línea y el proceso para calcular el tiempo tipo de una operación.

2.1 ESTUDIO DE TIEMPOS

Esta técnica de Organización sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido.

El enfoque del estudio de tiempos para la medición del trabajo utiliza un cronómetro o algún otro dispositivo de tiempo, para determinar el tiempo requerido para finalizar tareas determinadas. Suponiendo que se establece un estándar, el trabajador debe ser capacitado y debe utilizar el método prescrito mientras el estudio se está llevando a cabo.

Para realizar un estudio de tiempo se debe:

1. Descomponer el trabajo en elemento.
2. Desarrollar un método para cada elemento.
3. Seleccionar y capacitar al trabajador.
4. Muestrear el trabajo.
5. Establecer el estándar.²⁰

Las técnicas más utilizadas dentro del estudio de tiempos son: El cronometraje, técnica de tiempos predeterminados, y el muestreo de trabajo. Para el desarrollo de este proyecto se va a utilizar el método del cronometraje ya que es un método muy fácil de aplicar y de bajo costo, al mismo tiempo, que es muy preciso en la estimación.

²⁰ SISTEMAS. Producción, [en línea], http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema4_5.htm

2.1.1 Cronometraje

Esta técnica permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempos cronometrados. Se basa en la observación y medición directa de los tiempos de las diversas operaciones y movimientos de un ciclo de trabajo mediante cronómetros. Definiendo previamente un ciclo de trabajo (la sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante la cual se obtiene una unidad de producto) para todas las actividades a cronometrar. Este ciclo debe fraccionarse en varias etapas llamadas elementos, generalmente se compone por uno o varios movimientos básicos del operario o de la máquina.

Estos elementos pueden ser de tres tipos:

- ✓ Repetitivos o regulares: Se presentan en todos los ciclos de trabajo.
- ✓ No repetitivos o irregulares: Aunque tienen cierta periodicidad, no se llevan a cabo en todos los ciclos.
- ✓ Extraños o aleatorios: Se refieren a elementos eventuales, y por lo tanto, no se deben incluir en la toma de tiempo de la tarea requerida.

2.1.1.1 Valoración

Hace referencia a la velocidad con la que el operario ejecuta su labor. Esto debido, a que la velocidad aplicada en cada ejecución por el operario a la actividad puede variar, generándose de esta manera tiempos largos si la velocidad es poca o tiempos cortos si esta es rápida. Así, a cada observación o medida realizada, se le aplica un valor de corrección al dato, de tal forma que el tiempo final calculado esté acorde con la realidad. Esta es una medida subjetiva, ya que el analista quien asigna el factor de corrección en base a lo que él considera, es un ritmo normal de trabajo (Este puede ser mantenido por un operario durante toda su jornada trabajo sin excesiva fatiga física o mental, sin encontrarse por una remuneración por rendimiento). El proceso de valoración puede realizarse utilizando diferentes escalas, la única diferencia entre ellas es el valor que toma el ritmo normal.

Tabla N° 5: Escala de valoración de tiempos

Escalas	Más lento	Ritmo Normal	Más Rápido
Porcentajes	Valor menor a 100	100	Valor mayor a 100
Británica	Valor menor a 75	75	Valor mayor a 75
Bedoux	Valor menor a 60	60	Valor mayor a 60

2.1.1.2 Suplementos

Porcentajes o fracciones de tiempo adicional que se le asigna al valor inicialmente calculado, debido a las condiciones bajo las cuales la persona desarrolla su trabajo. Estos tienen como propósito obtener un valor más real del tiempo empleado por una persona al ejecutar su trabajo. Estos pueden ser:

- ✓ Por descansos y necesidades personales.
- ✓ Por características del proceso.
- ✓ Especiales
- ✓ Discrecionales.

2.1.1.3 Pasos a seguir en la toma de tiempos

- ✓ Selección de un operario “promedio”, es decir, que no sea el experto ni el más inexperto.
- ✓ Determinación del ciclo de trabajo
- ✓ División del ciclo de trabajo en elementos, identificando claramente su inicio y su finalización.
- ✓ Determinar el número de ciclos que deben registrarse: Esto con el fin de obtener una estimación más confiable de la duración de la tarea, lo que se puede hacer por medio de una fórmula estadística:

Ecuación 1. Número de ciclos a registrarse.²¹

$$N = \frac{(S * t \alpha_{\frac{1}{2}, n - 1})}{e}$$

²¹ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS 1999

Donde:

S: Valor correspondiente a la desviación estándar de la muestra hecha a varios ciclos preliminares (Entre 8 y 15) a los cuales se les toma el tiempo global de ejecución.

t: Valor de la tabla t-Student para un valor fijo α

e: Margen de error deseado, expresado en unidades de tiempo.

- ✓ Seleccionar el sistema de medición de tiempos. Esto puede ser de dos formas según el cronometro a utilizar. Repetitivo o de vuelta a cero: El cronometro registra el tiempo del primer elemento y para tomar el siguiente elemento inicia nuevamente desde cero. Continuo o acumulativo: El cronometro registra el tiempo del primer elemento, lo almacena y continua donde termino el primer elemento para medir el segundo elemento.
- ✓ Seleccionar la escala de valoración a utilizar.
- ✓ Diseñar el formato de registro de datos: Este debe incluir un encabezado, que debe contener información básica sobre la tarea que se va a cronometrar.
- ✓ Registrar los datos: Durante la toma de datos, debe realizarse sin hacer interrupciones y debe irse asignando paralelamente la valoración de cada ciclo.
- ✓ Calcular el tiempo normalizado por elemento.
- ✓ Calcular el tiempo normalizado promedio por elemento.
- ✓ Asignar suplementos.
- ✓ Calcular tiempo Tipo. ²²

²² ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS 1999

El resumen del cálculo del tiempo tipo se ilustra en la Figura N° 12.

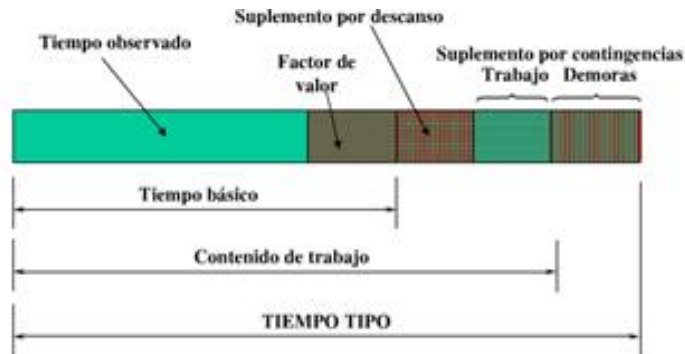


Figura N° 12: Tiempo tipo.²³

2.2 BALANCEO DE LÍNEA

Una de los problemas más importantes que se tiene dentro de la manufactura, es el de asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos a través de los diferentes procesos dentro de la planta. Esto es debido a que los tiempos de operación por parte de las personas, es variable según un sinnúmero de factores, como lo son el cansancio, la curva de rendimiento, el nivel de aprendizaje, dificultad de la operación, temperatura, etc, además de la mano de obra, se cuenta con recursos que pueden limitar en un momento dado como lo son las máquinas, materiales, insumos, etc.; hallar la distribución de la capacidad de manera de minimizar este problema es lo que se conoce como Balance de Línea.²⁴

El Balance de Línea debe realizarse según el proceso productivo que se tenga. Existen muchas configuraciones posibles de procesos productivos. Por ejemplo, si se tiene una serie de operaciones subsecuentes divididos entre secciones o departamentos, con relativamente pocos productos, pero con gran volumen, a esto lo llamamos Producción en Línea (o Flujo Lineal), pero si para los diferentes

²³ SLIDESHARE. Mejoramiento del proceso productivo. [en línea], disponible en: <<http://www.slideshare.net/lparrajr/mejoramiento-de-procesos-presentation>>

²⁴ AEQUIMEDES. Disponible en: <http://www.arquimedex.com/index.php?accion=1&id=59>

productos, debemos realizar diferentes operaciones, con diferentes rutas de proceso, a esto lo llamamos Proceso Intermitente.

El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- Continuidad. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

2.3 HERRAMIENTA YAMAZUMI

Yamazumi es una palabra japonesa que significa literalmente “Llenar en montones”. Un tablero del Yamazumi es una herramienta para alcanzar la línea balance, con las tiras del papel o de la tarjeta que representa tareas particulares. Toyota utiliza gráficos Yamazumi en sus procesos para presentar visualmente el contenido del trabajo de una serie de tareas y facilitar la coordinación del trabajo y la eliminación de valor no agregado en las operaciones de un proceso productivo.

Un gráfico de Yamazumi es una gráfica de barras, que muestra el balance de cargas de trabajo y el tiempo de ciclo entre un número de operarios de una línea de producción o conjunto de células, de tal forma, que se puede saber cuáles son las actividades que realiza cada operario y el tiempo de duración de cada una de ellas. Las tablas Yamazumi pueden ser de un solo producto o línea de ensamble de múltiples productos.²⁵

El proceso empresarial comienza en la base de la columna, donde se registran los puestos de trabajo que componen un proceso productivo, y cada bloque se muestra el tiempo que emplea en cada operación tomada en minutos. Las actividades son registradas con un color característico al tratamiento que se le debe dar para el análisis, es decir, los pasos que son necesarios para el proceso, pero en realidad no "añaden valor" son de color naranja; los pasos que marcan una diferencia real y transforman el producto, es decir, agregan valor al producto son de color verde y finalmente los residuos en el proceso como transportes, reprocesos, y desperdicios en general son de color rojo.

De los resultados que arroja una tabla Yamazumi, se debe centrar en las actividades de color rojo, las cuales deben ser eliminadas mediante técnicas como Kaizen y demás herramientas del Lean Manufacturing.

2.3.1 Ventajas de la herramienta Yamazumi

1. Es visual: Se dice que una imagen vale más que mil palabras. Con gráficos Yamazumi (también conocido como tablas Yamazumi ya que literalmente son letreros en la "fábrica visual"), los trabajadores pueden ver inmediatamente y de manera intuitiva, donde tienen algún desperdicio o dificultad en sus operaciones.

²⁵ APPLIED COMPUTER SERVICES, INC. Yamazumi Workload Charts. En Yamazumi, [en línea], disponible en: <<http://www.acsco.com/videolibrary.htm#Yamazumi>>

2. Es sencillo: La claridad es poder. ¿Quién necesita un detallado informe de un consultor de gestión, cuando una Junta Yamazumi cuenta la historia de un solo vistazo?
3. Es ineludible: Ubicado en una línea de producción, la Junta Yamazumi es un aviso constante y perpetuo para la mejora continua, o Kaizen, ya que muestra claramente donde se presentan falencias dentro del proceso.
4. Es público: La Junta Yamazumi es al aire libre. Teniendo un equipo de trabajo competitivo, este es un gran motivador para la mejora del rendimiento. Nada motiva más que la divulgación pública de los resultados entre los colegas.
5. Ilustra las oportunidades vitales que pueden llegar a cambiarlo todo: Recuerda el Principio de Pareto. 20% de todas las causas representan el 80% de los resultados. Con una Junta Yamazumi, se puede ver visualmente las principales limitaciones y los obstáculos clave. Ampliar la eficiencia de su proceso, centrándose en los "focos vitales".²⁶

2.3.2 Metodología de la implementación de la herramienta Yamazumi

El proceso que se llevara a cabo para implementar la herramienta Yamazumi consta de un diagnostico de la situación análisis de ésta, una propuesta de mejora que sea viable y que hará que el proceso se optimice, posteriormente la implementación de la misma y valoración de resultados.

2.3.2.1 Diagnostico de la situación actual

El primer paso que se debe llevar a cabo para implementar la herramienta Yamazumi en un proceso productivo, es un diagnostico de la situación actual. Se debe especificar cuáles son todas las actividades que realiza cada operario dentro de la línea de producción y hacer un estudio de métodos y tiempos. Teniendo los

²⁶HUBPAGES. YamazumiBoards. [en línea], disponible en:<<http://hubpages.com/hub/Yamazumi-Boards>>.

tiempos de cada operación se realiza un diagrama de operaciones de la línea de producción y la tabla de combinación, que muestra la secuencia de actividades designadas a cada operario.

El paso a seguir es realizar las tablas Yamazumi por cada puesto de trabajo del proceso productivo. Con estas graficas sabremos específicamente en que puestos de trabajo y cuáles son las actividades que no generan ningún valor para el producto, a la vez que se ve que tan bien están distribuidas las cargas de trabajo entre todos los operarios.

Obteniendo las tablas Yamazumi el paso siguiente es hacerle saber a los operarios y líderes de la línea cuáles son sus fortalezas y debilidades, al mismo tiempo que se les capacita y orienta para diseñar un proceso de mejora.

2.3.2.2 Propuesta de mejora

Ya teniendo claros cuáles son los principales problemas de la línea y cuáles son los puestos de trabajo que están sobrecargados en sus actividades, se diseña una propuesta de mejora que logre reducir los tiempos de operación y balancear la línea de producción de acuerdo al Tack Time. Tanto los supervisores de la célula como los líderes de ésta, son parte fundamental en esta parte del proceso, ya que son los que están directamente involucrados en la producción y pueden generar ideas que faciliten la realización de una actividad o reducir desperdicios de transporte o búsqueda ya sea de herramienta o material.

2.3.2.3 Implementación de la propuesta de mejora

Las mejoras diseñadas se implementarán mediante el desarrollo de la técnica Kaizen y se harán todas las actividades que ésta requiere. Llegando a balancear todos los puestos de trabajo según el Tack Time y eliminando los desperdicios del proceso. La implementación de estas mejoras logrará un aumento en la productividad.

2.3.2.4 Verificación de resultados

Como última instancia de la metodología se hará un análisis del cumplimiento de los objetivos planteados. Se verificarán resultados de los indicadores de productividad antes y después de implementar la herramienta, viendo así si se obtuvo un aumento significativo en el indicador. Este indicador muestra horas planeadas vs horas reales de producción.

2.4 KAIZEN

La palabra Kaizen es una palabra de origen japonés donde *Kai* significa Cambio y *Zen* Mejora, Como se ilustra en la Figura N° 13.



Figura N° 13: Significado KAIZEN²⁷

El Kaizen es en Japón sinónimo de mejora continua, es la búsqueda incesante de mejores niveles de desempeño en materia de calidad, costos, tiempos de respuesta, velocidad de ciclos, productividad, seguridad y flexibilidad entre otros.

El Kaizen agrupa diferentes herramientas y conceptos de calidad, reducción de desperdicio, eliminación de actividades que no agregan valor, etc. Todas estas herramientas y conceptos desarrollados en los trabajos de Sakiichi Toyota, TaiichiOhno, Kaoru Ishikawa, ShigeoShingo, Mizuno entre otros. Estas aportaciones fueron compiladas por Masaakilmai en su libro “Kaizen”.

²⁷LEAN MANUFACTURING. Herramientas de la filosofía LEAN. En Kaizen. [en línea], disponible en: <<http://www.leanmanufacturing.org/casalean.html>>.

¿Qué significa Kaizen?

Kaizen es una palabra Japonesa, uno de sus significados es cambio bueno o hazlo mejor. Significa también mejora, mejora continua en la vida personal, familiar, social y de trabajo.

Cuando se aplica al lugar de trabajo, Kaizen significa un mejoramiento continuo que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual. Desde el punto de vista estratégico, el Kaizen es la acción sistemática y a largo plazo destinada a la acumulación de mejoras y ahorros, con el objeto de superar a la competencia en niveles de calidad, productividad, costos y plazos de entrega.

Otra definición de Kaizen es también una selección de mejores formas de hacer las cosas o un cambio en los métodos actuales con la finalidad de lograr un objetivo. Kaizen también puede verse como una acumulación de pequeños cambios en la propia área de trabajo con la finalidad de hacerlo más fácil, más simple, más seguro, mas económico y mejor. Kaizen significa un esfuerzo constante no solo para mantener los estándares sino para mejorarlos requiriendo el esfuerzo de todos. ²⁸

²⁸ LEAN MANUFACTURING. Herramientas de la filosofía LEAN. En Kaizen.[en línea], disponible en:<<http://www.leanmanufacturing.org/kaizen.html>>.

3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La elaboración de un tablero de control de la tecnología 8BT2 se divide en dos líneas de producción que se llevan a cabo paralelamente, cableado y ensamble, donde en un punto del proceso se unen en un ensamble final. El área donde se producen las diferentes tecnologías en la línea de tableros se conoce como célula, para cada tecnología existe una célula de producción diferente.

El proceso de ensamble cuenta con 9 operarios y 8 puestos de trabajo. Las actividades que estos realizan a diario no siempre son las mismas, ya que la cultura que existe en la Línea de Producción de tableros es la polivalencia de todos los operarios, es decir, que se puedan desempeñar perfectamente en cualquier puesto de trabajo. Hay que tener en cuenta que esta polivalencia es diferente para los puestos de ensamble y cableado, es decir, un operario que ensambla no se puede desempeñar en un puesto de cableado y viceversa.

El proceso de cableado cuenta con 5 operarios y 5 puestos de trabajo. Al igual que en el ensamble se tiene polivalencia en los operarios respecto a sus operaciones. En la Tabla N° se observa el nombre de los diferentes puestos de trabajo de la célula 8BT2.

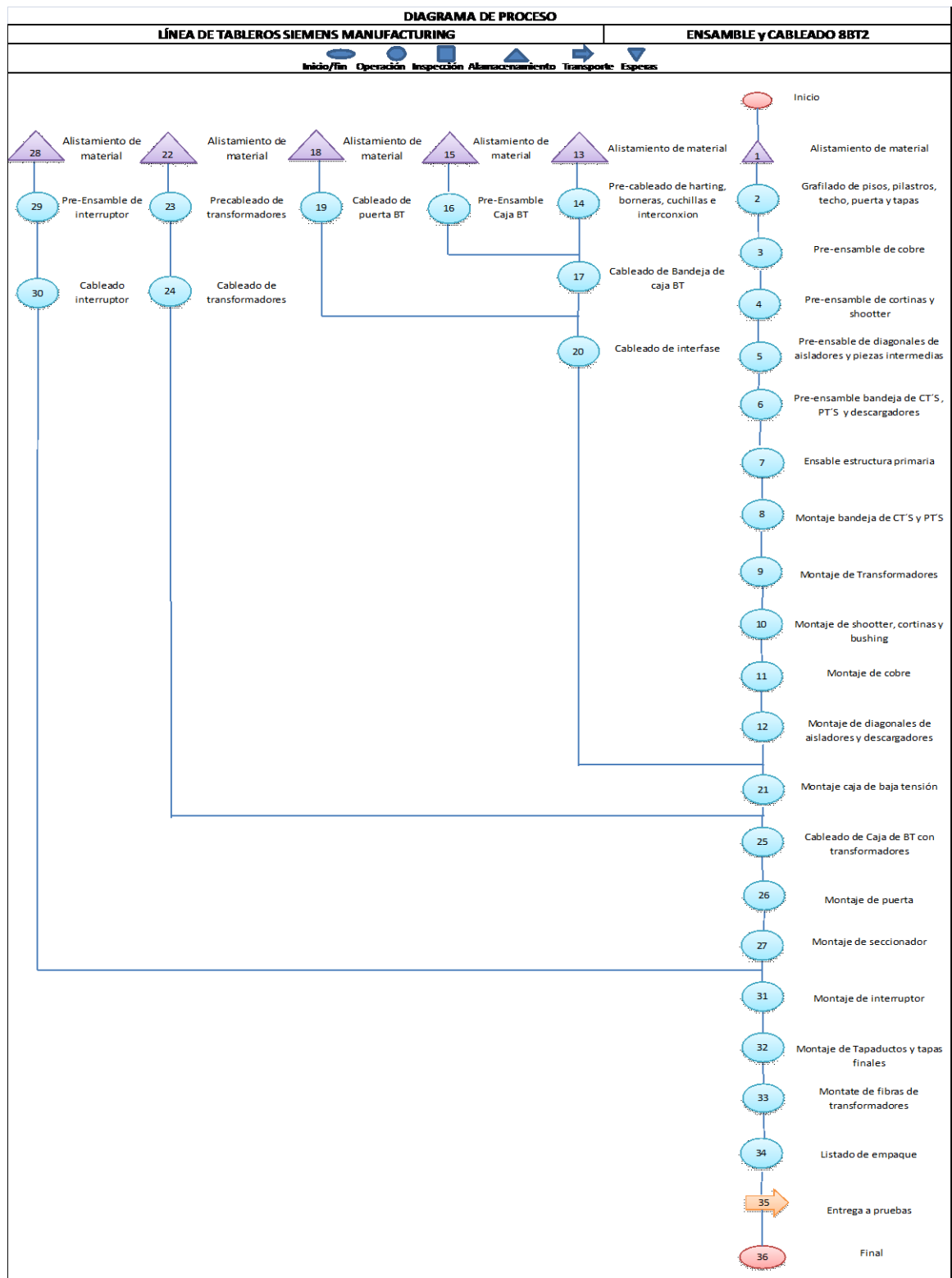
Tabla N° 6: Puestos de trabajo célula 8BT2

LINEA DE ENSAMBLE		LINEA DE CABLEADO	
PUESTO 1	Pre-Ensamble 1	PUESTO 1	Pre-Cableado
PUESTO 2	Pre-Ensamble 2	PUESTO 2	Cableado de bandeja
PUESTO 3	Pre-Ensamble 3	PUESTO 3	Cableado de puerta
PUESTO 4	Pre-Ensamble 4	PUESTO 4	Cableado interface y trafos
PUESTO 5	Ensamble 1	PUESTO 5	Cableado final
PUESTO 6	Ensamble 2		
PUESTO 7	Ensamble 3		
PUESTO 8	Ensamble 4		

El número de operarios varía de acuerdo a la demanda que se tenga y a la entrega planeada; cuando es necesario aumentar el ritmo de la producción se traen operarios de otras células o se hacen varios turnos al día para suplir las necesidades.

En la actualidad no se tiene mucho control sobre estos temas de aumento de los operarios o de turnos ya que se presentan problemas en la planeación y entrega de materiales, por tanto, hablando popularmente hay que apagar incendios con bastante frecuencia para no incumplirle al cliente, lo cual conlleva a una disminución de la productividad y eficacia en las entregas.

A continuación en la Figura N° 14 se presenta el diagrama de operaciones de la tecnología 8BT2. Los procesos de cableado se muestran de forma general en el diagrama para un mejor entendimiento del proceso, sin embargo, en los cuadros de toma de tiempos, (Ver anexo A), se muestra todas las actividades que se llevan a cabo para producir una caja de baja, una puerta, una interface, cableado detrafos.



²⁹ Autora

3.1 TOMA DE TIEMPOS

Para tener una idea clara de todo el proceso productivo se lleva a cabo la elaboración de un estudio de métodos y tiempos, el cual indica cuales son las actividades que se llevan a cabo para la elaboración de un producto determinado y cuál es el tiempo que se emplea realizándolas. Cuando se hace este estudio el operario debe ser calificado y debe tener claras cuales son las operaciones que debe realizar, debe tener un método definido y llevar un ritmo normal en su trabajo.

El estudio se realizó bajo un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, la valoración del ritmo de trabajo está dada en un 100% debido a las condiciones estables de cada uno de los puestos de trabajo y al seguido control del supervisor y el líder de la línea. El número de ciclos a medir estos procesos será de 10 repeticiones, número definido por el jefe de la planta debido a la larga duración de las operaciones y que existe variación en cada ciclo debido a la polivalencia de los operarios y que toda la operación es de tipo manual, es decir, el tiempo que se demora un operario en la actividad puede que sea más largo o corto comparado con otro.

Ya que el principal recurso en la línea de producción de tableros es el talento humano se asignarán suplementos. Para el personal de ensamble se asignarán suplementos por necesidades personales, fatiga, trabajar de pie, levantamiento de pesos, tensión auditiva, los cuales suman un 16% de tolerancia en el tiempo de ciclo de las operaciones y para los operarios de cableado se asignarán suplementos por necesidades personales, fatiga, tensión auditiva y tensión mental, los cuales suman un 15%. Es necesario aclarar que todas las operaciones que se realizan en esta célula son de tipo manual, es decir, no hay combinación hombre maquina, todo el trabajo lo realizan los operarios.

El método utilizado para la toma de tiempos es por cronómetro, se analizaron todas las actividades que hacen los operarios durante el proceso. Los datos se registraron en una hoja de Excel, que se muestra en la Tabla N° 7, donde se especifica cuáles son todas las actividades y el tiempo de duración de cada una de ellas.

Para el desarrollo de este libro se muestran como ejemplo los resultados obtenidos en el puesto pre-ensamble1 de la línea de ensamble y las demás tablas y documentos de los otros puestos de trabajo se encuentran en el Anexo A.

Cada actividad está clasificada como:

- Operación ○
- Transporte □
- Espera □
- Inspección □
- Almacenamiento ▽

Cuando una actividad se clasifica como operación es porque se está transformando el producto, es decir, se le está agregando valor. El resto de actividades como lo son transporte, espera e inspección no le agregan valor al producto y se debe procurar eliminarlas del proceso productivo, ya que están siendo improductivas y generan un gasto de tiempo innecesario que el cliente no paga por ellos.

Tabla N° 7: Tiempos y actividades puesto de trabajo Pre-Ensamble 1

PRE-ENSAMBLE 1																		
Toma de tiempo																		
Tecnología: #BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Pizar																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		○	□	▢	▣	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo		□				1,20	0,90	0,85	1,12	1,25	1,20	0,92	1,50	0,90	1,50	1,13	
2	Quitar plástica a la lámina			▢			0,95	1,02	1,50	1,03	0,95	0,98	2,00	1,20	1,25	0,90	1,18	
3	Limar buje	○					2,35	3,20	2,50	2,00	2,05	3,00	2,10	2,80	2,30	3,30	2,54	
4	Grafilar Tuerca grafilada M8	○					10,02	9,05	11,00	9,50	10,80	10,05	9,85	10,20	9,20	10,80	10,05	
5	Traer frenar (material)		□				1,85	0,85	0,50	1,20	0,92	0,70	1,10	0,65	1,05	1,50	1,03	
6	Montar frenar	○					1,47	2,00	2,50	3,00	1,50	1,80	2,05	0,95	1,58	2,01	1,87	
7	Llevar lámina a almacenamiento		□				0,47	0,51	1,00	1,50	0,70	0,95	1,05	0,98	0,65	1,03	0,88	
TOTAL PRE-ENSAMBLE PISO FRONTAL							18,31	17,53	19,85	19,35	18,17	18,48	19,07	18,28	16,93	21,04	18,70	
1	Traer lámina al puesto de trabajo		□				0,65	0,76	0,87	0,95	1,15	2,01	0,98	1,25	1,34	1,10	1,11	
2	Quitar plástica a la lámina		□				0,97	1,15	0,97	1,17	1,29	0,89	1,12	1,23	0,97	1,22	1,10	
4	Limar buje			▢			2,77	3,06	2,87	4,01	3,65	3,78	2,56	2,89	3,56	2,79	3,19	Lima 3 buje
5	Grafilar Tornillo grafilado M8x25	○					4,65	5,05	5,23	4,76	4,96	4,50	5,78	6,00	5,10	5,23	5,13	
6	Grafilar Tornillo grafilado M8x25 en tapa del pizar	○					6,98	7,00	7,32	7,24	7,34	6,88	7,00	7,28	7,43	7,30	7,18	
7	Montar tapa	○					2,65	3,00	3,67	2,73	2,98	2,78	3,15	3,22	3,21	2,98	3,03	
8	Buscar material			▢			1,00	0,85	1,43	1,32	0,83	1,21	1,14	0,64	1,33	0,98	1,07	
9	Montar pizar para la entrada del cliente y para tapar	○					1,73	2,50	2,34	1,92	1,86	2,55	2,22	2,60	2,00	1,75	2,15	
10	Buscar tornillería			▢			0,60	0,50	0,97	1,22	1,15	0,73	0,85	0,92	1,16	1,00	0,79	
11	Montar tuerca M8 para asegurar pizar de entrada al cliente y apretar	○					5,52	6,12	5,67	5,88	5,93	6,05	6,25	6,31	5,69	5,89	5,93	
12	Grafilar tuerca grafilada M10	○					12,37	13,43	12,55	12,89	13,23	13,14	12,43	12,67	13,02	12,97	12,87	
13	Montar zapate para el amarre del cable	○					2,37	2,54	2,78	2,43	2,39	2,88	2,57	2,40	2,65	2,77	2,58	
14	Llevar lámina a almacenamiento		□				0,58	0,66	0,79	0,88	1,12	0,78	0,50	0,61	0,45	1,12	0,75	
TOTAL PRE-ENSAMBLE PISO POSTERIOR							42,84	46,62	47,48	46,18	47,88	48,18	46,55	48,02	47,91	47,00	46,86	
TOTAL PRE-ENSAMBLE PISO							61,15	64,15	67,31	65,53	66,05	66,66	65,62	66,30	64,84	68,04	65,56	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Pilastros																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		○	◻	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo		◻				1,52	1,33	1,67	2,01	2,13	1,95	1,88	1,57	1,52	1,45	1,70	Pilastro posterior 1
2	Grafilar tuerca grafilada M10	○					10,12	12,23	11,16	10,56	10,78	10,23	9,97	10,32	10,47	11,34	10,72	
3	Llevar lámina a almacenamiento		◻				0,54	0,43	0,65	0,74	0,55	0,61	0,98	0,49	0,53	0,66	0,62	
4	Traer lámina al puesto de trabajo		◻				1,12	1,31	1,24	1,33	1,10	1,04	1,78	2,04	1,56	1,17	1,37	Pilastro posterior 2,
5	Grafilar tuerca grafilada M10	○					18,98	20,12	19,65	19,43	19,22	18,71	18,95	19,68	20,01	19,44	19,42	
6	Llevar lámina a almacenamiento		◻				0,67	0,74	0,86	1,12	1,17	0,78	0,59	0,63	1,12	1,03	0,87	
7	Traer lámina al puesto de trabajo		◻				1,00	1,07	1,09	1,15	1,43	1,65	1,33	2,26	2,76	1,28	1,50	Pilastro posterior 3
8	Grafilar tuerca grafilada M10	○					6,15	7,54	5,98	6,33	6,96	7,87	6,21	6,35	5,76	7,49	6,66	
9	Llevar lámina a almacenamiento		◻				0,54	0,65	0,86	0,42	0,51	0,69	0,7	0,51	0,54	0,81	0,62	
10	Traer lámina al puesto de trabajo		◻				1,43	2,86	3,01	1,54	1,96	1,45	1,65	1,68	1,49	1,40	1,85	Pilastro posterior 4
11	Grafilar tuerca grafilada M10	○					16,78	17,54	15,33	15,98	16,54	16,95	17,91	16,83	16,78	17,43	16,81	
12	Llevar lámina a almacenamiento		◻				0,63	0,95	0,81	0,82	0,67	0,61	0,54	0,5	0,6	0,46	0,66	
13	Traer lámina al puesto de trabajo		◻				1,33	1,21	1,14	1,76	1,45	1,42	1,37	1,31	1,29	1,3	1,36	Pilastro Frontal 1
14	Montar lager	○					8,10	10,65	9,76	7,54	7,98	8,21	8,12	8,33	7,87	8,61	8,52	
15	Montar Mitels	○					4,20	4,54	5,01	4,21	4,02	4,12	5,18	5,21	4,87	3,98	4,53	
16	Grafilar tuerca grafilada M10	○					3,80	4,76	3,54	3,76	4,67	4,43	4,51	4,98	5,01	3,87	4,33	
17	Llevar lámina a almacenamiento		◻				1,01	0,87	0,93	0,96	1,03	1,32	1,25	1,76	0,82	0,96	1,09	
18	Traer lámina al puesto de trabajo		◻				1,03	0,95	0,86	1,15	1,27	1,3	1,22	1,11	0,95	0,93	1,077	Pilastro Frontal 2
19	Grafilar tuerca grafilada M8	○					2,12	3,31	3,12	2,46	2,78	2,93	4,01	1,94	2,43	2,22	2,73	
20	Montar lager	○					5,23	5,12	5,33	5,68	5,12	5,26	5,87	6,32	6,12	5,97	5,60	Se monta con tornillo M8x25
21	Montar visagras	○					6,83	7,12	7,23	6,23	6,52	6,73	5,67	7,65	6,92	6,93	6,78	
22	Grafilar tornillo grafilado M8x15	○					1,22	2,12	2,32	2,10	1,54	1,65	1,30	1,34	1,76	1,93	1,72	
23	Llevar lámina a almacenamiento		◻				0,52	0,43	0,54	0,68	0,78	0,43	0,56	0,71	0,82	0,72	0,62	
TOTAL PRE-ENSAMBLE PILASTROS							94,88	107,85	102,09	97,96	100,18	100,34	101,55	103,52	102,00	101,30	101,17	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Tapa posterior Inferior																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		○	◐	◑	◒	◓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo		◐				0,98	1,21	1,11	0,87	0,96	0,73	2,13	1,87	1,67	2,06	1,36	
2	Grafiar tornillo M8x25	○					0,62	0,54	0,87	0,65	0,67	0,71	0,60	0,56	0,57	0,67	0,65	
3	Montar soporte del acrílico	○					1,87	1,83	1,89	1,96	1,91	1,73	1,22	1,81	1,98	1,23	1,74	
4	Buscar acrílico		◐				1,40	1,45	1,22	0,95	0,89	1,32	1,42	1,46	1,12	1,45	1,27	
5	Montar acrílico	○					1,97	2,01	1,84	1,78	1,97	2,17	2,24	2,22	2,21	1,92	2,03	
6	Buscar manijas		◐				1,42	0,34	0,56	1,12	1,32	0,93	0,83	1,23	1,22	1,38	1,03	
7	Montar manijas	○					2,92	2,67	2,88	2,32	3,98	3,54	3,08	2,45	3,87	3,76	3,15	
8	Llevar lámina al área de almacenamiento		◐				0,62	0,78	0,54	1,12	1,34	0,65	0,76	0,98	0,54	0,76	0,81	
TOTAL PRE-ENSAMBLE TAPA POSTERIOR INFERIOR							11,78	10,83	10,91	10,77	13,04	11,78	12,28	12,58	13,18	13,23	12,04	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Puertas																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		○	◐	◑	◒	◓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo		◐				5,08	4,65	3,65	6,20	5,25	7,01	5,15	4,98	5,78	4,65	4,73	
2	Montar mecanismos superiores e inferiores	○					5,03	3,82	4,76	5,15	3,90	4,65	5,30	3,98	4,76	5,00	4,24	
3	Montar seger a los pasadores	○					3,42	0,75	2,78	1,15	3,05	2,30	1,65	2,72	1,55	2,34	2,17	
4	Montar cierre	○						8,65	7,89	8,35	7,65	8,00	7,43	7,10	7,97	8,05	7,11	
5	Montar perilla	○					0,67	1,58	0,45	0,55	0,42	0,63	0,76	1,47	0,98	1,02	0,85	
9	Verificar accionamiento				◐		1,45	0,75	1,37	1,16	1,29	1,42	0,78	0,85	1,55	1,47	1,21	
6	Montar acrílicos	○					2,87	3,15	4,02	3,88	4,37	4,22	3,95	2,98	3,65	2,86	3,58	
7	Montar soporte clavija de Harting	○					0,82	0,65	0,98	1,10	1,00	0,73	0,87	1,14	1,23	1,11	0,96	
8	Montar cortina para resorte	○					2,15	2,10	2,04	1,85	2,52	2,33	1,98	2,01	2,43	2,29	2,17	
10	Pegar adhesivos	○					5,80	4,00	5,97	6,29	4,68	4,92	5,43	5,79	6,00	5,96	5,48	
11	Montar botones y stiker	○					4,53	3,56	4,67	4,00	4,65	4,32	3,97	4,65	4,50	4,33	4,32	
12	Montar portacandados	○					4,00	5,60	6,15	5,65	5,76	5,32	5,41	4,54	4,77	4,61	5,18	
13	Ajustar	○					6,18	7,27	8,01	7,55	6,48	6,78	7,26	8,15	7,98	8,00	7,37	
TOTAL ENSAMBLE PUERTA							42	46,53	52,74	52,88	51,02	52,63	44,69	46,38	53,15	51,69	49,37	
TOTAL PRE-ENSAMBLE 1																299,96		

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Tapa posterior Superior																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		○	◐	◑	◒	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo		◐				1,10	1,12	0,45	0,67	0,86	1,32	0,54	1,11	0,98	0,86	0,90	
2	Grafiar tuercas grafiada M10	●					5,65	5,23	5,75	5,89	6,00	5,43	5,45	5,79	5,91	6,12	5,72	
3	Montar tornillo M10x20	●					3,10	3,21	3,43	3,04	3,51	3,29	3,10	3,02	3,46	3,76	3,29	
4	Grafiar tornillo M8x15	●					10,42	10,89	10,76	10,21	10,32	10,98	10,56	10,43	10,32	10,61	10,55	
5	Montar guía para abatibles	●					5,95	5,78	5,89	6,03	6,17	6,23	5,93	5,89	5,75	6,04	5,97	
6	Llevar lámina a almacenamientos		◐				0,52	0,65	0,76	0,45	0,33	0,78	1,14	1,21	0,65	0,43	0,69	
TOTAL PRE-ENSAMBLE TAPA POSTERIOR SUPERIOR							26,73	26,88	27,04	26,29	27,19	28,03	26,72	27,45	27,07	27,82	27,12	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Techos																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		○	◐	◑	◒	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo		◐				5,23	4,76	5,63	6,12	6,01	5,52	2,88	5,91	6,08	5,23	5,34	
2	Unir piezas laterales con intermedias con tornillo M10x20						5,73	6,25	6,21	5,88	5,93	6,00	6,17	6,25	5,74	5,88	6,00	
3	Montar láminas superiores del techo	●					1,27	2,33	1,56	1,45	1,61	1,30	1,66	1,89	2,19	1,36	1,66	
4	Montar láminas posteriores del techo	●					3,73	3,65	3,77	3,21	4,02	3,74	3,98	3,56	3,68	4,01	3,74	
5	Buscar pistola neumática		◐				3,28	2,21	5,44	3,12	1,98	4,98	4,54	3,21	2,78	5,65	3,72	
6	Apretar todas las piezas	●					10,82	11,15	11,23	10,96	10,86	10,70	11,67	11,45	10,76	10,82	11,04	
7	Buscar material		◐				2,93	1,33	2,43	2,98	1,30	1,54	2,33	2,31	1,76	1,45	2,04	
8	Montar explosión 1						1,95	1,76	1,88	1,65	1,89	1,92	2,00	1,91	2,16	2,05	1,92	
9	Apretar explosión 1	●					2,12	1,65	1,72	1,89	2,13	2,01	2,07	1,74	1,92	2,10	1,93	
10	Montar explosión 2	●					1,60	1,93	1,82	1,74	1,56	1,67	1,62	1,89	1,56	1,64	1,70	
11	Apretar explosión 2	●					1,02	1,33	1,78	1,15	1,24	1,32	1,58	1,52	1,23	1,07	1,32	
12	Montar explosión 3	●					1,52	2,09	1,93	1,65	1,46	1,66	1,53	1,68	1,96	1,58	1,71	
13	Apretar explosión 3	●					1,08	1,32	1,26	1,48	1,43	1,27	1,24	2,05	1,15	1,26	1,36	
14	Llevar lámina a almacenamiento		◐				1,33	1,65	1,23	0,97	1,15	1,23	1,31	1,13	1,05	1,11	1,216	
TOTAL PRE-ENSAMBLE TECHOS							43,61	43,41	47,89	44,25	42,57	44,96	44,58	46,50	44,02	45,21	44,70	

Para cada puesto de trabajo se hizo la toma de tiempos y se identificó cuales son las actividades que se realizan en cada una de las operaciones en un puesto de trabajo (Ver anexo A) y con base a esto se calculó el tiempo total de la elaboración de una celda 8BT2. El tiempo total de cada puesto de trabajo con sus actividades y tiempo total se muestra en la Tabla N° 8.

Tabla N° 8: Tiempos por puesto y tiempo total de producción. ³⁰

PUESTOS DE TRABAJO		Tiempo
Pre-Ensamble 1		300,66
1	Pisos	65,66
2	Pilastros posteriores y frontales	101,17
3	Techos	44,70
4	Tapas posteriores superiores e inferiores	39,16
5	Puertas	50,07
Pre-Ensamble 2		205,17
1	Piezas Intermedias	30,63
2	Bandeja de CT's	24,83
3	Cortinas	26,92
4	Diagonales de aisladores	11,96
5	Seccionador de puesta a tierra	49,84
6	Pre-Ensamble de Soportes para Bushing	7,29
7	Pre-Ensamble de Descargadores	11,14
8	Pre-Ensamble láminas laterales	42,55
Pre-Ensamble 3		110,97
1	Pre-Ensamble Caja de Baja	110,97
Pre-Ensamble 4		267,93
1	Ensamble interruptor	246,85
2	Cableado de Interruptores	21,08
Ensamble 1		254,24
1	Ensamble estructura (Pisos, Pilastros, Piezas intermedias, Techo, Tapas posteriores y diagonal de aisladores)	254,24
Ensamble 2		256,32
1	Cortinas	154,59
2	Bushing	48,3
3	Bandejas de CT'S y PT's	39,14
4	Puertas	14,29

³⁰ Autora

Ensamble 3		383,32
1	Cobre	118,79
2	Montaje de seccionador	234,66
3	Montaje de la caja de baja tensión	29,87
Ensamble 4		214,3
1	Montaje de interruptor y pruebas	64,5
2	Tapa ductos	40,76
3	Fibras Trafos	17,99
4	Tapas finales y posteriores	91,05
TIEMPO TOTAL ENSAMBLE		1992,91
	Suplementos	16%
TIEMPO TIPO ENSAMBLE		2311,77
Pre-Cableado		519
1	Harting	138,75
2	Bornera	88,49
3	Pre-Cableado de Interconexión	89,19
4	Pre-Cableado de transformadores	75,3
5	Pre-Cableado de conmutables	28,30
6	Pre-cableado de cuchillas	98,96
Cableado de Bandeja		481,58
1	Bandeja	481,58
Cableado de Puerta		448,04
1	Puerta	425,08
2	Montaje de placas de identificación	22,96
Cableado Interface y Trafos		237,97
1	Interface	87,76
2	Trafos	150,21
Cableado Final		231,07
1	Calefacción	178,66
2	Conexionado final	52,41
TIEMPO TOTAL CABLEADO		1917,65
	Suplementos	15%
TIEMPO TOTAL CABLEADO		2205,3
TIEMPO TIPO TOTAL		4517,18

El tiempo total de la elaboración de un tablero 8BT2 es de 4430,47 minutos, es decir, 73,84 horas. Durante este proceso hay muchas actividades que se pueden eliminar y la distribución de las operaciones por cada puesto de trabajo se puede

balancear de tal forma que haya un equilibrio entre todos los operarios y todos manejen la misma carga de trabajo. Estos cambios serán ilustrados en el Capítulo 5.

3.1.1 Descripción del proceso productivo

El proceso de ensamble se divide en dos procesos principales, pre-ensamble y ensamble. Se tiene cuatro puestos de trabajo de pre-ensamble y cuatro de ensamble.

En los puestos de pre-ensamble se gráfila todas las piezas que componen la celda, como las puertas, pisos, techos, pilastros, laminas intermedias y laterales, bandeja de CT's y PT's, cortinas, diagonal de aisladores y descargadores, seccionador de puesta a tierra y cobre. En el ensamble se unen todas las piezas grafiladas y demás láminas que no llevan éste proceso.

Una celda está compuesta en un 90% por láminas cuyo proveedor es la Línea de Producción de metalmecánica, que es otra área de producción de Siemens Manufacturing. Los principales problemas que se presentan en la línea de producción de tableros son causados por el área de metalmecánica ya que este no suministra el material a tiempo y algunas veces no cumplen las especificaciones necesarias. Debido a este retraso en las entregas se tiene un bajo cumplimiento a los clientes y se perjudica el buen nombre de la compañía.

El proceso de cableado cuenta con un puesto de trabajo de pre-cableado y cuatro de cableado. El pre-cableado alimenta los puestos de cableado de bandeja y cableado de transformadores. Las principales actividades que se hacen en el proceso de cableado son medir el cable, cortarlo, poncharlo³¹, marquillar³² y conectar al equipo. Como no todas las celdas vienen con las mismas

³¹ Ponchar: Cortar el extremo del cable e instalarle un terminal.

³² Marquillar: Identificar el cable con el punto del que debe salir la conexión al punto en que debe terminar, cada cable lleva 2 marquillas.

especificaciones y con los mismos puntos de conexión, para determinar un estándar se hará calculando el tiempo en que mide, corta, poncha, marquilla y conecta un cable, así se podrá tener un aproximado para cualquier celda dependiendo del número de puntos de conexión de esta.

Los cuatro puestos de cableado son: Cableado de bandeja, Cableado de puerta, Cableado de interface y transformadores, Cableado de calefacción y conexión final.

Los procesos de ensamble y cableado se inician paralelamente. El 100% del proceso productivo es manual. El proceso de ensamble inicia con el pre-ensamble, en este puesto de trabajo se grafila algunos tornillos y tuercas grafiladas que llevan las celdas para el posterior proceso de ensamble, esto consiste en ajustar tornillo, guasa y tuerca con una pistola neumática en las perforaciones que tienen las láminas.

Después del pre-ensamble los puestos de trabajo siguientes son:

1. El armado de la celda como tal, lo cual se inicia con un montaje inicial de la estructura de la celda, compuesta por pisos, techos, pilastros, diagonal de aisladores, piezas intermedias y laterales. Todas estas partes se unen por medio de tornillos, tuercas, arandelas y guasa según las medidas y la cantidad que el plano indique.
2. Ya cuando se tiene la estructura de la celda las siguientes actividades son Montaje de bandeja de CT'S y PT'S (son los que permiten hacer los cambios de corriente y tensión), cortinas y bushing (son los que permiten los accionamientos de la celda) y puertas.
3. El siguiente puesto de trabajo consta de las siguientes operaciones:
 - Montaje de cobre: El cobre es el que permite que circule la corriente en la celda, se utiliza cobre por los altos amperios que se necesita que circule.
 - Seccionador de puesta a tierra
 - Caja de baja tensión: Es el producto que entrega el proceso de cableado

4. En el último puesto de trabajo se monta el interruptor el cual tuvo su proceso de pre-ensamble paralelamente a los puestos de trabajo anteriores. Montaje de las tapas finales posteriores y superiores, dando así por terminado el ensamble de la celda. En este último puesto de trabajo también está incluida la actividad del listado de empaque, el cual es alistar algunas piezas que se montan cuando se le entrega al cliente el producto y se hace la instalación en sitio.

El proceso de cableado, consiste en cablear la caja de baja tensión la cual controla todo el funcionamiento de la celda y emite las señales de cuál es la corriente que está circulando y cuál es el voltaje que tiene la celda. El relé que lleva la caja de baja se programa según la corriente máxima que puede circular y en el momento que haya un desfase, éste emita las señales correspondientes y active el interruptor.

Para llevar a cabo éste proceso primero se hace un pre-cableado que alimenta el puesto de trabajo de cableado en la bandeja de baja lo que facilita las operaciones de este puesto de trabajo, reduciendo tiempos de montaje de borneras y corte de cable. Se pre-cablean las siguientes partes:

- Borneras: que se instalan en la caja de baja y a éstas llegan cables que conectan los transformadores, interruptores, seccionador y puerta de la caja de baja a la bandeja;
- Harting: Que es una serie de cables conectados a una coraza para conectar la caja de baja tensión con el interruptor.
- Las cuchillas de puesta a tierra: Que conectan el seccionador con la caja de baja.
- La interconexión: Son las que comunican la serie de celdas en una subestación. Van conectadas en el extremo de la caja de baja.
- Los transformadores: Que son todos los cables que lleva cada uno de estos y se hace para agilizar el proceso de cableado de trafos. Lo que se hace es

cortar el número de puntos (cables) que lleva cada transformador, se poncha y marquilla.

- El conmutable: Es la conexión interna del interruptor.

Seguido del pre-cableado el siguiente puesto de trabajo es el cableado de la bandeja de baja, que consiste en montaje de equipos y conectarlos entre sí por medio de cables. La realización de este cableado lleva mucho tiempo, ya que es un trabajo netamente manual y requiere de mucha concentración para conectar el cable en el lugar adecuado, el hecho de que el cable lleve una identificación del equipo al que debe ir conectado facilita el trabajo que es la marquilla.

El siguiente puesto de trabajo es el cableado de la puerta, este se puede llevar a cabo paralelamente con el cableado de la bandeja y las actividades que se llevan a cabo son casi las mismas, montaje de equipos, en este caso relé y conectarlo por medio de cable. También es un proceso largo y requiere de total concentración.

Cuando ya se tiene cableada la bandeja y la puerta el siguiente puesto de trabajo consiste en la unión de estos dos, conectado el relé con los equipos de la bandeja, de tal forma que se tiene cableada la caja de baja tensión.

En el último puesto de trabajo se hacen las conexiones finales como es conectar los transformadores y la caja de baja ya ensamblada con estos, hacer las interconexiones de las celdas y hacer las conexiones internas del interruptor, el seccionador y la calefacción.

Después de todas estas operaciones se tiene la caja de baja conectada a la estructura de la celda, es decir, en este punto es donde se une el proceso de ensamble con cableado y solo resta terminar el ensamble de la celda para tener terminado el tablero.

3.2 TABLAS YAMAZUMI

Un diagrama Yamazumi se refiere a un diagrama de columnas apiladas que representa las formas en que se reparte el tiempo o la capacidad de los puestos

de trabajo que conforman un proceso productivo entre producción y problemas. Entendiendo como problema toda parada no planificada de los medios de producción.

Este diagrama es muy útil para entender rápidamente en qué situación se encuentra la distribución de las cargas de los puestos de trabajo y cuáles son sus problemas principales, como tiempos de espera, transporte, reproceso y demás tipos de desperdicio.

Para saber cuál es el ritmo que deben llevar los operarios en su puesto de trabajo y tener claro cada cuanto deben terminar un producto se calcula el Tack Time. Este se calcula con base en la demanda del cliente y el tiempo de producción. Para la tecnología 8BT2 se tiene una estimación de la demanda de 20 productos al mes y un tiempo de producción igual a 168 minutos, calculado de 7 horas productivas al día, 6 días laborales a la semana y 4 semanas al mes, por tanto, el TT³³ de 8.4, es decir, cada 8.4 horas debe salir un producto. Como todos los tiempos están representados en minutos, el TT es igual a 504 minutos.

Ya teniendo el TT de la célula se procede a graficar las actividades de todos los puestos de trabajo que constituyen el proceso de elaboración de un tablero 8BT2. Las actividades de cada operario se van acumulando hasta formar una columna que muestra los tiempos productivos e improductivos

Se ilustró inicialmente una gráfica donde se comparan todos los puestos de trabajo para ver el desbalance de la línea (Ver Figura N° 15) y posterior se ilustró la barra de actividades de cada puesto de trabajo por separado, no se mostraron todas al mismo tiempo debido a la larga duración de las tareas y la diferencia que existe en cada puesto, por lo tanto, se manejó diferentes escalas para cada barra dependiendo del puesto. La barra YAMAZUMI del puesto de pre-ensamble 1 se ilustra en la Tabla N° 9 y las demás como anexo (Ver anexo B).

³³ TT: Tack Time

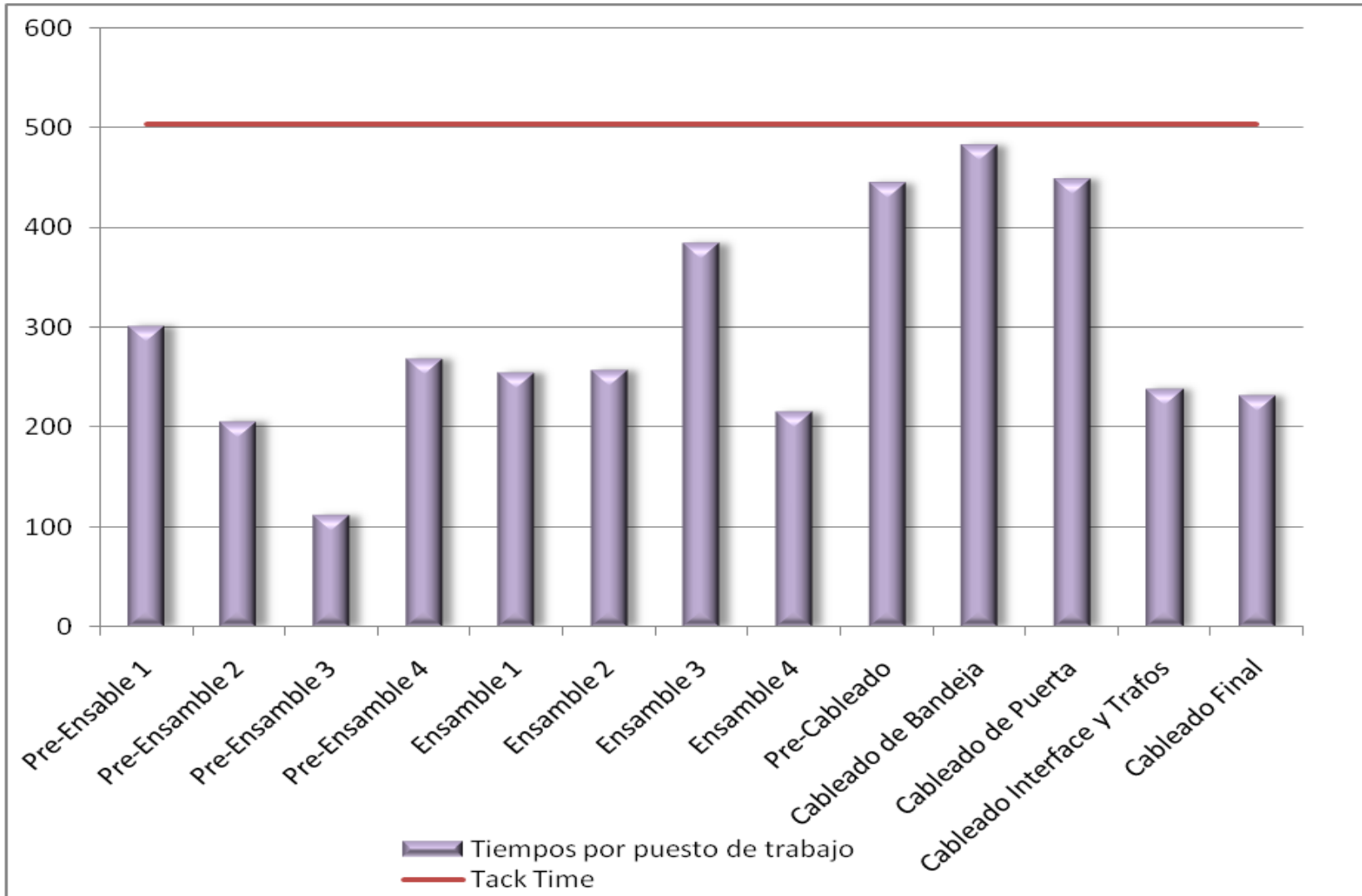


Figura N° 15: Comparación del tiempo por cada puesto de trabajo

Como se puede observar en la Figura N° 15 las cargas de trabajo están mal distribuidas para los operarios ya que existen varios picos durante el proceso y unos operarios se demoran más tiempo en sus tareas que otros. Por ejemplo, el puesto de trabajo de pre-ensamble 3 tiene una carga de producción muy mínima ya que su tiempo total es de 110,97 minutos y comparándolo con el puesto de cableado de bandeja que tiene un tiempo total de 481,58 minutos es claro que existe una gran diferencia en el esfuerzo y tiempo productivo de los dos puestos siendo el del puesto de pre-ensamble 3 mucho menor.

En la gráfica también se puede observar que el tiempo de todos los puestos de trabajo está por debajo de TT, lo que significa que la línea tiene más capacidad de la que tiene actualmente y los la carga de trabajo puede aumentar en cada puesto. El hecho de que las cargas de trabajo estén así de mal distribuidas impide que haya un flujo productivo y que se pueda hacer flujo a una pieza, el cual es el objetivo de la línea. En el capítulo 5 se hizo el balance de la línea y se redistribuyeron las actividades por cada puesto de trabajo para que cada 504 minutos se obtenga un producto, el cual es el TT requerido.

Para cada puesto de trabajo se ilustró la barra Yamazumi con cada una de las actividades (Ver anexo B) y en la Tabla N° 9 se puede observar la barra del puesto de trabajo Pre-Ensamble 1.

Tabla N° 9: Tabla Yamazumi puesto de trabajo Pre-Ensamble 1

Minutos	305	Pre-Ensamble de Puertas	
	304		
	303		
	302		Ajustar
	301		
	300		
	299		
	298		
	297		Montar portacandados
	296		
	295		
	294		
	293		
	292		Montar botones y stiker
	291		
	290		
	289		
	288		Pegar adhesivos
	287		
	286		
285			
284	Montar cortina para resorte		
283			
282	Montar soporte clavija de Harting		
281			
280	Montar acrílicos		
279			
278	Verificar accionamiento		
277	Montar perilla		
276			
275	Montar cierre		
274			
273			
272			
271			
270			
269			
268			
267		Montar seger a los pasadores	
266			
265	Montar mecanismos superiores e inferiores		
264			
263			
262	Traer lámina al puesto de trabajo		
261			
260			
259			
258	Llevar lámina a almacenamiento		
257	Pre-Ensamble de Tapas Posteriores Superiores		
256			
255		Montar guía para abatibles	
254			
253			
252		Grafilar tornillo M8x15	
251			
250			
249			
248			
247			
246			
245			
244			
243			
242			
241			

240		
239		
238		
237	Montar tornillo M10x20	
236		
235		
234		
233	Grafilar tuerca grafilada M10	
232		
231		
230		
229	Traer lámina al puesto de trabajo	
228	Llevar lámina al área de almacenamiento	
227		Pre-Ensamble de Tapas Posteriores Inferiores
226	Montar manijas	
225		
224	Buscar manijas	
223	Montar acrílico	
222		
221	Buscar acrílico	
220	Montar soporte del acrílico	
219		
218	Grafilar tornillo M8x25	
217	Traer lámina al puesto de trabajo	
216	Llevar lámina a almacenamiento	
215	Apretar explosión 2	Pre-Ensamble de Techos
214	Montar explosión 2	
213		
212	Apretar explosión 2	
211		
210	Montar explosión 2	
209		
208	Apretar explosión 1	
207		
206	Montar explosión 1	
205		
204	Buscar material	
203		
202		
201		
200		
199		
198	Apretar todas las piezas	
197		
196		
195		
194		
193		
192		
191	Buscar pistola neumática	
190		
189		
188		
187	Montar láminas posteriores del techo	
186		
185		
184		
183	Montar láminas superiores del techo	
182		
181		
180	Unir piezas laterales con intermedias con tornillo M10x20	
179		
178		
177		
176		
175	Traer lámina al puesto de trabajo	
174		

173
172
171
170
169
168
167
166
165
164
163
162
161
160
159
158
157
156
155
154
153
152
151
150
149
148
147
146
145
144
143
142
141
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
129
128
127
126
125
124
123
122
121
120
119
118
117
116
115
114
113
112
111
110
109
108
107

Llevar lámina a almacenamiento	
Grafilar tornillo grafilado M8x15	
Montar bisagras	
Montar lager	
Grafilar tuerca grafilada M8	
Traer lámina al puesto de trabajo	
Llevar lámina a almacenamiento	
Grafilar tuerca grafilada M10	
Montar Mitels	
Montar lager	
Traer lámina al puesto de trabajo	
Llevar lámina a almacenamiento	
Grafilar tuerca grafilada M10	
Traer lámina al puesto de trabajo	
Llevar lámina a almacenamiento	
Grafilar tuerca grafilada M10	

Pre-Ensamble de Pilastros Frontales

Pre-Ensamble de Pilastros Posteriores

39		
38		
37	Montar tapa	
36		
35		
34	Grafiar Tornillo grafilado M8x25 en tapa del piso	
33		
32		
31		
30		
29		
28		
27		
26		
25	Grafiar Tornillo grafilado M8x25	
24	Limar Buje	
23		
22	Quitar plástico a la lámina	
21	Traer lámina al puesto de trabajo	
20	Llevar lámina a almacenamiento	
19		
18	Montar frenos	Pre-Ensamble de Piso Frontal
17	Traer frenos (material)	
16		
15		
14		
13		
12		
11	Grafiar Tuerca grafilado M8	
10		
9		
8		
7		
6		
5	Limar Buje	
4		
3	Quitar plástico a la lámina	
2	Traer lámina al puesto de trabajo	
1		

Como se ilustra en la barra Yamazumi Tabla N° 9 en el puesto de trabajo de Pre-Ensamble 1 y todos los puestos en general existen muchas actividades de búsqueda de láminas y materiales, los cuales se pueden disminuir almacenando estos de forma ordenada y distribuyéndolos de acuerdo a las necesidades de cada puesto de trabajo y a cortas distancias, así el operario tiene todas sus piezas y materiales ordenados y con fácil acceso, de esta forma los tiempos de búsqueda y transporte de material se reducen y el proceso se hace más productivo. Estas actividades de búsqueda y transporte no se pueden eliminar ya que son necesarios al inicio de cada actividad o en algunas operaciones durante todo el proceso debido al gran tamaño de las piezas y su peso.

En el nuevo Lay Out que se diseño para la planta de 8BT2 el fácil acceso a los materiales involucrados en el proceso fue uno de los puntos que se tuvo más en cuenta y se analizó para cada puesto de trabajo, se diseñaron áreas de producto en proceso para los puestos de pre-ensamble y pre-cableado justo al frente de las mesas de trabajo e iniciando el proceso de ensamble, de tal forma, que el tiempo de búsqueda de material se reduce. Para esto también se implementaron los carros de herramienta móviles para cada puesto, donde se puede almacenar la herramienta y la tornillería necesaria. Todas las mejoras que se implementaron en la célula para disminuir tiempos y aumentar la productividad se muestran en el capítulo 4.

4. IMPLEMENTACIÓN ESTANDARES Y MEJORAMIENTO DE CADA PUESTO DE TRABAJO

Este capítulo tiene como propósito fundamental presentar los estándares de trabajo diseñados para la línea 8BT2, los cuales son fundamentales para la efectiva elaboración del producto y la calidad del mismo, ya que según las normas Lean sin el trabajo estándar no se puede garantizar que las operaciones se lleven a cabo de la misma manera en todas las ocasiones y por lo tanto no siempre se obtiene el mismo producto. Por esta razón, se documentaron todos los pasos que se deben realizar en la elaboración de una celda y la secuencia de estos, se especificaron puntos claros de calidad que debe tener en cuenta el operario a la hora de fabricar y se hizo aclaración de los elementos de protección personal que requiere para llevar a cabo su tarea.




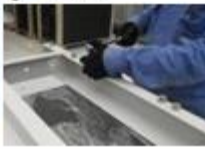





Éste capítulo también muestra todas las mejoras que se implementaron en la línea, como la estandarización de la herramienta por puesto de trabajo, redistribución de la planta y adecuación de puestos de trabajo según las necesidades de las tareas a realizar.

4.1 ESTANDAR DEL PROCESO PRODUCTIVO

En la línea de tableros no se tiene un estándar de trabajo para la elaboración de los productos, tema de vital importancia, ya que según el Lean Manufacturing cada puesto de trabajo debe tener su estándar para tener una claridad de las actividades a realizar y el producto siempre se elabore de la misma forma, cumpliendo así con los parámetros de calidad que exige el producto.

Después de hacer la toma de tiempos y saber todas las actividades que se llevan a cabo para elaborar una celda 8BT2 se puede determinar el estándar de cada puesto de trabajo, el cual se muestra en la Tabla N° 10 para el puesto de Pre-Ensamble 1. Los estándares para los otros puestos se muestran como anexo. (Ver anexo C).

Tabla N° 10: Estándar de operaciones puesto de Pre-Ensamble 1

OPERACIÓN ESTÁNDAR		LINEA : PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING	
PROCEDIMIENTO GRAFILADO DE PIEZAS PARTE PRIMARIA	PROCESO PRE-ENSAMBLE	Estación de Trabajo: Pre-Ensamble 1	
 = CALIDAD	 = HABILIDAD	 SEGURIDAD	
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.	
1	PRE-EN SAMBLE DE PISOS	<p>PISO FRONTAL</p> <p>1. Traer lámina del área de almacenamiento</p>  <p>2. Limar Buje</p>  <p>3. Grafilar Tuerca grafilada M8</p>   <p>4. Montar frenos</p>  <p>PISO POSTERIOR</p> <p>1. Traer lámina del área de</p>  <p>2. Limar Bujes (3)</p>  <p>3. Grafilar Tornillo grafilado M8x25</p>  <p>4. Montar tapa y apretar</p>   <p>5. Montar piso de entrada al cliente y pasajeros</p>  <p>6. Grafilar tuerca grafilada M10</p>  <p>7. Montar soporte para amarre de cables.</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	

2

PRE-ENSAMBLE DE PILASTROS

PILASTROS

1. Grafilar tuerca grafilada M10 . Se debe hacer esta operación para los 4 pilastros posteriores.



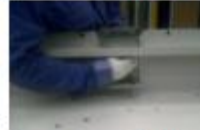
PILASTROS FRONTALES

Pilastro frontal derecho

1. Traer lámina del área de almacenamiento



2. Montar y apretar Lager.



3. Montar Mittels



4. Grafilar tuerca grafilada M10



Pilastro frontal izquierdo

1. Traer lámina del área de almacenamiento



2. Montar y apretar Lager.



3. Montar visagras





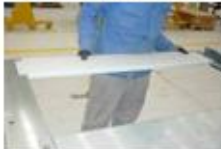




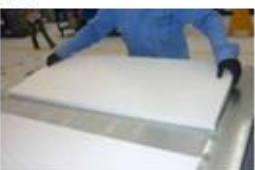








4. Grafilar tornillo grafilado M8x15

















Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:



3	<h3>PRE-ENSAMBLE DE TECHOS</h3>	<p>1. Alistar el tipo de tornillería adecuada para</p>  <p>2. Traer lámina del área de almacenamiento</p>  <p>3. Unir piezas laterales con intermedias con tornillo M10x20</p>  <p>4. Montar láminas superiores del techo</p>  <p>5. Montar láminas posteriores del techo</p>  <p>6. Apretar todas las piezas. Aplicar Torque de 60N </p>  <p>7. Montar láminas de explosión</p>    <p>8. Apretar láminas de explosión. Aplicar Torque de 60N </p>   <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
---	-------------------------------------	--	---

4	<p>Pre-Ensamble de Tapas posteriores superiores e inferiores</p>	<p>TAPA POSTERIOR INFERIOR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Traer idmina del área 2. Grafilar 2 tornillos grafilados M8x25 3. Montar soporte del acrílico 4. Montar acrílico 5. Montar manijas <p>TAPA POSTERIOR SUPERIOR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grafilar tuerca grafilada M10 2. Montar tornillo 3. Grafilar tornillo 4. Montar guía para abatibles <p>Por seguridad de operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
5	<p>PRE-ENSAMBLE DE PUERTAS</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Montar mecanismos superiores e inferiores 2. Montar sege de seguridad a los pasadores 3. Montar cierre 4. Montar manija de accionamiento del cierre 5. Verificar accionamiento del cierre. 6. Montar acrílicos 7. Montar soporte clavija de hating y cordón para resorte 8. Pegar adhesivos 9. Montar botones 12. Montar ports cerrados <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+

6	Pre-Ensamble de Piezas Intermedias	<p>1. Se debe grafilar Tuerca grafilada M10 a las láminas que lo requieran</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
7	PRE-ENSAMBLE DE BANDEJA DE TRANSFORMADORES	<p>1. Ubicar lámina en el puesto de trabajo</p>  <p>2. Montar refuerzo de bandeja de CT's</p>  <p>3. Asegurar refuerzo con Tor M8x20 y Tuerca pasante M8</p>  <p>4. Grafilar Tuerca grafilada M8</p>  <p>5. Hacer perforaciones</p>  <p>6. Montar transformadores en la bandeja</p>  <p>7. Apretar trafos</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
8	Pre-Ensamble de Cortinas	<p>1. Traer lámina del área de almacenamiento</p>  <p>2. Montar soportes. Se monta con remache 6,4 en acero</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+

9	PRE-ENSAMBLE DE DIAGONAL DE AISLADORES	<p>1. Montar pasadores (3) </p> <p>2. Montar Aisladores con Tornillo M1 6x50 </p> <p>4. Apretar. APLICAR TORQUE DE 100N </p> <p>5. Marcar Torque </p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de proteoión:</p> 
10	Pre-Ensamble Seccionador de puesta a tierra	<p>1. Grafilar tuercas y tornillos a todas las piezas de seccionador </p> <p>2. Montaje del resorte de las cortinas </p> <p>3. Armar seguro para el carro interruptor </p> <p>4. Armar accionamiento de la bobina </p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de proteoión:</p> 
11	PRE-ENSAMBLE DE SOPORTES PARA BUSHING	<p>Soporte inferior</p> <p>1. Grafilar Tuerca grafilada M10 </p> <p>Soporte superior</p> <p>1. Grafilar Tuerca grafilada M10 </p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de proteoión:</p> 









12	<p>PRE-ENSAMBLE DE DESCARGADORES</p>	<p>1. Montar descargadores en la lámina</p>  <p>2. Apretar. Aplicar Torque de 40N</p> <p>3. Marcar Torque</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
13	<p>Pre-Ensamble láminas laterales</p>	<p>1. A las láminas que lo requieran se les debe grafilar tonillo grafilado M10 y M8 al igual que tuerca grafilado M10 según lo exija el plano.</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
14	<p>Llevar lámina a almacenamiento</p> <p>Después de cada una de las actividades descritas en los puntos anteriores la pieza debe ser llevada al área de almacenamiento para el siguiente puesto de trabajo.</p>	 <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+

Figura N° 16: Estándar puesto de trabajo Pre-ensamble 1

En el estándar se muestran todas las actividades que se realizan para el proceso de pre-ensamble con la respectiva foto de la operación, cuando existen puntos clave de calidad se representan con un rombo rojo  y los elementos de protección personal que debe utilizar el operario en la actividad se representa con una cruz verde .

Posterior a la elaboración del proceso estandar se le dio a conocer a los operarios el contenido del mismo y se explicó la importancia de llevar a cabo las operaciones de ésta forma. Los estándares de trabajo estan impresos en cada puesto de trabajo de tal forma que el operario siempre lo tenga a la vista y presente en su proceso de elaboración.

4.2 MEJORAS POR PUESTO DE TRABAJO

Haciendo el respectivo análisis de cada puesto de trabajo y de las condiciones de éstos hay una serie de mejoras que se implementaron para perfeccionar el proceso y facilitarle la operación al operario.

4.2.1 Carros y listados de herramienta

Cada operario para realizar las tareas ya sea de ensamble o cableado requiere de cierta herramienta de la cual no se tenía un estándar por puesto ni un lugar donde el operario la guardara. Por ésta razón, se evaluaron cuales eran las necesidades de herramienta por las tareas a realizar en cada puesto y se ubicó dicha herramienta en carros móviles, los cuales el operario puede desplazar a su puesto.

Para llevar un control de la herramienta y para verificar que se están utilizando de la mejor forma se hizo un listado donde cada operario cuando inicia su turno revisa que se encuentre la herramienta y esté en las condiciones indicadas para realizar las actividades.

En las Tablas 11, 12, 13 y 14 se presentan los listados de herramienta por puesto de trabajo divididas para pre-ensamble, ensamble, cableado e interruptores.

Tabla N° 11: Lista de herramienta de pre-ensamble.³⁴

PW1 Pre-ensamble	
Herramienta	Cantidad
Copa 8 mm (1/4)	1
Copa 17 mm (1/2)	1
Copa 13 mm (1/2)	1
Copa 10 mm (1/2)	1
Copa 19 mm (1/2)	1
Copa 24 mm (1/2)	1
Copa 26 mm (1/2)	1
Copa 30 mm (1/2)	1
Llave 17 mm	1
Llave 13 mm	1
Llave 10 mm	1
Llave 19 mm	1
Llave 8 mm	1
Llave 22 mm	1
Fluxómetro	1
Hombre solo	1
Remachadora neumática	1
Llave de impulso neumática	1
Martillo	1
Taquímetro	1
Rache (1/2)	1
Rache (1/4)	1
Bristol 4	1
Bristol 5	1
Pinzas de punta	1

³⁴ Autora

Tabla N° 12: Lista de herramienta Ensamble³⁵

PW1 Ensamble		PW3 Ensamble	
Herramienta	Cantidad	Herramienta	Cantidad
Copa 13 mm (1/2)	2	Copa 13 mm (1/4)	2
Copa 17 mm (1/2)	3	Copa 13 mm (1/2)	1
Copa 13 mm (3/8)	1	Copa 13 mm (3/8)	1
Llave 13 mm	2	Llave 8 mm	1
Llave 17 mm	1	Llave 11 mm	1
Llave 16 mm	1	Llave 13 mm	2
Bisturí	1	Llave 19 mm	1
Destornillador de pala	1	Extensor de 3" 1/2	2
Extensor de 3" 1/2	1	Extensor de 3" 1/4	1
Extensor de 3" 1/4	1	Extensor de 6" 1/2	2
Martillo de caucho	1	Rache 1/2	1
T para acople de mangueras	1	Rache 1/4	1
Llave de impulso neumática	1	Hombre solo	1
PW2 Ensamble		Pinzas	1
Herramienta	Cantidad	Escuadra	1
Copa 10 mm (1/2)	1	Fluxómetro	1
Copa 17 mm (1/2)	3	Caja de brocas	1
Copa 19 mm (1/2)	1	Cinzel	1
Copa 13 mm (1/4)	1	Punta Thor 5 mm	1
Copa 13 mm (3/8)	1	Bristol con acople copa 5mm	1
Llave 10 mm	2	Perillero	1
Llave 13 mm	1	Llave para taquímetro	3
Llave 16 mm	1	Llave de impacto	1
Llave 19 mm	2	PW4 Ensamble	
Extensor de 3" 1/2	2	Herramienta	Cantidad
Extensor de 3" 1/4	1	Copa 13 mm (1/2)	1
Extensor de 6" 1/2	1	Copa 13 mm (3/8)	2
Rache 1/2	1	Copa 17 mm	2
Rache 1/4	1	Copa 19 mm	1
Brocha	1	Llave 16 mm	1
Escuadra	1	Llave 17 mm	2
Botador	2	Extensor de 3" 1/2	2
Punta Thor 4 mm	1	Extensor de 6" 1/2	2
Llave de impulso		Rache 1/2	1
Nivel	1	Destornillador de pala	1

³⁵ Autora

Llave Bristol # 10	1	Destornillador de estrella	1
		Destornillador de pala grade	1
		Pinzas	1
		Escuadra	1
		Cortafríos	1
		Taquímetro	1
		Gafas	2
		Llave de impacto	1
		Llave de impulso	1
		Botador	1
		Cinzel	1
		Ecuador	2

Tabla N° 13: Lista de herramienta Pre-Cableado y Cableado.³⁶

PW1 y PW2 Pre-cableado	
Herramienta	Cantidad
Ponchadora	1
Pelacables	1
Bornero	1
Corta Puentes	1
Corta fríos	1
Pinzas	1
Martillo	1
Bisturí	1
Lima	1
Destornillador de pala	1
Destornillador de estrella	1
Destornillador eléctrico	1
Tijeras	1
PW1, PW2, PW3 y PW4 Cableado	
Herramienta	Cantidad
Ponchadora	1
Pelacables	1
Cortafrío	1
Bornero	1
Destornillador de pala	1

³⁶ Autora

Destornillador de estrella	1
Pinzas	1
Llave 10 mm	1
Llave 13 mm	1
Bisturí	1
Resaltador	1
Fluxómetro	1
Tijeras	1

Tabla N° 14: Lista de herramienta Interruptores³⁷

HERRAMIENTA INTERRUPTORES	
Herramienta	Cantidad
Llave 7 mm	1
Llave 8 mm	1
Llave 10 mm	1
Llave 13 mm	1
Llave rache 13mm	1
Llave 17 mm	1
Llave rache 17 mm	1
Llave 19 mm	1
Llave 24 mm	1
Copa 7 mm	1
Copa 10 mm	1
Copa 13 mm	2
Copa 17 mm	2
Copa 19 mm	2
Extensor 4" (1/4)	1
Extensor 6" (1/4)	1
Extensor de 3" 1/2	1
Extensor de 6" 1/2	1
Rache 1/4	1
Rache 1/2	1
T25	1
T20	1
Martillo	1
Martillo de acrílico	1
Botadores 1,3,4,5,6 mm	1

³⁷ Autora

Nivel	1
Fluxómetro	1
Taquímetro	1
Bristol 10 copa rache 1/2	1
Hombre solo de uña	1
Hombre sólo	1
Escuadra	1
Lima	1
Pinzas	1
Bisturí	1
Cortafríos	1
Destornillador de pala grade	1
Destornillador de pala delgado	1

Los operarios deben revisar que se encuentre la herramienta y su estado al iniciar su turno y al finalizarlo y hacer su chequeo en los listados que se muestran en el anexo D.

Para cada puesto de trabajo fue diseñado un carro de herramienta donde el operario debe almacenarla y retirarla solamente en caso de ser requerida para el trabajo. No debe estar en el puesto toda la herramienta que contiene el carro, solo la que utilizará en una operación, cuando ya no la va a necesitar más la debe guardar en el carro y sacar la que va a requerir para el siguiente procedimiento.

En la Tabla N° 15 se muestran los carros de herramienta. Para los puestos de trabajo de ensamble ya existían estos carros, pero no se tenía el estándar de la herramienta y estaban muy desordenados, por lo tanto, se clasificó, ordenó y marcó la herramienta para cada puesto de trabajo con un color diferente, de tal forma que se puede identificar fácilmente.

Para cableado se utilizaron unos carros de herramienta que no estaban teniendo ningún uso en otra célula y se adecuaron a los puestos, se hizo el mismo proceso de clasificar la herramienta, ordenarla y marcarla en cada carro.

Tabla N° 15: Carro móviles por puesto de trabajo.

<p>ANTES</p>	<p>DESPUÉS</p>
<p>PRE-ENSAMBLE</p> <p>NO EXISTÍA ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTA</p>	<p>PRE-ENSAMBLE</p> 
<p>PUESTO 1 ENSAMBLE</p> <p>NO EXISTÍA ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTA</p>	<p>PUESTO 1 ENSAMBLE</p> 
<p>PUESTO 2 ENSAMBLE</p> 	<p>PUESTO 2 ENSAMBLE</p> 

<p style="text-align: center;">PUESTO 3 DE ENSAMBLE</p> 	<p style="text-align: center;">PUESTO 3 DE ENSAMBLE</p> 
<p style="text-align: center;">PUESTO 4 DE ENSAMBLE</p> 	<p style="text-align: center;">PUESTO 4 DE ENSAMBLE</p> 
<p style="text-align: center;">PUESTO 1 PRE-CABLEADO</p> <p>Todos estos carros del cableado no existían, por tal razón, no hay fotos del antes. Cada operario manejaba su herramienta en bolsas.</p>	<p style="text-align: center;">PUESTO 1 PRE-CABLEADO</p> 

<p style="text-align: center;">PUESTO 1 CABLEADO</p> <p>Todos estos carros del cableado no existían, por tal razón, no hay fotos del antes. Cada operario manejaba su herramienta en bolsas</p>	<p style="text-align: center;">PUESTO 1 CABLEADO</p> 
<p style="text-align: center;">PUESTO 2 CABLEADO</p> <p>Todos estos carros del cableado no existían, por tal razón, no hay fotos del antes. Cada operario manejaba su herramienta en bolsas</p>	<p style="text-align: center;">PUESTO 2 CABLEADO</p> 
<p style="text-align: center;">PUESTO 3 CABLEADO</p> <p>Todos estos carros del cableado no existían, por tal razón, no hay fotos del antes. Cada operario manejaba su herramienta en bolsas</p>	<p style="text-align: center;">PUESTO 3 CABLEADO</p> 

<p style="text-align: center;">PUESTO 4 CABLEADO</p> <p>Todos estos carros del cableado no existían, por tal razón, no hay fotos del antes. Cada operario manejaba su herramienta en bolsas</p>	<p style="text-align: center;">PUESTO 4 CABLEADO</p> 
<p style="text-align: center;">PUESTO 1 ENSAMBLE INTERRUPTORES</p>  <p>La herramienta del puesto de ensamble de interruptores estaba distribuida en un solo carro de herramienta y había herramienta que no se necesitaba, por lo tanto, se elimino la herramienta innecesaria y se redistribuyo según las necesidades del puesto en dos carros, uno móvil y otro en la mesa de trabajo.</p>	<p style="text-align: center;">PUESTO 1 ENSAMBLE INTERRUPTORES</p>  

Figura N° 17: Fotos carros móviles de almacenamiento de herramienta





4.2.2 Almacenamiento de materiales

Existen una serie de carros donde se guardan materiales para el ensamble y el cableado de los tableros, el uso de estos carros no era el adecuado, ya que se estaban almacenando materiales que no se necesitaban en el proceso o que eran

de proyectos pasados que ya no se les iba a dar ningún uso. Por lo tanto, se hizo una clasificación de qué tipo de material era lo que debería ir en cada carro y las cantidades necesarias.

En la Tabla N° 16 se muestran las imágenes del antes y después de estos carros de almacenamiento.

Tabla N° 16: Antes y después carros de almacenamiento de material.

ANTES	DESPUÉS
<p data-bbox="334 646 873 678">ALMACENAMIENTO INTERRUPTORES</p> 	<p data-bbox="977 646 1516 678">ALMACENAMIENTO INTERRUPTORES</p> 
<p data-bbox="380 1192 828 1224">ALMACENAMIENTO DE CABLE</p> 	<p data-bbox="1016 1192 1464 1224">ALMACENAMIENTO DE CABLE</p> 

ALMACENAMIENTO DE TORNILLERIA



ALMACENAMIENTO DE TORNILLERIA



Se evaluó cual es la tornillería estándar de una celda 8BT2 y se creó el sistema Kanban. El cual es un carro que contiene todos los tipos de tornillos, arandelas y tuercas almacenados cada uno en cajas diferentes y las cantidades necesarias para un suministro de 3 días, es decir, el hombre araña quien trae el material a la célula cada 3 días debe recargar el Kanban con la cantidad requerida

ALMACENAMIENTO DE COBRE Y AISLADORES



ALMACENAMIENTO DE COBRE Y AISLADORES






<p>ALMACENAMIENTO ACCESORIOS</p>	<p>ALMACENAMIENTO ACCESORIOS</p>
	
<p>ALMACENAMIENTO PRODUCTO TERMINADO PRE-CABLEADO</p>	<p>ALMACENAMIENTO PRODUCTO TERMINADO PRE-CABLEADO</p>
<p>No se tiene registro fotografico del antes de éste almacenamiento.</p>	



Figura N° 18: Fotos de estantes de almacenamiento de material

4.2.3 Mesas de trabajo

Cada operación del proceso tiene su mesa de trabajo donde se lleva a cabo esta actividad, analizando estos puestos y teniendo en cuenta la ergonomía del operario, se cambió la mesa de trabajo de interruptores ya que era muy grande y se estaba generando desorden en la línea, debido a que se almacenaban materiales innecesarios y no era la adecuada para las necesidades de las operaciones. Se eliminó una de las mesas de pre-cableado ya que según el TT sólo esta necesaria una en la línea, las mesas donde se hacía el cableado de puertas no era práctica ni ergonómica para el trabajador, por lo tanto, se implemento un soporte para sostener la puerta y de esta forma agilizar el trabajo del operario.

En la Tabla N° 17 se muestran las mesas de trabajo implementadas y la descripción de la mejora.

Tabla N° 17: Antes y después mesas de trabajo

ANTES	DESPUÉS
<p>MESA DE TRABAJO INTERRUPTORES</p>	<p>MESA DE TRABAJO INTERRUPTORES</p>
	
<p>SOPORTE MESA DE CABLEADO DE PUERTA</p>	<p>SOPORTE MESA DE CABLEADO DE PUERTA</p>
 <p data-bbox="302 1797 870 1835">El operario la mayoría del tiempo tenía</p>	

que trabajar de pie y no tenía acceso a la caja de herramientas, ya que la puerta quedaba apoyada sobre éstas. El soporte se tomo de otro puesto de trabajo que no estaba en uso de otra tecnología y se adecuo a éste puesto, se tuvo que dar una mayor fuerza de enclavamiento en estas mesas debido a que las puertas de una 8BT2 son muy pesadas y la mesa no las soportaba. El soporte se implemento para las dos mesas de cableado de puertas.



Figura N° 19: Fotos mejoramiento de puestos de trabajo

4.3 SOPORTE MOVIL PARA LAS CELDAS

Cuando se inicia el ensamble mecánico de una celda 8BT2 éste se hace sobre el piso, no se tiene nada que proteja la celda y que haga que el desplazamiento de la misma sea más fácil. Una celda de esta tecnología es muy pesada y cuando se requiere moverla dentro de la célula todos los operarios deben hacer fuerza para poder desplazarla como se observa en la Figura N° 20, esto conlleva los operarios corran el riesgo de tener algún accidente y la celda reciba un golpe o se ralle



Figura N° 20: Movimiento celda por los operarios

Para facilitar el desplazamiento de las celdas se diseñó con soporte con ruedas, el cual se ancla al piso de la celda y facilita el movimiento (Ver Figura N° 21).



Figura N° 21: Soporte móvil para las celdas

El tubo con el que se hizo éste soporte es utilizado en los Shelter, otra tecnología de tableros, por lo tanto, se utilizaron de un stock que se tenía en almacén. Los tubos se cortaron en el área de metalmecánica con una sierra con la medida del piso de la celda (1200cm), se hizo la compra de las ruedas y se unieron con el tubo por medio de tornillos. El piso de la celda tiene unas perforaciones, los cuales se le tomo la medida al tubo y se perforo, anclando la celda desde de allí.

Este soporte hace que la celda se pueda desplazar más fácil y no se corran riesgos en la línea. Un problema que se presentaba constantemente por no tener ruedas o un medio de desplazamiento en que no tocara forzar la celda era que cuando llegaba la celda al campo de pruebas estaba completamente desnivelada y los operarios tenían que cuadrarla de nuevo, teniendo con esto un reproceso y un gasto de tiempo innecesario, por lo tanto, el soporte disminuye todos estos reprocesos y tiempos desperdiciados.

En la planta de producción de tableros en Turquía tienen un dispositivo para movilizar las celdas que es muy práctico y está diseñado para ajustarse

perfectamente a la celda (Ver Figura N° 22). Cada celda llevar 6 dispositivos de éstos y permiten movilizar las celdas fácilmente. La compra de ésta herramienta se encuentra en trámites dentro de la empresa y se está a la espera de la autorización.



Figura N° 22: Ruedas diseño de Turquía

4.4 DISTRIBUCIÓN LÍNEA DE PRODUCCIÓN (LAYOUT)

La distribución de los puestos de trabajo de célula 8BT2 estaba diseñada según la tecnología Simoprime como se observa en la Figura N° 23, que también es un tipo de celda de media tensión y lo que tiene de diferencia con la 8BT2 es que una Simoprime maneja menos tensión de la 8BT2 y el tablero es mucho más pequeño, pero tienen la similitud en todo el proceso productivo ya que poseen casi los mismos componentes. Cuando se inició el ensamble de las celdas 8BT2 no se hizo el respectivo análisis de cuantos puestos de trabajo se necesitaban, cuáles iban a ser las operaciones por puesto de trabajo, el menor recorrido de operación y la distribución adecuada de almacenamiento de material sino que se hizo una réplica de la célula Simoprime.

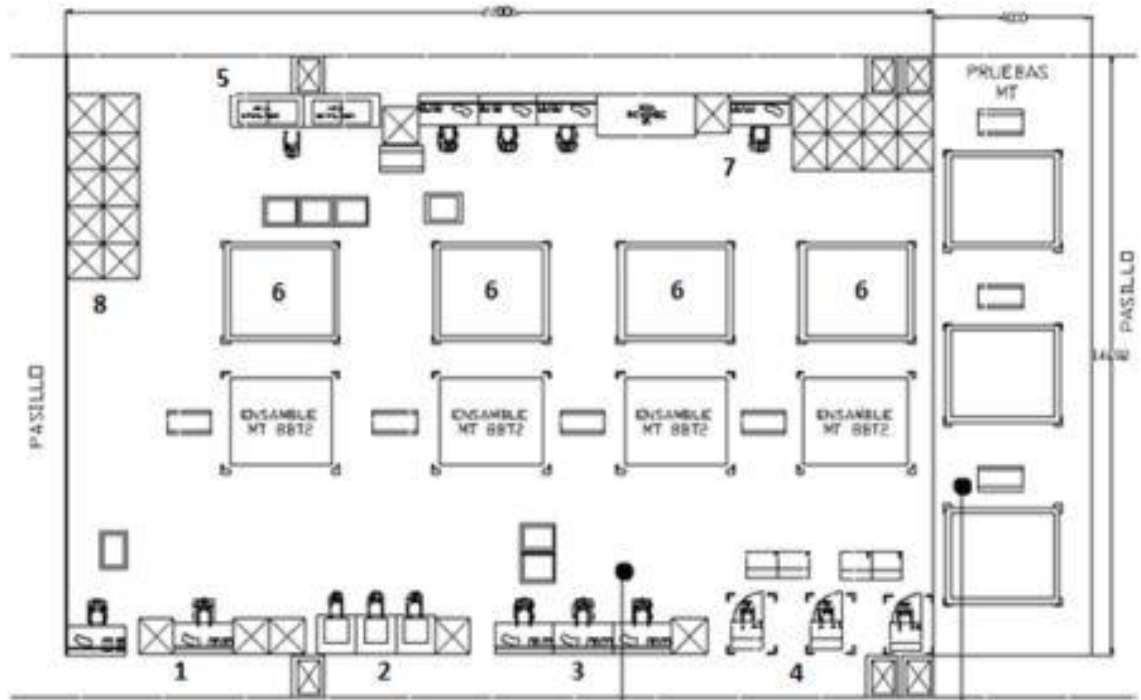


Figura N° 23: Lay Out actual línea 8TB2

En la Tabla N° 18 se hace la descripción del Lay Out actual mostrado en la Figura N°: 23.

Tabla N° 18: Descripción Lay Out actual

1	Puesto de Trabajo Pre-Cableado
2	Puesto de Trabajo Cableado de Bandeja
3	Puesto de Trabajo Cableado de Interface
4	Puesto de Trabajo Cableado de Puerta
5	Puesto de Trabajo Pre-Ensamble
6	Puestos de trabajo Ensamble
7	Puesto de trabajo Ensamble Interruptores
8	Almacenamiento Metalmecánica

El primer análisis que se hizo para determinar la capacidad de la célula fue evaluar el FORCAST de las celdas 8BT2 y se definió que la demanda máxima que va a

tener éste producto es de 20 unidades al mes, por lo tanto, el número de puestos de trabajo dependen del Tack Time³⁸.



Figura N° 24: Lay Out Nuevo célula 8BT2

Se definieron 3 puestos de ensamble, 2 de pre-ensamble, 1 de ensamble de interruptores y armar caja de baja tensión, 1 puesto de pre-cableado, 1 de cableado de puertas, 1 de cableado de bandejas y uno de interface. Los carros de almacenamiento de material se ubicaron al lado de las mesas de trabajo para disminuir los desplazamientos. En la Figura N° 24 se muestra la nueva distribución de la plata y se hace su respectiva descripción en la Tabla N° 19.

Tabla N° 19: Descripción Lay Out nuevo

1	Material Pre-Cableado
2	Puesto de trabajo Pre-Cableado
3	Puesto de trabajo cableado de bandeja

³⁸ En el capítulo 5 se mostrará el cálculo del Tack Time y las actividades por cada puesto de trabajo con respecto a las cuales se hizo la distribución de la célula.

4	Puesto de trabajo cableado de interface
5	Material Cableado de interface y bandeja
6	Material Cableado de puertas
7	Puesto de trabajo Cableado de puertas
8	Metalmecánica puertas
9	Almacenamiento Producto terminado Pre-cableado
10	Herramienta cableado de bandejas
11	Herramienta cableado de interface
12	Herramienta cableado de puertas
13	Puesto de trabajo Pre-Ensamble
14	Herramienta Pre-Ensamble
15	Almacenamiento Producto terminado Pre-Ensamble
16	Metalmecánica Pre-Ensamble
17	Puesto de Trabajo Ensamble de interruptores
18	Interruptores (Material)
19	Metalmecánica Interruptores
20	Puestos de trabajo Ensamble
21	Puesto de trabajo Pruebas
22	Herramienta Ensamble
23	Material Ensamble

El área con que se contaba inicialmente en la célula era de **381 m²**, ahora el área total de la célula es **160 m²**, logrando con esto una disminución de **221 m²**, es decir, un 59% del área inicial. El ahorro que se obtuvo con éste cambio fue de **\$33.680.400** pesos en el año, esto quiere decir, que el impacto económico que logró éste cambio fue muy bueno para la organización. El área restante después de la redistribución fue utilizada para crear una célula llamada Área de Reproceso, la cual era una exigencia de la casa matriz en Alemania y se hizo la reubicación de la célula de Celdas Importadas, la cual es una célula de poca producción durante el año y no requiere de mucha área para su funcionamiento.

Para tener una mayor ilustración del cambio que se logró en la línea en la Tabla N° 20 se muestran las fotos del antes y después de la célula.

Tabla N° 20: Antes y después célula 8BT2



El objetivo principal del nuevo Lay Out de la línea 8BT2 es que exista un flujo y que se vea una evolución en cada puesto de trabajo a medida que avanza el proceso, es decir, cuando el producto llega a un puesto sufre una transformación y está listo para que el siguiente puesto de trabajo haga su montaje y ceda la celda nuevamente al siguiente puesto, de esta forma, cuando la celda llega al último puesto solo le debe faltar las piezas a ensamblar allí y está lista para ser entregada al área de pruebas, por lo tanto, el flujo es limpio, sin cruces entre los puestos de trabajo ni reprocesos por los puestos anteriores como se ilustra en la Figura N° 25.

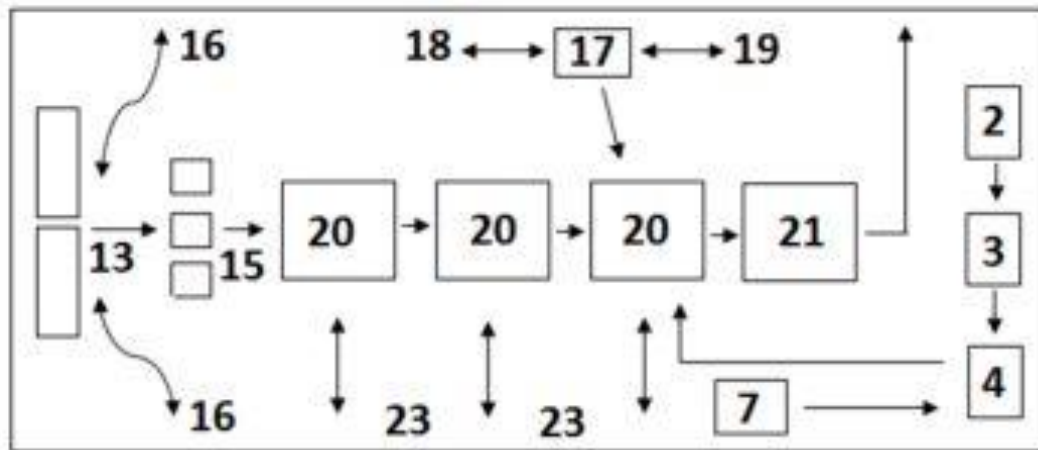
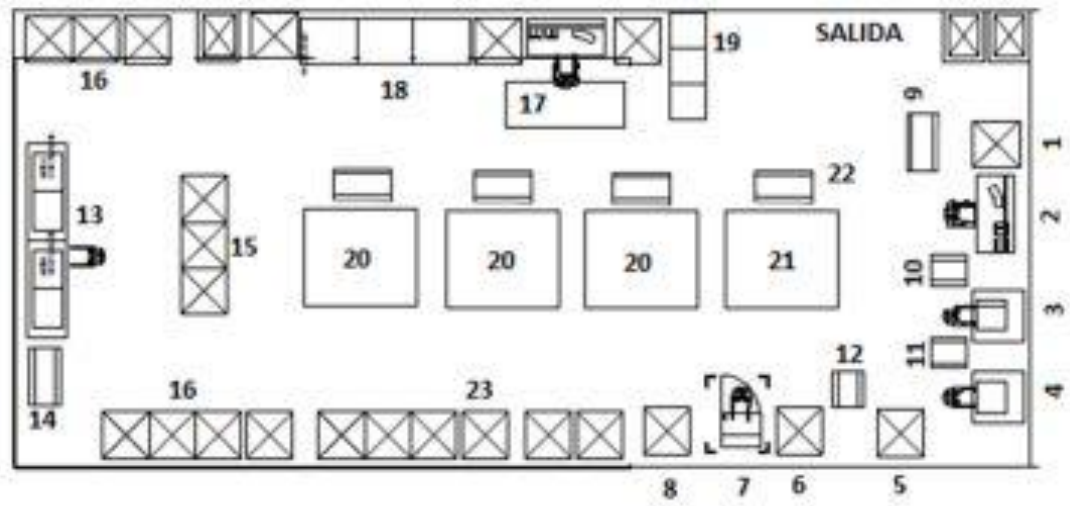


Figura N° 25: Diagrama de recorrido

5. BALANCE DE LÍNEA

Ya teniendo un diagnóstico de la situación actual el siguiente paso es analizar estos resultados obtenidos de las tablas Yamazumi y diseñar mejoras para la línea de producción, las cuales optimicen el proceso productivo y se logre una mayor productividad y cumplimiento.

Según el Lean Manufacturing lo primero que se debe tener en un proceso productivo son estándares de trabajo, los cuales le dan parámetros al proceso y hacen que el trabajo se haga siempre de la misma forma, así se busca siempre cumplir con los estándares de calidad del producto. Por lo tanto, después de hacer el diagnóstico de la situación actual y evaluar cual es el mejor flujo del proceso, se balanceo la línea y se definieron nuevos puestos de trabajo, posterior se presentaron los estándares de trabajo, las mejoras según las 5's y la nueva distribución de la plata.

5.1 BALANCE DE LÍNEA SEGÚN TT³⁹

La toma de tiempos y la elaboración de las tablas Yamazumi fueron de gran ayuda para tener una claridad del proceso productivo y de definir cuáles iban a ser las actividades de cada puesto, el número de operarios en cada puesto y en la línea y a cuantos turnos se iba a trabajar. El flujo de línea 8BT2 estaba diseñado de acuerdo al flujo de las otras líneas de producción, ya que es una tecnología nueva y cuando se implemento no se hizo el respectivo análisis que se necesitaba para que el proceso fuera óptimo.

Haciendo un análisis de los resultados con el Ingeniero Alexander Sandoval, Jefe de producción de la línea de tableros, el flujo de la producción se balanceó según tres diferentes demandas que se pueden tener en la línea; se hizo de esta forma

³⁹ TT: Tack Time

debido a que el nivel de productos no es constante y existen varios picos de producción. Por lo tanto, se estableció una demanda de 20 productos al mes como el 100% de la capacidad de la línea y se diseñó la distribución de las actividades según una capacidad del 100%, 75% y 50% de la producción, logrando así satisfacer la demanda de cada mes.

En las Ecuaciones 3, 4 y 5 se hace el cálculo del TT para las capacidades del 100%, 75% y 50% respectivamente.

Ecuación N° 2: Cálculo del TT

$$TT = \text{Horas disponibles al mes} / \text{Demanda en el mes}$$

Ecuación N° 3: Cálculo del TT con una capacidad del 100%

$$TT_{100\%} = \frac{7 \frac{\text{horas}}{\text{días}} * 6 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}}}{20 \frac{\text{productos}}{\text{mes}}} = 8,4 \frac{\text{horas}}{\text{producto}} * 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} = 504 \frac{\text{minutos}}{\text{producto}}$$

Ecuación N° 4: Cálculo del TT con una capacidad del 75%

$$TT_{75\%} = \frac{7 \frac{\text{horas}}{\text{días}} * 6 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}}}{15 \frac{\text{productos}}{\text{mes}}} = 11,2 \frac{\text{horas}}{\text{producto}} * 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} = 672 \frac{\text{minutos}}{\text{producto}}$$

Ecuación N° 5: Cálculo del TT con una capacidad del 50%

$$TT_{50\%} = \frac{7 \frac{\text{horas}}{\text{días}} * 6 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}}}{10 \frac{\text{productos}}{\text{mes}}} = 16,8 \frac{\text{horas}}{\text{producto}} * 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} = 1008 \frac{\text{minutos}}{\text{producto}}$$

Para una capacidad del 100% cada 504 minutos debe salir un producto para cumplir con la demanda del mes. En la Tabla N° 19 se muestra la distribución por

puesto de trabajo para ésta capacidad y las distribuciones para la capacidad del 75% y 50% como anexo. (Ver anexo E)

Ya teniendo el TT de la línea el paso a seguir es balancear las cargas de trabajo de acuerdo a éste dato, de tal forma que el tiempo en que se demore en salir un producto en la línea sea igual al TT y se cumpla con los requerimientos del cliente. En la Tabla N° 21 se muestra las actividades por puesto de trabajo y el número de operarios para cada uno de éstos y a su vez en la Figura N° 26 se compara la carga de trabajo para todos los puestos y se observa el nuevo balance que existe.

El calculo de los operarios que se requiere por cada puesto de trabajo se hace como se representa en la Ecuación N° 6.

Ecuación N° 6: Número de operarios por puesto de trabajo.

$$Op = \frac{\textit{Tiempo total puesto de trabajo}}{TT}$$

Por lo tanto, para el primer puesto de trabajo el número de operarios que se necesita se calcula en la Ecuación N° 7.

Ecuación N° 7: Número de operarios PT⁴⁰

$$Op_{PT1} = \frac{505,93}{504} = 1,004 \approx 1 \textit{ operario}$$

De ésta misma forma se calcula el número necesario de operarios para el resto de puestos de trabajo.

⁴⁰PT: Puesto de Trabajo.

Tabla N° 21: Actividades por cada puesto de trabajo, según balance de línea a un 100% de la capacidad

PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	SUB PROCESOS	Operarios necesarios	TIEMPO ACTUAL (min)	Horas disponibles	Demanda	Tack Time	Cant. Op. Cel
Ensamble	PT1	Pre-Ensamble de Pisos	1	65,66	168	20	8,4 Horas 504 Min	9
		Pre-Ensamble de Pilastros posteriores y frontales		101,17				
		Pre-Ensamble de Techos		44,70				
		Pre-Ensamble de Tapas posteriores superiores e inferiores		39,16				
		Pre-Ensamble de Puertas		50,07				
		Pre-Ensamble de Piezas Intermedias		30,63				
		Pre-Ensamble de Bandeja de CT's		24,83				
		Pre-Ensamble de Cortinas		26,92				
		Pre-Ensamble de Diagonales de aisladores		11,96				
		Pre-Ensamble Seccionador de puesta a tierra		49,84				
		Pre-Ensamble de Soportes para Bushing		7,29				
		Pre-Ensamble de Descargadores		11,14				
		Pre-Ensamble láminas laterales		42,55				
	PT2	Ensamble estructura (Pisos, Pilastros, Piezas intermedias, Techo, Tapas posteriores y diagonal de aisladores)	2	254,24	1	496,27	504	En éste puesto de trabajo se asignan 2 operarios por el peso de las piezas y porque es necesario por la naturaleza del proceso
		Montaje de Cortinas		154,59				
		Montaje de Bandejas de CT'S y PT'S		39,14				
		Montaje de Bushing		48,3				
	PT3	Montaje de Puertas	1	14,29	1	490,99	504	
		Montaje de Cobre		118,79				
		Montaje de seccionador		234,66				
		Montaje de interruptor		64,5				
		Montaje de Tapaductos		40,76				

		Montaje de Fibras Trafos		17,99	
	PT4	Pre-Ensamble Caja de Baja	1	110,97	
		Pre-Ensamble interruptor		246,85	
		Cableado de Interruptor		21,08	
		Montaje de la caja de baja tensión		29,87	
		Montaje de Tapas finales y posteriores		91,05	
Cableado	PT5	Pre-cableado de Harting	1	138,75	
		Pre-cableado de Bornera		88,49	
		Pre-Cableado de Interconexión		89,19	
		Pre-Cableado de conmutables		75,3	
		Pre-cableado de cuchillas		98,96	
	PT6	Cableado de Bandeja	1	481,58	
	PT7	Cableado de Puerta	1	425,08	
		Montaje de placas de identificación		22,96	
		Pre-Cableado de trafos		28,3	
	PT8	Cableado de Interface	1	87,76	
		Cableado de Transformadores		150,21	
		Cableado de Calefacción		178,66	
		Conexionado final		52,41	
	Tiempo total (Horas)				65,18

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	499,82	504

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	490,69	504

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	481,58	504

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	476,34	504

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	469,04	504

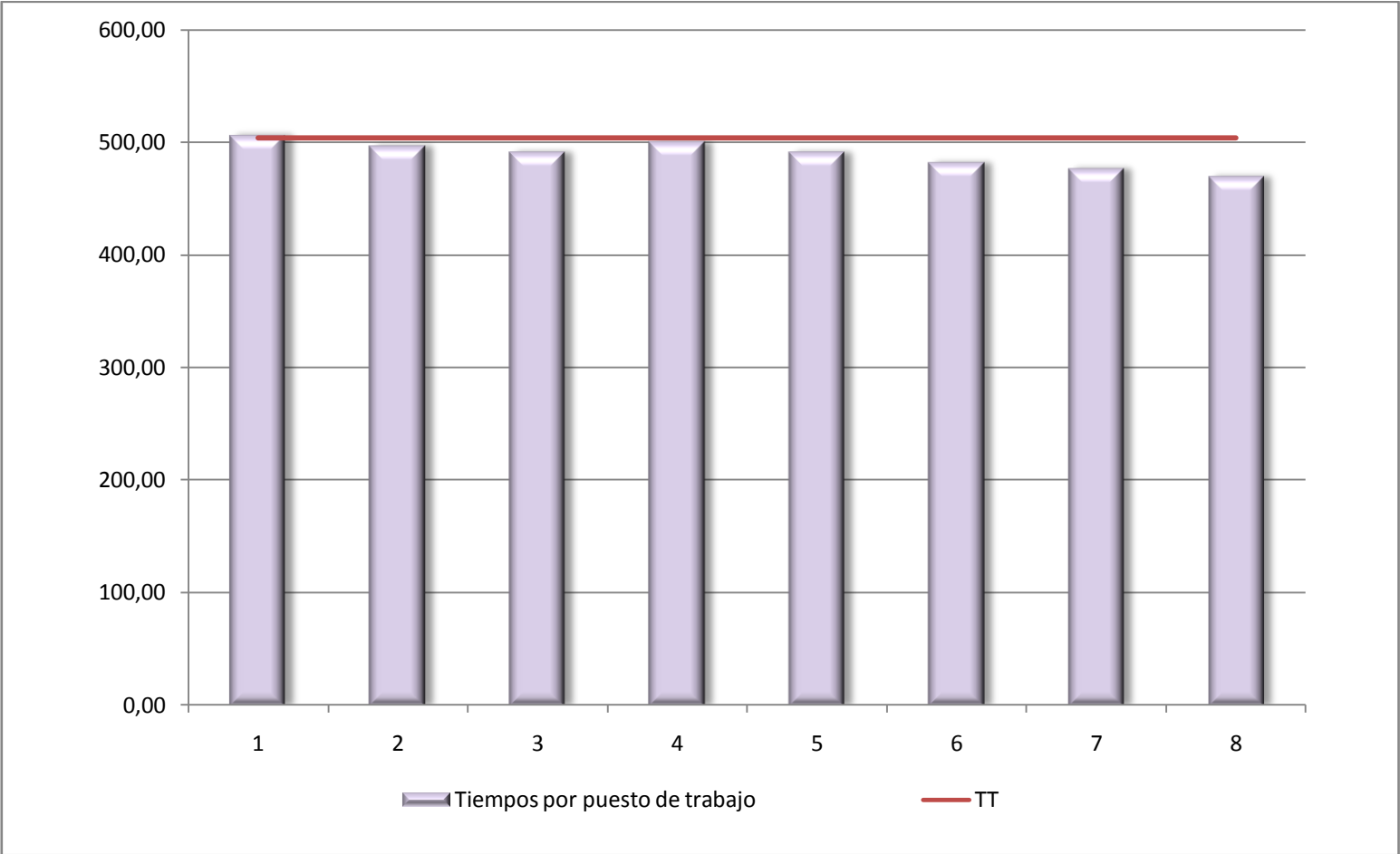


Figura N° 26: Balance de Línea para la capacidad del 100%

Con la nueva redistribución de las actividades por puesto de trabajo se puede observar en la Figura N° 26 que las cargas por puesto de trabajo son más equilibradas y están alineadas al TT, ya que de cada puesto de trabajo el producto sale minutos antes de lo requerido para cumplir con la demanda del cliente.

Antes de la implementación del balance de línea se tenían 4 puestos de pre-ensamble, 4 de ensamble, 1 de pre-cableado y 4 de cableado, dando esto un total de 13 puestos de trabajo y 14 operarios en total ya que el puesto de ensamble 1 tiene 2 operarios; al existir tantos puestos de trabajo la capacidad de la línea estaba subvalorada y el producto estaba sobrevalorado en costos debido al número innecesario de operarios. Con la nueva distribución de las actividades se eliminaron 5 puestos de trabajo y se redujo el número de operarios a 9, logrando con esto un ahorro de \$262.200.000 de pesos en el año, ya que una hora productiva a la empresa le vale \$23.000 pesos. En la Ecuación N° 8 se evidencia éste cálculo.

Ecuación N° 8: Ahorro por nómina en el año

$$23000 * 47,5 \text{ horas a la semana} = \$1.092.500$$

$$1.092.500 * 4 \text{ semanas al mes} = \$4.370.000$$

$$4.370.000 * 12 \text{ meses al año} = \$52.440.000$$

$$52.440.000 * 5 \text{ operarios} = \$262.200.000 \text{ de pesos ahorrados en el año}$$

Como se observa en la Tabla N° 19 se cuenta con un total de 8 puestos de trabajo que se distribuyen en 2 puestos de pre-ensamble y ensamble final, 2 puestos de ensamble, 1 puesto de pre-cableado y 3 de cableado. Ésta nueva distribución permite que exista un equilibrio entre todos los puestos y que todos los operarios tengan la misma carga laboral, de tal forma que existe un flujo a una pieza en la línea y se pueden hacer entregas diarias de pedidos al campo de pruebas caso que no ocurría antes sino que se entregaban todas las celdas que constituían el

pedido al mismo tiempo al campo de pruebas y éste no tenía la capacidad necesaria para recibirlas y trabajar en ellas.

Las actividades de los puestos de Pre-ensamble 1 y 2 fueron agrupadas y ahora solo las realizará un operario de tal forma que se cumple con el TT y no se está subvalorando la capacidad del puesto. Las actividades del puesto de pre-ensamble 3 y 4 fueron agrupadas a un solo puesto de trabajo y se adicionaron actividades como montaje de caja de baja que el mismo operario elabora y que después del proceso de cableado puede hacerse su ensamble en la celda y montaje de tapas finales que es lo último que se le monta al tablero, por lo tanto, éste puesto de trabajo es el que hace entrega de la celda al campo de pruebas.

Al puesto de Ensamble 1 se le adicionaron actividades como montaje de cortinas, bushing y bandeja de CT'S y PT'S logrando con esto un aumento en su carga de trabajo y un equilibrio con el TT. Cuando se hace el cálculo de operarios para éste puesto de trabajo da como resultado un solo operario, pero por la naturaleza del proceso y las necesidades del mismo se requiere que sean 2 los operarios involucrados en las tareas, ya que en éste puesto es donde se va a armar la estructura de la celda y las láminas y demás piezas a montar tienen un tamaño considerable y una sola persona no podría hacer su montaje, por esto serán dos los operarios que realizaran estas actividades.

El puesto de Ensamble 2 queda prácticamente eliminado ya que éstas actividades se le sumaron al PT1, y la única actividad que queda es el montaje de las puertas el cual se une con el puesto de Ensamble 3 y Ensamble 4 del cual se saca la actividad de montaje de tapas finales que ahora le corresponde al PT4 nombrado anteriormente.

De ésta forma quedan distribuidas adecuadamente todas las actividades con respecto al TT.

5.2 IMPLEMENTACIÓN DEL BALANCE DE LÍNEA

Ya teniendo la propuesta de mejora el paso a seguir es la implementación ésta en la línea de 8BT2. La nueva distribución de las actividades por puesto de trabajo fue aprobada y autorizada por el Ingeniero Alexander Sandoval Jefe de Producción de la Línea de Tableros y se dio a conocer la nueva metodología a todos los operarios mediante una capacitación, la cual se presenta el listado de asistencia como anexo (Ver anexo F). En dicha capacitación se les enseñó temas relacionados con mejoramiento continuo como 5s, flujo a una pieza y 7 desperdicios con la ayuda del Ingeniero Juan Pablo Forero encargado SPS en la línea de tableros y se les dio a conocer el nuevo ritmo de trabajo y tareas que llevarían a cabo en sus días laborales.

Para hacer una planeación y seguimiento a las tareas impuestas por puesto de trabajo se diseñó un formato en que aparecen todos los días de la semana y las horas del día y se está dividido por puesto de trabajo y en lo planeado que se tenía estimado hiciera el operario en la semana y lo que realmente se pudo realizar.

Las principales falencias que se presentaron después que se implementó el balance de línea fue la falta de material y retraso en las entregas del mismo. El tema de los materiales es uno de los puntos más importantes que se debe tener en cuenta a la hora de iniciar un pedido ya que si no se tiene alguno de estos que es fundamental para el proceso se pierde todo el flujo de la línea y algún puesto de trabajo no puede entregar completo el producto al otro, llegando a un punto en el que no se puede seguir trabajando sobre ésta celda y no se puede hacer entrega al campo de pruebas. La falta de algún material también hace que se acumulen las celdas en la línea y se haga un stock y el tiempo de paso de la celda por la línea sea mayor, dándole con esto más costos al producto y retrasando la entrega al cliente.

La implementación de éste balance se hizo a partir del mes de febrero, los tres primeros meses fueron de análisis de la situación actual. Desde que se inició la

implementación del balance fue notable la mejora en la línea, los operarios ahora no tienen tiempos innecesarios de búsqueda de herramienta y materiales ya que éstos están a la mano y se está en proceso la implementación de la cultura de las 5's para que todo permanezca en orden y se eliminen desperdicios.

El objetivo de implementar la herramienta Yamazumi era aumentar el índice de productividad en la línea. Como se observa en la Figura N° 27 desde el mes de febrero la productividad ha ido en aumento gracias a que cada operario tiene definidas sus actividades y existe un flujo de una pieza en la línea, es decir, cada operario solo se concentra en terminar sus actividades en el tiempo que se tiene establecido y hacerle entrega al siguiente puesto para que éste haga su trabajo. Todos los puestos de trabajo están equilibrados en su carga y deben entregar aproximadamente al mismo tiempo el producto al siguiente puesto. El balance de línea ha hecho que el tiempo de paso del producto por la célula sea menor y por lo tanto, se produzca un aumento en la productividad.

Una de las razones que hace que la línea de productividad sea progresiva después de la implantación del balance es la eliminación de los 5 puestos de trabajo y los 5 operarios, esto hizo que la línea trabajara a su capacidad máxima y que no estuviera subvalorada.

CÉLULA 9. 8BT - I/G Productividad (Horas Planeadas/Horas Reales) *100 - Método 6σ

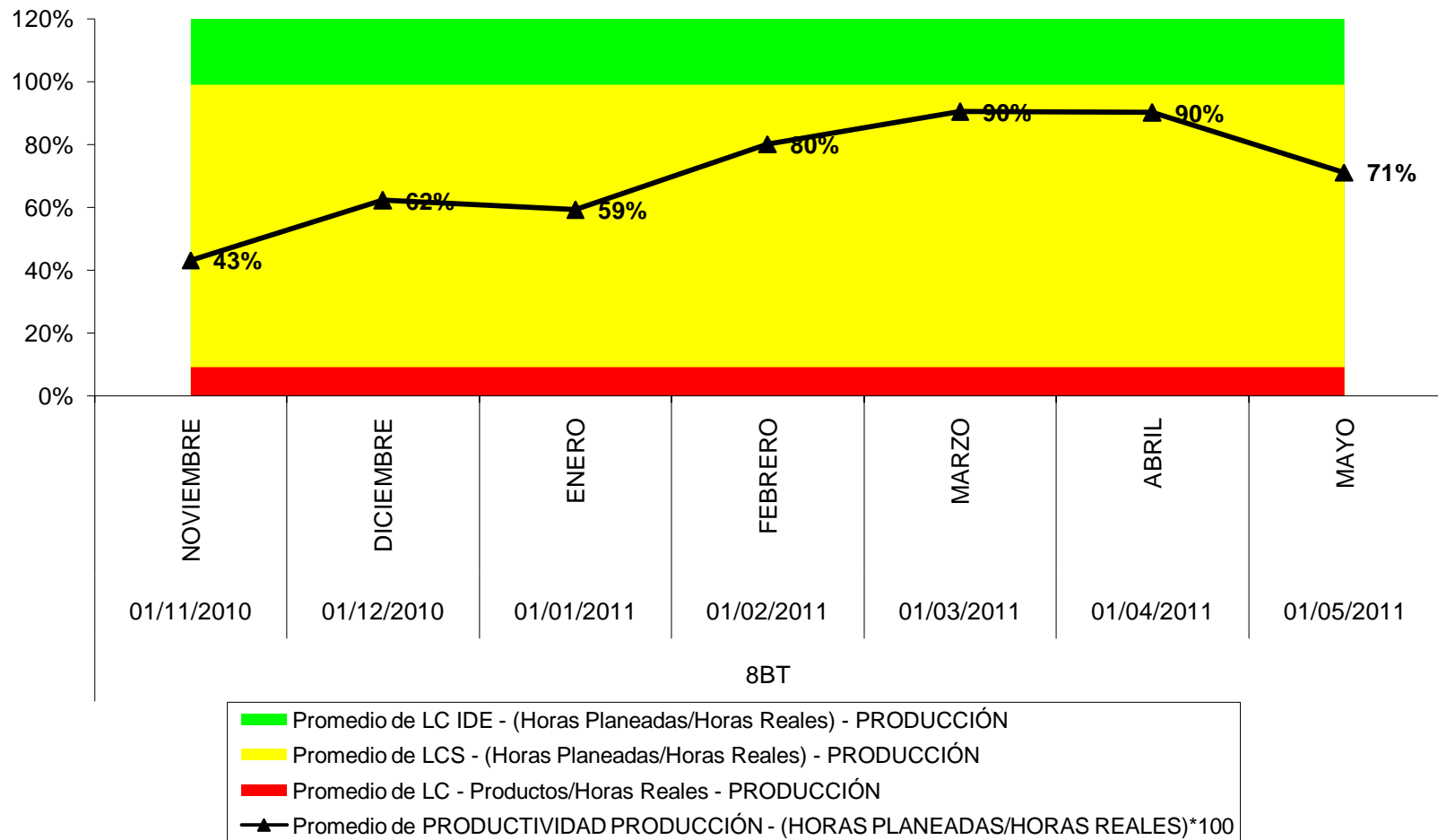


Figura N° 27: Productividad durante el desarrollo del proyecto

6. CONCLUSIONES

Durante el diagnóstico de la situación actual se hizo la toma de tiempos y con ésta se pudo identificar cuáles eran las actividades de cada puesto de trabajo y se hizo el cálculo del Tiempo Tipo del proceso. Al mismo tiempo se clasificaron cuáles eran las actividades que agregaban o no valor al producto.

Con una demanda estimada de 20 celdas 8BT2 al mes y un tiempo disponible de 168 horas al mes se hizo el cálculo del TT y se obtuvo que cada 8,4 horas debe salir un producto de la línea para cumplir con las necesidades del cliente.

De las tablas Yamazumi por cada puesto de trabajo se tuvieron los siguientes resultados:

- Al comparar el tiempo de cada puesto de trabajo con los demás se pudo esclarecer el desbalance que existía en la línea y cuáles eran los puestos de trabajo con mayor o menor carga laboral.
- El puesto de trabajo de pre-ensamble 3 es el que tiene menos carga de trabajo con un tiempo total de 110,97 minutos, existiendo una brecha grande de tiempo con respecto al TT. El puesto de cableado de bandeja es el que tiene mayor carga laboral y es el que ésta más alineado al TT.
- En promedio por cada puesto de trabajo se tiene un desperdicio de la capacidad con respecto al TT de un 58,5%.
- Las principales actividades que no le agregan valor al producto pero son necesarias para el proceso productivo son de desplazamiento en búsqueda de material al inicio del proceso y cuando se finaliza el mismo al llevar el producto al área de almacenamiento. Estas actividades son un 7% del tiempo total.

- Las actividades que son innecesarias en el proceso tienen un 2% del tiempo total del proceso y su principal causa es la búsqueda de materiales y herramientas por no tenerlas en el lugar que corresponde y el desorden en la línea.
- El tiempo productivo es un 91% del tiempo total, teniendo con esto un buen porcentaje de tiempo de transformación del producto y un bajo porcentaje de actividades que no agregan valor.

Con base en la información que se obtuvo del diagnóstico de la situación actual se hizo las propuestas e implementación de las mejoras para aumentar la productividad de la línea.

- La línea 8BT2 no contaba con un estándar de su proceso productivo y por lo tanto, ésta fue la primera implementación que se hizo. El estándar consta de todos los pasos que debe hacer un operario para el proceso y la forma correcta e incorrecta de las operaciones. Cada actividad tiene su respectiva foto y hay claridad de cuáles son los elementos de protección personal que debe utilizar el operario en todo el proceso.
- Una de las falencias que se detectaron en el diagnóstico de la situación actual fue la búsqueda de herramientas y material, por lo tanto, se implementaron carros móviles por puesto de trabajo para almacenar la herramienta y la tornillería o terminales necesarios en cada actividad. De ésta forma, el operario tiene solo la herramienta que necesita siempre y no debe desplazarse a buscarla a ningún otro puesto de trabajo.
- Cuando se inicio el ensamble de la tecnología 8BT2 en la línea de tableros 8BT2 no se hizo el respectivo análisis de la distribución de los puestos de trabajo y del flujo que requería el proceso, sino que se distribuyo según las otras células. Por lo tanto, se hizo el análisis del flujo y se redistribuyó la ubicación de los puestos de trabajo y se redujo el área de la línea, logrando una disminución de ésta en 221m². El punto que

más se tuvo en cuenta en el nuevo Lay Out es la ubicación de los materiales, haciendo que se reduzca el tiempo de búsqueda de los mismos.

La toma de tiempos y las tablas Yamazumi identificaron que existía un desequilibrio en las actividades por puesto de trabajo y que la línea estaba siendo subvalorada en su capacidad. Por lo tanto, se diseñó e implementó una nueva distribución de actividades por puesto de trabajo que estuviera alineada al TT de la línea que es la necesidad del cliente. Implementar las mejoras hizo que se redujeran 5 puestos de trabajo y 5 operarios en la línea y que todos los puestos de trabajo tengan la misma carga laboral.

Se diseñaron tres diferentes balances de línea según la demanda del mes, trabajando con una capacidad al 100%, 75% y 50% dependiendo del número de productos por fabricar.

Implementar la herramienta Yamazumi hizo que la productividad aumentara en un 21% en el primer mes y un 31% en los siguientes meses, esto quiere decir, que los cambios implementados en la línea fueron efectivos y de gran ayuda para la empresa.

7. RECOMENDACIONES

Se debe buscar la forma más adecuada de estandarizar los tiempos de cableado, ya que el cálculo que se hizo fue con un promedio de los puntos de dos pedidos, pero siempre éste punto es variable en cada pedido.

El TT se debe ajustar dependiendo de la demanda que se tenga en cada mes, para éste tema se debe estar en constante comunicación con el área de planeación para estar enterado de cuáles son los pedidos del siguiente mes y ajustar los puestos de trabajo y número de operarios que se necesitan, éste ajuste del TT es trabajar con una capacidad del 100%, 75% o 50% según corresponda la demanda.

Se deben hacer auditorias constantemente, ya sea cada 15 días o mensualmente, de 5's, donde se verifique que el operario tenga la herramienta en perfecto estado, en orden, limpia y esté haciendo el chequeo correspondiente del listado de herramienta que tiene en el puesto de trabajo.

Cada estándar de trabajo debe estar visible en los puestos de trabajo, de tal forma que el operario tenga claras cuales son las actividades que debe realizar en ese puesto y la forma adecuada de llevarlas a realizar su trabajo.

8. BIBLIOGRAFÍA

SIEMENS MANUFACTURING. Página de inicio. En página inicial Siemens Manufacturing, [en línea], disponible en: <<http://intranet.siemens.com.co/SiemensIntranet/Templates/PortalChamadas.aspx?channel=21330>>.

ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS 1999.

SLIDESHARE. Mejoramiento del proceso productivo. [en línea], disponible en:<<http://www.slideshare.net/lparrajr/mejoramiento-de-procesos-presentation>>.

AEQUIMEDES. Teoría de Balance de Línea. [en línea], disponible en <<http://www.arquimedex.com/index.php?accion=1&id=59>>

APPLIED COMPUTER SERVICES, INC. Yamazumi Workload Charts.En Yamazumi, [en línea], disponible en: <<http://www.acsco.com/videolibrary.htm#Yamazumi>>.

HUBPAGES.Yamazumi Boards. En Topics, business & jobs, management, [en línea], disponible en: <<http://hubpages.com/hub/Yamazumi-Boards>>.

LEAN MANUFACTURING.Herramientas de la filosofía LEAN. En Kaizen. [en línea], disponible en: <http://www.leanmanufacturing.org/casalean.html>.

ANEXO A: TIEMPOS POR PUESTO DE TRABAJO

PRE-ENSAMBLE 2																		
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble láminas Intermedias																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Traer lámina						3,85	3,54	2,65	1,65	3,54	3,76	2,76	2,87	1,43	1,59	2,76	
2	Grafiar tuerca M10	●					7,78	3,63	4,56	7,32	7,21	4,65	4,87	4,67	6,92	6,43	5,79	
3	Llevar lámina al área de almacenamiento		□				3,35	2,41	3,12	2,43	2,54	2,67	3,12	3,65	1,87	1,96	2,71	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA INTERMEDIA							14,98	9,58	10,33	11,4	13,3	11,08	10,75	11,19	10,12	9,98	11,27	
1	Traer lámina		□				2,43	2,65	1,98	1,54	1,78	2,65	2,28	2,12	1,89	1,65	2,10	
2	Grafiar tuerca M10	●					1,26	2,01	1,32	1,17	1,33	1,47	1,82	1,23	1,1	1,67	1,44	
3	Llevar lámina al área de almacenamiento		□				1,43	1,21	1,34	2,04	0,96	1,34	1,21	1,34	1,43	1,54	1,38	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA INTERMEDIA							5,12	5,87	4,64	4,75	4,07	5,46	5,31	4,69	4,42	4,86	4,92	
1	Traer lámina		□				1,04	1,87	1,43	1,65	1,34	1,22	1,12	1,19	2,03	1,87	1,48	
2	Grafiar tuerca M10	●					4,07	6,07	5,65	4,85	6,11	5,32	5,99	4,89	4,32	4,65	5,17	
3	Llevar lámina al área de almacenamiento		□				1,21	1,45	1,54	1,43	1,33	1,76	2,43	2,21	2,09	1,35	1,68	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA INTERMEDIA							6,32	9,39	8,62	7,73	8,78	8,3	9,53	8,29	8,44	7,87	8,33	
1	Traer lámina		□				1,65	1,32	0,87	0,67	1,43	1,56	0,96	1,67	1,54	1,78	1,35	
2	Grafiar tuerca M10	●					3,5	3,54	3,98	3,21	2,43	4,56	4,65	3,21	3,76	2,56	3,54	
3	Llevar lámina al área de almacenamiento		□				0,91	1,32	0,76	0,89	1,11	1,32	1,40	0,87	1,76	1,98	1,23	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA INTERMEDIA							6,06	6,18	5,61	4,77	4,97	7,44	7,01	5,75	7,06	6,32	6,12	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINAS INTERMEDIAS							32,48	31,02	29,20	28,65	31,11	32,28	32,60	29,92	30,04	29,03	30,63	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Bandeja de transformadores																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Traer lámina al puesto de trabajo		□				2,53	1,43	1,33	2,38	2,21	1,89	1,94	1,47	2,01	1,16	1,84	
2	Montar refuerzo de bandeja de CT's	●					2,43	2,65	2,23	3,45	3,12	2,76	2,87	3,22	3,18	2,51	2,84	
3	Asegurar refuerzos con Tornillo M8x20 y Tuerca pasante M8	●					0,28	0,56	0,23	0,33	0,45	0,67	0,33	0,36	0,29	0,47	0,40	
4	Grafiar Tuerca M8 a la lámina	●					2,62	2,59	2,43	2,87	2,77	2,62	2,33	3,67	3,01	3,14	2,80	
5	Buscar herramienta para perforar		□				5,35	2,13	3,54	3,22	4,67	5,03	4,65	4,33	5,12	2,55	4,06	
6	Hacer perforaciones en la lámina		□				2,25	2,56	3,78	2,46	2,56	3,33	4,65	4,54	5,02	3,54	3,47	
8	Montar trafo	●					2,83	3,25	2,87	3,36	3,87	3,21	2,69	2,78	3,69	3,28	3,18	
9	Buscar tornillería		□				1,11	0,89	1,32	1,9	0,45	1,12	0,76	0,92	1,08	0,54	1,01	
10	Poner tornillos y apretar	●					5,12	4,87	5,89	4,32	5,21	6,27	5,88	5,02	4,78	4,98	5,23	
11	Llevar lámina a almacenamiento		□				5,02	3,43	4,21	3,96	4,38	3,54	4,02	4,21	3,58	4,87	4,12	
TOTAL Pre-Ensamble de Bandeja de transformadores							24,53	20,93	23,62	24,29	25,31	26,90	26,10	26,31	28,18	22,17	24,83	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Diagonal de Aisladores																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Traer lámina al puesto de trabajo		■				1,72	1,84	1,78	2,04	1,43	1,50	1,98	1,33	1,45	2,13	1,72	
2	Montar pasadores	●					1,83	2,12	2,33	1,67	1,54	2,44	2,19	1,87	1,67	2,04	1,97	
3	Traer tornillos y aisladores		■				1,50	0,98	1,44	1,87	2,15	1,56	1,98	2,60	1,36	1,54	1,56	
4	Montar aisladores con tornillo M16x50	●					2,35	3,45	3,76	2,68	2,98	3,88	3,21	2,54	2,12	2,22	2,92	
5	Buscar torquímetro		■				0,90	0,78	1,58	1,45	2,11	0,91	0,80	0,67	0,46	1,35	1,10	
6	Apretar	●					2,00	3,20	2,16	1,56	2,44	2,69	2,11	2,12	2,43	1,87	2,26	
7	Marcar torque	○					0,53	0,45	0,52	0,61	0,46	0,33	0,45	0,42	0,34	0,23	0,43	
TOTAL PRE-ENSAMBLE DIAGONAL DE AISLADORES							10,83	12,82	13,57	11,88	13,11	13,31	12,72	11,55	8,47	11,38	11,96	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble del Seccionador																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar todas las piezas que componen el seccionador		■				8,17	5,76	8,65	7,43	8,12	7,98	6,45	7,43	6,89	7,23	7,41	
2	Grafilar tuercas y tornillos a todas las piezas	●					28,33	23,54	20,12	18,76	27,53	25,87	27,43	21,12	20,76	25,78	23,92	
3	Montaje del resorte de las cortinas	●					7,03	8,21	6,98	6,54	5,97	6,43	8,43	7,13	6,87	7,23	7,08	Se monta con pasador y seger
4	Armar seguro para el carro interruptor	●					2,8	3,12	2,65	2,45	2,98	3,16	3,57	2,21	3,56	2,87	2,94	
5	Armar accionamiento de la bobina	●					6,93	7,54	5,87	6,79	5,76	6,78	7,65	5,92	6,76	6,89	6,69	
6	Llevar piezas a almacenamiento	○					1,21	2,65	1,43	1,78	2,04	1,54	1,87	2,65	1,32	1,45	1,79	
TOTAL PRE-ENSAMBLE DEL SECCIONADOR							54,47	50,82	45,70	43,75	52,42	51,76	55,40	46,46	46,16	51,45	49,84	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Cortinas																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Llevar láminas al puesto de trabajo		■				2,23	1,54	1,78	2,02	0,97	1,21	1,11	2,04	1,89	1,44	1,62	
2	Montaje de soportes en las cortinas	●					25,68	22,76	20,78	26,98	23,9	24,76	19,77	26,53	25,12	26,93	24,32	Se monta con remache a las 4 cortinas
3	Llevar láminas al puesto de trabajo		■				1,43	1,88	0,43	0,58	0,97	1,11	1,22	0,49	0,78	0,91	0,98	
TOTAL PRE-ENSAMBLE DE CORTINAS							29,34	26,18	22,99	29,58	25,84	27,08	22,10	29,06	27,79	29,28	26,92	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Soportes para Bushing																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,25	0,36	0,25	0,48	0,57	0,21	0,29	0,31	0,32	0,26	0,33	
2	Grafiar tuerca grafiada M10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,67	3,52	3,21	3,62	3,78	3,52	3,85	4,21	4,12	3,91	3,39	Soporte inferior derecho
3	Grafiar tuerca grafiada M10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,15	2,33	3,21	1,96	2,63	2,87	3,21	4,01	2,68	1,85	2,69	Soporte inferior izquierdo
4	Llevar lámina al área de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,58	0,63	0,78	1,02	1,14	1,21	1,06	0,86	0,72	0,83	0,88	
TOTAL PRE-ENSAMBLE SOPORTES PARA BUSHING							6,65	6,84	7,45	7,08	8,12	4,29	8,41	9,39	7,84	6,85	7,29	
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble de Descargadores																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6,68	1,22	3,54	1,23	0,78	0,92	2,34	2,22	1,43	1,67	2,20	
2	Buscar Tornillería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,30	1,11	2,14	2,43	1,34	1,54	1,33	0,54	0,97	0,87	1,46	
3	Montar descargadores en la lámina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,68	4,33	4,12	3,76	3,45	3,65	3,79	4,65	4,53	4,31	4,03	
4	Buscar torquimetro	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,22	0,76	0,54	1,34	1,05	1,18	0,65	1,24	0,87	0,76	0,97	
5	Apretar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,68	2,25	1,76	1,65	1,93	2,12	2,43	1,67	1,91	2,05	1,95	Aplica un torque de 40N
6	Marcar torque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,65	0,23	0,33	0,46	0,56	0,78	0,43	0,54	0,73	0,68	0,54	
TOTAL PRE-ENSAMBLE DESCARGADORES							16,21	9,90	12,43	10,87	9,21	10,19	10,97	10,86	10,44	10,34	11,14	
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Pre-Ensamble láminas laterales																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Buscar lámina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,45	0,98	0,92	1,11	0,56	0,67	1,23	0,56	0,76	0,78	0,80	
2	Grafiar tuerca M10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,33	3,22	4,54	3,12	5,43	3,45	3,17	2,98	3,22	3,43	3,59	
3	Llevar lámina al área de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,78	0,65	0,54	1,21	1,18	0,95	0,89	0,76	0,65	0,84	0,85	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA LATERAL							4,56	4,85	6	5,44	7,17	5,07	5,29	4,3	4,63	5,05	5,24	
1	Buscar lámina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,30	0,88	0,65	0,42	1,32	0,45	0,98	0,84	1,12	1,32	0,93	
2	Grafiar tuerca M10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10,05	7,51	7,51	6,18	7,65	6,45	6,43	7,53	6,14	7,54	7,30	
3	Grafiar tornillo grafiado M10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5,08	1,07	2,32	2,13	2,12	1,10	1,21	3,45	2,43	1,11	2,20	
4	Llevar lámina al área de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,65	1,12	1,13	0,43	0,87	0,64	1,08	0,93	0,78	0,86	0,85	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA LATERAL							17,08	10,58	11,61	9,16	12	8,64	9,70	12,75	10,47	10,83	11,28	
1	Buscar lámina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,35	1,06	1,00	1,22	1,14	1,32	1,10	1,18	1,26	1,27	1,19	
2	Grafiar tornillo M8x25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,51	4,00	3,43	3,65	3,42	3,45	3,52	3,96	4,02	3,65	3,66	
3	Montar tornillo M8x15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7,68	7,54	7,76	7,51	7,33	7,96	7,43	7,65	7,58	7,89	7,63	
4	Llevar lámina al área de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,02	1,06	1,33	0,87	0,54	1,33	1,04	0,97	0,89	1,13	1,02	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA LATERAL							13,56	13,66	13,52	13,25	12,4	14,06	13,09	13,76	13,75	13,94	13,50	
1	Buscar lámina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,35	1,46	2,43	1,34	2,25	2,35	1,54	1,21	2,33	2,15	1,94	
2	Grafiar tornillo M8x15 y M8x25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6,11	5,06	5,56	6,03	5,35	6,14	5,18	5,49	5,11	6,22	5,63	
3	Llevar lámina al área de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,05	0,96	0,89	1,13	2,04	1,54	1,32	1,02	0,78	0,91	1,16	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA LATERAL							9,51	7,48	8,88	8,5	9,64	10,03	8,04	7,72	8,22	9,28	8,73	
1	Buscar lámina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,98	1,04	1,11	0,56	0,65	0,78	1,23	2,01	0,67	0,54	0,96	
2	Grafiar tuerca M10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,18	2,22	2,04	2,54	2,21	2,06	1,78	1,89	1,94	2,43	2,13	
3	Llevar lámina al área de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,68	0,56	1,02	0,67	0,75	0,80	0,64	0,59	0,68	0,82	0,72	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINA LATERAL							3,84	3,82	4,17	3,77	3,61	3,64	3,65	4,49	3,29	3,79	3,81	
TOTAL PRE-ENSAMBLE LÁMINAS LATERALES							48,55	40,39	44,18	40,12	44,81	41,44	39,77	43,02	40,36	42,89	42,55	
TOTAL PRE-ENSAMBLE 2							205,18											

PRE-ENSAMBLE 3																		
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Ensamble de Caja de Baja																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▣	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar material						3,00	2,22	2,93	2,43	2,56	2,87	2,98	2,56	3,23	3,21	2,80	
2	Armar coco de la caja de baja	●					42,25	27,23	28,22	45,33	30,65	35,89	26,76	25,98	37,34	35,65	33,53	En este paso se unen todas las láminas con tornillo, arandela y tuercas.
3	Montar soportes para canaleta y rieles	●					22,17	16,59	12,62	19,54	18,67	15,89	12,43	16,76	16,54	20,32	17,15	
4	Montar canaleta y riel	●					50,76	73,20	40,63	67,87	63,54	79,45	50,66	53,98	45,98	45,65	57,17	
5	Llevar caja de baja al area de cableado de bandeja	□					0,23	0,43	0,56	0,21	0,23	0,54	0,32	0,32	0,56	0,32	0,32	
TOTAL ENSAMBLE CAJA DE BAJA							118,41	119,67	84,40	135,38	115,65	134,64	93,15	99,60	103,65	105,15	110,97	
TOTAL PRE-ENSAMBLE 3							110,97											

PRE-ENSAMBLE 4																		
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Ensamble Carro Interruptor																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▣	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistamiento de material						4,93	3,54	3,56	4,98	5,32	5,21	2,54	3,98	4,78	5,87	4,47	
2	Montaje de ruedas en el carro	●					12,98	13,67	12,43	13,21	14,76	14,21	13,89	13,54	12,87	12,95	13,45	
3	Montaje de caja conmutable y tuercas sin fin en el carro	●					12,60	12,78	13,65	12,98	12,54	13,67	13,43	12,65	13,95	13,21	13,15	
4	Alistamiento del interruptor						12,36	10,43	11,21	12,32	12,56	10,85	12,19	10,58	9,97	14,21	11,67	
5	Montaje del interruptor en el carro	●					20,57	25,43	19,65	20,12	23,98	20,32	19,76	20,21	23,54	25,39	21,90	
6	Alistamiento de barras de cobre, tulipanes, tornillería y herramientas	□					4,33	3,87	4,21	4,87	3,21	4,65	4,89	4,54	4,21	5,65	4,44	
7	Ensamble barras de cobre con las distancias predeterminadas	●					58,15	65,32	54,89	63,21	60,32	59,43	63,58	62,96	55,07	64,22	60,72	
8	Ensamble de tulipanes en barras de cobre con la respectiva distancia	●					30,63	32,21	29,43	28,78	33,43	30,54	31,32	28,41	30,67	33,01	28,00	
9	Montaje de láminas de aislamientos entre fases de barras de cobre	●					10,12	13,21	12,67	8,32	9,78	10,98	11,43	10,89	9,87	10,42	9,63	
10	Alistamiento de material para caja de maniobra	□					5,60	4,54	3,78	6,21	5,69	3,9	4,01	5,72	4,25	3,97	4,77	
11	Pre-Ensamble caja de maniobra	●					12,5	13,89	12,21	10,89	13,87	14,76	12,59	13,02	12,98	11,67	12,84	
12	Ensamble de mecanismos de accionamiento caja de maniobra	●					1,67	2,21	3,89	1,53	2,02	1,98	2,78	3,42	2,11	1,94	2,36	
13	Montaje caja de maniobra en el carro	●					45,48	50,32	45,92	42,12	43,07	49,34	45,5	44,32	45,98	45,9	45,90	
14	Montaje de conmutador	●					2,17	2,43	3,21	1,94	1,93	3,13	2,54	2,78	3,44	2,11	2,56	
15	Montaje de protección	●					1,67	2,00	1,54	2,21	1,87	1,43	2,98	2,45	2,11	1,76	2,00	
16	Alistamiento material para montar guías del carro	□					4,00	3,21	2,78	2,21	3,76	3,27	4,21	3,72	3,89	3,57	3,46	
17	Montaje de guías en el carro	●					2,67	4,89	3,96	3,21	2,42	3,71	2,86	2,76	3,98	3,43	3,39	
18	Inspección visual del funcionamiento del carro interruptor ya terminado						2,00	1,43	2,22	1,97	3,04	2,45	1,89	1,93	2,14	2,57	2,16	
TOTAL ENSAMBLE CARRO INTERRUPTOR							244,43	265,38	241,21	241,08	253,47	253,83	240,96	219,47	246,81	261,85	246,85	
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Cableado Carro Interruptor																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▣	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Cableado del carro interruptor	●					20,95	22,78	18,34	19,67	23,87	21,43	24,89	19,78	17,33	21,74	21,08	
TOTAL CABLEADO CARRO INTERRUPTOR							20,95	22,78	18,34	19,67	23,87	21,43	24,89	19,78	17,33	21,74	21,08	
TOTAL PRE-ENSAMBLE 4							267,93											

ENSAMBLE 1																		
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Procesos: Ensamble de Estructura																
# OP	OPERACIÓN	ipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	∇	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Llevar pisos al puesto de trabajo						8,54	10,02	6,65	9,45	5,87	10,71	9,67	8,35	10,98	7,48	7,92	
2	Unir piso frontal con posterior	●					16,70	14,97	13,28	17,50	15,75	20,63	18,76	15,65	14,99	16,25	16,44	
3	Montar pilastro frontal derecho	●					7,50	6,00	2,85	6,45	5,25	5,67	4,38	6,89	7,95	4,56	5,75	
5	Montar pilastros posteriores	●					12,95	11,75	13,35	10,63	7,63	8,12	9,63	10,76	8,48	10,65	10,34	
4	Montar láminas laterales derechas	●					13,30	8,38	10,33	11,68	21,07	18,34	11,65	10,25	11,97	17,89	13,49	
6	Montar laterales izquierdas y pilastro frontal izquierdo	●					15,80	13,85	13,32	11,03	14,35	16,87	13,81	14,15	18,98	11,09	14,33	Estos tiempos tienen incluido el tiempo en que recoogen la lámina y la ensamblan
7	Montar láminas intermedias	●					33,00	21,42	15,28	19,67	17,45	33,00	20,00	22,56	18,86	27,65	22,89	
9	Montar tapas posteriores	●					18,25	12,25	12,25	17,13	19,62	15,76	18,13	17,15	19,58	18,2	16,832	
8	Montar techo *	●					17,27	22,75	25,83	22,40	26,82	23,12	20,76	21,00	24,43	18,19	22,26	
10	Apretar celda y ajustar	●					128,46	83,82	91,00	58,50	82,65	115,00	85,35	100,00	67,43	122,89	93,51	
30	Traer diagonal de aisladores		□				0,45	1,00	0,55	0,70	0,40	0,67	0,97	0,58	1,15	0,92	0,74	
31	Montar diagonal y apretar	●					16,89	15,00	10,50	20,10	18,50	16,54	22,50	17,56	17,40	15,89	17,09	
20	Traer soporte para bushing		□				5,24	3,25	1,65	2,97	3,35	2,60	1,76	1,05	2,15	3,25	2,73	
21	Montar soportes para bushing	●					5,76	6,75	8,45	6,55	5,55	10,16	6,78	4,76	7,35	8,32	7,04	
22	Apretar soportes para bushing	●					2,36	2,50	3,84	4,95	2,21	2,35	3,67	2,45	1,95	2,76	2,90	
TOTAL ENSAMBLE ESTRUCTURA							293,33	233,70	229,14	219,72	246,46	299,54	247,82	253,16	233,55	285,99	254,24	

ENSAMBLE 2																		
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Procesos: Ensamble de Cortinas																
# OP	OPERACIÓN	ipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	∇	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Montaje de brazos de las cortinas	●					26,95	20,67	25,78	21,56	26,43	21,43	22,89	23,67	26,72	25,97	24,21	
2	Ajustar brazos y nivelarlos	●					6,92	10,41	8,67	9,3	5,65	6,21	7,95	5,83	9,33	6,98	7,73	
3	Montaje de guías para shooter	●					17,63	17,54	16,89	18,58	17,98	16,32	18,43	17,53	16,98	17,79	17,57	
4	Montar cortina central	●					10,8	9,54	10,56	9,23	10,67	12,54	14,17	10,65	11,06	9,96	10,92	
5	Verificar accionamiento de cortina con los brazos				□		5	2,43	3,54	2,78	4,67	4,21	5,16	3,12	2,67	1,87	3,55	
6	Montar cortina central	●					18,45	20,65	17,43	16,98	21,33	19,41	18,98	19,76	18,65	20,89	19,25	
7	Verificar accionamiento de cortina con los brazos				□		1,65	2,33	1,89	3,76	2,11	3,18	1,97	1,54	1,67	2,98	2,31	
8	Montaje de cortina superior	●					9,58	11,54	9,32	8,69	10,87	9,98	11,12	10,49	9,81	9,52	10,09	
9	Montar brazos cortina superior	●					12,75	10,43	13,43	10,98	11,03	13,54	12,96	13,15	12,91	11,78	12,30	
10	Verificar accionamiento de cortina con los brazos				□		2,45	2,56	1,54	2,12	3,76	2,11	1,87	1,43	2,14	2,67	2,27	
11	Montaje de cortina inferior	●					13,95	12,43	13,67	14,98	13,21	15,21	13,55	14,89	13,43	14,76	14,01	
12	Montar brazos cortina inferior	●					9,9	9,76	10,65	11,54	13,22	10,98	9,87	11,13	12,87	11,65	11,16	
13	Montaje de bastones y varilla para manipulacion de cortinas	●					16,7	16,85	15,65	15,23	16,98	17,34	17,65	17,87	16,89	15,42	16,66	
14	Verificación final de todo el mecanismo				□		2,17	3,54	2,21	1,96	3,76	1,98	2,01	2,92	3,21	2,16	2,59	
TOTAL ENSAMBLE CORTINAS							154,90	150,68	151,23	147,69	161,67	154,44	158,58	153,98	158,34	154,40	154,59	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Montaje de bandeja de Transformadores en la celda																
# OP	OPERACIÓN	ipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Buscar carro eléctrico de carga y llevarlo al puesto de trabajo						0,65	0,87	1,45	3,24	1,43	2,67	1,21	0,56	2,33	2,67	1,71	
2	Subir celda con el carro eléctrico para montarla en tacos						2,9	3,65	4,32	2,56	3,23	3,78	4,11	4,65	5,17	5,02	3,94	
3	Llevar carro al puesto de trabajo de bandeja de transformadores						3,58	2,43	1,63	2,03	2,54	1,87	1,43	3,05	2,89	2,26	2,38	
4	Montar la bandeja en el carro						2,67	3,65	2,98	3,21	1,98	4,32	3,87	3,43	2,87	2,56	3,15	
5	Llevar carro a la celda para montar la bandeja de transformadores						2,06	3,54	2,12	4,76	1,87	2,43	2,12	3,21	2,33	3,06	2,75	
6	Voltear bandeja de trafos para poder montarla en la celda						0,8	1,43	1,54	0,95	1,03	1,12	1,43	0,87	0,92	1,23	1,13	
7	Mover celda del lado para poder introducir el carro en la celda						6,65	10,32	9,54	7,21	6,59	10,21	9,47	6,32	7,12	6,43	7,99	
8	Introducir carro con la bandeja en la celda						4,05	3,21	3,56	2,65	2,89	3,43	5,76	3,98	2,87	3,12	3,55	
9	Encajar bandeja en los tornillos grafilados anteriormente en la lámina	○					4,28	5,65	10,32	6,46	4,67	3,87	7,65	4,54	5,62	5,42	5,95	
10	Asegurar bandeja de trafos con Tuerca M8 y arandela de contacto	○					2,03	3,45	2,98	2,67	3,65	4,21	2,45	2,43	1,98	2,65	2,85	
11	Retirar carro y bajar celda de los tacos						3,43	4,54	3,98	4,09	4,85	3,65	2,97	4,65	3,32	3,21	3,85	
TOTAL MONTAJE DE BANDEJA DE TRANSFORMADORES							33,10	42,74	44,48	39,83	34,53	41,54	42,47	37,69	37,42	37,63	39,14	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Montaje de Bushing																
# OP	OPERACIÓN	ipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Llevar Bushing a la celda						2,32	3,25	5,21	5,84	3,65	3,84	5,69	5,72	4,32	6,00	4,58	
1	Montaje de Bushing parte superior	○					20,21	15,36	19,64	18,32	16,87	20,02	19,63	17,25	16,28	17,33	18,09	
1	Llevar Bushing a la celda						3,28	4,96	3,29	4,86	5,11	5,87	3,25	4,00	5,32	4,98	4,49	
1	Montaje de Bushing parte inferior	○					15,27	25,36	21,85	19,67	21,25	20,49	19,95	22,68	21,76	23,09	21,14	
TOTAL MONTAJE DE BUSHING							41,08	48,93	49,99	48,69	46,88	50,22	48,52	49,65	47,68	51,40	48,30	

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Montaje de Puertas																
# OP	OPERACIÓN	ipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Buscar material para el montaje						3,28	2,43	1,98	3,21	1,43	1,78	2,05	2,65	3,65	3,11	2,56	
2	Poner seger en los pasadores que aseguran la puerta	○					4,75	3,23	4,54	2,98	3,22	2,89	4,88	4,21	3,65	4,09	3,84	
3	Llevar puerta al puesto de trabajo						0,6	0,98	1,11	0,76	0,54	1,33	0,6	0,88	1,01	1,18	0,90	
4	Montar puerta	○					7,13	6,32	5,87	7,89	6,33	6,15	8,22	6,55	8,02	7,45	6,99	Se monta ajustandola con los pasadores
TOTAL MONTAJE DE PUERTA							15,76	12,96	13,50	14,84	11,52	12,15	15,75	14,23	16,33	15,83	14,29	
TOTAL ENSAMBLE 2										256,33								

ENSAMBLE 3																		
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso Montaje Caja de Baja a la celda																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Buscar carro y llevarlo al puesto de trabajo	○	□	◇	▽	▽	3,15	5,67	2,12	2,56	3,87	4,23	4,87	3,89	3,65	2,54	3,66	
2	Montar caja de baja al carro	○	□	◇	▽	▽	5,76	3,54	4,65	3,32	3,29	4,21	4,36	3,78	3,76	4,21	4,09	
3	Montar caja de baja a la celda	○	□	◇	▽	▽	2,86	4,56	3,65	2,98	3,32	3,89	2,45	3,43	2,96	3,23	3,33	
4	Apretar caja de baja a la celda	○	□	◇	▽	▽	18,03	15,78	19,34	20,32	18,76	19,54	18,42	17,54	18,54	21,67	18,79	
TOTAL MONTAJE CAJA DE BAJA A LA CELDA							29,80	29,55	29,76	29,18	29,24	31,87	30,10	28,64	28,91	31,65	29,87	
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso Montaje Cobre																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar cobre	○	□	◇	▽	▽	5,23	8,65	4,21	7,69	8,32	5,45	10,01	8,56	9,42	7,11	7,47	
2	Montar cobre en la celda	○	□	◇	▽	▽	111,17	115,85	102,25	99,72	120,45	119,36	100,52	109,69	112,86	121,33	111,32	Montaje de parte superior e inferior
TOTAL MONTAJE COBRE							116,40	124,50	106,46	107,41	128,77	124,81	110,53	118,25	122,28	128,44	118,79	
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso Montaje Seccionador																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Llevar cuchillas a la celda	○	□	◇	▽	▽	3,21	3,86	2,74	2,54	2,67	1,93	3,54	3,18	2,93	1,83	2,84	
2	Montaje de cuchilla	○	□	◇	▽	▽	11,45	15,83	12,75	14,38	13,74	16,22	13,94	12,37	11,51	15,49	13,77	
3	Montaje del frontal	○	□	◇	▽	▽	123,16	114,83	125,54	118,42	127,68	120,89	117,37	110,21	126,15	125,74	121,00	Este es el que acciona la cuchilla
4	Union del frontal con la cuchilla por medio de varillas	○	□	◇	▽	▽	93,56	82,43	90,68	87,71	97,55	84,95	85,36	78,72	85,06	92,66	87,87	
5	Verificación del accionamiento	○	□	◇	▽	▽	9,78	8,33	10,52	9,81	7,45	11,69	8,93	9,32	7,54	8,41	9,18	
TOTAL MONTAJE DEL SECCIONADOR							241,16	225,28	242,23	232,86	249,09	235,68	229,14	213,80	233,19	244,13	234,66	
TOTAL ENSAMBLE 3							383,31											

ENSAMBLE 4														
Toma de tiempos														
Tecnología: 8BT2		Procesc Montaje Tapas Finales												
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo	<input type="checkbox"/>	8,42	7,45	5,34	7,93	8,32	5,98	3,45	8,14	7,65	6,47	6,92	
2	Grafiar tuercas grafiada M10 en toda la parte lateral de la celda	<input type="checkbox"/>	27,83	30,78	25,76	27,21	29,23	20,67	27,98	28,43	27,56	30,82	27,63	Lateral que corresponda según la distribución de las celdas
3	Unir las dos láminas finales	<input type="checkbox"/>	22,88	15,63	21,43	18,54	23,45	18,67	12,54	20,27	24,67	19,12	19,72	
4	Montar láminas y apretar	<input type="checkbox"/>	17,92	16,45	17,54	16,98	17,43	18,34	17,95	18,65	15,32	17,93	17,45	
5	Montar lámina final restante	<input type="checkbox"/>	20,42	15,76	19,43	18,56	21,38	20,76	17,65	19,2	20,76	19,44	19,34	
TOTAL MONTAJE TAPAS FINALES			97,47	86,07	89,50	89,22	99,81	84,42	79,57	94,69	95,96	93,78	91,05	
Toma de tiempos														
Tecnología: 8BT2		Procesc Montaje de Tapaductos												
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Traer lámina al puesto de trabajo	<input type="checkbox"/>	0,76	1,13	0,94	0,54	1,21	0,59	0,82	0,37	0,51	1,11	0,80	
2	Montar tapas parte posterior y superior de la celda	<input type="checkbox"/>	43,32	37,98	46,12	40,26	35,94	37,77	38,57	40,85	42,63	36,16	39,96	
TOTAL MONTAJE TAPAS FINALES			44,08	39,11	47,06	40,80	37,15	38,36	39,39	41,22	43,14	37,27	40,76	
Toma de tiempos														
Tecnología: 8BT2		Procesc Montaje de Interruptor y Pruebas												
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Introducir el carro interruptor en la celda y verificar el funcionamiento de éste	<input type="checkbox"/>	58,22	63,21	45,89	75,32	48,91	69,33	78,53	61,22	55,12	89,23	64,50	Este proceso es muy tedioso y variable, ya que no se tienen las plantillas adecuadas para fabricar los interruptores y cuadrarlos según cada celda tiene mucho reproceso.
TOTAL MONTAJE TAPAS FINALES			58,22	63,21	45,89	75,32	48,91	69,33	78,53	61,22	55,12	89,23	64,50	
Toma de tiempos														
Tecnología: 8BT2		Procesc Montaje de Fibras de los Transformadores												
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Llevar cristallitas al puesto de trabajo	<input type="checkbox"/>	0,43	0,56	0,32	0,75	0,49	0,57	0,83	1,16	0,52	0,38	0,60	
2	Montar cristallitas	<input type="checkbox"/>	20,54	16,33	15,89	19,82	15,22	16,11	14,77	20,15	16,54	18,47	17,38	Se montan 2 cristallitas por cada celda
TOTAL MONTAJE TAPAS FINALES			20,97	16,89	16,21	20,57	15,71	16,68	15,60	21,31	17,06	18,85	17,99	
TOTAL ENSAMBLE 4							214,29							

Toma de tiempos														
Tecnología 8BT		Proceso: Precableado Bornera												
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Alistar material, herramientas y rieles		2,03	3,07	2,76	1,78	1,33	2,62	2,18	1,89	1,53	2,17	2,14	
2	Montar el borne tierra		1,47	2,05	1,32	1,78	0,95	2,54	2,07	1,54	1,86	2,03	1,76	7 rieles
3	Montar escuadras finales y numerarlas		0,78	1,43	1,23	0,76	0,88	1,43	0,76	0,64	1,11	0,79	0,98	6 Bornez fenix de 5 y 2 de 4
4	Verificar conexiones en el plano		2,75	1,23	2,07	1,65	1,33	2,54	3,00	1,89	0,97	1,98	1,94	14 bornez fenix
5	Buscar material		0,65	1,98	2,12	0,78	2,65	1,79	0,84	0,44	0,59	1,84	1,37	123 bornez de 1 punto
6	Montar bornez enchufables		5,08	4,31	5,87	6,42	4,06	5,87	6,45	6,38	4,32	5,23	5,46	
7	Numerar bornez enchufables		4,23	3,76	4,98	5,63	4,31	5,22	4,15	2,87	3,98	6,32	4,55	
8	Alistar riel		0,65	0,32	1,76	0,87	0,43	0,39	0,65	0,54	0,33	0,88	0,68	
9	Montar el borne tierra y las escuadras finales		0,90	0,23	0,45	0,62	0,38	0,45	0,29	0,30	0,57	0,41	0,40	
10	Verificar conexiones en el plano		0,70	1,76	0,98	0,54	0,34	1,14	1,65	0,43	0,32	0,89	0,88	
11	Buscar material		0,43	1,22	0,65	0,88	0,91	1,78	0,41	0,98	0,71	0,55	0,85	
12	Montar bornez de corriente		3,13	4,32	2,21	3,56	3,89	4,11	4,21	3,33	3,90	2,92	3,56	
13	Numerar bornez de corriente		6,95	6,92	1,93	7,03	6,87	8,02	5,91	6,67	5,93	6,87	6,85	
14	Montar cortocircuitable		4,48	5,03	5,22	4,98	3,22	4,21	5,12	4,69	4,72	5,18	4,69	
15	Verificar conexiones en el plano		0,38	0,67	1,05	0,22	0,46	0,87	1,07	0,50	0,76	0,34	0,63	
16	Montar bornez de tensión		3,77	3,21	3,89	4,79	3,88	3,11	4,78	5,00	3,46	3,82	3,97	
17	Numerar bornez de tensión		1,05	2,22	1,89	0,98	1,04	2,00	1,23	1,00	1,58	0,87	1,39	
18	Montar puentes		1,80	1,56	2,21	2,98	1,93	1,85	2,08	1,88	2,54	1,49	2,04	
19	Verificar conexiones en el plano		1,93	0,90	1,23	1,48	2,19	2,25	1,84	0,95	1,89	1,75	1,64	
20	Montar bornez de control		4,97	6,23	5,78	6,02	4,32	4,89	5,00	6,21	4,76	5,46	5,36	
21	Numerar bornez de control		6,75	7,23	6,32	7,98	5,21	5,95	6,43	6,76	6,87	7,01	6,65	
22	Montar puentes mecánicos		17,28	18,00	16,24	17,67	17,32	18,98	15,87	16,33	17,70	17,11	17,25	
23	Verificar conexiones en el plano		1,78	2,03	0,92	0,45	2,02	1,34	1,89	1,43	1,80	0,88	1,45	
24	Buscar material		0,63	0,78	1,65	0,93	2,21	1,76	0,57	0,82	0,89	1,13	1,14	
25	Montar bornez de pruebas		3,45	5,32	4,78	3,12	2,90	3,89	4,65	4,96	3,76	5,14	4,20	
26	Numerar bornez de pruebas		2,97	2,65	3,45	3,89	2,47	2,98	3,78	3,67	2,54	2,11	3,05	
27	Armar paquete de borneras y marcarlo		3,18	2,43	2,87	3,54	2,12	4,21	3,07	2,98	2,28	3,20	2,99	
28	Llevar borneras al área de almacenamiento		0,50	0,45	1,08	0,67	0,54	0,48	0,59	0,74	0,89	0,32	0,63	
TIEMPO PRECABLEADO DE BORNERAS			84,09	90,72	92,91	92,00	80,16	96,67	90,54	86,52	82,56	88,69	88,49	

Toma de tiempos														
Tecnología 8BT		Proceso: Precableado Interconexiones												
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Revisar marquillas		4,48	3,98	4,87	2,65	4,21	3,22	3,89	4,76	3,29	4,58	3,99	
2	Traer material y revisar listado de cableado		4,53	5,22	3,87	2,76	4,38	2,98	3,76	4,32	5,64	5,14	4,26	
3	Medir y cortar cable		12,22	15,43	12,89	11,32	12,76	11,33	14,43	13,78	15,21	11,83	13,12	14 Tiras de 4m
9	Buscar y Cortar marquillas para interconexion		18,27	15,89	14,32	16,43	15,37	13,67	14,68	15,12	14,25	13,66	15,17	
10	Cortar extremo del cable y marquillar		32,45	33,98	27,47	29,54	27,88	28,19	30,20	27,48	29,65	30,31	29,72	
15	Traer herramienta y material para ponchar		1,08	0,54	0,33	0,86	0,49	0,41	0,92	1,13	1,26	1,03	0,81	
16	Ponchar todos los cables		14,13	16,32	15,94	13,78	13,62	15,21	14,67	14,02	13,64	14,80	14,61	
17	Poner cinta en todos los extremos de interconexion		6,08	7,32	5,92	5,12	6,94	5,78	7,17	6,35	5,37	6,44	6,25	
18	Unir todos los paquetes, registrar y entregar		1,08	0,54	0,87	1,15	2,78	1,53	1,97	0,95	0,67	1,13	1,27	
TOTAL PRECABLEADO INTERCONEXIÓN			94,34	99,22	86,48	83,61	88,43	82,32	91,69	87,91	88,98	88,92	89,19	

Toma de tiempos																		
Tecnología 8BT			Proceso: Precableado Harting															
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	D	□	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar material y puesto de trabajo	○	□				1,18	0,94	0,43	1,89	2,43	2,54	1,43	2,23	0,76	0,54	1,44	
2	Medir y cortar cable (2m)	●					12,85	15,21	12,65	11,21	14,62	13,98	13,65	12,54	12,88	11,32	13,09	2 calibre 16 y 58 calibre 18
3	Cortar extremo de cada cable	●					5,72	6,35	6,76	5,89	6,21	4,76	5,90	7,00	5,98	6,87	6,14	
4	Ponchar extremos de cada cable	●					9,08	10,45	9,32	8,21	10,84	11,45	9,19	9,43	11,06	10,87	9,99	
5	Insertar cables en las clavijas	●					2,85	2,21	1,89	3,43	2,98	3,56	3,02	2,65	2,71	3,67	2,90	6 Clavijas de 10 cables
6	Marcar clavijas	●					2,15	2,89	1,47	3,64	2,92	3,98	1,78	2,45	2,32	1,92	2,55	
11	Figurar el cable	●					30,95	26,89	29,43	32,98	36,21	27,05	31,78	32,66	28,68	33,21	30,98	
13	Cortar coraza	●					1,40	1,89	1,54	2,48	0,98	1,87	1,54	2,54	1,44	3,43	1,91	
15	Instalar boquilla y cortar malla	●					3,23	5,01	2,86	3,07	3,76	2,32	3,96	3,76	4,65	3,45	3,61	
17	Arreglar cables para introducirlos en la coraza	●					13,05	12,67	11,76	14,65	9,54	12,65	11,79	12,54	13,76	8,87	12,13	
19	Instalar coraza, malla y carcasa	●					3,73	2,89	4,54	4,02	3,22	2,78	4,87	2,11	3,94	5,32	3,74	
20	Cortar, ponchar y conectar bornera harting	●					12,67	8,98	6,43	7,95	10,65	10,43	9,65	11,32	8,21	9,43	9,57	Tiempo de 1 sola clavija
21	Cortar, ponchar y conectar bornera harting	●					5,88	7,23	8,44	6,22	5,11	6,98	7,33	5,21	5,93	6,46	6,48	Tiempo de 1 sola clavija
22	Cortar, ponchar y conectar bornera harting	●					6,15	4,83	5,33	7,72	6,93	5,87	6,12	5,98	7,98	8,43	6,53	Tiempo de 1 sola clavija
23	Cortar, ponchar y conectar bornera harting	●					7,95	6,54	5,21	6,33	7,65	6,98	8,33	9,32	5,74	6,84	7,09	Tiempo de 1 sola clavija
24	Cortar, ponchar y conectar bornera harting	●					5,55	5,98	6,32	4,87	7,22	8,43	5,33	6,74	5,21	8,29	6,39	Tiempo de 1 sola clavija
25	Cortar, ponchar y conectar bornera harting	●					6,07	5,32	7,21	6,38	5,83	7,32	6,46	6,98	8,12	7,32	6,70	Tiempo de 1 sola clavija
26	Cerrar coraza y terminar	●					4,63	5,32	6,22	4,32	4,11	5,08	4,33	6,12	4,35	4,98	4,95	
27	Probar cable				□		2,68	3,11	2,98	2,47	3,46	2,86	1,74	1,92	2,84	1,45	2,55	
TOTAL PRE-CABLEADO HARTING							137,783	134,710	130,790	137,730	144,670	140,890	138,200	143,500	136,660	142,670	138,750	

Toma de tiempos																		
Tecnología 8BT			Proceso: Precableado Cuchillas															
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	D	□	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar material	○	□				2,78	3,21	1,43	1,95	5,33	4,21	3,65	1,21	3,89	4,13	3,18	
2	Medir cable y cortar	●					4,47	2,35	4,21	3,87	2,76	2,11	3,68	4,57	3,18	2,89	3,41	Mide 1 tira con el flexo y la corta
3	Medir cable y cortar	●					9,88	10,74	11,32	9,24	9,12	8,34	11,46	10,33	9,78	10,57	10,08	Mide y corta 18 tiras
4	Llevar cable al área de almacenamiento	○	□				1,48	0,43	1,22	0,67	0,82	1,15	1,00	0,51	0,39	1,47	0,91	
5	Buscar listado de cableado				▷		2,05	1,65	2,11	0,43	0,81	1,23	1,56	2,07	1,38	0,83	1,41	
6	Ponchar cables	●					6,35	7,32	5,62	6,93	8,12	7,67	6,29	5,31	8,85	6,76	6,92	Poncha 14 tiras de cable
7	Conectar cables a la cuchilla	●					4,27	5,22	3,76	4,39	6,87	3,67	5,98	4,36	4,59	5,20	4,83	Conecta 14 tiras de cable
8	Figurar cables que salen de la cuchilla	●					19,12	20,83	16,43	19,65	19,34	23,11	20,86	15,37	20,00	18,06	19,28	
9	Forrar cables con la malla	●					5,93	3,87	4,02	3,76	2,89	5,56	6,94	5,32	7,03	5,82	5,11	
10	Cortar otro extremo del cable	●					2,43	3,54	2,96	1,84	4,06	3,15	3,21	4,75	2,81	2,93	3,17	
11	Pitar, ponchar y conectar cables en la clavija	●					17,95	20,67	15,33	16,72	18,37	21,56	17,93	18,11	20,45	17,43	18,45	Conecta 14 tiras de cable
12	Figurar cables que salen de la clavija	●					15,47	20,54	17,98	14,21	18,93	13,58	15,39	19,78	22,43	16,32	17,46	
13	Conectar 4 cables restantes en las clavijas	●					1,73	3,21	2,98	1,43	1,84	3,43	5,87	2,12	1,87	2,17	2,67	
14	Númerar clavijas	●					0,80	0,67	1,25	1,73	0,65	0,97	1,03	0,54	1,21	1,83	1,07	
15	Armar paquete y llevar al área de almacenamiento	○	□				0,67	1,33	0,67	0,89	1,45	1,16	0,73	1,25	1,00	0,92	1,01	
TOTAL PRECABLEADO INTERCONEXIÓN							95,38	105,58	91,29	87,71	101,36	100,90	105,58	95,60	108,86	97,33	98,96	

Toma de tiempos																		
Tecnología 8BT			Proceso: Precableado Conmutable															
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar material		<input type="checkbox"/>				0,63	0,87	1,74	0,94	2,34	1,52	0,93	1,18	1,39	2,36	1,39	
2	Medir cable y cortarlo		<input checked="" type="checkbox"/>				1,73	2,43	1,92	1,58	2,77	2,29	1,83	1,53	2,18	1,97	2,02	Mide y corta 6 tiras de cable
3	Ponchar		<input checked="" type="checkbox"/>				3,47	2,78	4,54	3,22	4,86	4,91	3,54	2,91	2,17	3,63	3,60	
4	Buscar material		<input type="checkbox"/>				3,18	2,13	1,83	3,02	2,84	2,54	1,35	1,69	2,91	1,78	2,33	
5	Conectar cables al conmutables		<input checked="" type="checkbox"/>				2,77	4,21	3,85	3,18	2,83	2,14	4,56	4,28	3,28	2,91	3,40	
6	Figurar cables		<input checked="" type="checkbox"/>				4,68	5,33	4,95	4,11	4,96	5,57	6,15	3,62	4,44	3,81	4,76	
7	Forrar cables con la malla		<input checked="" type="checkbox"/>				2,40	2,11	1,86	2,58	1,72	2,87	2,12	1,92	2,68	2,52	2,28	
8	Ponchar otro extremo del cable		<input checked="" type="checkbox"/>				2,47	3,11	2,74	1,89	2,78	3,33	2,74	2,12	3,41	1,79	2,64	
9	Pitar cables e identificar la punta		<input checked="" type="checkbox"/>				4,10	5,22	6,12	3,87	4,47	5,59	4,72	3,68	4,32	5,93	4,80	
10	Llevar conexión al área de almacenamiento		<input type="checkbox"/>				1,54	0,76	0,98	1,24	1,61	0,62	0,57	0,88	1,13	1,44	1,08	
TOTAL PRECABLEADO DE CONMUTABLE							26,97	28,95	30,53	25,63	31,18	31,38	28,51	23,81	27,91	28,14	28,30	

Toma de tiempos																		
Tecnología 8BT			Proceso: Precableado de Transformadores															
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▽	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Revisar marquillas y Revisar listado de cableado				<input type="checkbox"/>		4,12	4,44	3,53	4,74	4,21	6,32	5,92	3,87	4,86	5,58	4,76	
2	Traer material		<input type="checkbox"/>				3,53	1,22	2,43	1,87	1,33	2,67	2,00	1,11	3,83	2,57	2,26	
3	Medir y cortar cable		<input checked="" type="checkbox"/>				15,92	15,43	12,89	11,32	12,76	11,33	14,43	13,78	15,21	11,83	13,49	14 Tiras de 4m
9	Buscar y Cortar marquillas		<input checked="" type="checkbox"/>				8,24	15,89	12,00	13,05	9,75	10,41	14,68	15,12	10,54	9,77	11,95	
10	Cortar extremo del cable y marquillar		<input checked="" type="checkbox"/>				26,59	20,44	23,47	26,87	27,88	33,03	27,07	23,54	29,65	30,31	26,89	
16	Ponchar todos los cables		<input checked="" type="checkbox"/>				12,05	12,67	11,21	10,78	17,33	11,58	13,88	12,43	13,64	14,80	13,04	
17	Armar paquete y llevar al área de almacenamiento		<input type="checkbox"/>				2,12	3,78	2,11	4,97	3,12	2,54	1,94	2,23	3,91	2,52	2,92	
TOTAL PRECABLEADO DE TRANSFORMADORES							72,57	73,87	67,64	73,60	76,38	77,88	79,92	72,08	81,64	77,38	75,30	
TIEMPO TOTAL PRECABLEADO							518,982											

Toma de tiempos																
Tecnología: 8BT2			Proceso: Cableado de la puerta													
# OP	OPERACIÓN	tipo de operación ○ □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Alistar puesto de trabajo														3,03	
2	Medir y cortar cables para rele	○													22,36	Cortó 58 cables
3	Ponchar cables para rele	○													18,58	
4	Buscar material		□												3,86	
5	Marquillar cables largos y puentes del rele	○													63,26	
8	Conectar cables del rele	○													55,10	
7	Termoencoger marquillas del rele	○													21,46	
11	Inspeccion del listado de cableado				▢										2,88	
13	Figurar cables del rele	○													38,13	
14	Cortar y ponchar cables de selectores	○													19,06	
15	Marquillar cables de selectores	○													17,15	
17	Conectar puentes y cables de selectores	○													31,84	
16	Termoencoger marquillas de selectores	○													6,92	
18	Figurar cables de selectores	○													21,48	
19	Figurado final	○													86,82	
20	Cortar malla y forrar los cables	○													9,27	
21	Cortar puntas de los amarres	○													1,71	
22	Inspeccion del listado de cableado				▢										2,19	
TOTAL CABLEADO DE PUERTA															425,08	

Toma de tiempos																
Tecnología: 8BT2			Proceso: Montaje de placas de identificación													
# OP	OPERACIÓN	tipo de operación ○ □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	Tiempo (min)										TOTAL	Observaciones		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Buscar placas de identificación		▢												1,17	
2	Pegar placas en la puerta (Vista exterior)	○													10,64	
3	Abrir perforaciones en la perta según placa	○													5,45	
4	Montar tornillos para asegurar placas	○													5,70	
TOTAL MONTAJE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN															22,96	
TIEMPO TOTAL CABLEADO DE PUERTA			448,04													

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2		Proceso: Cableado de transformadores																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar material y herramientas	○	□	▷	◻	▽	0,80	1,45	0,54	0,82	1,23	1,88	0,72	1,21	0,60	0,93	1,00	
2	Quitar tapas y argollas de trafos	●					0,92	0,54	0,48	1,32	0,86	0,98	1,17	1,29	0,73	0,95	0,92	Tiempo de 3 trafos
3	Quitar orificios de las argollas	●					19,88	15,34	16,46	15,87	17,55	18,18	14,30	15,71	16,93	15,48	16,57	Tiempo de 8 argollas
7	Clasificar el cable correspondiente a cada trafa	●					3,78	4,23	5,92	3,81	2,93	3,52	4,46	3,21	5,37	3,19	4,04	6 Cables/trafo
8	Termoencoger las marquillas	●					6,78	7,33	5,98	6,71	7,47	6,55	6,83	5,29	7,06	6,33	6,63	Tiempo de 18 cables
11	Marcar neutros para cada transformador	●					3,30	2,12	2,78	3,78	2,45	2,00	3,05	4,17	3,52	2,81	3,00	Cable negro
12	Cablear para cada trafa los neutros	●					7,35	6,25	7,81	5,32	7,03	6,63	5,13	6,92	7,48	5,92	6,58	Tiempo de los 3 trafos
13	Introducir argollas y malla según especificaciones	●					7,63	8,34	6,82	5,78	7,31	7,23	6,00	7,12	6,53	7,94	7,07	
14	Cablear fases según diga el listado (6 cables)	●					9,27	8,54	7,25	10,65	9,48	8,19	7,59	9,74	9,88	9,34	8,99	Se hace para el trafa 1
15	Figurar cable, tapar trafa y poner malla	●					12,45	10,54	13,78	11,78	13,44	12,34	10,82	12,43	11,39	12,21	12,12	Se hace para el trafa 1
16	Cablear fases según diga el listado (6 cables)	●					8,42	7,72	9,17	8,82	8,15	9,39	7,92	8,32	8,93	7,59	8,44	Se hace para el trafa 2
17	Figurar cable, tapar trafa y poner malla	●					20,40	19,54	18,93	21,73	23,69	19,33	22,17	20,84	19,24	20,78	20,67	Se hace para el trafa 2
18	Cablear fases según diga el listado (6 cables)	●					8,10	9,65	10,32	8,23	9,98	8,95	7,77	9,56	8,78	8,17	8,95	Se hace para el trafa 3
19	Figurar cable, tapar trafa y poner malla	●					23,13	25,98	26,32	22,45	27,93	25,00	26,33	24,93	27,33	28,44	25,78	Se hace para el trafa 3
20	Figurar cable de las fases y armar paquete	●					4,87	6,23	5,12	3,90	4,43	5,98	4,76	5,34	4,35	5,03	5,00	
21	Cortar malla y quemarla	●					4,73	3,87	2,84	3,12	4,68	4,22	3,95	3,73	2,93	3,77	3,78	Cubre todos los cables
22	Desenredar cables y cubrirlos con la malla	●					10,82	9,76	8,12	11,43	12,57	10,32	9,26	12,04	10,49	11,66	10,65	
TOTAL CABLEADO DE TRANSFORMADORES							152,633	147,430	148,640	145,518	161,180	150,490	142,230	151,850	151,540	150,540	150,21	

Toma de tiempos																		
Tecnología: SIMOPRIME		Proceso: Cableado de interface																
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	▷	◻	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Buscar listado de cableado	○	□	▷	◻	▽	0,76	1,43	0,67	0,53	1,32	1,16	0,76	0,78	1,85	0,75	1,00	
2	Cortar el cable, ponchar, conectar y figurar	●					80,70	77,43	89,32	70,71	75,23	82,94	81,41	76,65	80,26	75,17	78,98	No se puede dividir este tiempo en actividades individuales por operación ya que todo lo hace al mismo tiempo.
3	Buscar flameadora	○	□	▷	◻	▽	2,52	5,34	2,76	3,21	1,56	4,87	2,43	6,89	2,12	1,78	3,35	
4	Termoencoger marquillas	●					3,95	5,43	4,87	4,21	3,67	4,76	5,87	3,98	2,95	4,57	4,43	
TOTAL CABLEADO DE INTERFACE							87,93	89,63	97,62	78,66	81,78	93,73	90,47	88,30	87,18	82,27	87,76	
TIEMPO TOTAL CABLEADO DE INTERFACE Y TRAFOS							237,96											

Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2			Proceso: Cableado Final (Trafos y calefacción con Caja de baja)															
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▣	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Alistar material y herramientas		□				2,45	3,21	1,84	3,57	1,43	2,04	2,33	1,94	2,32	0,83	2,20	
2	Cortar el cable, ponchar, conectar y figurar	○					42,33	38,65	45,21	44,89	50,00	40,83	39,12	45,96	43,77	35,54	42,63	No se puede dividir este tiempo en actividades individuales por operación ya que todo lo hace al
3	Buscar flameadora		□				4,86	3,76	4,21	2,97	5,68	4,32	1,74	0,54	2,64	1,33	3,21	
4	Termoencoger marquillas	○					3,00	4,21	2,54	5,07	5,21	4,33	6,89	3,10	4,25	5,22	4,38	
TOTAL CABLEADO FINAL							52,64	49,83	53,80	56,50	62,32	51,52	50,08	51,54	52,98	42,92	52,41	
Toma de tiempos																		
Tecnología: 8BT2			Proceso: Cableado de calefacción															
# OP	OPERACIÓN	Tipo de operación					Tiempo (min)										Observaciones	
		○	□	◇	▣	▽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
1	Buscar material		□				3,21	2,87	1,93	3,56	3,18	2,73	2,11	1,75	4,44	3,00	2,88	
2	Conectar resistencia	○					35,87	30,89	33,77	34,59	29,73	30,58	34,63	37,07	36,38	32,49	33,60	
3	Conectar cuchilla	○					28,43	30,76	27,96	29,73	26,93	32,44	28,81	27,43	28,95	31,55	29,30	
4	Conectar termostato	○					37,18	35,22	38,12	30,56	37,92	36,87	35,07	37,20	34,95	36,00	35,91	
5	Armar paquete	○					73,87	83,23	77,93	70,32	76,38	81,69	79,34	74,32	75,88	76,47	76,94	
TOTAL CABLEADO FINAL							178,56	182,97	179,71	168,76	174,14	184,31	179,96	177,77	180,60	179,51	178,63	
TIEMPO TOTAL CABLEADO FINAL							9362,48											

ANEXO B: TABLAS YAMAZUMI

210	Llevar lámina al área de almacenamiento	Pre-Ensamble láminas laterales
209	Grafilar tuerca M10	
208		
207	Buscar lámina	
206	Llevar lámina al área de almacenamiento	
205		
204		
203	Grafilar tornillo M8x15 y M8x25	
202		
201		
200		
199	Buscar lámina	
198		
197	Llevar lámina al área de almacenamiento	
196		
195		
194		
193	Montar tornillo M8x15	
192		
191		
190		
189		
188		
187	Grafilar tornillo M8x25	
186		
185		
184	Buscar lámina	
183	Llevar lámina al área de almacenamiento	
182	Grafilar tornillo grafilado M10	
181		
180		
179		
178		
177	Grafilar tuerca M10	
176		
175		
174		
173	Buscar lámina	
172	Llevar lámina al área de almacenamiento	
171		
170	Grafilar tuerca M10	
169		
168	Buscar lámina	
167	Marcar torque	Pre-Ensamble descargadores
166	Apretar	
165		
164	Buscar torquimetro	
163	Montar descargadores en la lámina	
162		

161		
160		
159	Buscar Tornillería	
158	Traer lámina al puesto de trabajo	
157		
156	Llevar lámina al área de almacenamiento	
155		Pre-Ensamble soportes para Bushing
154	Grafilar tuerca grafilada M10	
153		
152		
151	Grafilar tuerca grafilada M10	
150		
149	Traer lámina al puesto de trabajo	
148	Llevar láminas al puesto de trabajo	
147		Pre-Ensamble de cortinas
146		
145		
144		
143		
142		
141		
140		
139		
138	Montaje de soportes en las cortinas	
137		
136		
135		
134		
133		
132		
131		
130		
129		
128		
127		
126		
125		
124		
123	Llevar láminas al puesto de trabajo	
122		Pre-Ensamble del seccionador
121	Llevar piezas a almacenamiento	
120		
119		
118		
117		
116	Armar accionamiento de la bobina	
115		
114		
113		
112		
111	Armar seguro para el carro interruptor	
110		
109	Montaje del resorte de las cortinas	

108		
107		
106		
105		
104		
103		
102	Grafilar tuercas y tornillos a todas las piezas	
101		
100		
99		
98		
97		
96		
95		
94		
93		
92		
91		
90		
89		
88		
87		
86		
85		
84		
83		
82		
81		
80		
79		
78	Alistar todas las piezas que componen el seccionador	
77		
76		
75		
74		
73		
72		
71	Marcar torque	Pre-Ensamble de diagonal de aisladores
70	Apretar	
69		
68	Buscar torquimetro	
67		
66	Montar aisladores con tornillo M16x50	
65		
64	Traer tornillos y aisladores	
63	Montar pasadores	
62		
61		
60	Traer lámina al pueto de trabajo	

59		
58	Llevar lámina a almacenamiento	Pre-Ensamble bandeja de transformadores
57		
56		
55		
54	Poner tornillos y apretar	
53		
52		
51		
50	Buscar tornillería	
49		
48	Montar trafos	
47		
46		
45	Hacer perforaciones en la lámina	
44		
43		
42	Buscar herramienta para perforar	
41		
40		
39		
38	Grafilar Tuerca M8 a la lámina	
37		
36	Asegurar refuerzos con Tornillo M8x20 y Tuerca pasante M8	
35		
34	Montar refuerzo de bandeja de CT's	
33		
32		
31	Traer lámina al pueto de trabajo	
30	Llevar lámina al área de almacenamiento	Pre-Ensamble láminas intermedias
29		
28	Grafilar tuerca grafilada M10	
27		
26		
25	Traer lámina	
24	Llevar lámina al área de almacenamiento	
23		
22		
21	Grafilar tuerca grafilada M10	
20		
19		
18		
17	Traer lámina	
16	Llevar lámina al área de almacenamiento	
15	Grafilar tuerca grafilada M10	
14		
13	Traer lámina	
12		
11	Llevar lámina al área de almacenamiento	
10		
9		
8		
7	Grafilar tuerca M10	
6		
5		
4		
3	Traer lámina	

2	
1	

PRE-ENSAMBLE 2

111	Llevar caja de baja al area de cableado de bandeja	
110	Montar canaleta y riel	Pre-Ensamble caja de baja
109		
108		
107		
106		
105		
104		
103		
102		
101		
100		
99		
98		
97		
96		
95		
94		
93		
92		
91		
90		
89		
88		
87		
86		
85		
84		
83		
82		
81		
80		
79		
78		
77		
76		
75		
74		
73		
72		
71		
70		
69		
68		
67		
66		
65		
64		
63		
62		

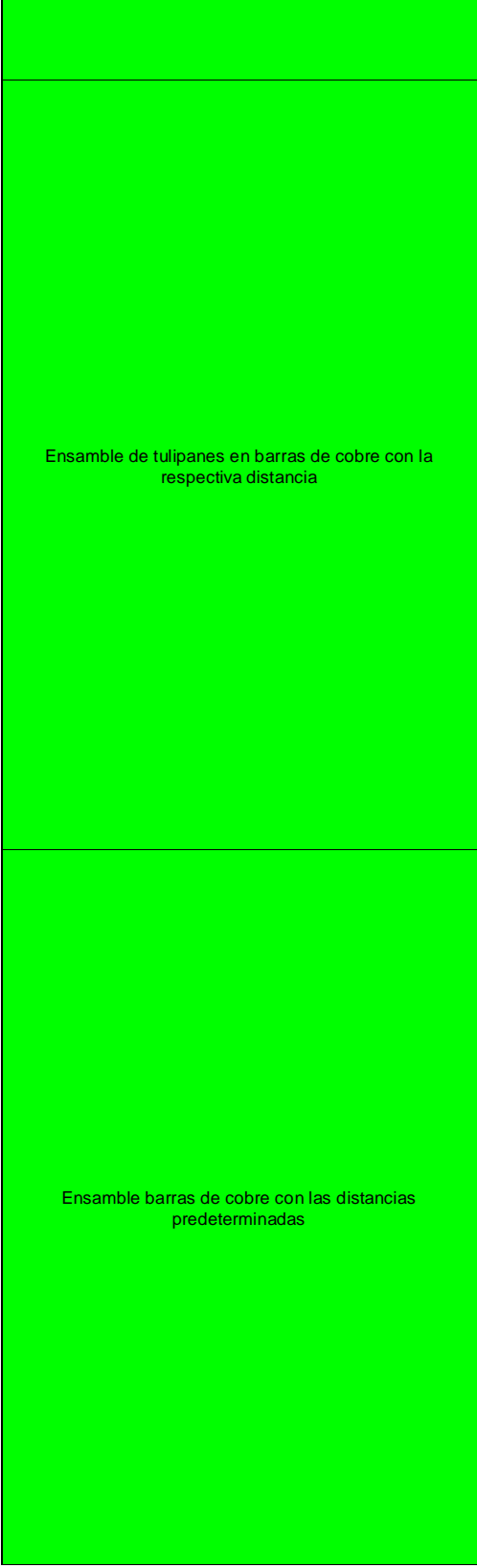
61	Montar soportes para canaleta y rieles	
60		
59		
58		
57		
56		
55		
54		
53		
52		
51		
50		
49		
48		
47		
46		
45		
44		
43		
42		
41		
40		
39		
38		
37		
36	Amar coco de la caja de baja	
35		
34		
33		
32		
31		
30		
29		
28		
27		
26		
25		
24		
23		
22		
21		
20		
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3	Alistar material	
2		
1		

PRE-ENSAMBLE 3

266	Cableado del carro interruptor	Cableado carro interruptor
265		
264		
263		
262		
261		
260		
259		
258		
257		
256		
255		
254		
253		
252		
251		
250		
249		
248		
247		
246		
245	Inspección visual del funcionamiento del carro interruptor ya terminado	Pre-Ensamble carro interruptor
244		
243	Montaje de guías en el carro	
242		
241		
240	Alistamiento material para montar guías del carro	
239		
238		
237	Montaje de protección	
236		
235		
234	Montaje de conmutador	
233		
232		
231		
230		
229		
228		
227		
226		
225	Montaje caja de maniobra en el carro	
224		
223		
222		
221		
220		
219		
218		
217		

216	
215	
214	
213	
212	
211	
210	
209	
208	
207	
206	
205	
204	
203	
202	
201	
200	
199	
198	
197	
196	
195	
194	
193	
192	
191	
190	
189	
188	
187	
186	Ensamble de mecanismos de accionamiento caja de maniobra
185	
184	
183	
182	
181	
180	
179	
178	Pre-Ensamble caja de maniobra
177	
176	
175	
174	
173	
172	
171	
170	
169	Alistamiento de material para caja de maniobra
168	
167	
166	
165	
164	
163	Montaje de láminas de aislamientos entre fases de barras de cobre
162	
161	
160	

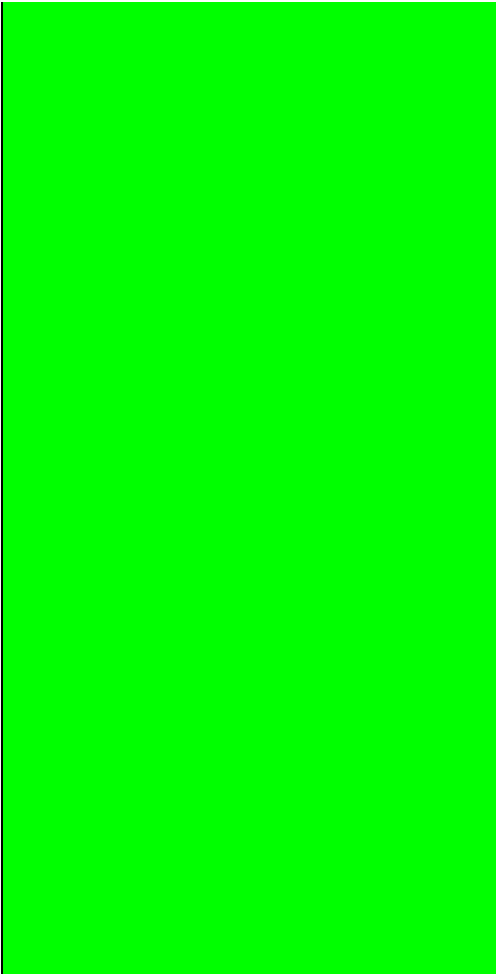
159
158
157
156
155
154
153
152
151
150
149
148
147
146
145
144
143
142
141
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
129
128
127
126
125
124
123
122
121
120
119
118
117
116
115
114
113
112
111
110
109
108
107
106
105
104
103



Ensamble de tulipanes en barras de cobre con la respectiva distancia

Ensamble barras de cobre con las distancias predeterminadas

102
101
100
99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46



Alistamiento de barras de cobre, tulipanes, tornillería y herramientas



Montaje del interruptor en el carro

45	
44	
43	
42	Alistamiento del interruptor
41	
40	
39	
38	
37	
36	
35	
34	
33	
32	
31	Montaje de caja conmutable y tuerca sin fin en el carro
30	
29	
28	
27	
26	
25	
24	
23	
22	
21	
20	Montaje de ruedas en el carro
19	
18	
17	
16	
15	
14	
13	
12	
11	
10	
9	Alistamiento de material
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	

PRE-ENSAMBLE 4

253	Apretar soportes para bushing	Ensam ble 1
252		
251		
250	Montar soportes para bushing	

249		
248		
247		
246		
245		
244		
243		
242	Traer soporte para bushing	
241		
240		
239		
238		
237		
236		
235		
234		
233		
232	Montar diagonal y apretar	
231		
230		
229		
228		
227		
226		
225		
224		
223	Traer diagonal de aisladores	
222		
221		
220		
219		
218		
217		
216		
215		
214		
213		
212		
211		
210		
209		
208		
207		
206		
205	Apretar celda y ajustar	
204		
203		
202		
201		
200		
199		
198		
197		
196		
195		
194		
193		
192		
191		
190		
189		
188		

187		
186		
185		
184		
183		
182		
181		
180		
179		
178		
177		
176		
175		
174		
173		
172		
171		
170		
169		
168		
167		
166		
165		
164		
163		
162		
161		
160		
159		
158		
157		
156		
155		
154		
153		
152		
151		
150		
149		
148		
147		
146		
145		
144		
143		
142		
141		
140		
139		
138		
137		
136		
135		
134		
133		
132		
131		
130		
129		
128		
127		
126	Montar tapas posteriores	

125		
124		
123		
122		
121		
120		
119		
118		
117		
116		
115		
114		
113		
112		
111		
110		
109		
108		
107		
106		
105		
104		
103		
102		
101	Montar techo	
100		
99		
98		
97		
96		
95		
94		
93		
92		
91		
90		
89		
88		
87		
86		
85		
84		
83		
82		
81		
80		
79	Montar láminas intermedias	
78		
77		
76		
75		
74		
73		
72		
71		
70		
69		
68		
67		
66	Montar laterales izquierdas y pilastro frontal izquierdo	
65		
64		

63		
62		
61		
60		
59		
58		
57		
56		
55		
54		
53		
52		
51		
50		
49	Montar pilastros posteriores	
48		
47		
46		
45		
44		
43		
42		
41		
40		
39		
38		
37	Montar láminas laterales derechas	
36		
35		
34		
33		
32		
31		
30		
29		
28	Montar pilastro frontal derecho	
27		
26		
25		
24		
23		
22		
21		
20		
19		
18		
17	Montar pisos	
16		
15		
14		
13		
12		
11		
10		
9		
8	Llevar pisos al puesto de trabajo	
7		
6		

5		
4		
3		
2		
1		

ENSAMBLE 1

252	Montar puerta	Montaje de puerta
251		
250		
249		
248		
247	Llevar puerta al puesto de trabajo	Montaje de puerta
246		
245	Poner seger en los pasadores que aseguran la puerta	Montaje de puerta
244		
243		
242		
241		
240	Buscar material para el montaje	Montaje de puerta
239		
238	Montaje de Bushing parte superior	Montaje de Bushing
237		
236		
235		
234		
233		
232		
231		
230		
229		
228	Llevar Bushing a la celda	Montaje de Bushing
227		
226		
225		
224		
223	Montaje de Bushing parte inferior	Montaje de Bushing
222		
221		
220		
219		
218		
217		
216		
215		
214		
213	Montaje de Bushing parte inferior	Montaje de Bushing
212		
211		
210		
209		
208		
207		
206		
205		
204		

203		
202		
201		
200		
199		
198		
197		
196		
195		
194	Llevar Bushing a la celda	
193		
192		
191		
190	Retirar carro y bajar celda de los tacos	
189		
188		
187	Asegurar bandeja de trafos con Tuerca M8 y arandela de contacto	
186		
185		
184		
183		
182	Encajar bandeja en los tornillos grafilados anteriormente en la lámina	
181		
180		
179		
178		
177	Introducir carro con la bandeja en la celda	
176		
175		
174		
173		
172	Mover celda del lado para poder introducir el carro en la celda	
171		
170		
169		
168		
167	Voltear bandeja de trafos para poder montarla en la celda	
166		
165	Llevar carro a la celda para montar la bandeja de transformadores	
164		
163		
162	Montar la bandeja en el carro	
161		
160	Llevar carro al puesto de trabajo de bandeja de transformadores	
159		
158		
157	Subir celda con el carro electrico para montarla en tacos	
156		
155		
154	Buscar carro electrico de carga y llevarlo al puesto de trabajo	
153		
152	Verificaci3n final de todo el mecanismo	
151		
150		
149		
148		
147	Montaje de bastones y varilla para manipulacion de cortinas	
146		
145		
144		
143		

Montaje de bandeja de transformadores en la celda

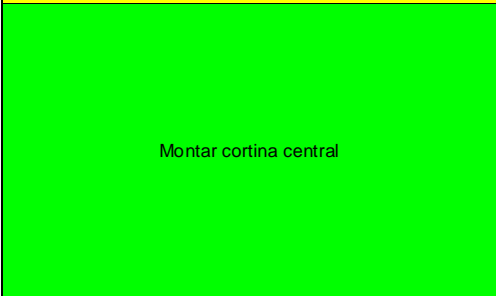
Ensamble de cortinas

142	
141	
140	
139	
138	
137	
136	
135	
134	
133	
132	
131	
130	
129	
128	Montar brazos cortina inferior
127	
126	
125	
124	
123	
122	
121	
120	
119	
118	
117	
116	Montaje de cortina inferior
115	
114	
113	
112	
111	
110	
109	
108	Verificar accionamiento de cortina con los brazos
107	
106	
105	
104	
103	
102	
101	Montar brazos cortina superior
100	
99	
98	
97	
96	
95	
94	
93	
92	
91	
90	Montaje de cortina superior
89	
88	
87	
86	
85	
84	Verificar accionamiento de cortina con los brazos
83	
82	Montar cortina central
81	

80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19



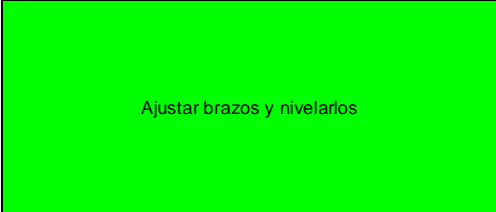
Verificar accionamiento de cortina con los brazos



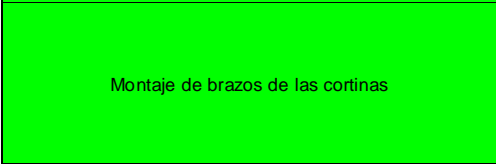
Montar cortina central



Montaje de guías para shooter



Ajustar brazos y nivelarlos



Montaje de brazos de las cortinas

18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		
2		
1		

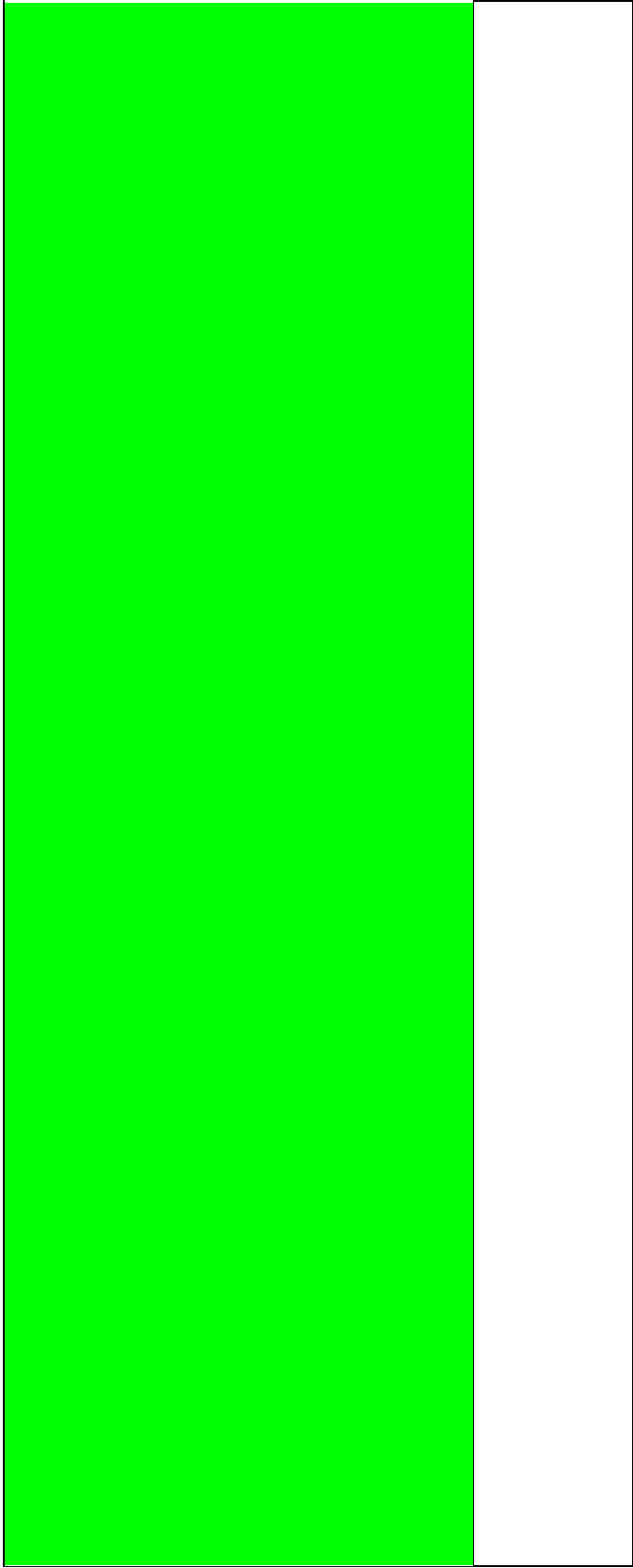
ENSAMBLE 2

383		
382		
381		
380		
379	Verificación del accionamiento	
378		
377		
376		
375		
374		
373		
372		
371		
370		
369		
368		
367		
366		
365		
364		
363		
362		
361	Union del frontal con la cuchilla por medio de varillas	
360		
359		
358		
357		
356		
355		
354		
353		
352		
351		
350		
349		
348		

Montaje del seccionador

347	
346	
345	
344	
343	
342	
341	
340	
339	
338	
337	
336	
335	
334	
333	
332	
331	
330	
329	
328	
327	
326	
325	
324	
323	
322	
321	
320	
319	
318	
317	
316	
315	
314	
313	
312	
311	
310	
309	
308	
307	
306	
305	
304	
303	
302	
301	
300	
299	
298	
297	
296	
295	
294	
293	
292	
291	
290	
289	
288	
287	
286	Montaje del frontal

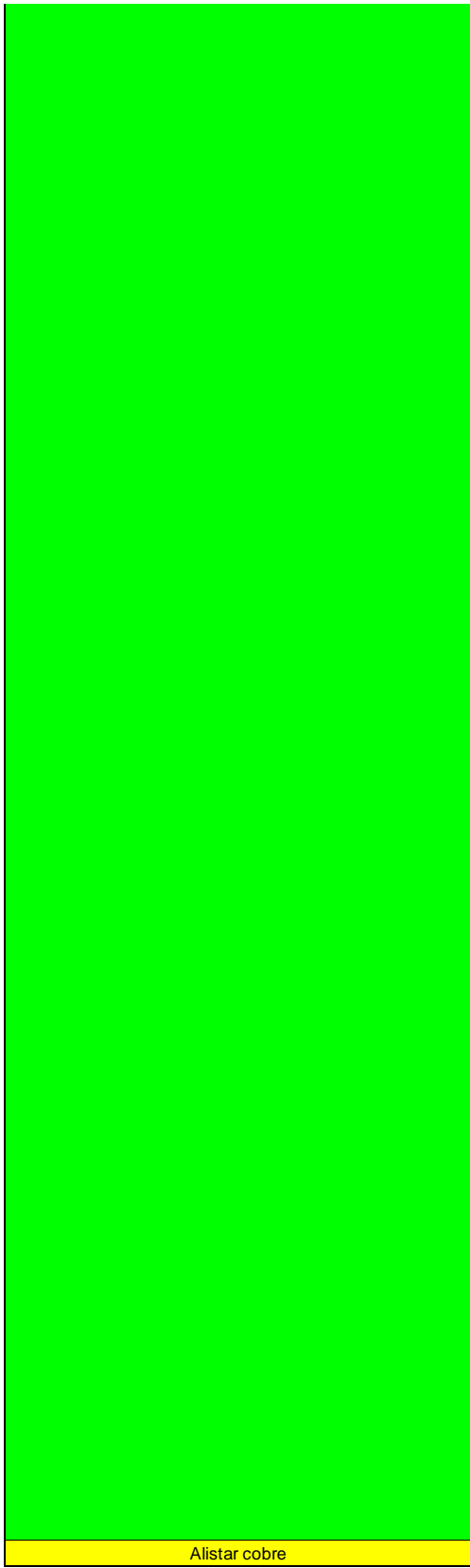
285
284
283
282
281
280
279
278
277
276
275
274
273
272
271
270
269
268
267
266
265
264
263
262
261
260
259
258
257
256
255
254
253
252
251
250
249
248
247
246
245
244
243
242
241
240
239
238
237
236
235
234
233
232
231
230
229
228
227
226
225
224



223	
222	
221	
220	
219	
218	
217	
216	
215	
214	
213	
212	
211	
210	
209	
208	
207	
206	
205	
204	
203	
202	
201	
200	
199	
198	
197	
196	
195	
194	
193	
192	
191	
190	
189	
188	
187	
186	
185	
184	
183	
182	
181	
180	
179	
178	
177	
176	
175	
174	
173	
172	
171	
170	
169	
168	
167	
166	
165	
164	Montaje de cuchilla
163	
162	

161		
160		
159		
158		
157		
156		
155		
154		
153		
152		
151	Llevar cuchillas a la celda	
150		
149		
148		
147		
146		
145		
144		
143		
142		
141		
140		
139		
138		
137		
136		
135		
134		
133		
132		
131		
130		
129		
128		
127		
126		
125	Montar cobre en la celda	
124		
123		
122		
121		
120		
119		
118		
117		
116		
115		
114		
113		
112		
111		
110		
109		
108		
107		
106		
105		
104		
103		
102		
101		
100		

99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
39
38



Alistar cobre

37					
36					
35					
34					
33					
32					
31	Apretar caja de baja a la celda	Montaje caja de baja en la celda			
30					
29					
28					
27					
26					
25					
24					
23					
22					
21					
20	Montar caja de baja a la celda	Montaje caja de baja en la celda			
19					
18					
17	Montar caja de baja al carro		Montaje caja de baja en la celda		
16					
15					
14	Montar caja de baja a la celda			Montaje caja de baja en la celda	
13					
12					
11	Montar caja de baja a la celda				Montaje caja de baja en la celda
10					
9					
8	Montar caja de baja al carro	Montaje caja de baja en la celda			
7					
6					
5	Montar caja de baja a la celda		Montaje caja de baja en la celda		
4					
3					
2	Buscar carro y llevarlo al puesto de trabajo			Montaje caja de baja en la celda	
1					

ENSAMBLE 3

210	Montar cristalitas	Montaje fibras trafos
209		
208		
207		
206		
205		
204		
203		
202		
201		
200		

199		
198		
197		
196		
195		
194		
193	Llevar cristalitas al puesto de trabajo	
192		
191		
190		
189		
188		
187		
186		
185		
184		
183		
182		
181		
180		
179		
178		
177		
176		
175		
174		
173		
172		
171		
170		
169		
168	Introducir el carro interruptor en la celda y verificar el funcionamiento de éste	
167		
166		
165		
164		
163		
162		
161		
160		
159		
158		
157		
156		
155		
154		
153		
152		
151		
150		
149		
148		
147		
146		
145		
144		
143		

Montaje de interruptor y pruebas

142		
141		
140		
139		
138		
137		
136		
135		
134		
133		
132		
131		
130		
129		
128		
127		
126		
125		
124		
123		
122		
121		
120		
119		
118		
117		
116		
115		
114		
113		
112	Montar tapas parte posterior y superior de la celda	
111		
110		
109		
108		
107		
106		
105		
104		
103		
102		
101		
100		
99		
98		
97		
96		
95		
94		
93		
92	Traer lámina al puesto de trabajo	
91		
90		
89	Montar lámina final restante	Montaje de tapas finales
88		
87		

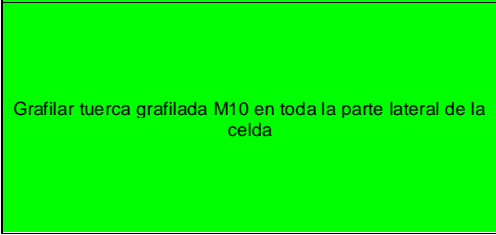
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28



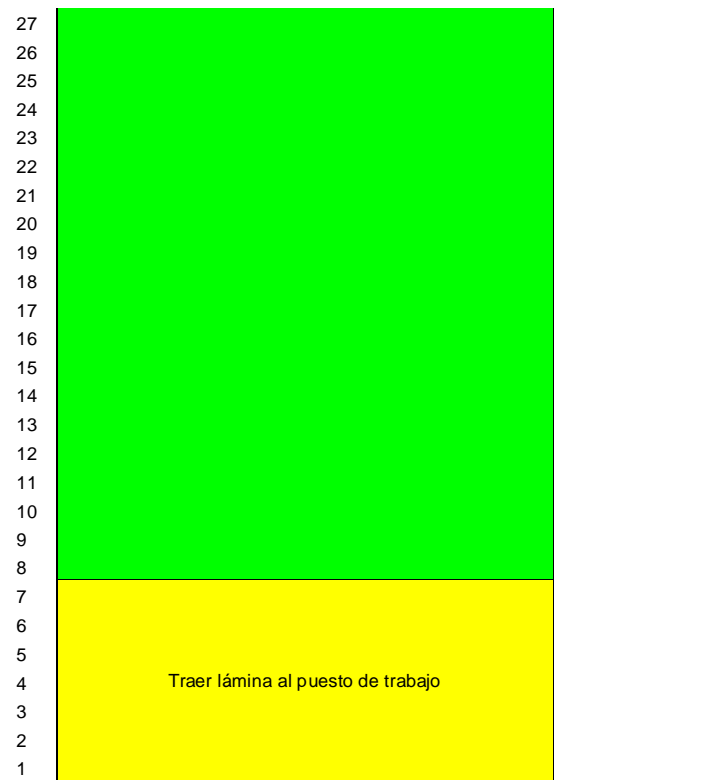
Montar láminas y apretar



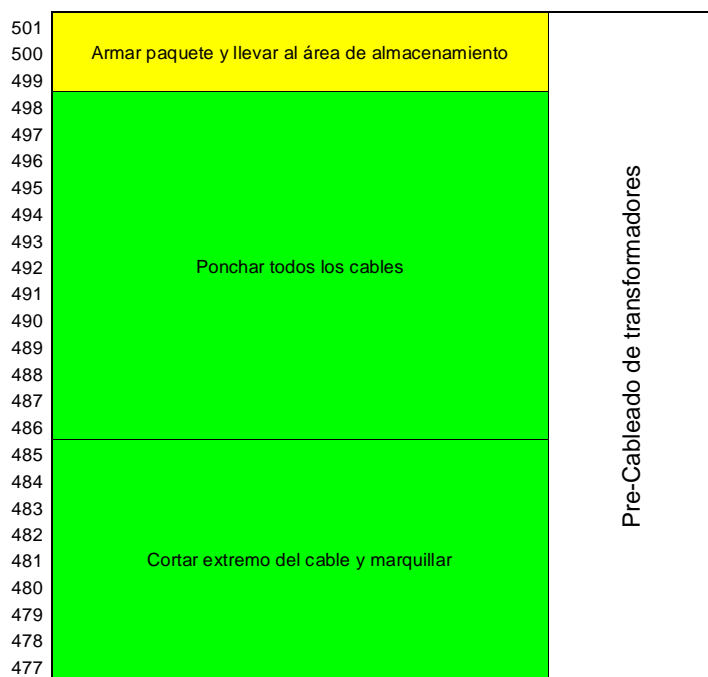
Unir dos las dos láminas finales



Grafilar tuerca grafilada M10 en toda la parte lateral de la celda



ENSAMBLE 4



Pre-Cableado de transformadores

476		
475		
474		
473		
472		
471		
470		
469		
468		
467		
466		
465		
464		
463		
462		
461		
460		
459		
458		
457		
456		
455		
454		
453		
452	Buscar y Cortar marquillas	
451		
450		
449		
448		
447		
446		
445	Traer material	
444		
443		
442		
441	Revisar marquillas y Revisar listado de cableado	
440		
439		
438	Llevar conexión al área de almacenamiento	
437		
436		
435	Pitar cables e identificar la punta	
434		
433		
432		
431	Ponchar otro extremo del cable	
430		
429		
428	Forrar cables con la malla	
427		
426		
425	Figurar cables	
424		
423		
422		
421	Conectar cables al conmutables	
420		
419	Buscar material	
418		
417		
416	Ponchar	
415		

Pre-Cableado de conmutable

414		
413	Medir cable y cortarlo	
412		
411	Alistar material	
410	Armar paquete y llevar al área de almacenamiento	
409	Númerar clavijas	
408		
407	Conectar 4 cables restantes en las clavijas	
406		
405		
404		
403		
402		
401		
400		
399		
398		
397	Figurar cables que salen de la clavija	
396		
395		
394		
393		
392		
391		
390		
389		
388		
387		
386		
385		
384		
383		
382		
381		
380	Pitar, ponchar y conectar cables en la clavija	
379		
378		
377		
376		
375		
374		
373		
372		
371		
370	Cortar otro extremo del cable	
369		
368		
367		
366		
365	Forrar cables con la malla	
364		
363		
362		
361		
360		
359		
358	Figurar cables que salen de la cuchilla	
357		
356		
355		
354		
353		

Pre-Cableado de cuchillas

352		
351		
350		
349		
348		
347		
346		
345		
344		
343		
342		
341	Conectar cables a la cuchilla	
340		
339		
338		
337		
336		
335	Ponchar cables	
334		
333		
332		
331	Buscar listado de cableado	
330	Llevar cable al área de almacenamiento	
329		
328		
327		
326		
325		
324	Medir cable y cortar	
323		
322		
321		
320		
319		
318	Medir cable y cortar	
317		
316		
315	Alistar material	
314		
313	Unir todos los paquetes, registrar y entregar	
312		
311		
310	Poner cinta en todos los extremos de interconexion	
309		
308		
307		
306		
305		
304		
303		
302		
301		
300	Ponchar todos los cables	
299		
298		
297		
296		
295		
294		
		Pre-Cableado de interconexión

293	
292	
291	Traer herramienta y material para ponchar
290	
289	
288	
287	
286	
285	
284	
283	
282	
281	
280	
279	
278	
277	
276	Cortar extremo del cable y marquillar
275	
274	
273	
272	
271	
270	
269	
268	
267	
266	
265	
264	
263	
262	
261	
260	
259	
258	
257	
256	
255	
254	
253	Buscar y Cortar marquillas para interconexion
252	
251	
250	
249	
248	
247	
246	
245	
244	
243	
242	
241	
240	
239	Medir y cortar cable
238	
237	
236	
235	
234	
233	
232	Traer material y revisar listado de cableado

231		
230		
229		
228		
227	Revisar marquillas	
226		
225		
224	Probar cable	
223		
222		
221	Cerrar coraza y terminar	
220		
219		
218		
217		
216		
215		
214	Cortar, ponchar y conectar bomera harting	
213		
212		
211		
210		
209		
208	Cortar, ponchar y conectar bomera harting	
207		
206		
205		
204		
203		
202		
201	Cortar, ponchar y conectar bomera harting	
200		
199		
198		
197		
196		
195	Cortar, ponchar y conectar bomera harting	
194		
193		
192		
191		
190		
189	Cortar, ponchar y conectar bomera harting	
188		
187		
186		
185		
184		
183		
182		
181	Cortar, ponchar y conectar bomera harting	
180		
179		
178		
177		
176		
175	Instalar coraza, malla y carcaza	
174		
173		
172		
171	Arreglar cables para introducirlos en la coraza	
170		

Pre-Cableado de Harting

169	
168	
167	
166	
165	
164	
163	
162	
161	
160	
159	Instalar boquilla y cortar malla
158	
157	
156	Cortar coraza
155	
154	
153	
152	
151	
150	
149	
148	
147	
146	
145	
144	
143	
142	
141	
140	
139	Figurar el cable
138	
137	
136	
135	
134	
133	
132	
131	
130	
129	
128	
127	
126	
125	
124	
123	Marcar clavijas
122	
121	
120	Insertar cables en las clavijas
119	
118	
117	
116	
115	
114	Ponchar extremos de cada cable
113	
112	
111	
110	
109	
108	Cortar extremo de cada cable
107	

106		
105		
104		
103		
102		
101		
100		
99		
98		
97		
96	Medir y cortar cable (2m)	
95		
94		
93		
92		
91		
90		
89	Alistar material y puesto de trabajo	
88	Llevar borneras al área de almacenamiento	
87		
86	Armar paquete de borneras y marcarlo	
85		
84		
83	Numerar bornes de pruebas	
82		
81		
80	Montar bornes de pruebas	
79		
78		
77	Buscar material	
76	Verificar conexiones en el plano	
75		
74		
73		
72		
71		
70		
69		
68		
67	Montar puentes mecánicos	
66		
65		
64		
63		
62		
61		
60		
59		
58		
57		
56		
55	Numerar bornes de control	
54		
53		
52		
51		
50		
49	Montar bornes de control	
48		
47		
46	Verificar conexiones en el plano	
45		

Pre-Cableado de Borneras

44	Montar puentes
43	
42	Numerar bornes de tensión
41	
40	Montar bornes de tensión
39	
38	
37	Verificar conexiones en el plano
36	
35	
34	Montar cortocircuitable
33	
32	
31	
30	
29	
28	Numerar bornes de corriente
27	
26	
25	
24	
23	Montar bornes de corriente
22	
21	Buscar material
20	Verificar conexiones en el plano
19	Montar el borne tierra y las escuadras finales
18	Alistar riel
17	
16	Numerar bornes enchufables
15	
14	
13	
12	Montar bornes enchufables
11	
10	
9	
8	Buscar material
7	Verificar conexiones en el plano
6	
5	Montar escuadras finales y numerarlas
4	Montar el borne tierra
3	
2	Alistar material, herramientas y rieles
1	

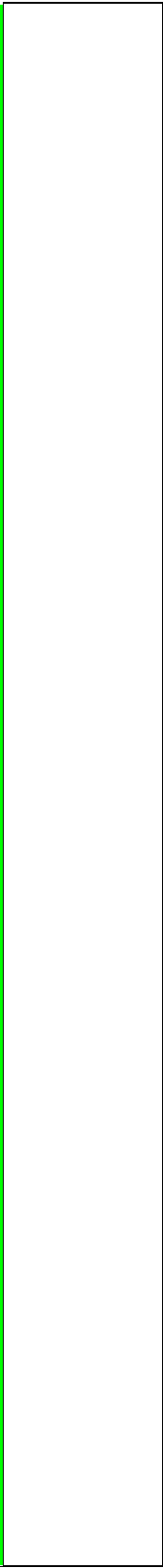
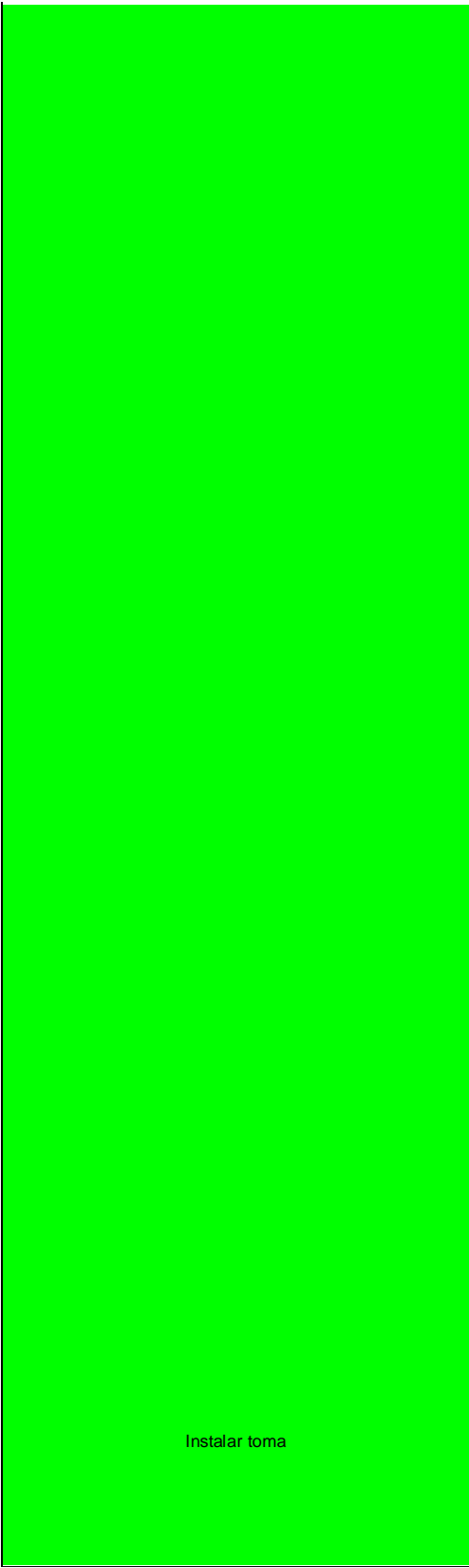
PRE-CABLEADO

477		Cableado de bandeja
476		
475		
474		
473	Termoencoger marquillas restantes	
472		
471		
470		
469		
468		

467	Tapar	
466		
465		
464		
463		
462		
461		
460		
459		
458	Ordenar cables	
457		
456		
455		
454		
453		
452		
451		
450		
449		
448		
447		
446		
445		
444		
443		
442		
441		
440		
439		
438		
437	Instalar interconexión	
436		
435		
434		
433		
432		
431		
430		
429		
428		
427		
426		
425		
424		
423		
422		
421		
420		
419		
418		
417		
416		
415		
414		
413	Conectar equipos con borneras	
412		
411		
410		
409		
408		
407		
406		

405		
404		
403		
402		
401		
400		
399		
398		
397		
396		
395		
394		
393		
392		
391		
390		
389		
388		
387		
386		
385		
384		
383		
382		
381		
380		
379		
378		
377		
376		
375		
374		
373		
372		
371	Cortar cable y poncharlo	
370		
369		
368		
367		
366		
365		
364		
363		
362		
361		
360		
359		
358		
357		
356		
355	Conectar borneras entre ellas	
354		
353		
352		
351		
350		
349		
348		
347		
346		
345		
344		

343
342
341
340
339
338
337
336
335
334
333
332
331
330
329
328
327
326
325
324
323
322
321
320
319
318
317
316
315
314
313
312
311
310
309
308
307
306
305
304
303
302
301
300
299
298
297
296
295
294
293
292
291
290
289
288
287
286
285
284
283
282



Instalar toma

281		
280		
279		
278		
277	Instalar resistencia de supervisión	
276		
275		
274		
273		
272		
271		
270		
269		
268		
267		
266		
265		
264	Cortar y ponchar cables para resistencias	
263		
262		
261		
260		
259	Buscar material	
258		
257		
256	Instalar detector de humo	
255		
254		
253		
252		
251		
250		
249		
248		
247		
246		
245		
244		
243		
242		
241		
240		
239		
238		
237		
236		
235	Cortar y ponchar cables para detector de humo	
234		
233		
232		
231		
230		
229		
228		
227		
226		
225		
224		
223	Conectar micro	
222		
221		
220		

219		
218		
217		
216		
215		
214		
213		
212		
211		
210		
209		
208		
207		
206	Conectar lampara	
205		
204		
203		
202		
201		
200		
199		
198		
197		
196		
195		
194		
193		
192		
191		
190		
189		
188		
187		
186		
185		
184	Conectar borneras con equipos	
183		
182		
181		
180		
179		
178		
177		
176		
175		
174		
173		
172		
171		
170		
169		
168		
167		
166		
165		
164		
163		
162		
161	Conectar equipos y figurar cable	
160		
159		
158		

157		
156		
155		
154		
153		
152	Termoencoger marquillas de equipos	
151		
150		
149		
148		
147		
146		
145		
144		
143		
142		
141		
140		
139		
138		
137		
136		
135		
134		
133		
132		
131		
130		
129		
128		
127		
126		
125		
124		
123	Marquillar y conectar cables en los equipos	
122		
121		
120		
119		
118		
117		
116		
115		
114		
113		
112		
111		
110		
109		
108		
107		
106		
105		
104		
103		
102		
101		
100		
99		
98		
97		
96		

95	
94	
93	
92	
91	
90	
89	
88	
87	
86	
85	
84	
83	
82	
81	
80	
79	Ponchar cables para cableado de equipos
78	
77	
76	
75	
74	
73	
72	
71	
70	Cortar cables para cableado de equipos
69	
68	
67	
66	
65	
64	Buscar material
63	
62	
61	
60	
59	
58	Aterrizar la caja (conectar tierra)
57	
56	
55	
54	
53	
52	
51	
50	
49	
48	
47	
46	
45	
44	
43	Instalar lampara
42	
41	
40	
39	
38	
37	
36	
35	
34	

33		
32		
31		
30		
29		
28		
27		
26		
25		
24		
23		
22		
21		
20	Abrir huecos para instalar lampara	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11	Numerar equipos y prensamblarlos	
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4	Buscar material y alistar puesto	
3		
2		
1		

CABLEADO DE BANDEJA

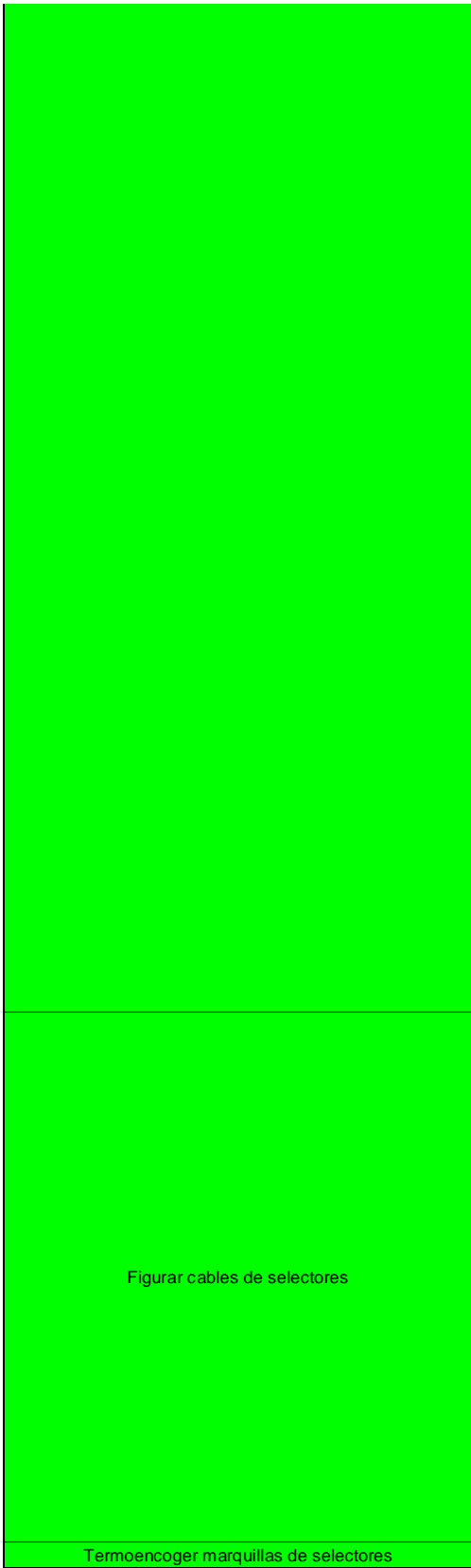
446		
445		
444	Montar tornillos para asegurar placas	
443		
442		
441		
440		
439		
438	Abrir perforaciones en la perta según placa	
437		
436		
435		
434		
433		
432		
431	Pegar placas en la puerta (Vista exterior)	
430		
429		
428		
427		
426		

Montaje de placas de identificación

425		
424	Buscar placas de identificación	
423	Inspeccion del listado de cableado	
422		
421	Cortar puentas de los amarres	
420		
419		
418		
417		
416		
415	Cortar malla y forrar los cables	
414		
413		
412		
411		
410		
409		
408		
407		
406		
405		
404		
403		
402		
401		
400		
399		
398		
397		
396		
395		
394		
393		
392		
391		
390		
389		
388		
387	Figurado final	
386		
385		
384		
383		
382		
381		
380		
379		
378		
377		
376		
375		
374		
373		
372		
371		
370		
369		
368		
367		
366		
365		
364		

Cableado de puerta

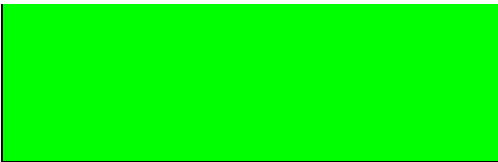
363
362
361
360
359
358
357
356
355
354
353
352
351
350
349
348
347
346
345
344
343
342
341
340
339
338
337
336
335
334
333
332
331
330
329
328
327
326
325
324
323
322
321
320
319
318
317
316
315
314
313
312
311
310
309
308
307
306
305
304
303
302



Figurar cables de selectores

Termoencoger marquillas de selectores

301
300
299
298
297
296
295
294
293
292
291
290
289
288
287
286
285
284
283
282
281
280
279
278
277
276
275
274
273
272
271
270
269
268
267
266
265
264
263
262
261
260
259
258
257
256
255
254
253
252
251
250
249
248
247
246
245
244
243
242
241
240



Conectar puentes y cables de selectores

Marquillar cables de selectores

Cortar y ponchar cables de selectores

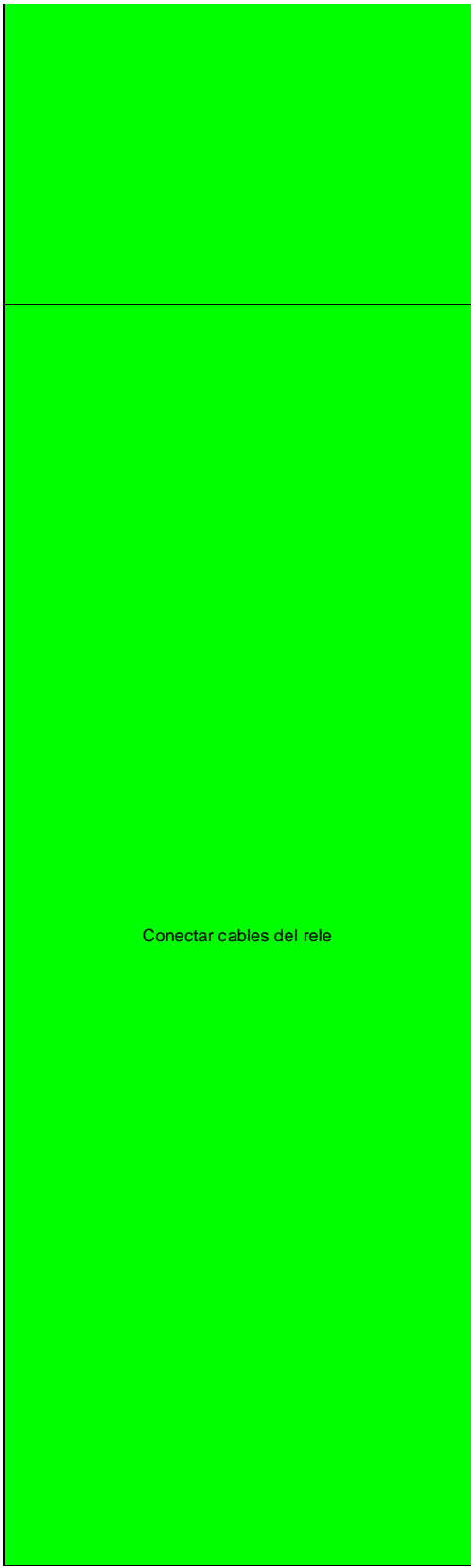
239
238
237
236
235
234
233
232
231
230
229
228
227
226
225
224
223
222
221
220
219
218
217
216
215
214
213
212
211
210
209
208
207
206
205
204
203
202
201
200
199
198
197
196
195
194
193
192
191
190
189
188
187
186
185
184
183
182
181
180
179
178

Figurar cables del rele

Inspeccion del listado de cableado

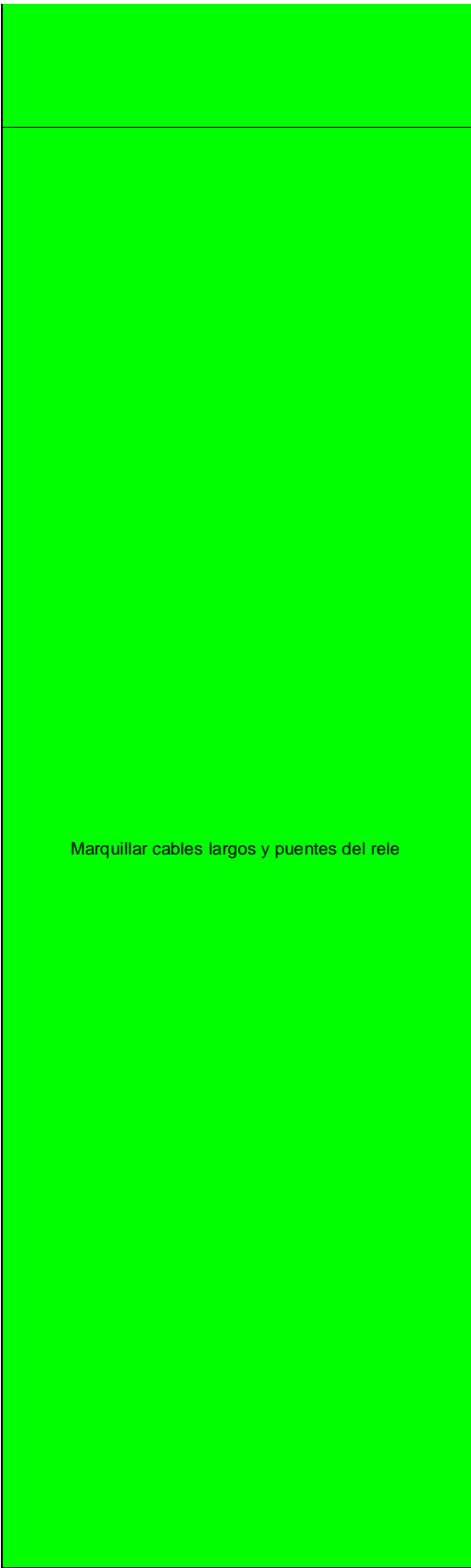
Termoencoger marquillas del rele

177
176
175
174
173
172
171
170
169
168
167
166
165
164
163
162
161
160
159
158
157
156
155
154
153
152
151
150
149
148
147
146
145
144
143
142
141
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
129
128
127
126
125
124
123
122
121
120
119
118
117
116



Conectar cables del rele

115
114
113
112
111
110
109
108
107
106
105
104
103
102
101
100
99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54



Marquillar cables largos y puentes del rele

53	
52	
51	
50	
49	
48	
47	
46	Buscar material
45	
44	
43	
42	
41	
40	
39	
38	
37	
36	
35	Ponchar cables para rele
34	
33	
32	
31	
30	
29	
28	
27	
26	
25	
24	
23	
22	
21	
20	
19	
18	
17	
16	
15	Medir y cortar cables para rele
14	
13	
12	
11	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	Alistar puesto de trabajo
1	

CABLEADO DE PUERTA

236	Desenredar cables y cubrirlos con la malla	Cableado de transformadores
235		
234		
233		
232		
231		
230		
229		
228		
227		
226		
225	Cortar malla y quemarla	
224		
223		
222		
221	Figurar cable de las fases y armar paquete	
220		
219		
218		
217		
216		
215		
214		
213		
212		
211		
210		
209		
208		
207		
206		
205		
204	Figurar cable, tapar trafo y poner malla	
203		
202		
201		
200		
199		
198		
197		
196		
195		
194		
193		
192		
191		
190		
189		
188		
187	Cablear fases según diga el listado (6 cables)	
186		
185		
184		
183		
182		
181		
180		
179	Figurar cable, tapar trafo y poner malla	
178		
177		
176		
175		

174	
173	
172	
171	
170	
169	
168	
167	
166	
165	
164	
163	
162	
161	
160	
159	
158	Cablear fases según diga el listado (6 cables)
157	
156	
155	
154	
153	
152	
151	
150	
149	
148	Figurar cable, tapar trafo y poner malla
147	
146	
145	
144	
143	
142	
141	
140	
139	
138	
137	Cablear fases según diga el listado (6 cables)
136	
135	
134	
133	
132	
131	
130	Introducir argollas y malla según especificaciones
129	
128	
127	
126	
125	
124	
123	Cablear para cada trafo los neutros
122	
121	
120	
119	
118	Marcar neutros para cada transformador
117	
116	
115	Termoencoger las marquillas
114	
113	

112		
111		
110		
109		
108	Clasificar el cable correspondiente a cada trazo	
107		
106		
105		
104		
103		
102		
101		
100		
99		
98		
97	Quitar orificios de las argollas	
96		
95		
94		
93		
92		
91		
90		
89	Quitar tapas y argollas de trazos	
88	Alistar material y herramientas	
87		
86	Termoencoger marquillas	
85		
84		
83		
82	Buscar flameadora	
81		
80		
79		
78		
77		
76		
75		
74		
73		
72		
71		
70		
69		
68		
67		
66		
65	Cortar el cable, ponchar, conectar y figurar	
64		
63		
62		
61		
60		
59		
58		
57		
56		
55		
54		
53		
52		
51		

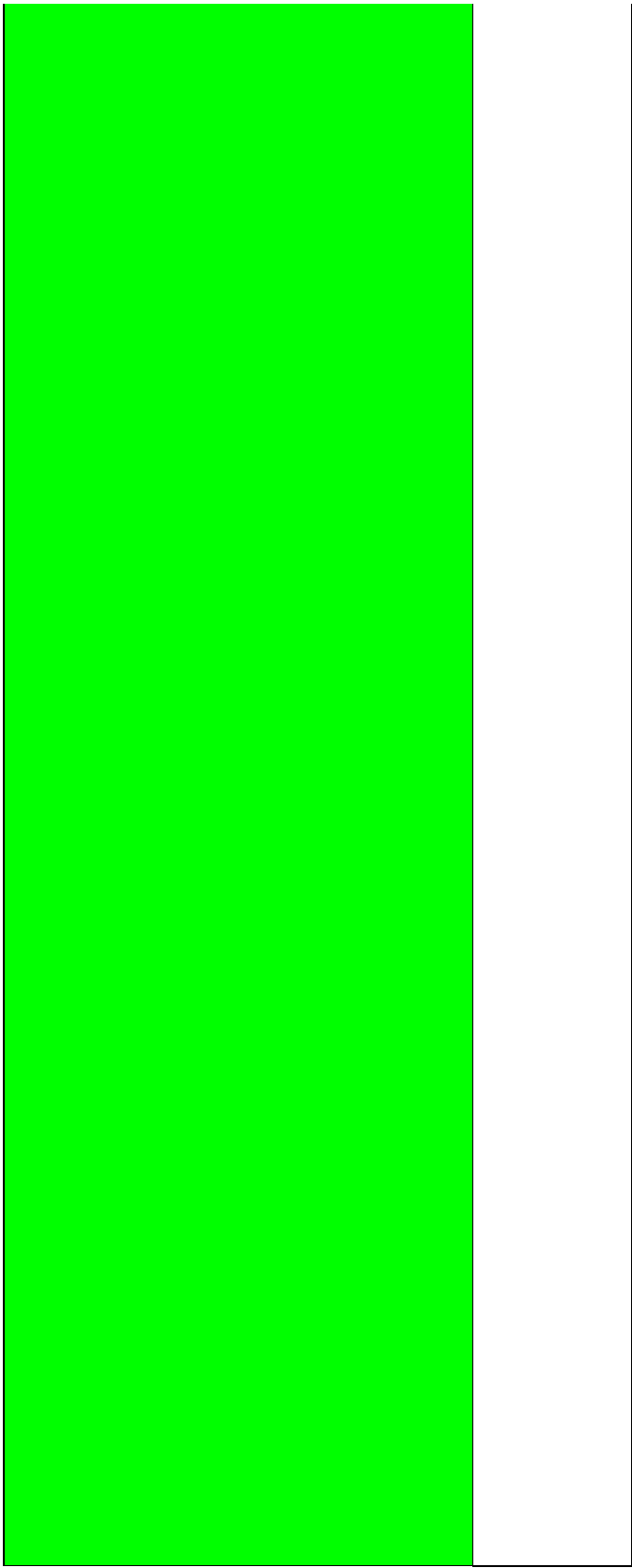
Cableado de interface

50	
49	
48	
47	
46	
45	
44	
43	
42	
41	
40	
39	
38	
37	
36	
35	
34	
33	
32	
31	
30	
29	
28	
27	
26	
25	
24	
23	
22	
21	
20	
19	
18	
17	
16	
15	
14	
13	
12	
11	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	Buscar precableado de trafos y listado de cableado

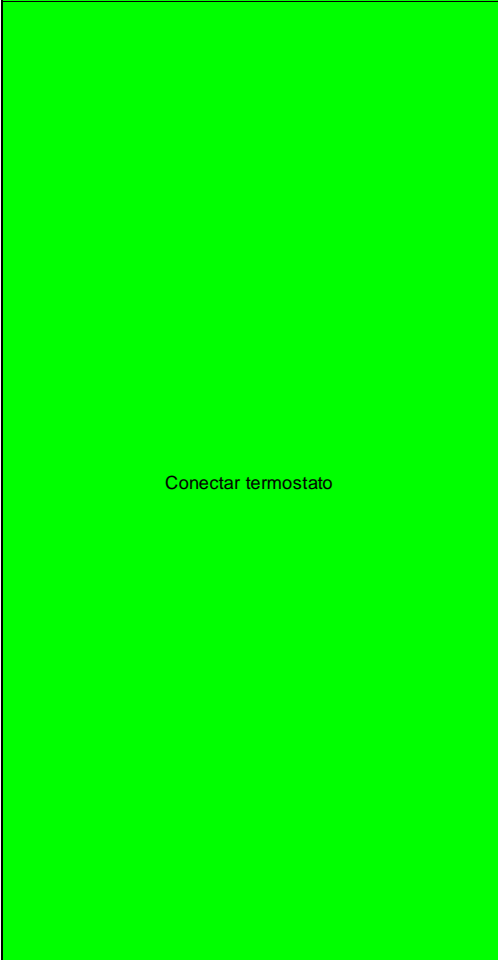
CABLEADO DE INTERFACE Y TRANSFORMADORES

231	Termoencoger marquillas	Cableado final
230		
229		
228		
227	Buscar flameadora	
226		
225	Cortar el cable, ponchar, conectar y figurar	
224		
223		
222		
221		
220		
219		
218		
217		
216		
215		
214		
213		
212		
211		
210		
209		
208		
207		
206		
205		
204		
203		
202		
201		
200		
199		
198		
197		
196		
195		
194		
193		
192		
191		
190		
189		
188		
187		
186		
185		
184		
183		
182	Alistar material y herramientas	
181		
180	Armar paquete	Cableado de calefacción
179		
178		
177		

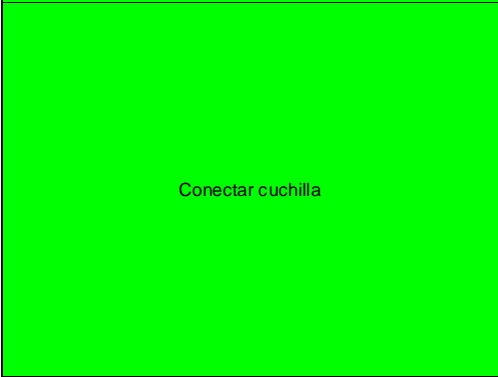
176
175
174
173
172
171
170
169
168
167
166
165
164
163
162
161
160
159
158
157
156
155
154
153
152
151
150
149
148
147
146
145
144
143
142
141
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
129
128
127
126
125
124
123
122
121
120
119
118
117
116
115



114
113
112
111
110
109
108
107
106
105
104
103
102
101
100
99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53



Conectar termostato



Conectar cuchilla

52	
51	
50	
49	
48	
47	
46	
45	
44	
43	
42	
41	
40	
39	
38	
37	
36	
35	
34	
33	
32	
31	
30	
29	
28	
27	
26	
25	
24	
23	
22	
21	Conectar resistencia
20	
19	
18	
17	
16	
15	
14	
13	
12	
11	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	Buscar material
2	
1	

CABLEADO FINAL




ANEXO C: ESTANDARES POR PUESTO DE TRABAJO

OPERACIÓN ESTÁNDAR		LÍNEA: PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING
PROCEDIMIENTO ENSAMBLE DE ESTRUCTURA Y MONTAJE DE ACCIONAMIENTOS		PROCESO ENSAMBLE
		Estación de Trabajo: PT2
CALIDAD		SEGURIDAD
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.
1	<p>ENSAMBLE DE ESTRUCTURA Tiempo operación: 254,2 min</p>	<p style="text-align: center;">Diagramas / Fotos / etc.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1. Llevar placa al puesto de trabajo</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2. Unir pino frontal con pino posterior</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3. Montar plastro frontal derecho</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>4. Montar plastro posterior. Se montan 2 plastos derechos y dos izquierdos</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>5. Montar linternas laterales derechas</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>6. Montar linternas izquierdas y plastro frontal izquierdo</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>7. Montar linternas intermedias</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>8. Montaje de tapas posteriores superiores</p>  </div> </div>







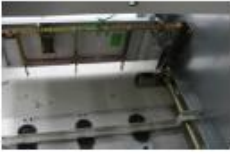







	<p>9. Montar techo</p>  <p>10. Apretar cañís</p>  <p>11. Montar y apretar diagonal de albedones</p>  <p>11. Montar y apretar soporte para buñing</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
--	---	--




























2	<p>MONTAJE DE CORTINAS Tiempo operación: 154,0 min</p>	<div data-bbox="743 247 912 277">1. Montar brazos de las cortinas centrales y laterales</div> <div data-bbox="743 277 912 394"></div> <div data-bbox="928 247 1097 277">2. Montar Guías para shooter</div> <div data-bbox="928 277 1097 394"></div> <div data-bbox="1114 247 1282 277">3. Montar cortina central</div> <div data-bbox="1114 277 1282 394"></div> <div data-bbox="743 415 912 445">4. Verificar accionamiento de cortina con los brazos</div> <div data-bbox="743 445 912 562"></div> <div data-bbox="928 415 1097 445">5. Montar cortina superior</div> <div data-bbox="928 445 1097 562"></div> <div data-bbox="1114 415 1282 445">6. Montar brazos de cortina superior</div> <div data-bbox="1114 445 1282 562"></div> <div data-bbox="743 583 912 613">7. Verificar accionamiento de cortina con los brazos</div> <div data-bbox="743 613 912 730"></div> <div data-bbox="928 583 1097 613">8. Montar cortina inferior</div> <div data-bbox="928 613 1097 730"></div> <div data-bbox="1114 583 1282 613">9. Montar brazos de cortina inferior</div> <div data-bbox="1114 613 1282 730"></div> <div data-bbox="743 751 912 781">10. Montar botones y varilla para manipulación de las cortinas</div> <div data-bbox="743 781 912 898"></div> <div data-bbox="1058 751 1243 781">11. Verificar funcionamiento de todo el mecanismo</div> <div data-bbox="1058 781 1243 898"></div> <div data-bbox="880 919 1162 949"> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> </div> <div data-bbox="906 949 1123 1012"> </div>
		+





3	MONTAJE DE BANDEJA DE CT'S y PT'S Tiempo operación: 39,14 min	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subir celda con el carro eléctrico para montarla en la celda. 2. Montar la bandeja con los transformadores en el carro. 3. Volcar bandeja de trabajo para poder montarla en la celda. 4. Introducir carro con la bandeja en la celda. 5. Encajar bandeja en los tornillos grafiados anteriormente en la línea. 6. Asegurar bandeja de trabajo con Tuerca M0 y Arandela de contacto M0. <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
4	MONTAJE DE BUSHING Tiempo operación: 48,3 min	<ol style="list-style-type: none"> 1. Montar bushing parte superior e inferior.  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+


















OPERACIÓN ESTÁNDAR		LÍNEA: PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING	
PROCEDIMIENTO ENSAMBLE DE PUERTAS, COBRE, SECCIONADOR, INTERRUPTOR Y PRUEBAS		PROCESO ENSAMBLE	Estación de Trabajo: PT3
 = CALIDAD		 = HABILIDAD	
		 SEGURIDAD	
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.	
1	MONTAJE DE PUERTAS Tiempo operación: 14,3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner seger en los pasadores que aseguran la puerta 2. Llevar puerta al puesto de trabajo 3. Asegurar puerta con los pasadores 4. Verificar accionamiento de la puerta  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	


















<p>2</p>	<p>MONTAJE DE CORE Tiempo operación: 118,8 min</p>	<p>1. Montar cobre de los transformadores</p>  <p>2. Montar cobre del cubículo de barras</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
<p>3</p>	<p>MONTAJE DEL SECCIONADOR Tiempo operación: 234,6</p>	<p>1. Montaje de cuchilla</p>  <p>2. Montaje del frontal del seccionador</p>  <p>3. Unir el frontal con la chuchilla mediante varillas</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
<p>4</p>	<p>MONTAJE DEL INTERRUPTOR Y PRUEBA Tiempo operación: 64,5 min En ésta parte del proceso la celda debe quedar nivelada, es decir, todos los mecanismos de la celda deben quedar funcionando perfectamente y sin necesidad de hacer esfuerzo para que funcionen.</p>	<p>1. Introducir el interruptor en la celda y verificar el funcionamiento de </p>   <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	














OPERACIÓN ESTÁNDAR		LINEA: PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING	
PROCEDIMIENTO ENSAMBLE CARRO INTERRUPTOR		PROCESO ENSAMBLE	Estación de Trabajo:PT4
♦ CALIDAD	♦ HABILIDAD	♦ SEGURIDAD	♦ SEGURIDAD
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.	
1	ENSAMBLE CARRO INTERRUPTOR	<p>1. Montaje de puntas</p>  <p>2. Montaje de lentes</p>  <p>3. Inserción tuerca sin fin</p>  <p>4. Montaje soporte conmutable</p>  <p>5. Montaje de conmutable en caja</p>  <p>6. Montaje caja de conmutador</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
2	ENSAMBLE DE CAJA DE MANIOBRA	<p>1. Grafitado de tuercas en Caja</p>  <p>2. Ubicación de tornillos grafitados</p>  <p>3. Engrase de Caja</p>  <p>4. Se realiza el ensamble de la mediatina con la placa de apertura del interruptor</p>  <p>5. Montaje de soportes</p>  <p>6. Acoplar tornillo alfin</p>  <p>7. Los soportes son atornillados y ajustado.</p>  <p>8. Ubicación del resorte de la Caja de Manobra</p>  <p>9. La Caja de Manobra es probada, confirmando de su adecuado funcionamiento.</p>  <p>10. Montaje del tope de la caja de maniobra</p>  <p>11. Montaje de tope para extracción de carro.</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	

3	MONTAJE DE INTERRUPTOR	<p>1. Montaje guía lateral del carro</p>  <p>2. Graficar patas de soporte interruptor</p>  <p>3. Montaje de interruptor</p>  <p>4. Ajustar conmutador</p>  <p>5. Apretar tornillería</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
---	------------------------	--	---
















4	CABLEADO INTERRUPTOR	<p>1. Destapar caja interruptor</p>  <p>2. Cableado conmutable</p>  <p>3. Cableado fijo</p>  <p>4. Fijar cableado</p>  <p>5. Ensamblar guía de aislamiento</p>  <p>6. Tapar caja de interruptor</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
---	----------------------	---	---














5	MONTAJE DE COBRE	<p>1. Puesta en obra cobre</p>  <p>2. Montaje cobre a interruptor</p>  <p>3. Apriete tornillería</p>  <p>4. Montar separadores</p>  <p>5. Montaje de garras</p>  <p>5. Ajuste de garras</p>  <p>7. Greflar soporte tubo</p>  <p>8. Ajustar soporte a cobre</p>  <p>9. Nivelar cobre</p>  <p>10. Presentar medidas cobre</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
6	AISLAMIENTO COBRE	<p>1. Inserción tubo aislante</p>  <p>2. Ajustar tubo aislante con tornillo plástico</p>  <p>3. Montar lamina aislante</p>  <p>4. Ajustar separador de laminas</p>  <p>5. Ensamblar aislante acrílico</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+











OPERACIÓN ESTÁNDAR		LÍNEA: PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING	
PROCEDIMIENTO PRE-CABLEADO		PROCESO CABLEADO	
Estación de Trabajo: PT3		Estación de Trabajo: PT3	
= CALIDAD 		= HABILIDAD 	
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.	
1	PRE-CABLEADO DE BORNERAS Tiempo operación: 88,49	<p>1. Montar bomes Serra en los rieles. </p> <p>2. Montar escuadras finales y numerarlas. </p> <p>3. Verificar conexiones en el plano. </p> <p>4. Montar bomes enchufables. </p> <p>5. Numerar bomes enchufables. </p> <p>6. Montar bomes de corriente. </p> <p>7. Numerar bomes de corriente. </p> <p>8. Montar bomes de tensión. </p> <p>9. Numerar bomes de tensión. </p> <p>8. Montar puentes en bome de tensión. </p> <p>9. Montaje de bomes de control y sus respectivos puentes. </p> <p>10. Montar bomes de pruebas y numerarlos. </p> <p>11. Armar paquete de bornes y marcarlo. </p> <p>12. Llevar paquete de bornes al área de almacenamiento. </p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	










2	<p>PRE-CABLEADO DE CONMUTABLE Tiempo de operación: 75,3</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1. Medir y Cortar cable</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2. Pelar extremos del cable</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3. Instalar terminales hembra</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>4. Ponchar cables</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5. Pre-cableado de conexión</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>6. Realizar puente para el conmutador</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>7. Realizar armario</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>8. Colocar Malla</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>9. Prueba de continuidad</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>10. Ponchar extremos opuestos</p>  </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">    </div>
---	---	--

3	<p>PRE-CABLEADO DE HARTING Tiempo de operación: 130,75</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1. Medir y Cortar cable</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2. Pelar extremos del cable</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3. Ponchar extremo del cable</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>4. Conectar cables en bornas</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5. Numerar</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>6. Figure</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>7. Instalar malla, correa y carcasa</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>8. Cortar y ponchar y conectar a la borna harting</p>  </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">    </div>
---	--	---

4	<p>PRE-CABLEADO DE CUCHILLAS Tiempo de operación: 96,96</p>	<p>1. Medir y cortar cable. Cortar 18 tiras de cables</p>  <p>2. Poner cables</p>  <p>3. Conectar cables perforados en la cuchilla</p>  <p>4. Figurar cables que salen de la cuchilla</p>  <p>5. Forrar cables con malla</p>  <p>6. Pitar, poner y conectar cables en las clavijas</p>  <p>7. Figurar cables que salen de las clavijas y conectar cables restantes</p>  <p>8. Numerar clavijas</p>  <p>9. Armar paquete y llevarlo al área de almacenamiento</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
5	<p>PRE-CABLEADO DE INERCONEXION Tiempo de operación: 86,19</p>	<p>1. Medir y Cortar cable</p>  <p>2. Cortar extremo del cable y marquillarlo</p>  <p>3. Poner cables</p>  <p>4. Unir todos los cables y armar paquete</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+





OPERACIÓN ESTÁNDAR		LÍNEA: PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING	
PROCEDIMIENTO CABLEADO BANDEJA DE CAJA DE BAJA		PROCESO CABLEADO	Estación de Trabajo: PT6
 = CALIDAD		 = HABILIDAD  SEGURIDAD	
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.	
1	<p>Alistamiento de material</p> <p>Se debe verificar que todos los equipos que pide el listado de equipos hayan sido entregados por el almacén</p>	 <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes Implementos de protección:</p> 	
3	<p>Aterrizar tierras</p>	<p>1. Medir y Cortar cable</p>  <p>2. Ponchar cables</p>  <p>3. Aterrizar tierras (conectar)</p>  <p> verificar que todas las bornas de tierra y las puertas tengan el cable de tierra</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes Implementos de protección:</p> 	
2	<p>Montar equipos y rotularlos</p> <p>Tiempo de operación:</p>	 <p> Verificar que el rótulo este bien Impreso y que al momento de pegarlo no se caiga y no se borren las letras</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes Implementos de protección:</p> 	



















<p>4</p>	<p>Conectar la calefacción e iluminación</p>	<p>1. Medir y Cortar cable</p>  <p>2. Ponchar cables</p>  <p>3. Marquillar</p>  <p>4. Conectar la calefacción</p>  <p>*Se debe halar el cable que atornilla para verificar su buen aprisionamiento.</p> <p>⚠ *En las luminarias no se puede cablear con un calibre mayor a 16 AWG.</p> <p>*Se debe cablear con el listado de cableado y no con las marquillas.</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes Implementos de protección:</p> 	<p>+</p>
<p>5</p>	<p>Conectar automaticos</p>	<p>1. Medir y Cortar cable</p>  <p>2. Ponchar cables</p>  <p>3. Marquillar</p>  <p>4. Conectar automaticos</p>  <p>⚠ * La parte aislante del terminal no debe quedar apretado por el automático.</p> <p>* Verificar siempre que un automático tenga cables a la entrada debe tener cable a la salida y viceversa.</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes Implementos de protección:</p> 	<p>+</p>

5	Conectar automáticos con borneras	<p>1. Medir y Cortar cable</p>  <p>2. Ponchar cables</p>  <p>3. Conectar automáticos con borneras</p>  <p>♦ Se debe halar el cable que atomilla para verificar su buen aprisionamiento.</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
5	Verificación de documentos	<p>1. Verificar conexiones en el plano.</p>  <p>2. Llenar lista de pruebas</p>  <p>♦ Al llenar la lista de pruebas se deben diligenciar solo los campos correspondientes al cableado</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	♦ +
5	Temoencoger marquillas	 <p>♦ A la hora de temoencoger se debe verificar que la marquilla no quede montada en el terminal, este bien temoencogido y sea visible la información, a su vez, se debe ser muy cuidadoso para no dañar los equipos que</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+

5	Tapar Tiempo total cableado de puerta: 481,58	 <p>  Asegurarse que los cables queden bien organizados así estén tapados por la canaleta y que haya aproximadamente un 30 % de espacio disponible en esta. </p> <p> Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes </p> 	+
---	---	--	---

OPERACIÓN ESTÁNDAR		LÍNEA: PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING	
PROCEDIMIENTO CABLEADO DE PUERTA DE BAJA TENSIÓN		PROCESO CABLEADO	Estación de Trabajo: PT7
	= CALIDAD		= HABILIDAD
			SEGURIDAD
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.	
1	Tomar el material: Cables, malla del estante de materia prima	 <p> Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección: </p> 	

2	Montar equipos y rotular	 <p>Los equipos se deben montar según disposición mecánica y si ésta no corresponde debe venir el ingeniero mecánico y actualizar la disposición.</p> <p>◆ Se debe informar al PLM de planta cuando hayan discrepancias entre el equipo montado y el listado de equipos</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes Implementos de protección:</p> 	+
2	Pegar adhesivos	<p>1. Placa de características 2. Conjuntos y subconjuntos</p>  <p>Verificar que el nombre de la celda y el nombre del proyecto corresponda.</p> <p>◆ Las firmas del estiquer de conjuntos y subconjuntos deben estar diligenciadas hasta el proceso donde va con la fecha.</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes Implementos de protección:</p> 	◆ +

<p>3</p>	<p>Conectar Relé</p>	<p>1. Cortar marquillas </p> <p>2. Medir y cortar cable </p> <p>3. Ponchar cables </p> <p>4. Marquillar </p> <p>5. Conectar Relé </p> <p>6. Verificar conexiones en el plano </p> <p>7. Llenar lista de pruebas  </p> <p> Cuando se hace la conexión se debe buscar el torque apropiado o destornillador para el torque que se requiere dependiendo del tornillo que se utilice: M4: 1.8N y M6: 3.5N</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p>   	<p></p>
<p>6</p>	<p>Figurar cables del relé</p>	<p>1. Figurar </p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p>   	<p></p>

7

Conectar equipos

1. Cortar marquillas



2. Medir y cortar cable



3. Ponchar cables



4. Marquillar



5. Conectar equipos



6. Figurar



7. Verificar conexiones en el plano.



8. Termoencoger marquillas



9. Llenar lista de pruebas







Se debe hacer una correcta y delicada manipulación de los equipos.

A la hora de termoencoger se debe verificar que la marquilla no quede montada en el terminal, este bien termoencogido y sea visible la información.

Las conexiones se deben hacer según el listado de conexionado no según las marquillas.

Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:

















<p>8</p>	<p>Figurado final Tiempo total cableado de puerta: 425,08</p>	<p>1. Figurar cables del relé y equipos</p>  <p>2. Poner malla y terminar</p>  <p>No pueden existir cables cruzados.</p> <p>Se debe usar el soporte de la puerta para soportar el paquete de cables.</p> <p>Todos los paquetes de las celdas deben ser iguales.</p> <p>No se deben dejar cables de reserva.</p> <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	
----------	---	--	---

9	MONTAJE DE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN Tiempo operación: 22,96	   <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
---	---	---	---

OPERACIÓN ESTÁNDAR		LÍNEA: PRODUCCIÓN TABLEROS SIEMENS MANUFACTURING	
PROCEDIMIENTO CABLEADO DE TRANSFORMADORES Y CONEXIÓN FINAL		PROCESO CABLEADO	Estación de Trabajo: PT8
◆	= CALIDAD	⚡	= HABILIDAD
		+	SEGURIDAD
No.	Operación	Diagramas / Fotos / etc.	
1	CABLEADO DE INTERFACE Tiempo de operación: 87,76	<p>1. Cortar el cable, ponchar, conetar y figurar.</p>  <p>2. Termoencoger marquillas</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	

2

CABLEADO DE TRANSFORMADORES
Tiempo de operación: 150,21





1. Tomar cables ya precableados.	2. Montar tafos en planilla	3. Destapar acrílicos.
		
4. Cortar pasacables	5. Meter cable en el pasacable	6. Doblar terminal para conectarlo
		
7. Quitar tornillos	8. Conectar cables	9. Conectar indicador capacitivo de tensión
		
10. Figurar paquete de cables	11. Poner malla	12. Marcar indicador capacitivo
		
13. Tapar	14. Terminar	
		

Hacer Pruebas

1. Amarillar los circuitos de corriente	2. Pitar	3. Pegar adhesivo de conjuntos y subconjuntos
		

Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:



3	<p>CABLEADO DE CALEFACCIÓN Tiempo de operación: 178,63</p>	<p>1. Conectar resistencia 2. Conectar termostato 3. Armar paquete y subir cables</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+
4	<p>Cableado de caja de baja tensión con transformadores Tiempo de operación: 52,47</p>	<p>1. Medir el cable, cortar, ponchar y figurar 2. Termoencoger marquillas</p>  <p>Por seguridad del operario se debe utilizar los siguientes implementos de protección:</p> 	+

ANEXO E: BALANCE DE LÍNEA PARA UNA CAPACIDAD DEL 75% Y 50%

PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	SUB PROCESOS	Número de operarios	TIEMPO ACTUAL (min)	Horas disponibles	Demanda	Tack Time	Cant. Op. Cel
Ensamble	PT1	Pre-Ensamble de Pisos	1	65,66	168	15	11,2 horas	7
		Pre-Ensamble de Pilastros posteriores y frontales		101,17				
		Pre-Ensamble de Techos		44,70				
		Pre-Ensamble de Tapas posteriores superiores e inferiores		39,16				
		Pre-Ensamble de Puertas		50,07				
		Pre-Ensamble de Piezas Intermedias		30,63				
		Pre-Ensamble de Bandeja de CT's		24,83				
		Pre-Ensamble de Cortinas		26,92				
		Pre-Ensamble de Diagonales de aisladores		11,96				
		Pre-Ensamble Seccionador de puesta a tierra		49,84				
		Pre-Ensamble de Soportes para Bushing		7,29				
		Pre-Ensamble de Descargadores		11,14				
		Pre-Ensamble láminas laterales		42,55				
		Montaje de Tapa ductos		40,76				
		Pre-Ensamble Caja de Baja		110,97				
	PT2	Ensamble estructura (Pisos, Pilastros, Piezas intermedias, Techo, Tapas posteriores y diagonal de aisladores)	2	254,24	En éste puesto de trabajo se asignan 2 operarios por el peso de las piezas y porque es necesario por la naturaleza del proceso			
		Montaje de Cortinas		154,59				
		Montaje de Bandejas de CT'S y PT's		39,14				
		Montaje de Bushing		48,3				
		Montaje de Puertas		14,29				
		Montaje de Cobre		118,79				
		Montaje de la caja de baja tensión		29,87				

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	657,66	672

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	659,22	672

	PT3	Montaje de seccionador	1	234,66
		Montaje de interruptor		64,5
		Montaje de Fibras Trafos		17,99
		Pre-Ensamble interruptor		246,85
		Cableado de Interruptor		21,08
		Montaje de Tapas finales y posteriores		91,05
Cableado	PT4	Pre-cableado de Harting	1	138,75
		Pre-cableado de Bornera		88,49
		Pre-Cableado de Interconexión		89,19
		Pre-Cableado de conmutables		75,3
		Pre-cableado de cuchillas		98,96
		Pre-Cableado de trafos		28,3
		Cableado de Interface		87,76
		Conexionado final		52,41
	PT5	Cableado de Bandeja	1	481,58
		Cableado de Transformadores		150,21
	PT6	Cableado de Puerta	1	425,08
		Montaje de placas de identificación		22,96
		Cableado de Calefacción		178,66
Tiempo total (Horas)				65,18

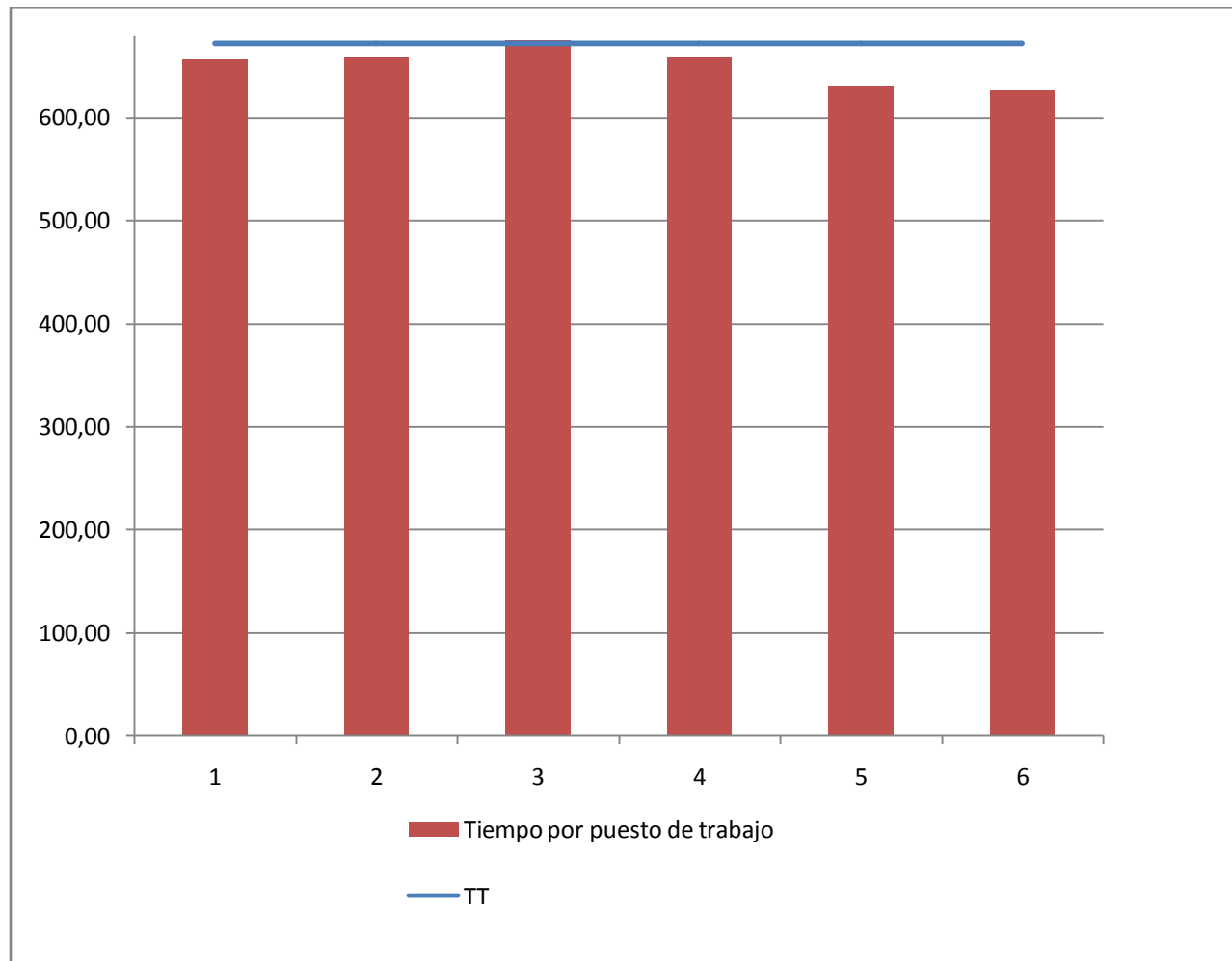
No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	676,13	672

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	659,16	672

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	631,79	672

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	626,70	672

Gráfica distribución carga por puesto de trabajo para una capacidad del 75%



PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	SUB PROCESOS	Número de operarios	TIEMPO ACTUAL (min)	Horas disponibles	Demanda	Tack Time	Cant. Op. Cel
Ensamble	PT1	Pre-Ensamble de Pisos	2	65,66	168	10	16,8	5
		Pre-Ensamble de Pilastros posteriores y frontales		101,17				
		Pre-Ensamble de Techos		44,70				
		Pre-Ensamble de Tapas posteriores superiores e inferiores		39,16				
		Pre-Ensamble de Puertas		50,07				
		Pre-Ensamble de Piezas Intermedias		30,63				
		Pre-Ensamble de Bandeja de CT's		24,83				
		Pre-Ensamble de Cortinas		26,92				
		Pre-Ensamble de Diagonales de aisladores		11,96				
		Pre-Ensamble Seccionador de puesta a tierra		49,84				
		Pre-Ensamble de Soportes para Bushing		7,29				
		Pre-Ensamble de Descargadores		11,14				
		Pre-Ensamble láminas laterales		42,55				
		Montaje de Tapa ductos		40,76				
		Pre-Ensamble Caja de Baja		110,97				
		Ensamble estructura (Pisos, Pilastros, Piezas intermedias, Techo, Tapas posteriores y diagonal de aisladores)		254,24				
		Montaje de Bandejas de CT'S y PT's		39,14				
		Montaje de Puertas		14,29				
	Montaje de la caja de baja tensión	29,87						
	PT3	Montaje de Cortinas	1	154,59				
Montaje de Bushing		48,3						

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	995,20	1008

En éste puesto de trabajo se asignan 2 operarios por el peso de las piezas y porque es necesario por la naturaleza del proceso

No. operarios	Tiempo total (min)	TT (min)
1	995,20	1008

		Montaje de Cobre		118,79	1	997,81	1008	
		Montaje de seccionador		234,66				
		Montaje de interruptor		64,5				
		Montaje de Fibras Trafos		17,99				
		Pre-Ensamble interruptor		246,85				
		Cableado de Interruptor		21,08				
		Montaje de Tapas finales y posteriores		91,05				
Cableado	PT4	Pre-cableado de Harting	1	138,75	1	959,73	1008	
		Pre-cableado de Bornera		88,49				
		Pre-Cableado de Interconexión		89,19				
		Pre-Cableado de conmutables		75,3				
		Pre-cableado de cuchillas		98,96				
		Cableado de Interface		87,76				
		Conexionado final		52,41				
		Cableado de Transformadores		150,21				
		Cableado de Calefacción		178,66				
	PT5	Pre-Cableado de trafos	1	28,3	1	957,92	1008	
		Cableado de Bandeja		481,58				
		Cableado de Puerta		425,08				
		Montaje de placas de identificacion		22,96				
	Tiempo total (Horas)				65,18			

Gráfica distribución carga por puesto de trabajo para una capacidad del 50%

