

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TITULO

Plan de mejora de productividad en el área de fabricación de moldes y en área de colaje en las referencias 3022 y 3026 de la empresa INCESA Standard/Corona industrial.

AUTORES

- Br. Nohemí Fabiola Gaitán Martínez.
- Br. Jonathan Alfredo Laguna Logo.
- Br. María Auxiliadora Martínez Figueroa.

TUTOR

Ing. José Román Mena.

Managua, 19 de Agosto de 2020

DEDICATORIA

A Dios.

Por la oportunidad de llevar a cabo con éxito nuestro presente trabajo.

A mi madre.

Rosa María Figueroa por darme su apoyo, su amor, comprensión y guiarme por el camino del bien, por confiar siempre en mí y en todo lo que hago. Gracias madre por ser una gran mujer y por todo el sacrificio, trabajo y lucha que hizo para no dejarme caer nunca y continuar adelante. Tú eres el mejor ejemplo de esfuerzo y mi motor para seguir adelante. Hoy hemos logrado esto, pero faltan muchos logros más por cumplir de los cuales estarás orgullosa.

A mí.

Porque siempre tuve bien claro cuales eras mis metas y a pesar de todos los obstáculos presentados en el camino, cuando sentí que mis fuerzas llegaban a su fin, hoy siento una gran satisfacción al ver lo que algún día anhelé, hoy es una realidad, donde cada sacrificio ha valido la pena y sobre todo ver que Dios ha hecho su obra en mí y con gran optimismo hoy digo: "Todo sacrificio en la vida tiene su recompensa".

Br. María Auxiliadora Martínez Figueroa.

DEDICATORIA

A Dios:

Sobre todas las cosas, por permitirme culminar mi carrera universitaria y desarrollar con éxito nuestro trabajo monográfico.

A mis padres:

Quiénes me han apoyado incondicionalmente en cada etapa de mi vida y han creído en mis capacidades y deseos de superación, siempre velando por mi seguridad y sobre todo comodidad a lo largo de mi trayectoria. Personas increíbles que me han forjado de la mejor manera logrando convertirme en la persona que soy hoy; sin duda alguna este es uno de los tantos logros que he alcanzado y me he propuesto alcanzar para seguir llenándoles de orgullo a mis dos pilares de motivación.

A mi familia:

Por haberme acogido y apoyado a lo largo de mi formación universitaria.

A mí:

Porque nada se logra sin las inmensas ganas por luchar hasta llegar a ello, porque a pesar de las adversidades tuve coraje para hacerle frentes y tomarlas como base para nuevos caminos y, sobre todo, aprender de la enseñanza que te dejan cada una de ellas. Es una grata satisfacción el darse cuenta de hasta donde se puede llegar con esfuerzo, dedicación y lo más importante el tener confianza en sí mismo con respecto a nuestras habilidades y capacidades que nos destacan.

Br. Nohemi Fabiola Gaitán Martínez.

DEDICATORIA.

A Dios.

Por ser la guía en el camino correcto y prestarme las fuerzas y la vida para llegar hasta este punto.

A mis padres.

Jaqueline Logo y Jarlin Laguna, quienes no dejaron de confiar en mí en ningún momento, por el esfuerzo que han hecho para darme la oportunidad de desarrollar mis estudios universitarios porque siempre me han apoyado en mis sueños y se regocijan de verme cumplir cada uno de ellos, siempre han estado para mí y este logro es tan suyo como mío.

A mi familia y amigos.

Que siempre confiaron en mis capacidades y me han apoyado de diversas maneras durante mis estudios.

Br. Jonathan Alfredo Laguna Logo.

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro padre celestial.

Por haberme otorgado el don de la vida, la fuente de la sabiduría y la fortaleza para resistir cada obstáculo enfrentado en mi diario caminar y permitirme culminar satisfactoriamente mi trabajo monográfico.

A mi familia.

A ella le dedico estas palabras como un pequeño reconocimiento a su apoyo incondicional que me han brindado en el transcurso de mi carrera, por la paciencia y comprensión que me tuvieron a cada desvelada, a cada ausencia cuando no pude asistir a la reunión familiar o entre amigos, por mis cambios de humores provocados por el estrés, hoy todo eso ha valido la pena y este logro tiene un significado en mi corazón y me hacen falta las palabras, solo puedo decir gracias a todas y cada una de las personas me han ayudado a crecer de una otra forma para cumplir mi sueño de ser una buena ingeniera.

A mis amigas.

Pues Dios me bendijo dándome a las mejores amigas del mundo, muchas gracias por su ayuda y apoyo, por acogerme en su casa cuando presentaba dificultades para viajar, por todas esas palabras de aliento, motivación y consejos que me hicieron ser más fuerte y nunca darme por vencida.

A nuestro tutor.

Msc. José Román Mena, por su apoyo y tiempo brindado desde un inicio, por facilitarnos las herramientas y los consejos que complementan este trabajo, así como su disposición e interés demostrado para la realización de esta monografía.

Br. María Auxiliadora Martínez Figueroa.

AGRADECIMIENTO

A Dios.

Dador de vida, por permitirme llegar hasta hoy brindándome sabiduría, salud, fuerza y empeño; a quién le debo no solo la vida si no cada paso y momento de aprendizaje que ha concedido un mayor aprendizaje para culminar unas de mis tantas metas soñadas.

A mi familia.

Principalmente a mis padres por sus esfuerzos, enseñanzas y amor incondicional hacía mí; por su esfuerzo en brindarme todo lo que podría necesitar y sobre todo la confianza y apoyo en mi decisión de realizar mi formación universitaria lejos de ellos.

A mi familia, quiénes sin pensarlo me abrieron las puertas de su casa y apoyaron en todo momento cada etapa de mis estudios e incluyeron en su núcleo familiar como un miembro más.

A mis amigas.

Son la mejor bendición que pude encontrar a lo largo de mi etapa universitaria; siempre estuvieron ahí en los buenos y malos momentos, llenando de alegría y motivaciones en situaciones de estrés, compartiendo conocimientos las unas con las otras y sobre todo el dar inicio a una amistad sincera y leal la cual espero dure como mínimo una vida.

A nuestro tutor.

Msc. José Román Mena, quién es un excelente profesional y nos brindó apoyo no solo como profesional al compartirnos las herramientas y correcciones necesarias para la realización de este trabajo monográfico, sino también como amigo al aconsejarnos y motivarnos a seguir adelante.

Br. Nohemí Fabiola Gaitán Martínez.

AGRADECIMIENTO.

A Dios.

Por permitirme llegar hasta este punto, prestarme la vida y el entendimiento para expandir mis conocimientos.

A mis padres.

Jaqueline Logo y Jarlin Laguna por apoyarme en todo momento, desde el principio no me limitaron y me dijeron que era capaz de realizar todo lo que me proponga.

A mis compañeros de clase.

Quiénes al igual que yo seguimos el mismo camino, convertimos en profesionales capaces de dar soluciones a los problemas que encontremos en cada punto de nuestra vida laboral.

A muchos que se quedaron en el camino, otros que no pudieron continuar, los que siguen en la lucha y los que ya se graduaron, porque de todos ellos aprendí que, a pesar de ser personas con diferencias notables, todos queremos salir adelante y llegar al punto en que seamos capaces de ver atrás de nosotros y sentirnos satisfechos de esto.

Br. Jonathan Alfredo Laguna Logo.

RESUMEN EJECUTIVO

En la economía actual, y con las variables macroeconómicas en juego, se hace mucho más relevante una gestión estratégica de los costos y la productividad para alcanzar una ventaja competitiva en el entorno cambiante que enfrenta la industria cerámica. En Nicaragua particularmente existe un único fabricante de porcelana sanitaria con más de 60 años en el mercado, pero hoy se enfrenta a la amenaza de competidores extranjeros que basan su estrategia en costos y precios bajos.

El presente trabajo monográfico se realizó en **Incesa Standard S.A.** compañía fundada por Nicaragüenses y adquirida en 2013 por Corona Industrial S.A., y responde a la necesidad planteada en el párrafo anterior; definiendo oportunidades de mejora para lograr una mayor productividad e impacto en costos, apoyando así la gestión interna de la organización. A través de este estudio se muestra un estado inicial o situación actual de la empresa y poco a poco se va introduciendo al lector hasta el análisis y elaboración de un plan de mejora para el incremento de productividad con relación a piezas producidas por hombre equivalente en dos áreas críticas (Fábrica de moldes y Colaje), específicamente con la referencia 3026 y 3022.

Para la construcción de este plan se aplicaron distintas herramientas de mejora, desde el diagnóstico hasta el análisis e identificación de las oportunidades. Se recopila también la suma de muchos años de experiencia de los colaboradores que han contribuido al enriquecimiento de este documento.

Una de estas herramientas utilizadas es SMED (**Single Minute Exchange of Die**, que significa *cambio de troqueles en menos de diez minutos*), la cual fue aplicada en el área de fábrica de moldes; rompiendo a su vez algunos paradigmas acerca de su implementación. Al aplicar esta herramienta se redujo el tiempo de ejecución de las actividades mediante la asignación de tareas paralelas, disminución de recorridos eliminando actividades que no agregaban valor al proceso, balanceo de

las cargas de trabajo y distribución de las actividades con el fin de lograr obtener un mejor aprovechamiento del recurso humano.

Se presenta también un estudio de tiempos y movimientos para el área de colaje con el fin de reducir el tiempo de ciclo y aumentar de esta manera la productividad; además se realizaron líneas de tiempo para ambas referencias (3022 y 3026) con la finalidad de obtener una mayor visualización e interpretación de los datos y de esta manera determinar las oportunidades de mejora que conllevaron a eliminar tiempos ociosos. Se logra también reducir/eliminar actividades que no agregan valor, permitiendo disminuir horas extras generadas y aumentando así el número de pieza por hombres como tal.

Por supuesto; un cambio de la magnitud que plantea este estudio monográfico, requiere una gestión oportuna de cambio y la construcción de una cultura de calidad en la que ya viene trabajando la organización, pero todo esfuerzo se verá recompensado en los indicadores y el bienestar de los colaboradores.

Índice.

I.	Introducción.....	1
II.	Antecedentes.....	2
III.	Planteamiento del problema.....	4
IV.	Justificación.....	5
V.	Objetivos.....	6
5.1.	Objetivo General.....	6
5.2.	Objetivos específicos.....	6
VI.	Marco teórico.....	7
6.1.	Inodoro.....	7
6.2.	Productividad.....	7
6.3.	Plan de mejora.....	8
6.4.	Diagrama de recorrido.....	8
6.5.	SMED.....	8
6.6.	Trabajo estandarizado.....	9
6.7.	Estudio de tiempos.....	10
6.7.1.	Cronometraje.....	11
6.7.2.	Tamaño de muestra (N).....	11
6.7.3.	Valoración.....	13
6.7.4.	Tiempo básico (normal).....	14
6.7.5.	Suplementos.....	14
6.7.6.	Tiempo estándar.....	15
6.8.	Línea de tiempo.....	16
6.9.	Marco conceptual del área de fábrica de moldes.....	16
6.9.1.	Moldes de yeso.....	16
6.9.2.	Yeso.....	16
6.9.3.	Escayola.....	17
6.9.4.	Consistencia.....	17
6.9.5.	Matríz.....	17
6.9.6.	Spagless.....	17
6.9.7.	Gusanos.....	18
6.9.8.	Implementos para formar spagless.....	18
6.10.	Marco conceptual del área de Colaje.....	18

6.10.1.	Curado de pieza.....	18
6.10.2.	Glicerina.	18
6.10.3.	Ponchado	18
6.10.4.	Pulido.....	18
6.10.5.	Raqueteado.	19
6.10.6.	Zabra.....	19
VII.	Hipótesis y variables.....	20
VIII.	Diseño metodológico.....	21
8.1.	Tipo de enfoque.....	21
8.2.	Tipo de investigación.....	21
8.3.	Tiempo de ocurrencia.	21
8.4.	Área de estudio.....	21
8.5.	Objeto de investigación.....	22
8.6.	Población y muestra.....	22
8.7.	Técnicas y herramientas para la recopilación de información.....	22
IX.	Generalidades de la empresa.	25
9.1.	Características.	25
9.2.	Visión.....	25
9.3.	Misión.....	25
9.4.	Valores.....	25
9.5.	Organigrama.....	27
9.6.	Familia de productos.....	27
9.7.	Áreas del proceso general.....	29
X.	Desarrollo del tema.	31
Capítulo I.	Área de Fábrica de moldes.....	32
1.	Proceso.....	32
2.	Pasos o etapas de la aplicación de SMED.	37
2.1.	Documentar la realidad.....	37
2.2.	Separar ajustes internos y externos.	38
2.2.1.	Wolverine-3026.	39
2.2.2.	Olympus-3022.	41
2.3.	Actividades por colaborador (actual).....	42
2.3.1.	Wolverine-3026.	43
2.3.2.	Olympus-3022.....	44
2.3.3.	Diagrama de recorrido (actual).....	46

2.4.	Cambiar ajustes internos a ajustes externos.....	47
2.4.1.	Wolverine-3026.....	49
2.4.2.	Olympus-3022.....	51
2.4.3.	Productividad en piezas/hombres equivalentes.....	53
2.5.	Actividades por colaborador (propuesto).	54
2.5.1.	Wolverine-3026.....	54
2.5.2.	Olympus-3022.....	55
2.5.3.	Diagrama de recorrido propuesto.....	57
2.6.	Lista de verificación.....	58
2.6.1.	Wolverine-3026.....	59
2.6.2.	Olympus-3022.....	60
2.7.	Tareas paralelas.....	61
2.7.1.	Wolverine-3026.....	62
2.7.2.	Olympus-3022.....	63
3.	Beneficio estimado.....	64
Capítulo 2. Área de Colaje.....		65
1.	Proceso.....	65
1.1.	Wolverine-3026.....	65
1.2.	Olympus-3022.....	72
2.	Situación actual.....	77
2.1.	Wolverine.....	77
2.2.	Olympus.....	78
3.	Estudio de tiempos.....	79
3.1.	Cálculo de muestras (N).....	80
3.1.1.	Wolverine.....	80
3.1.2.	Olympus.....	81
3.2.	Cálculo de tiempo básico o normal.....	81
3.2.1.	Wolverine.....	82
3.2.2.	Olympus.....	82
3.3.	Cálculo de suplementos.....	82
3.3.1.	Wolverine.....	83
3.3.2.	Olympus.....	83
3.4.	Cálculo de tiempo estándar.....	84
3.4.1.	Wolverine.....	84

3.4.2.	Olympus.....	84
4.	Interpretación de resultados actuales.....	85
4.1.	Wolverine.....	85
4.2.	Olympus.....	88
5.	Propuesta de acción.....	90
5.1.	Wolverine.....	90
5.2.	Olympus.....	92
6.	Comparación situación actual-propuesta.....	96
6.1.	Wolverine.....	96
6.2.	Olympus.....	98
7.	Beneficio estimado.....	99
XI.	Conclusión.....	101
XII.	Recomendaciones.....	103
XIII.	Bibliografía.....	104
XIV.	Anexos.....	106

Índice de tablas.

Tabla 1 Cálculo de número de observaciones. Fuente: Libro Claves de lean management.	12
Tabla 2 Valoraciones del Ritmo de trabajo. Fuente: Libro Introducción del Estudio de Trabajo.	13
Tabla 3 Suplementos de trabajo. Fuente: Introducción al estudio de trabajo.	15
Tabla 4 Simbología de flujogramas. Fuente: Elaboración propia a partir del libro OIT.	23
Tabla 5 Familia de Productos. Fuente: Datos proporcionados por la empresa Incesa Standard.	28
Tabla 6 Separación de actividades internas y externas Wolverine. Fuente: Elaboración propia.	40
Tabla 7 Productividad actual Wolverine en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	40
Tabla 8 Separación de actividades internas y externas Olympus. Fuente: Elaboración propia.	41
Tabla 9 Productividad actual Olympus en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	42
Tabla 10 Tareas por colaborador actual Wolverine en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	43
Tabla 11 Tareas por colaborador actual Olympus en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	45
Tabla 12 Plan de mejora en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.	48
Tabla 13 Cambiar tareas internas a externas Wolverine. Fuente: Elaboración propia.	49
Tabla 14 Tiempo total del proceso actual y propuesto Wolverine en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	50
Tabla 15 Cambiar tareas internas a externas Olympus. Fuente: Elaboración propia.	51
Tabla 16 Tiempo total del proceso actual y propuesto Olympus en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	52
Tabla 17 Productividad en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.	53
Tabla 18 Tareas por colaborador propuesto Wolverine en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	54
Tabla 19 Tareas por colaborador propuesto Olympus en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.	56
Tabla 20 Lista de verificación para la fabricación de moldes ref. 3026. Fuente: Elaboración propia.	59
Tabla 21 Lista de verificación para la fabricación de moldes ref. 3022. Fuente: Elaboración propia.	60
Tabla 22 Beneficio económico para Wolverine – Fabrica de moldes	64
Tabla 23 Beneficio económico para Olympus – Fabrica de moldes	64
Tabla 24 Productividad actual TAC Wolverine, ref.3026 en Colaje. Fuente: Elaboración propia.	77
Tabla 25 Productividad actual TAC Olympus, ref.3022 en Colaje. Fuente: Elaboración propia.	78
Tabla 26 Núm. de observaciones por operación para TAC Wolverine, en Colaje. Fuente: Elaboración propia.	80

Tabla 27 Núm. de observaciones por operación para TAC Olympus, en Colaje. Fuente: Elaborac. propia.	81
Tabla 28 Resumen tiempo básico por operación para TAC Wolverine, en Colaje. Fuente: Elaborac. propia.	82
Tabla 29 Resumen tiempo básico por operación para TAC Olympus, en Colaje. Fuente: Elaborac. propia.	82
Tabla 30 Resumen de suplementos por operación para TAC Wolverine. Fuente: Elaborac. propia.	83
Tabla 31 Resumen de suplementos por operación para TAC Olympus.. Fuente: Elaborac. propia.	83
Tabla 32 Resumen de tiempo estándar por operación para TAC Wolverine. Fuente: Elaborac. propia.	84
Tabla 33 Resumen de tiempo estándar por operación para TAC Olympus. Fuente: Elaborac. propia.	84
Tabla 34 Cambios en operación de fabricación de TAC Olympus. Fuente: Elaborac. propia.	94
Tabla 35 Cambios en horas laborales para TAC Olympus. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 36 Productividad propuesta TAC Wolverine, en Colaje. Fuente: Elaboración propia.	96
Tabla 37 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Wolverine, actual. Fuente: Elaborac. propia.	97
Tabla 38 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Wolverine, propuesta. Fuente: Elaborac. propia.	97
Tabla 39 Productividad propuesta TAC Olympus, en Colaje. Fuente: Elaboración propia.	98
Tabla 40 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Olympus, actual. Fuente: Elaboración propia.	99
Tabla 41 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Olympus, propuesta. Fuente: Elaboración propia.	99
Tabla 42 Beneficio económico para Wolverine Área de colaje	100
Tabla 43 Beneficio económico Olympus - Área de colaje	100

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1 Productividad medida en piezas producidas por hombre equivalente en INCESA Standard. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa.....	2
Ilustración 2 Propuesta de Organigrama de la empresa Incesa Standard. Fuente: Elaboración propia.....	27
Ilustración 3 Áreas de trabajo: Fábrica de moldes y Colaje.	31
Ilustración 4 Proceso de Fábrica de moldes.....	36
Ilustración 5 Porcentaje de utilización de recurso humano actual Wolverine en Fáb de moldes. Fuente: Elaboración propia	44
Ilustración 6 Porcentaje de utilización de recurso humano actual Olympus en Fáb de moldes. Fuente: elaboración propia.....	45
Ilustración 7 Diagrama de recorrido por operario actual en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.....	46
Ilustración 8 Mejora de productividad en Fábrica de moldes.	53
Ilustración 9 Porcentaje de utilización de recurso humano propuesto Wolverine en Fáb. de moldes.	55
Ilustración 10 Comparación de tiempos actuales y propuestos Wolverine en Fáb. de moldes.	55
Ilustración 11 Comparación de tiempos actuales y propuestos Olympus en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia	56
Ilustración 12 Porcentaje de utilización de recurso humano propuesto Olympus en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia	56
Ilustración 13 Diagrama de recorrido por operario propuesto en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.	57
Ilustración 14 Reducción de recorridos en fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.	58
Ilustración 15 Diagrama de tareas paralelas Wolverine en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.....	62
Ilustración 16 Diagrama de tareas paralelas Olympus en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.....	63
Ilustración 17 Flujograma de proceso para fabricación de TAC Wolverine, ref.3026. Fuente: Elaboración propia.	71
Ilustración 18 Flujograma de proceso para fabricación de TAC Olympus, ref.3022. Fuente: Elaboración propia.	76

I. Introducción.

La productividad es un término que cobra gran relevancia en todo tipo de industrias a nivel mundial desde que el mundo pasó de la producción en masa a la producción ajustada; su enfoque parte de la necesidad de aprovechar al máximo los recursos (que son limitados) para obtener costos más bajos que se puedan traducir en mayor competitividad y un desarrollo constante.

Nicaragua como país; presenta brechas marcadas en tecnología, mano de obra especializada y obtención de materias primas para la industria cerámica (que es donde se desarrollará este trabajo monográfico), por lo que se hace evidente la necesidad de mejorar el aprovechamiento de todos los recursos productivos. Durante el último semestre la planta de manufactura que se aborda en este estudio ha disminuido drásticamente su volumen de producción y mano de obra, con costos fijos que requieren de un mejor uso del factor mano de obra para disminuir el costo por pieza fabricada.

Partiendo de lo antes mencionado, el presente proyecto está orientado en la creación de un plan de mejora para la productividad (medida en piezas por hombre equivalente) en la empresa INCESA Standard en dos de sus áreas fundamentales para el proceso de elaboración de sanitarios: fabricación de moldes y colaje, enfocándose en las tazas de anillo cerrado Olympus (referencia 3022) y Wolverine (referencia 3026).

¿Cuál es la situación actual en términos de productividad? ¿Cuáles son los factores clave o variables independientes para mejorar este indicador? Estas son algunas de las preguntas que se han formulado y para las cuales se plantean cuestionamientos y respuestas a través de este trabajo monográfico.

Todos los datos presentados son reales, y provienen de fuentes primarias como entrevistas a la Gerencia, Superintendencia y acceso directo al Gemba o proceso. Existe un esfuerzo importante de parte de los autores para que el lector pueda comprender cada detalle del apasionante y a la vez complejo proceso de fabricación de porcelana sanitaria.

II. Antecedentes.

Desde hace más de cien años el término “productividad” empezó a ganar relevancia en el mundo industrial, primero de la mano de Frederick Winslow Taylor, luego con Henri Fayold, Harold Maynard, Henry Ford, Taicho Ohno y Shigeo Shingo, estos últimos dos impulsando toda una transformación cultural del otro lado del mundo (Japón) que luego se expandió a los otros continentes.

“Ninguna idea surge realmente del vacío. Al contrario, las ideas nuevas surgen de un conjunto de condiciones en las que no parecen funcionar ya las antiguas...” (P. Womack, T. Jones, & Roos, 2017). En una situación particular como la que atraviesa Nicaragua y la región latinoamericana, nada es más cierto que la afirmación con la que iniciamos este párrafo. INCESA Standard ha presentado a lo largo de los años oportunidades en el cumplimiento de productividad, comparando este valor con las metas que la organización corporativa le ha confiado. Baja productividad se traduce en costos más altos, en un entorno donde compiten productos importados de Guatemala, México y China principalmente.

La productividad como indicador principal del Box Score de INCESA Standard, presenta un decrecimiento con tendencia marcada a raíz de la disminución del volumen de producción, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

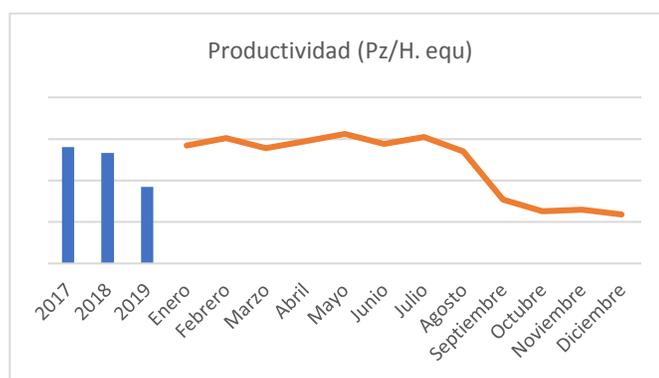


Ilustración 1 Productividad medida en piezas producidas por hombre equivalente en INCESA Standard. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa.

INCESA Standard no cuenta con estudios previos relacionados a productividad en el área de fabricación de moldes, tampoco se han elaborado instructivos, manuales o procedimientos que sirvan de apoyo para el desarrollo de este trabajo monográfico.

Para el área de colaje; en los últimos cinco años se han realizado algunos trabajos para mejora de productividad como reconversiones tecnológicas, estudios para mejoramiento de propiedades en materia prima, definición y análisis de ciclos tecnológicos, entre otros.

No obstante, para el área de primera inspección y esmalte (forman parte del proceso productivo de las piezas de porcelana sanitaria) se tiene un estudio realizado por (López Escoto & Guillen Rodriguez, 2016) titulado “Análisis de productividad en el proceso de primera inspección y esmalte en la empresa Incesa Standard desde abril-junio 2016”, en dicho trabajo se describen cada una de las operaciones que se llevan a cabo para la realización de estos procesos obteniendo la estandarización por medio de un estudio de tiempos; eliminando de esta manera tiempo ocioso y cuellos de botella, mejorando así la productividad. Así mismo se determinó que el ambiente de trabajo es un factor clave el cual incide en la disminución del tiempo productivo dado que el colaborador recorre largas distancias de la banda a mesa de trabajo.

Por otro lado, a nivel general se realizó un proyecto por (Gómez Narváez, Rodríguez Ramirez, & Roque Trejos, 2018) titulado “Plan de mejora del proceso productivo en la empresa Incesa Standard S.A” con el propósito de conocer cada uno de los procesos por los que atraviesa la loza sanitaria el cual consta de ocho áreas: Preparación esmalte, preparación pasta, moldes, colaje, primera inspección, esmaltado, horno e inspección final. De igual manera se plantea una propuesta de mejora para cada una de estas áreas optimizando los métodos de trabajo y aumentando la calidad de las piezas.

III. Planteamiento del problema.

La productividad es un tema de gran importancia para las industrias hoy en día, dado que ser productivo conlleva a ser competitivo en el mercado.

Incesa Standard ha disminuido las ventas de piezas en porcelana sanitaria desde septiembre de 2019¹, y por ende el volumen de producción; así como el personal de las distintas áreas de la planta, permaneciendo solamente un turno de los tres establecidos anteriormente. La producción pasó de 32,000 a 12,000 piezas por mes y el costo total unitario se incrementó como consecuencia de una descompensación en el modelo de producción, recurriendo en algunos casos a horas extra de mano de obra para cumplir con pedidos del mes.

Dentro de los planes de la compañía no figura la contratación de personal en los próximos doce meses, y las proyecciones de fabricación permanecen estables hasta diciembre de 2020.

Por lo antes expuesto, es necesario responder al siguiente planteamiento:

¿Cómo hacer para aumentar productividad en piezas producidas por horas hombre, y reducir costos con un volumen de producción bajo, aprovechando los recursos actuales?

¹ De acuerdo con entrevista realizada a Guillermo Álvarez (Álvarez, 2019)

IV. Justificación.

Con el desarrollo de este trabajo monográfico se dará respuesta a un problema latente (baja productividad) en la industria cerámica nicaragüense que actualmente está restando competitividad y afectando negativamente el costo de fabricación por toneladas entre 15% y 25%. Por otro lado, se sentarán las bases para un cambio cultural a través del ejemplo de mejoramiento y aplicación de herramientas con los recursos ya existentes. Al estudiar este fenómeno, se espera impactar directamente en el costo, calidad de vida de los colaboradores y aporte a la economía del país por la continuación y crecimiento del negocio si se continúan aplicando herramientas de mejora con disciplina.

Se abordará un problema real en la empresa manufacturera, en este caso Incesa Standard/Corona industrial, con el que se busca impactar uno de sus indicadores principales del box score o cuadro de mando integral: productividad por hombre equivalente.

Ésta compañía ha experimentado un descenso en la demanda de varias líneas de producto como consecuencia de las bajas tasas de crecimiento en el sector construcción y otros fenómenos económicos externos. Los volúmenes de producción hoy, se encuentran hasta en 20% de su capacidad instalada. Partiendo de esta situación, es de vital importancia la optimización de los recursos relacionados con la fabricación, los cuales representan la mayor cantidad de capital invertido mensualmente.

Ahora bien, el presente trabajo se centra en el aumento de la productividad (se ha elegido piezas por hombre equivalente como métrica principal) del área de fabricación de moldes y en el área de colaje las referencias 3022 y 3026, visto esto como un aprovechamiento de los recursos con los que cuenta la empresa en estos bajos niveles de producción, lo que se reflejará como ahorros en los costos directos e indirectos de la empresa.

V. Objetivos.

5.1. Objetivo General.

- Proponer un plan de mejora para el incremento de productividad con relación a piezas producidas por hombre equivalente en el área de fabricación de moldes y en área de colaje en las referencias 3022 y 3026 de la empresa INCESA Standard/Corona industrial.

5.2. Objetivos específicos.

- Diagnosticar la situación actual en el área de fabricación de moldes y colaje de Incesa Standard, determinando así la productividad real de piezas por hombre equivalente e identificando oportunidades de mejora en el área de fabricación de moldes y colaje de referencias 3022 y 3026.
- Crear una hoja de trabajo estándar a través de la aplicación de SMED para la identificación y eliminación de desperdicios, así también la separación de elementos internos y externos en la fabricación de moldes de las referencias 3022 y 3026.
- Analizar el método a través de un estudio de tiempos y movimientos que permita la reducción del tiempo de ciclo e incremento de productividad medido en piezas por hombre equivalente en las líneas de colaje para las referencias 3022 y 3026.

VI. Marco teórico.

6.1. Inodoro.

Es un elemento sanitario utilizado para recoger los excrementos humanos hacia la instalación de saneamiento y que (mediante un cierre de sifón de agua limpia) impide la salida de los olores hacia los espacios habitados. (Taringa, 2010)

6.2. Productividad.

Según la OIT la productividad es la relación entre la producción y el insumo. (Kanawaty, 1996)

En una empresa típica la producción se define normalmente en términos de productos fabricados o servicios prestados. En una empresa manufacturera los productos se expresan en números, por valor y por su grado de conformidad con unas normas de calidad predeterminadas.

Por otro lado, la empresa dispone de ciertos recursos o insumos con los que crea el producto deseado.

- Terrenos y materiales: terrenos y edificios en un emplazamiento vigente
- Materiales: Materiales que pueden transformarse en productos destinados a la venta.
- Energía: Energía en sus diversas formas como electricidad, gas petróleo o energía solar.
- Máquinas y equipo: Las máquinas y el equipo son necesarios para las actividades de explotación de la empresa, incluso son destinados al transporte y la manipulación, la calefacción o el acondicionamiento del aire, el equipo de oficina, las terminales de computadora y otros.
- Recursos humanos: Hombres y mujeres para desempeñar la actividad operacional, planificar y controlar, comprar y vender, llevar cuentas y realizar otras actividades como las de mantenimiento o trabajos administrativos y de secretaria.

6.3. Plan de mejora.

Según (Educacion Navarra, s.f.) un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento. Las medidas de mejora deben ser sistemáticas, no improvisadas ni aleatorias. Deben planificarse cuidadosamente, llevarse a la práctica y constatar sus efectos.

Un plan de mejora debe fijar unos objetivos, diseñar unas actuaciones, nombrar unos responsables de cada actuación, disponer recursos para llevar a efecto la medida, prever un procedimiento o método de trabajo, establecer un calendario y, aspecto muy importante, tener previsto un sistema para comprobar si se ha cumplido cada objetivo, es decir, debe establecer unos indicadores.

6.4. Diagrama de recorrido.

El diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. (Sanchez, 2016)

Su objetivo es determinar y después eliminar o disminuir:

- Los retrocesos
- Los desplazamientos
- Los puntos de acumulación de tránsito

Sirve para mejorar los métodos y actúa como guía para una distribución en planta mejorada.

6.5. SMED.

SMED fue desarrollado por Shigeo Shingo, un ingeniero industrial japonés que tuvo un gran éxito ayudando a las empresas a reducir dramáticamente sus tiempos de cambio. Su trabajo pionero llevó a una reducción documentada en tiempos de cambio promedio de 94% (de 90 minutos a menos de 5 minutos). (htt2)

En SMED, los cambios de herramientas se componen de los pasos realizados, a los cuales se les denominan “elementos”. Hay dos tipos de elementos:

- **Elemento interno** (elementos que deben ser completado mientras que el equipo está parado)
- Los **elementos externos** (elementos que pueden ser realizados mientras el equipo está en funcionamiento)

Según (mtmingenieros, 2017), el SMED es un acrónimo en lengua inglesa **Single Minute Exchange of Die**, que significa *cambio de troqueles en menos de diez minutos*. El SMED se desarrolló originalmente para mejorar los cambios de troquel de las prensas, pero sus principios y metodología se aplican a las preparaciones de toda clase de máquinas.

El tiempo de cambio de una serie u orden de fabricación comienza cuando se acaba la última pieza de una serie y termina cuando se obtiene una pieza libre de defectos de la siguiente serie.

Dentro de este periodo, las operaciones que se realizan con la máquina parada se denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas. Será más fácil recordarlo en términos de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de preparación} = \text{Tiempo de preparación interna} + \text{Tiempo de preparación externa}$$

6.6. Trabajo estandarizado.

La estandarización de trabajos consiste en seleccionar las mejores prácticas, lo que cada colaborador hace bien o lo que se comprueba que obtiene los mejores resultados para definir una metodología de trabajo, que todos los trabajadores deben seguir. (Lean manufacturing, s.f.).

Lo que se busca es que todos y cada uno de los colaboradores trabajen de la misma manera, para un mismo proceso de producción.

Esta metodología a seguir con los trabajos estandarizados, al mismo tiempo sirve de base para encontrar nuevas mejoras. Cada mejora se incorpora a la metodología, por lo que se va mejorando continuamente y así sucesivamente. Mejorar la estandarización de trabajos es un proceso que nunca termina, por lo que es una referencia para el kaizen.

La estandarización de trabajos se realiza en base a tres conceptos clave:

- **Takt time**, que es el ritmo a la cual los productos deben entregarse de acuerdo a la demanda del cliente.
- La **secuencia de tareas** que un operador debe realizar para llevar a cabo un proceso, dentro de un tiempo de ciclo.
- El **inventario estándar**, incluyendo las unidades en las máquinas, que se necesitan para no tener problemas de paradas en la producción.

Bajo estos tres conceptos, se crea la mejor metodología a seguir en ese momento, con el fin de aprovechar al máximo todos los recursos disponibles.

Se recopilan y se registran todos los datos necesarios, que se supervisan por ingenieros y jefes de equipo, para diseñar el proceso ideal. Los colaboradores también colaboran para proponer mejoras en sus puestos trabajos, que serán tenidas en cuenta para incluirlas en la metodología estándar.

6.7. Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos para (Kanawaty, 1996) lo define como:

“Una técnica de medición de trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida”.

6.7.1. Cronometraje.

En el libro Estudio del trabajo (Criollo, 1998) define métodos de cronometraje para el estudio de tiempos de dos maneras:

- Método de lectura con retroceso a cero:

“Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de “un golpe” cuando termina cada elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha. La lectura se hace en el mismo momento en que se oprime la corona”.

- Método continuo de lectura de reloj (acumulativo):

“Cuando se emplea este método, una vez que el reloj se pone en marcha permanece en funcionamiento durante todo el estudio, las lecturas se hacen de manera progresiva y sólo se detendrá una vez que el estudio haya concluido. El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura inmediata siguiente”.

6.7.2. Tamaño de muestra (N).

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. (López, 2016)

El método utilizado en este estudio corresponde al método tradicional, donde (López, 2016) explica el procedimiento de éste, siendo el siguiente:

- Realizar una muestra tomando 10 lecturas sí los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 lecturas sí los ciclos son > 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.

- Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra: R (Rango) = $X_{\max} - X_{\min}$

- Calcular la media aritmética o promedio: $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$

siendo: $\sum x$ = Sumatoria de los tiempos de muestra.

n = Número de ciclos tomados

- Hallar el cociente entre rango y la media: $\frac{R}{\bar{X}}$

- Buscar ese cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$.

Tabla para cálculo de número de observaciones.			Tabla para cálculo de número de observaciones.		
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.5	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.6	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.1	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.7	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.2	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.8	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.3	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.9	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.4	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente: Tabla construida a partir de datos encontrados en el libro claves de lean management.

Tabla 1 Cálculo de número de observaciones. Fuente: Libro Claves de lean management.

6.7.3. Valoración.

(Kanawaty, 1996) hace mención a la utilidad que tiene la valoración de ritmo de trabajo en un estudio de tiempo de la siguiente manera:

“La valoración se puede utilizar como factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, o sea el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo tipo el trabajador calificado con suficiente motivo para aplicarse”.

Escala				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha <i>comparable</i>	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(mi/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Tabla 2 Valoraciones del Ritmo de trabajo. Fuente: Libro Introducción del Estudio de Trabajo.

6.7.4. Tiempo básico (normal).

En la OIT (Kanawaty, 1996) establece que el tiempo básico es:

“El tiempo en que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo, o sea:

$$\frac{\textit{Tiempo observado} * \textit{valor del ritmo observado,}}{\textit{valor del ritmo tipo}}.$$

6.7.5. Suplementos.

(Criollo, 1998) define un suplemento como:

“El tiempo que se concede al trabajador con objeto de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que son partes regulares de la tarea”.

Partiendo de lo antes mencionado, hace mención a los tipos de suplementos los cuales son:

Por descanso:

Se subdividen en:

- Fijos (por fatiga): “Cansancio físico, mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien lo siente”.
- Fijos (necesidades personales): “Se aplica a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo, para ir a beber algo, a lavarse o al retrete”.
- Variables: “Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas; por ejemplo, cuando las condiciones ambientales son malas y no se pueden mejorar, cuando aumenta el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.”.

Por contingencia:

“Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demoras que no compensa medir exactamente por que aparecen sin frecuencia ni regularidad”.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4		45
B. Suplemento por postura anormal			2		100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16	0		Trabajo muy monótono	4	4
8	10		J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Tabla 3 Suplementos de trabajo. Fuente: Introducción al estudio de trabajo.

6.7.6. Tiempo estándar.

(Criollo, 1998) define el tiempo tipo o estándar como:

“El tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se le agregan los suplementos correspondientes”.

6.8. Línea de tiempo.

La noción de línea tiene varios usos. En este caso nos interesa su acepción como una sucesión de elementos que se ubican uno detrás de otro o uno junto al otro. La idea de tiempo, en tanto, alude a la duración de las cosas o al ordenamiento de los sucesos que permite establecer un presente y, a partir de él, un pasado y un futuro.

Partiendo de estas definiciones podemos centrarnos en el concepto de línea de tiempo. Así se denomina al gráfico lineal que se desarrolla para ordenar una serie de acontecimientos. Con una línea de tiempo, resulta sencillo apreciar el vínculo temporal entre los hechos. (Pérez Porto J. , 2018)

6.9. Marco conceptual del área de fábrica de moldes.

6.9.1. Moldes de yeso.

Los moldes de yeso, fabricados a partir de la escayola, se adaptan bien al moldeo por las siguientes razones: (Organización Corona, 2017)

- Permite reproducir detalles finos.
- La absorción de agua puede variar entre amplios límites según las exigencias del producto a moldear.
- La superficie formada es lisa y duradera.
- Los poros no se tapan fácilmente por la acción de partículas coloidales.
- Mantiene cierta homogeneidad de las propiedades físicas y químicas.
- Su costo es bajo en comparación con otro tipo de moldes para artículos cerámicos, como son los moldes de resina para colaje de alta presión y los moldes para el prensado de baldosas cerámicas.

6.9.2. Yeso.

El yeso es un mineral sedimentario constituido por sulfato de calcio que se encuentra en la superficie terrestre formando masas compactas, terrosas y a veces disuelto en aguas llamadas selenitosas. (Organización Corona, 2017)

Químicamente conocido como Sulfato de calcio dihidratado ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), es el material del cual se componen los moldes y es el producto de la reacción entre la escayola y el agua bajo ciertas condiciones de proceso.

6.9.3. Escayola.

Sulfato de calcio hemihidratado ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$). Materia prima que, mezclada con agua en una proporción dada por la consistencia de trabajo, reacciona para formar yeso. (Organización Corona, agosto 2018)

6.9.4. Consistencia.

Se define como la relación agua-escayola, expresada en 70 partes de agua / 100 partes de escayola, la cual afecta propiedades físicas de la escayola fraguada como: la absorción, permeabilidad, resistencia, dureza, porosidad y expansión al fraguado entre otras.

6.9.5. Matriz.

Molde de resina en el que se fabrica el molde de yeso. Es compuesta por una base, una tapa y en algunos casos por brazos o laterales.

Para la fabricación del molde de la taza existen cuatro matrices las cuales se describen a continuación.

- **Buche:** Parte superior del molde que forma el anillo de la taza.
- **Lateral hembra y macho:** Partes laterales del molde que forman los lados de la taza.
- **Base:** Parte sobre la cual se soporta la taza.
- **Cuña:** Pieza de caucho que sirve para formar los huecos a los lados del buche que sirven para agarrar el molde.

6.9.6. Spagless.

Nombre con que se conocen a los ductos que se forman al interior del molde para que circule aire en los procesos de colado.

6.9.7. Gusanos.

Inserto colocados en los orificios del molde, los cuales fueron provocados por las varillas introducidas en el armado de las matrices.

6.9.8. Implementos para formar spagless.

Varillas de hierro colado o bronce de 12 y 8 mm de diámetro. Se conocen dos clases las principales (llevan ojales) y las secundarias que son atravesadas por las primeras. Adicionalmente, existen las mangueras que gracias a su flexibilidad permiten formar ductos con formas curvas.

6.10. Marco conceptual del área de Colaje.

6.10.1. Curado de pieza.

También conocido como “resanar” se refiere a corregir defectos superficiales de las piezas en crudo, con ayuda de pasta y agua colado. (Organizacion Corona, 2017)

6.10.2. Glicerina.

Es un término que proviene del griego “*glykos*” que significa dulce. Está definida como un fluido glutinoso, sin color y de sabor dulce. (ConceptoDefinición, 2015)

En el área de colaje para la elaboración de sanitarios se utiliza para evitar posibles rajadas en la pieza.

6.10.3. Ponchado

Consiste en la acción de realizar agujeros en lugares específicos de la pieza en crudo con ayuda de plantillas y herramientas. (Cerde, 2019)

6.10.4. Pulido

También conocido como “suavizar” , eliminar las rebabas y las aristas agudas de las piezas con ayuda de herramientas de pulida como esponja húmeda, zabra, etc. (Organizacion Corona, 2017)

6.10.5. Raqueteado.

Consiste en eliminar imperfecciones en la pieza en crudo con ayuda de herramientas. (Cerde, 2019)

6.10.6. Zabra.

Herramienta de pulida, que consiste en una almohadilla con cubierta externa de tela de toalla endurecida. (Organizacion Corona, 2017)

VII. Hipótesis y variables.

Enunciado del problema: ¿Cómo incrementar productividad de piezas por hombre con los recursos que dispone la empresa?

Hipótesis alterna: Reducir o eliminar actividades que no agregan valor, así como tiempos improductivos; incrementará la productividad en cuanto a piezas por hombre en el área de fabricación de moldes y colaje para referencias 3022 y 3026.

Variable independiente: Mano de obra, método, máquina, mediciones.

Variable dependiente: Incremento de productividad.

VIII. Diseño metodológico.

8.1. Tipo de enfoque.

El tipo de enfoque de investigación utilizada es mixto; debido a que en el carácter cuantitativo se recogen y analizan datos de variables cuyos resultados son numéricos y en el carácter cualitativo se describen los procesos, ambiente y condiciones laborales del área de estudio.

Con la aplicación de distintas herramientas para el tratamiento de datos se cuantifican los puntos de interés más relevantes que permiten estandarizar los tiempos de operación y de esa forma mejorar la productividad.

8.2. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es de carácter descriptiva aplicando la metodología de observación y estudio de campo, considerada la más indicada para recoger todos los datos necesarios, analizar las situaciones que se presentan y describir las distintas actividades que se realizan en el área de fabricación de moldes y colaje con el propósito de desarrollar el modelo que permita evaluar las operaciones ejecutadas a través de un estudio de tiempos, SMED, trabajo estandarizado y diagramas de recorridos con el fin de mejorar la eficiencia, eficacia y los costos de producción de la empresa.

8.3. Tiempo de ocurrencia.

La investigación es prospectiva ya que se registra la información según van ocurriendo los fenómenos, siguiendo una línea presente-futuro.

8.4. Área de estudio.

El estudio se realizará en la empresa INCESA Standard/ Corona industrial, ubicada en la ciudad de Managua, Nicaragua.

8.5. Objeto de investigación.

El objeto de la investigación es conocer y estudiar el proceso correspondiente a la fabricación de moldes y la elaboración de la pieza en crudo de sanitarios de porcelana de referencia 3022 (Olympus) y 3026 (Wolverine) en la empresa Incesa Standard de tal manera que se encuentren oportunidades de mejora que permitan idear propuestas que incrementen su productividad en piezas por hombre.

8.6. Población y muestra.

La población a la cual está dirigida esta investigación, la constituyen 6 colaboradores que corresponden al área de fabricación de moldes y 4 colaboradores que corresponden al área de Colaje en las referencias 3022 y 3026, por tanto, hablamos de un 100% de la muestra referido a piezas.

8.7. Técnicas y herramientas para la recopilación de información.

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos son:

Entrevista no estructurada: Esta técnica se utilizará para mayor enriquecimiento de los resultados con las respuestas abiertas obtenidas. La entrevista se realizará al gerente, supervisor y colaboradores.

Observación Directa: Técnica utilizada para recopilar información cualitativa, cuya finalidad es interpretar los datos obtenidos con el uso de un flujograma que ayudará a identificar el proceso.

Los Instrumentos utilizados para la recolección de datos son:

- Flujogramas: Se utilizará para mayor interpretación del proceso correspondiente a cada área dónde se detallarán los elementos de cada operación asignada. La simbología a utilizar será: (Oliveira, s.f.)

Símbolo	Nombre	Significado
	Flecha	Símbolo de conexión utilizado para indicar una interconexión entre otros dos símbolos, y la dirección del flujo.
	Terminación	Indica el comienzo o el final de un flujo en el diagrama de procesos.
	Proceso	Indica un determinado proceso y sus funciones y actividades.
	Decisión	Esto demuestra que se debe tomar una decisión y que el flujo del proceso va a seguir cierta dirección según esta decisión.
	Retardo	Significa que pasará un tiempo antes de que el flujo del proceso continúe.
	Datos	Representa cualquier tipo de dato en el diagrama de flujo.
	Documento	Es un tipo de dato o información que las personas pueden leer, como un informe impreso, por ejemplo.
	Varios documentos	Indica que son varios documentos.
	Sub-rutina o proceso predefinido.	Un proceso que ya está definido previamente.
	Preparación	Esto indica que hay que hacer, ajustar o modificar algo en el proceso antes de proceder.

Tabla 4 Simbología de flujogramas. Fuente: Elaboración propia a partir del libro OIT.

- **Cronómetro:** El método que se utilizará para la obtención de los tiempos será a través del cronómetro vuelta a cero donde se tomarán directamente cada una de las observaciones desde el inicio hasta acabar cada elemento haciendo volver el segundero a cero y posteriormente poner de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente, sin que el mecanismo del reloj se detenga ni un momento.
- **Formularios:** Este instrumento se utilizará con el fin de registrar los datos obtenidos donde se muestra detalladamente el número de observaciones cronometradas y el cálculo de los tiempos necesarios de manera que se pueda tener una visión ordenada de estos.
- **Tabla de valoración.** A través de una escala de valoración proporcionará el ritmo con que desarrolla el colaborador sus actividades según el desempeño con que este los realiza, de tal manera que se logre obtener el tiempo requerido para cada operación.
- **Línea de tiempo:** Permitirá mayor claridad de las actividades que realizan en paralelo los colaboradores y la máquina como tal a fin de obtener una mejor visión e interpretación de los datos obtenidos.

IX. Generalidades de la empresa.

9.1. Características.

- Nombre: INCESA standard/corona Industrial
- Propietario: Corona industrial

Corona Industrial S.A. es una empresa colombiana, con sede principal en Bogotá D.C. Opera en Otras Actividades Relacionadas con la Intermediación de Crédito industria. La empresa fue fundada en 28 de enero de 2014. (Emis.com, s.f.)

- Ubicación: Carretera norte, 5 km. ½. Managua, Nicaragua.

9.2. Visión

Propósito central: Mejoramos vidas transformando espacios.

9.3. Misión.

Ser los líderes en el mercado centroamericano e incursionar en otros mercados ofreciendo productos y servicios confiables e innovadores, fabricados o comercializados con conciencia social y ambiental por un equipo de trabajo comprometido, generando una rentabilidad atractiva para nuestros accionistas y clientes, todo esto apalancado por una excelencia y pasión en todo lo que hacemos.

9.4. Valores.

Fundacionales / El Ser:

- Pasión por el servicio.
- Somos íntegros, austeros, sencillos y respetuosos.
- Responsables con la sociedad.

Creencias / El Hacer:

- Innovación.
- Trabajo colaborativo.
- Ágiles, simples y veloces.

Nuestro compromiso de gestión está inspirado en la sostenibilidad desde la perspectiva de la triple cuenta de resultados: económico, social y ambiental.

En Corona somos lo que hacemos y contamos con 4 promesas corporativas que definen nuestra gestión:

- Crecer orientados al consumidor.
- Incrementar nuestra competitividad.
- Potenciar nuestra gente.
- Ser una empresa responsable, social y ambientalmente.
- Propuesta de valor y nuestras marcas.

Ofrecemos a nuestros consumidores:

- Productos y soluciones integradas e innovadoras.
- Omnicanalidad para lograr cercanía y expresar nuestras marcas.
- Garantía y respaldo que genera seguridad y confianza.
- Liderazgo en responsabilidad social y ambiental.

9.5. Organigrama.

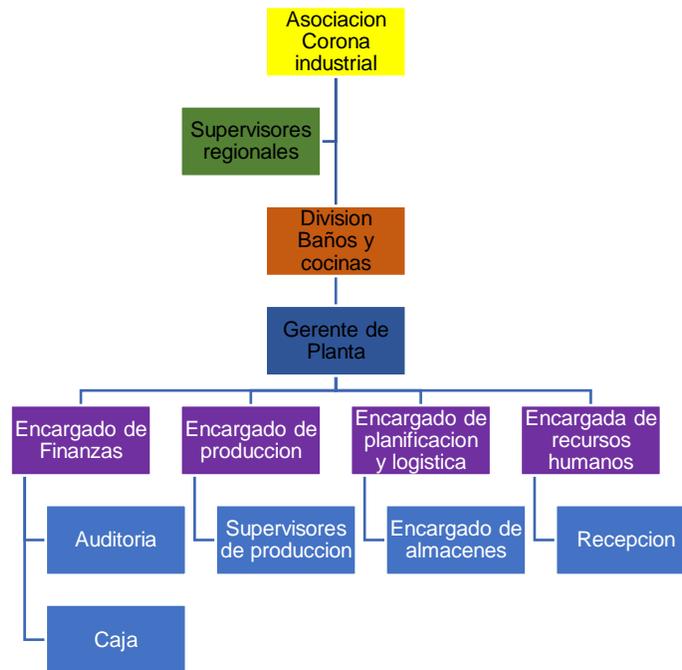


Ilustración 2 Propuesta de Organigrama de la empresa Incesa Standard. Fuente: Elaboración propia.

9.6. Familia de productos.

Familia	Descripción	Modelo	tecnología vaciado	Planta
LAV	Saturno Lavatory insinuated holes white	401	tradicional	NI
LAV	Saturno Lavatory insinuated holes bone	401	tradicional	NI
LAV	Saturno Lavatory insinuated holes candle	401	tradicional	NI
LAV	Saturno Lavatory insinuated holes blue	401	tradicional	NI
LAV	Saturno Lavatory insinuated holes logan	401	tradicional	NI
LAV	Saturno Lavatory insinuated holes green	401	tradicional	NI
LAV	Embajador lavatory 1h White	402	tradicional	NI
LAV	Embajador lavatory White	402	tradicional	NI
LAV	Venus lavatory White	382	tradicional	NI
LAV	Venus lavatory bone	382	tradicional	NI
LAV	Lav. Colony Prep Blanco	425	tradicional	NI
LAV	Lav. Colony Prep Bone	425	tradicional	NI

OT	ORINAL VERONA PRO 0.5 LPF	310	tradicional	NI
OP	Hamilton toilet white – DF	525	tradicional	NI
OP	Hamilton toilet bone- DF	525	tradicional	NI
OP	One-piece Equix Elong 4.8 Lts Blanco	2425	tradicional	NI
OP	One-piece Equix Elong 4.8 Lts Bone	2425	tradicional	NI
TZAC	Cadet 3 Right Heigth Bowl White	3026	tradicional	NI
TZAC	Cadet 3 Right Heigth Bowl - Bone	3026	tradicional	NI
TZAC	TZ OLYMPUS O2 Blanco	3022	tradicional	NI
TZAC	TZ OLYMPUS O2 Bone	3022	tradicional	NI
TZAC	Hydra 1.6 gpf bowl White	551	tradicional	NI
TZAC	Hydra 1.6 gpf bowl bone	551	tradicional	NI
TZAC	Finale/Ultimate Bowl – White	3026	tradicional	NI
TZAC	Finale ultimate round bowl white	3012	tradicional	NI
TQ	Finale/Ultimate tank – White	4037	tradicional	NI
TQ	Ecoline Tank 5 lts – White	4112	tradicional	NI
OT	Washbrook pint urinal White	310	tradicional	NI
OT	Artico urinal White	307	tradicional	NI
PED	Pedestal Colony Blanco	7321	tradicional	NI
PED	Pedestal Colony Bone	7321	tradicional	NI
PED	Pedestal Milano Blanco	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Milano Bone	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Ecoline 2 Blanco	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Ecoline 2 Bone	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Ecoline 2 Candle	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Ecoline 2 Azul	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Ecoline 2 Logan	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Ecoline 2 Verde	7385	tradicional	NI
PED	Pedestal Ecoline 2 Daydream	7385	tradicional	NI
TZAA	Taza Ecoline 2 BLANCO	3112	tradicional	NI
TQ	Hydra 1.6 gpf tank White	5510	tradicional	NI
TQ	Hydra 1.6 gpf tank bone	5510	tradicional	NI

Tabla 5 Familia de Productos. Fuente: Datos proporcionados por la empresa Incesa Standard.

9.7. Áreas del proceso general.

➤ Fábrica de moldes

En esta se realizan los procesos de fabricación de moldes que son utilizados para la elaboración de la pieza en la planta.

Comprende los procesos y materiales relacionados con la fabricación de moldes, así como las matrices, herramientas y tecnologías necesarias para este proceso.

- Matricería

Esta área está relacionada con el desarrollo y arreglo de las matrices que son utilizadas por el área de fabricación de moldes, además de ajustes en cuanto a modelos y diseño de artefactos relacionados con el proceso de fabricación.

- Laboratorio de pastas y esmalte

Ambas áreas comprenden los materiales y maquinaria necesarios para la elaboración de la pasta y esmalte respectivamente, en ambos se busca la consistencia adecuada de estas sustancias mediante la mezcla de diversos componentes que permiten a dichas sustancias obtener sus cualidades, las cuales son necesarias para el proceso, el estado de la pasta y el esmalte es crucial para la formación y acabado de las piezas terminadas.

- Colaje

Esta área comprende todas las células de trabajo relacionadas a las diferentes piezas que son fabricadas en la planta, mediante sistemas de tuberías hacen pasar la pasta, aire comprimido y demás elementos relacionados con la fabricación de las piezas, también se encuentran los moldes respectivos a cada banca, en esta área se realiza el trabajo de formación de las piezas que serán llevadas posteriormente para su debida inspección.

- Áreas de secado

Estas áreas son dispuestas para el debido secado de la pieza posterior al proceso de colaje, son áreas encargadas de almacenar las piezas con el fin de proporcionar

la pérdida de humedad controlada para que estas continúen en el proceso de fabricación.

- Esmaltado

Esta área comprende la maquinaria, materiales y colaboradores encargados de inspeccionar el estado de las piezas posterior al secado de estas, se aplica el esmalte en la superficie de las piezas a tal modo que quede completamente cubierta, este esmalte es el que ofrece a la pieza su color y brillo final.

- Horno

Esta área contiene específicamente los hornos en los cuales las piezas son ingresadas para su quema, una vez sacados de este la pieza ya está lista en teoría, en este punto específico los materiales de la pieza ya no pueden ser recuperadas.

- Inspección final

Esta área es la encargada de revisar el estado final de las piezas, una vez cumplen con las especificaciones requeridas de cada referencia, pueden ser rechazadas o aprobadas, una vez aprobadas ya la pieza esta lista para ser embalada y almacenada para su posterior distribución.

X. Desarrollo del tema.

INCESA Standard/Corona posee una gran variedad de familia de productos tal y como se han descrito en la *Tabla 1* sin embargo, a medida que dicha compañía expande su mercado hacia la zona norte del continente, los clientes se inclinan hacia tazas con más variedad en diseños y de mayor tamaño en comparación con el resto del continente, entre las cuáles son de mayor demanda las tazas de aro cerrado Wolverine y Olympus. En países como Estados Unidos, México y Centroamérica éstas dos referencias poseen alta demanda, por lo que mejorar su costo de fabricación representa un gran impacto en términos de competitividad y rentabilidad para la compañía.

Por las razones anteriormente expuestas, se decidió realizar un análisis de procesos que aumente la productividad para las referencias mencionadas en dos áreas críticas para la cadena de valor: fábrica de moldes (puesto que la calidad de la pieza inicia desde el tener moldes que cumplan con las características adecuadas) y colaje (que es donde se fabrica la pieza en crudo como tal).



Ilustración 3 Áreas de trabajo: Fábrica de moldes y Colaje.

Capítulo I. Área de Fábrica de moldes.

1. Proceso.

Fábrica de moldes, pasta y esmalte son áreas de preparación para la obtención de la loza sanitaria puesto que forman los insumos utilizados para el proceso general, los cuáles son fabricados previos al proceso de colaje. Justo en fábrica de moldes es donde se realizará el presente estudio con la aplicación de la herramienta SMED pues es una de las áreas fundamentales para el proceso ya que acá se fabrica el molde que le da la forma a la pieza en crudo.

Para fabricar moldes de yeso primeramente, se recibe la boleta con el tipo de moldura a fabricar emitida por el supervisor de colaje, el cual está al pendiente de la banca a la que se le aproxima el vencimiento; esta boleta debe estar en el área de moldes cuando lleve 110 llenas o usos, es decir antes de que termine su vida útil (150 llenas) - si estos moldes exceden el número máximo de llenas, ya no contarán con las condiciones ideales de trabajo - luego los colaboradores de fabricación de moldes empiezan a introducir al área las matrices que utilizarán con respecto al modelo a fabricar, así mismo a preparar los materiales y herramientas a usar. (Alvarado, 2019)

- Preparación:

Una vez introducidas las matrices al área, empieza el proceso de producción de los moldes de yeso los cuales abarcan cierto número de días para fabricar una banca completa (hasta 35 moldes).

En esta etapa la matriz se sopletea² en la parte interna eliminando de esta manera los residuos de yeso que quedaron de fabricaciones anteriores, así como los residuos que quedan sobre las carretas por derrame de yeso al momento de ser llenadas.

² Utilizando manguera con aire comprimido.

Luego con una esponja se aplica desmoldante (destacante)³ en la parte interna de la matriz de manera uniforme evitando exceso o escurrimiento. Se le colocan los broches con vaselina⁴ o tixolan según el tipo de matriz y platina para matrices de tanques. La vaselina que quede alrededor del inserto debe limpiarse con la yema de los dedos, ya que ésta no deja que el yeso forme en ese punto. Después se procede a cerrar los brazos de las matrices, tallar brazo frontal de laterales y ajustar los zunchos metálicos; además, se limpia la matriz por fuera con un tubo ¾ inch con punta de pico para quitar yeso seco y sopletear el carro.

- Armado:

Una vez preparada la matriz se traslada al área de armado, aquí se sopletean los orificios de espagless de adentro hacia afuera y se procede a introducir las varillas, mangueras y fitting⁵, se ajusta zuncho metálico con tacos de madera y se sopletea nuevamente el interior de la matriz.

Posteriormente se procede a introducir varillas y amarrar mangueras generando una red de comunicación conforme al diseño interno de la matriz, dejando la distancia adecuada de la base al espagless (3/4 inch a 1 inch). Luego se anexan las varillas de aluminio de ½ inch en las matrices que sean necesarias, así como los tubos de PVC y preponchado de prótesis⁶. Hecho esto, se verifica la conformidad de los procedimientos anteriormente descritos; se tapa la matriz, se asegura con prensas de presión y se empuja al siguiente proceso que es llenado.

- Llenado:

En esta etapa la matriz ya está armada y lista para ser llenada con yeso, por lo que se debe preparar primeramente esta mezcla.

³ Mezcla preparada a partir de aceite brumol, jabón "Dersa" y agua la cual sirve para realizar la limpieza a la matriz.

⁴ Sustancia de apariencia grasosa utilizada para sujetar las guías de ensamble a la matriz y así evitar que sean arrastradas por la mezcla de escayola al momento del llenado, además de ser utilizada para suavizar la puesta y retiro de las varillas.

⁵ Accesorio donde se conecta manguera-spagless.

⁶ Accesorios de forman parte del armado de matrices para ciertas referencias.

Se introduce la carreta con balde de llenado dentro de la báscula y se coloca en cero el marcador, luego se revisa la cantidad de llena a realizar y se le agrega el agua al recipiente, después se enciende el interruptor (extractor, zaranda y colcho) para pesar la escayola (materia prima del yeso) de acuerdo a la cantidad requerida conforme a la relación (70/100) hasta completar la cantidad establecida en la tabla de medidas.

Después de pesar la escayola se procede a proporcionar 2 minutos de reposo o humectación (medido con cronómetro) mientras se limpian los bordes del balde de llenado con raqueta de hule. Posterior a esto se procede a bajar el batidor con una revolución de 700 rpm y una duración de 100 a 120 segundos de agitación o dependiendo de las condiciones en las que se encuentre la escayola. Durante el tiempo del batido se procede a cubrir el agujero de llenado de la matriz con bolsas plásticas para evitar que se ensucie por derrame.

Luego que se termina el tiempo de agitación se procede a levantar el balde de llenado con ayuda del tecele para chorrear el yeso dentro de la matriz. Una vez llenada la matriz se levanta el balde de llenado para ser lavado antes de que el yeso fragüe y se dificulte la limpieza de éste al igual que el batidor.

El colaborador debe estar pendiente cuando el yeso haya fraguado en la matriz para retirar las varillas y mangueras, el fraguado⁷ demora de 8 a 10 minutos aproximadamente.

- Desmoldado:

Una vez que se han retirado las varillas y mangueras de la matriz, está lista para ser desmoldada. Se procede a retirar las prensas, zunchos metálicos y tuercas; también se retira de la matriz la tapadera, brazos laterales y frontales. Luego se raquetea el filo de los bordes del molde para evitar cortaduras en los colaboradores.

⁷ Tiempo transcurrido desde el contacto inicial de la escayola con el agua hasta que la escayola fraguada sea capaz de soportar un peso de cierta magnitud. Esta propiedad determina el momento preciso para sacar los moldes de las matrices sin que éstos se deformen.

Se toma el yugo⁸ adecuado y se le coloca al molde de manera correcta dependiendo del tipo de matriz, se tensa moderadamente, se conecta manguera de ¼ inch de presión de aire de 80 PSI en acople de matriz; luego para aflojar el molde, se golpea con un mazo de hule levemente y se levanta con ayuda del teclé para trasladarlo al área de pulido y taqueo. Finalmente se ubica el yugo en su lugar y se retira la suciedad que queda de yeso tanto de la matriz como de la carreta.

- Pulido y Taqueo:

En este proceso se insertan gusanos⁹ a los orificios del molde según su medida, luego se golpean usando una varilla de taqueo con la parte del costado de un mazo de hierro hasta hundirlos a una distancia de 1 inch. Posterior a esto, se agrega ultracal (densite + yeso) a los orificios y se limpia el molde con una esponja.

Luego se procede a voltear el molde para raquetearlo y pulirlo, es decir quitarle los defectos de la cara del molde. Por último, se saca la masilla de los tubos y se traslada al desaguado.

- Desagüe:

Los moldes son desaguados, es decir el agua que adquirió la escayola al momento de realizar la mezcla es expulsada en este proceso y se determina la presión de equilibrio capilar (PEC) el cual debe estar entre 14 psi -16 psi. Un molde con un PEC arriba de 17 psi tiene los poros cerrados y no desagua, por ende, las piezas en el proceso de colaje no tendrán la calidad que se espera, para este caso se baja el tiempo de agitación en llenado con el fin lograr estabilizar el PEC.

Para desaguar el molde lo primero es reducir la presión de aire a 0 psi y luego abrir las llaves de los manómetros de 0 psi a 30 psi y 0 a 60 psi, se procede a colocar las mangueras en la entrada de los fittings de los moldes y se aumenta la presión de

⁸ Equipo utilizado para sostener y facilitar el movimiento del molde.

⁹ Inserto colocados en los orificios del molde, los cuales fueron provocados por las varillas introducidas en el armado de las matrices.

aire a 10 libras psi esperando un tiempo de 1 minuto. Se repite este procedimiento cada minuto hasta lograr encontrar el punto de equilibrio capilar (PEC).

Si ya se expulsaron las primeras gotas de agua en el molde ya se ha encontrado el PEC, luego se procede a cerrar la llave del manómetro de 0 a 30 psi y se aumenta la presión de aire de 0 psi a 30 psi del regulador del manómetro de 0 a 60 psi dándole 10 minutos de desagüe, y se comienza a lijarlo con una lija fina en la cara interna del molde. Se desconecta el aire y se curan las burbujas de los moldes.

- Estibado:

Se bajan los moldes de la canoa de desagüe a los polines y se procede a enzuncharlos con fleje plástico y por último se tapan con plástico negro.

Los moldes son enviados a las salas de colaje para producir allí los diferentes modelos comercializados por la compañía. En las salas de colaje los moldes son sometidos a ciclos repetitivos de producción: cerrado, llenado con una suspensión cerámica, colaje, consolidación, apertura, desmolde, recuperación de la condición de humedad (por inyección de aire a presión en la tecnología spagless, o por secado ambiente con aire en colaje tradicional), cerrado y reinicio de un nuevo ciclo de colaje manteniendo su operación hasta el final de su vida útil.

Al final de su vida útil, los moldes son enviados a recuperación de partes metálicas y aditamentos plásticos, los cuales se reúsan en nuevas unidades.



Ilustración 4 Proceso de Fábrica de moldes.

2. Pasos o etapas de la aplicación de SMED.

2.1. Documentar la realidad.

Para comprender el proceso que se lleva a cabo en la fabricación de moldes de yeso de la referencia 3026 wolverine y 3022 Olympus, se procedió a filmar un video con el objetivo de conocer a detalle todas y cada una de las operaciones que se realizan durante su producción, incluyendo a todos los colaboradores que intervienen en dicho proceso, así como los movimientos y recorridos que éstos ejecutan.

La grabación dio inicio una vez finalizada la fabricación de la última parte de molde de la referencia que estaba en producción hasta que se obtuvo un molde completo para el caso de la referencia 3026 y la referencia 3022, observando de esta manera el tiempo de cambio empleado para pasar de una referencia a otra. El alcance de SMED abarca entonces desde los tiempos de preparación hasta el último paso del proceso para llegar a obtener un molde que consta de las siguientes partes.

Referencia 3026 – Wolverine	
1. Aro macho	2. Lateral izquierdo.
3. Aro hembra.	4. Diente.
5. Lateral derecho.	6. Núcleo.

Referencia 3022 – Olympus	
1. Lateral derecho.	2. Lateral izquierdo.
3. Juego de cuñas	4. Núcleo.
5. Diente.	

Una vez obtenida las grabaciones necesarias realizadas en los distintos puntos del área se procedió a desglosar todas las actividades en las que consta dicho proceso indicando a su vez su duración.

Cabe señalar que se cuenta con un total de 6 colaboradores en el área donde se evidencia que unos tienen mayor carga de trabajo que otros, se observa además

una desorganización en la asignación de las actividades, no hay una ubicación exacta de las herramientas a utilizar por lo que los mismos colaboradores olvidan frecuentemente donde las colocan generando tiempos improductivos, hay presencia de falta de materiales y además se pudo percibir durante la realización del estudio que el área de fábrica de moldes no posee un plan de producción, y actualmente producen conforme a las necesidades que se van presentando en el tiempo.

Todas estas anomalías descritas presentan una desventaja para el tiempo de proceso dado que no existe un tiempo de preparación de útiles y herramientas que se utilizarán para la fábrica de una referencia, y por ende la productividad en este caso no resulta satisfactoria, pues los colaboradores tienden a realizar paradas continuas por demoras o elaborar alguna actividad que debería en todo caso ser externa.

2.2. Separar ajustes internos y externos.

A continuación, se detallan las actividades que se ejecutan para fabricar un molde identificando aquellas que son internas y externas, así como el tiempo que invierten los colaboradores en su realización.

Se puede observar en ello que no existen actividades externas, es decir todo se efectúa durante el proceso, se describen además algunas ideas de mejora identificadas durante la filmación considerándolas más adelante en los siguientes pasos del estudio.

Las primeras 5 actividades corresponden a los tiempos de cambio de una referencia a otra las cuales son realizadas por un colaborador dentro del proceso, mientras los otros se encargan de la fabricación de la referencia entrante obteniendo un tiempo elevado y desorganizado, pues no poseen un plan de producción en donde se plasmen las próximas fabricaciones ya sea por vencimiento de moldura o por pedidos de productos, los cuales su banca se encontraba cerrada por falta de demanda. Existe una falta de organización en fábrica de moldes ya que se produce

con respecto a la necesidad y no distribuyen adecuadamente las actividades de preparación.

El tiempo de proceso para ambas referencias inicia a partir de la actividad No.6 y termina hasta la actividad No.39 para el caso de la referencia 3026 y para la referencia 3022 termina en la actividad No.42 donde los colaboradores se encuentran ubicados en distintos puntos del área.

2.2.1. Wolverine-3026.

Núm	Tasks / OperationTarea/ Operación	Categoría (Antes)		Ideas de mejora	Categoría (Después)	
		Externa	Interna		Externa	Interna
1	Lavar matriz (agua y paste)		01:03:00			
2	Secar matriz		00:09:41			
3	Cerrar matriz		00:05:26	Pasar de 1 hombre a 2 hombres para realizar éstas actividades.		
4	Guardar varillas y prensas		00:12:20			
5	Emplastar y enzunchar		00:09:45			
6	Limpiar orificios de matriz		00:05:35			
7	Sopletear matriz		00:05:11			
8	Trasladar matriz a preparado		00:00:42			
9	Aplicar desmoldante y unir partes de matriz		00:09:05	Colocar cantidad de materiales a necesitar previamente (1 hombre)		
10	Colocar broches y pernos en laterales		00:04:46	Colocar cantidad de materiales a necesitar previamente (1 hombre)		
11	Trasladar matriz a armado		00:00:34			
12	Preparar fitting		00:03:43	Preparar los fitting que se utilizarán para esa moldura (1 hombre)		
13	Preparar espiral y U de aro macho		00:00:54	Preparar accesorios para matriz (1 hombre)		
14	Cortar y preparar tubo (macilla) para las que llevan		00:01:21	Preparar cantidad de tubos a necesitar previamente (1 hombre)		
15	Cortar tensores para laterales		00:00:45	Preparación de tensores previamente (1 hombre)		
16	Spagleteado o armado de matriz		00:30:42	Revisar y colocar cantidad de materiales a utilizar previamente (1 hombre)		
17	Sopletear matriz		00:01:08			
18	Cerrar y prensar matriz		00:08:38			
19	Trasladar a llenado		00:01:01			
20	Pesar el agua					
21	Agregar escayola					
22	Tiempo de reposo		00:02:00			
23	Agitar la mezcla		00:01:50			
24	Llenar matriz		00:02:52			
25	Lavar agitador y recipiente					
26	Tiempo de fraguado		00:29:13			
27	Sacar varillas		00:09:01	No dejar pasar mucho tiempo que se frague el yeso pues se pegan las varillas y es mas atrasado retirarlas, realizar con dos hombres		
28	Trasladar a desmoldado		00:00:38			
29	Abrir matriz		00:05:52			
30	Raquetear		00:04:09			
31	Sacar pieza de la matriz		00:10:48	Se demoran por el cambio de yugo dependiendo de la matriz		
32	Trasladar a taqueo		00:04:22			
33	Insertar gusanos		00:22:10	Cortar los gusanos y hacer los filtros que se van a necesitar previamente (1 hombre)		
34	Agregar ultracal		00:10:09			
35	Pulir pieza		00:10:32	Depende de las condiciones de la matriz, darle mto en la parte interna		
36	Trasladar a desague		00:07:02			
37	Desaguado		00:21:43	Lijar solo lo necesario pues ya se pulió en taqueo y que la pieza desague mientras el operario realiza otras actividades		
38	Trasladar molde a polín		00:03:12			
39	Enzunchar molde		00:06:48			
40						
Current Total			5:26:38	Improved Total		

Minutos

Tabla 6 Separación de actividades internas y externas Wolverine. Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.1. Cálculo de productividad actual.

No. actividad	Duración		Descripción
	horas	minutos	
1-39	05:26:38	326	Tiempo total
1-5	01:40:12	100	Tiempo de preparación
6-39	03:46:26	226	Tiempo de proceso

Tabla 7 Productividad actual Wolverine en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.

$$P = \frac{\text{Tiempo preparación} + \text{Tiempo de proceso}(\# \text{ moldes})}{\# \text{ moldes}}$$

$$P = \frac{100 \text{ min} + 226 \text{ min}(30 \text{ moldes})}{30 \text{ moldes}} = 229 \text{ min/molde}$$

El tiempo empleado para producir un molde completo (seis partes) es de 229 *min/molde* donde una banca completa en colaje posee 30 moldes; con las técnicas de SMED se pretende reducir los tiempos de cambio de útiles y tiempos de preparación, pues al reducir estos tiempos de cambio de referencias se puede responder a las variaciones de la demanda de tal manera que se minimice el impacto negativo en el proceso por sobre inventarios que afectan la calidad del producto terminado, además de lograr una mejor utilización del recurso mano de obra.

2.2.2. Olympus-3022.

Núm	Tasks / OperationTarea/ Operación	Categoría (Antes)		Ideas de mejora	Categoría (Después)	
		Externa	Interna		Externa	Interna
1	Lavar matriz (agua y paste)		00:41:38			
2	Secar matriz		00:03:47			
3	Cerrar matriz		00:07:52	Pasarse de 1 hombre a 2 hombres para realizar estas actividades.		
4	Guardar varillas y prensas		00:14:01			
5	Emplastar y enzunchar		00:06:25			
6	Trasladar matriz a preparado		00:00:58			
7	Limpia orificios de matriz y sopletear		00:04:18			
8	Aplicar desmoldante y unir partes de matriz		00:11:16	Aplicar solo lo necesario y no pasar varias veces por el mismo lugar la esponja		
9	Colocar broches y accesorios		00:16:24	Tener cerca los accesorios para las cuñas (preparado de accesorios 1 hombre)		
10	Buscar cerchas para el núcleo		00:05:00	Alistar previamente las cerchas que serán utilizadas en la fabricación (1 hombre)		
11	Trasladar a armado		00:00:50			
12	Cortar tensores		00:01:04	Preparar los tensores previamente (1 hombre)		
13	Cortar y preparar tubo (macilla)		00:03:35	Cortar los tubos a utilizar previamente (1 hombre)		
14	Buscar colgadores		00:05:00	Disponer de todos los colgadores necesarios en buen estado (1 hombre)		
15	Preparar platina		00:02:58	Preparar previamente las platinas a utilizar (1 hombre)		
16	Insertar varillas, mangueras		00:33:35	Revisar y colocar cantidad de materiales a utilizar previamente (1 hombre)		
17	Cerrar matriz		00:08:15			
18	Trasladar a llenado		00:01:16			
19	Pesar el agua					
20	Agregar la escayola al recipiente					
21	Tiempo de reposo		00:02:00			
22	Agitar la mezcla		00:02:00			
23	Llenar matriz		00:04:55			
24	Tiempo de fraguado		00:18:57			
25	Lavar agitador y recipiente					
26	Sacar varillas		00:10:06			
27	Trasladar a desmoldado		00:00:41			
28	Abrir matriz		00:11:19			
29	Raquetear		00:05:48			
30	Sacar pieza de la matriz		00:11:12			
31	Trasladar a taqueo		00:03:00			
32	Desmoldado de cuñas		00:05:34			
33	Taqueo de juegos de cuñas		00:10:00			
34	Traer gusanos		00:01:15	Alistar con anticipación los materiales a utilizar para el taqueo de moldes (1 hombre)		
35	Insertar gusanos		00:25:34	Cortar los gusanos y hacer los filtros que se van a necesitar previamente (1 hombre)		
36	Agregar ultracal		00:10:14			
37	Pulir la pieza		00:04:07			
38	Curado		00:20:43	Supervisar el desmoldado para evitar defectos en los moldes y disminuir el tiempo de curado		
39	Trasladar a desague		00:04:47			
40	Desaguado		00:20:05	Lijar solo lo necesario pues ya se pulió en taqueo y que la pieza desague		
41	Trasladar molde a polín		00:04:33	mientras el operario realiza otras actividades		
42	Enzunchar molde		00:04:38			
Current Total			05:39:40	Improved Total		

Minutos

Tabla 8 Separación de actividades internas y externas Olympus. Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.1. Cálculo de productividad actual.

No. actividad	Duración		Descripción
	horas	minutos	
1-42	05:39:40	339	Tiempo total
1-5	01:13:43	73	Tiempo de preparación
6-42	04:25:57	265	Tiempo de proceso

Tabla 9 Productividad actual Olympus en Fáb. de moldes. Fuente Elaboración propia.

$$P = \frac{\text{Tiempo preparación} + \text{Tiempo de proceso}(\# \text{ moldes})}{\# \text{ moldes}}$$

$$P = \frac{73 \text{ min} + 265 \text{ min}(30 \text{ moldes})}{30 \text{ moldes}} = 267 \text{ min/molde}$$

El tiempo empleado para producir un molde completo (cinco partes) es de 267 *min/molde* donde una banca completa en colaje posee 30 moldes; con las técnicas de SMED se pretende reducir los tiempos de cambio de útiles y tiempos de preparación pues al reducir estos tiempos de cambio de referencias se puede responder a las variaciones de la demanda de tal manera que se minimice el impacto negativo en el proceso por sobre inventarios que afectan la calidad del producto terminado, además de lograr una mejor utilización del recurso mano de obra.

2.3. Actividades por colaborador (actual).

A partir de la *Tabla 6* y *Tabla 8* y con el apoyo del recurso fílmico se procedió a enumerar cada una de las actividades realizadas por los colaboradores, así como su duración, ver *Tabla 10* y *Tabla 11*, en ella se puede observar las distintas cargas de trabajo que, actualmente se encuentran totalmente desbalanceadas como ya se había expuesto inicialmente.

Al momento de cambiar de una referencia a otra (1 día) una persona presenta mayor carga de trabajo pues es la encargada de lavar y guardar la mayoría de las matrices que estaban fabricando para luego pasar con la nueva referencia entrante, también hay una persona con muy poca asignación de tareas debido a que la mayoría del tiempo se encuentra realizando actividades fuera del área (colaborador 6).

2.3.3. Diagrama de recorrido (actual).

Una vez identificadas todas las actividades realizadas durante el proceso y con ayuda de las grabaciones obtenidas, se elaboró un diagrama de hilos plasmando en él los recorridos que siguen los colaboradores, corroborando que cada vez que éstos se muevan sea para realizar alguna actividad que agregue valor al proceso, de no ser así se eliminarán o reducirán aquellos que sean innecesarios adecuándolos a las condiciones de cada puesto de trabajo. Ver Ilustración No.7

La distancia total actual recorrida al fabricar un molde completo es de 1,097 metros por un total de 6 colaboradores, siendo distribuidos de la siguiente manera:

• Colaborador 1: Lavado y guardado de matrices
• Colaborador 1 y 2: Preparado y armado de matrices.
• Colaborador 3: Llenado de matrices.
• Colaborador 4: Desmoldado de matrices.
• Colaborador 5: Taqueo, desague y estibado.
• Colaborador 6: Tareas fuera del área.

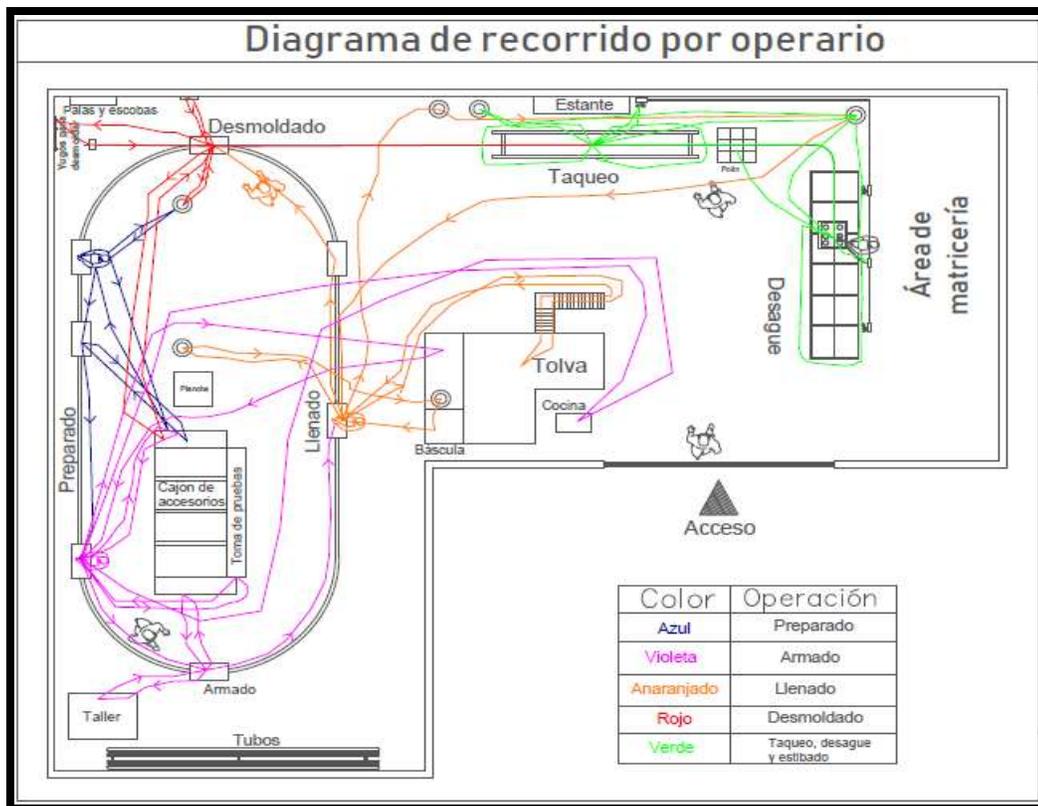


Ilustración 7 Diagrama de recorrido por operario actual en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia

2.4. Cambiar ajustes internos a ajustes externos.

Por medio del análisis de cada uno de los escenarios descritos anteriormente se transformaron ciertas tareas de internas a externas tomando en consideración las ideas de mejora planteadas en la segunda fase del SMED.

Primeramente, se considera la propuesta de implementar un proceso de preparación de útiles, accesorios y herramientas con el propósito de que cada vez que se fabrique la referencia 3026 y 3022 se tenga listo todo lo que se va a necesitar para esta fabricación de moldes. En este tiempo de preparación de materiales, al pasar de una referencia a otra, se espera disponer de 5 personas para wolverine-3026 y de 6 personas para Olympus-3022 (pues esta referencia lleva más trabajo) las cuales se les asignaran distintas tareas con el fin de optimizar dichas operaciones, es decir realizarlo en el menor tiempo posible.

Para el caso de las actividades internas se propondrá un plan de mejora, el cual se muestra a continuación *Ver Tabla 12*, con el fin de reducir los tiempos de ciertas tareas mostradas en la fase 2 de la aplicación del SMED. En dicha tabla se describen las tareas a mejorar, así como la finalidad y el impacto que tendrá en el tiempo de proceso bajo tres criterios:

- Alto: Acción con gran relevancia en el tiempo de proceso, se logra una disminución en el tiempo de ejecución de tareas.
- Medio: Se obtiene una reducción de tiempo bastante considerable.
- Bajo: La realización de esta acción no tiene gran relevancia en el tiempo de proceso.

También se llevó a cabo la toma de 5 observaciones para actividades que; considerando ciertas mejoras con respecto al método, podrían reducir aún más el tiempo de proceso.

A partir de estas observaciones, utilizando el método tradicional (*Ver página 11-12*) se calculó el tamaño de muestras necesarias con un nivel de confianza del 95% y un error aceptable de $\pm 5\%$.

En este caso el tamaño de N será igual a 5, pues aplicando la fórmula resultó un valor muy alto para ambas referencias las cuales no se podían realizar completas debido a la naturaleza del proceso de fábrica de moldes, pues no es una línea continua y los períodos de cambios de estas referencias no suceden con frecuencia y dependen de la demanda (un dato estimado es de tres fabricaciones en dos meses). En el tiempo de desarrollo de la monografía solo se logró realizar 5 observaciones, (ver anexo 2 y anexo 3).

Plan de mejora en el área de fábrica de moldes								
No.	Descripción	Propósito	Impacto			Ganancia	Encargado a realizar trabajo	Duración
			Bajo	Medio	Alto			
1	Plan de ordenamiento y ubicación de herramientas necesarias en cada estación (5'S).	a) Estación de preparado	X			00:01:20	Personal de molde	2 horas
		b) Estación de armado			X	00:02:17		3.5 horas
		c) Estación de llenado	X			00:01:00		1 hora
		d) Estación de desmoldado	X			00:01:00		1 hora
		e) Estación de taqueo		X		00:01:48		3 horas
		f) Estación de desague	X			00:01:00		1 hora
2	Traslado de cocina a la estación de armado.	Ubicación de cocina eléctrica en el cajón de cortar tubos.			X	00:02:10	Personal de mantenimiento	2 horas
3	Reubicación de matrices en estanterías	Ordenar matrices por referencia en un mismo punto, colocando las que más se utilizan cerca del área de moldes.			X	Fácil identificación y acceso a las matrices.	Personal de molde y mantenimiento	5 días
4	Mejorar la caída de la escayola	Modificar la tolva en forma cónica que permita una salida fácil de la escayola.			X	Eliminar el recorrido de subir y bajar de la tolva continuamente.	Personal de mantenimiento	2 días
5	Ampliar cabina de llenado	Reubicar los materiales y herramientas dentro de la cabina de llenado.	X			Poseer dos recipientes de llenado frente a altas producciones.	Personal de mantenimiento	2 días
6	Elaboración de matrices de curva por referencias	Tener tubos listos al disponer de matrices de curva por cada una de las referencias que las necesitan.			X	Disponer de un tiempo de preparación de tubos.	Matricería	15 días
7	Realizar un listado de las necesidades de las matrices para darles mantenimiento	Reducir tantos los tiempos de curado como los tiempo de armado pues hay algunas que no se logra distinguir en algunos casos numeración y en otros los colores.			X	00:02:20	Superintendente	5 días
8	Plan de producción	Elaborar un plan de fabricación de moldes para llevar un control de las próximas molduras a producir.			X	Disponer de un tiempo de preparación de utiles y herramientas.	Superintendente	5 días

Tabla 12 Plan de mejora en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.

2.4.1. Wolverine-3026.

Núm	Tasks / Operation Tarea/ Operación	Categoría (Antes)		Ideas de mejora	Categoría (Después)		
		Externa	Interna		Externa	Interna	
1	Lavar matriz (agua y paste)		01:03:00			00:31:30	
2	Secar matriz		00:09:41			00:04:51	
3	Cerrar matriz		00:05:26	Pasar de 1 hombre a 2 hombres realizando esta operación		00:02:43	
4	Guardar varillas y prensas		00:12:20			00:06:10	
5	Emplastar y enzunchar		00:09:45			00:04:53	
6	Limpia orificios de matriz		00:05:35		No realizar las tareas de manera monótona		00:04:25
7	Sopletear matriz		00:05:11				00:04:00
8	Trasladar matriz a preparado		00:00:42			00:00:35	
9	Aplicar desmoldante y unir partes de matriz		00:09:05	Colocar cantidad de materiales a necesitar previamente (1 hombre)	00:01:30	00:06:50	
10	Colocar broches y pernos en laterales		00:04:46	Colocar cantidad de materiales a necesitar previamente (1 hombre)	00:01:15	00:02:35	
11	Trasladar matriz a armado		00:00:34			00:00:34	
12	Preparar fitting		00:03:43	Preparar los fitting que se utilizarán para esa moldura (1 hombre)	00:03:43		
13	Preparar espiral y U de aro macho		00:00:54	Preparar accesorios para matriz (1 hombre)	00:00:54		
14	Cortar y preparar tubo (macilla) para las que llevan		00:01:21	Preparar cantidad de tubos a necesitar previamente (1 hombre)	00:01:21		
15	Cortar tensores para laterales		00:00:45	Preparación de tensores previamente (1 hombre)	00:00:45		
16	Spagleteado o armado de matriz		00:30:42	Revisar y colocar cantidad de materiales a utilizar previamente (1 hombre)	00:03:20	00:20:22	
17	Sopletear matriz		00:01:08			00:01:00	
18	Cerrar y prensar matriz		00:08:38			00:06:18	
19	Trasladar a llenado		00:01:01			00:01:00	
20	Pesar el agua						
21	Agregar escayola						
22	Tiempo de reposo		00:02:00			00:02:00	
23	Agitar la mezcla		00:01:50			00:01:50	
24	Llenar matriz		00:02:52			00:02:52	
25	Lavar agitador y recipiente						
26	Tiempo de fraguado		00:29:13			00:24:00	
27	Sacar varillas		00:09:01	No dejar pasar mucho tiempo que se frague el yeso pues se pegan las varillas y es mas atrasado retirarlas, realizar con dos hombres		00:07:14	
28	Trasladar a desmoldado		00:00:38			00:00:38	
29	Abrir matriz		00:05:52			00:05:00	
30	Raquetear		00:04:09			00:04:00	
31	Sacar pieza de la matriz		00:10:48	Se demoran por el cambio de yugo dependiendo de la matriz		00:08:00	
32	Trasladar a taqueo		00:04:22			00:04:22	
33	Insertar gusanos		00:22:10	Cortar los gusanos y hacer los filtros que se van a necesitar previamente (1 hombre)	00:03:30	00:16:40	
34	Agregar ultracal		00:10:09	Apoyo en esta actividad por un operario		00:06:00	
35	Pulir pieza		00:10:32	Depende de las condiciones de la matriz, darle mtto en la parte interna		00:04:31	
36	Trasladar a desague		00:07:02			00:05:00	
37	Desaguado		00:21:43	Lijar solo lo necesario pues ya se pulió en taqueo y que la pieza desague mientras el operario realiza otras actividades		00:12:30	
38	Trasladar molde a polín		00:03:12			00:03:12	
39	Enzunchar molde		00:06:48			00:02:40	
40							
Current Total			05:26:38	Improved Total	01:15:50	2:38:08	
				Total	03:53:58		

Tabla 13 Cambiar tareas internas a externas Wolverine. Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de actividades externas e internas es ahora de:

	Antes (horas)	Después (horas)
Externa	0	01:15:50
Interna	5:26:38	2:38:08

Tabla 14 Tiempo total del proceso actual y propuesto Wolverine en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.

2.4.1.1. Cálculo de productividad propuesta.

Al pasar algunas actividades de internas a externas, el tiempo de proceso disminuye y aunque el tiempo de preparación pareciera aumentar, la realidad es que al balancear los recursos se puede usar a las personas con menor % de utilización y hacer la tarea en un menor tiempo.

En el *anexo 4* se muestran las tareas que pasaron a ser externas y la manera en que serán asignados los recursos. Con la asignación de las tareas de preparación las cargas de trabajo están bastantes equilibradas para las 5 personas a las cuales fueron distribuidas ver *anexo 5* y como éstas son realizadas en forma paralela se toma el tiempo de mayor duración que es igual a *75 min*.

Para el caso de las actividades internas su duración ahora es de *2:38:08* horas que es igual a *158 min* de modo que la productividad en piezas por unidad de tiempo propuesta es de:

$$P = \frac{\text{Tiempo preparación} + \text{Tiempo de proceso}(\# \text{ moldes})}{\# \text{ moldes}}$$

$$P = \frac{75\text{min} + 158\text{min}(30 \text{ moldes})}{30 \text{ moldes}} = 160.5 \text{ min/molde}$$

Y el delta de productividad:

$$\% = \left| \frac{160.5 \text{ min/molde} - 229 \text{ min/molde}}{229 \text{ min/molde}} \right| * 100$$

$$\% = 29.91$$

Con este indicador de productividad (min/pieza) se ha logrado el incremento del 29.91% al reducir el tiempo de fabricación.

2.4.2. Olympus-3022.

Núm	Tasks / OperationTarea/ Operación	Categoría (Antes)		Ideas de mejora	Categoría (Después)	
		Externa	Interna		Externa	Interna
1	Lavar matriz (agua y paste)		00:41:38			00:20:49
2	Secar matriz		00:03:47			00:01:54
3	Cerrar matriz		00:07:52	Pasarse de 1 hombre a 2 hombres para realizar éstas actividades.		00:03:56
4	Guardar varillas y prensas		00:14:01			00:07:01
5	Emplastar y enzunchar		00:06:25			00:03:13
6	Trasladar matriz a preparado		00:00:58			00:00:58
7	Limpiar orificios de matriz y sopletear		00:04:18			00:04:18
8	Aplicar desmoldante y unir partes de matriz		00:11:16	Aplicar solo lo necesario y no pasar varias veces por el mismo lugar la esponja		00:06:40
9	Colocar broches y accesorios		00:16:24	Tener cerca los accesorios para las cuñas (preparado de accesorios 1 hombre)	00:02:11	00:14:00
10	Buscar cerchas para el núcleo		00:05:00	Alistar previamente las cerchas que serán utilizadas en la fabricación (1 hombre)	00:03:00	
11	Trasladar a armado		00:00:50			00:00:50
12	Cortar tensores		00:01:04	Preparar los tensores previamente (1 hombre)	00:01:04	
13	Cortar y preparar tubo (macilla)		00:03:35	Cortar los tubos a utilizar previamente (1 hombre)	00:02:40	
14	Buscar colgadores		00:05:00	Disponer de todos los colgadores necesarios en buen estado (1 hombre)	00:03:00	
15	Preparar platina		00:02:58	Preparar previamente las platinas a utilizar (1 hombre)	00:02:00	
16	Insertar varillas, mangueras		00:33:35	Revisar y colocar cantidad de materiales a utilizar previamente (1 hombre)	00:05:00	00:22:00
17	Cerrar matriz		00:08:15			00:06:15
18	Trasladar a llenado		00:01:16			00:01:00
19	Pesar el agua					
20	Agregar la escayola al recipiente					
21	Tiempo de reposo		00:02:00			00:02:00
22	Agitar la mezcla		00:02:00			00:02:00
23	Llenar matriz		00:04:55			00:04:00
24	Tiempo de fraguado		00:18:57			00:18:00
25	Lavar agitador y recipiente					
26	Sacar varillas		00:10:06			00:08:06
27	Trasladar a desmoldado		00:00:41			00:00:41
28	Abrir matriz		00:11:19			00:08:50
29	Raquetear		00:05:48			00:05:00
30	Sacar pieza de la matriz		00:11:12	Agilizar el cambio de yugo		00:09:12
31	Trasladar a taqueo		00:03:00			00:02:50
32	Desmoldado de cuñas		00:05:34			00:05:34
33	Taqueo de juegos de cuñas		00:10:00			00:10:00
34	Traer gusanos		00:01:15	Alistar con anticipación los materiales a utilizar para el taqueo de moldes (1 hombre)	00:01:15	
35	Insertar gusanos		00:25:34	Cortar los gusanos y hacer los filtros que se van a necesitar previamente (1 hombre)	00:03:45	00:16:25
36	Agregar ultracal		00:10:14			00:06:14
37	Pulir la pieza		00:04:07			00:04:07
38	Curado		00:20:43	Supervisar el desmoldado para evitar defectos en los moldes y disminuir el tiempo de curado		00:05:18
39	Trasladar a desague		00:04:47			00:04:30
40	Desaguado		00:20:05	Lijar solo lo necesario pues ya se pulió en taqueo y que la pieza desague		00:13:00
41	Trasladar molde a polín		00:04:33	mientras el operario realiza otras actividades		00:03:33
42	Enzunchar molde		00:04:38			00:01:40
Current Total			05:39:40		Improved Total	01:52:00
					Total	04:49:01

Tabla 15 Cambiar tareas internas a externas Olympus. Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de actividades externas e internas es ahora de:

	Antes (horas)	Después (horas)
Externa	0	01:52:00
Interna	5:39:40	02:57:01

Tabla 16 Tiempo total del proceso actual y propuesto Olympus en Fáb. de moldes. Fuente: Elaboración propia.

2.4.2.1. Cálculo de productividad propuesta.

Al igual que la 3026 algunas actividades pasaron de internas a externas, disminuyendo de esta manera el tiempo de proceso, para el caso de la 3022 (taza tacelo) se realizan distintas actividades de preparación pues los accesorios que ésta conlleva son diferentes a los de la referencia 3026; las tareas que pasaron a ser externas y la manera en que será asignado el recurso humano se muestran en el *anexo 6*.

Al asignar las actividades de preparación de útiles, accesorios y herramientas se tomará en cuenta a las 6 personas del área pues el tiempo de preparación para esta referencia es bastante elevado y al hacer uso de más recursos este tiempo se reduce a como se muestra en el *anexo 7*, éstas tareas son realizadas en forma paralela y se toma el tiempo de mayor duración que es igual a *112 min*.

Para el caso de las actividades internas su duración ahora es de *2:57:01* horas que es igual a *177 min* de modo que la productividad en piezas por unidad de tiempo propuesta es de:

$$P = \frac{\text{Tiempo preparación} + \text{Tiempo de proceso}(\# \text{ moldes})}{\# \text{ moldes}}$$

$$P = \frac{112 \text{ min} + 177 \text{ min}(30 \text{ moldes})}{30 \text{ moldes}} = 180.7 \text{ min/molde}$$

$$\text{Y el delta de productividad: } \% = \left| \frac{180.7 \text{ min/molde} - 267 \text{ min/molde}}{267 \text{ min/molde}} \right| * 100$$

$$\% = 32.32\%$$

Como resultado de la reducción del tiempo de fabricación se ha obtenido el 32.3% de aumento de productividad medido en min/pieza.

2.4.3. Productividad en piezas/hombres equivalentes.

En la *Tabla 17* se muestra un resumen de la productividad obtenida en piezas por hombre equivalente a partir del resultado propuesto para un mejor aprovechamiento del recurso humano al balancear las cargas de trabajo, disminuir recorridos y actividades que no agregan valor al proceso.

Resumen de productividad									
Referencia	Modelo	Min/pieza		JL (min)	Piezas/día		Hombres equivalente/turno	Piezas/hombre equivalente	
		Actual	Propuesto		Actual	Propuesto		Actual	Propuesto
3026	Wolverine	229	160.5	480	2.096	2.991	6	0.3493	0.4984
3022	Olympus	267	180.7	480	1.798	2.656	6	0.2996	0.4427

Tabla 17 Productividad en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.

Tras este resultado, se obtiene un incremento de productividad de 42.7% para Wolverine y de 47.7% para Olympus, ver *Ilustración 11*, al lograr un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en el área de fábrica de moldes (se reduce tiempos y se incrementa el % de utilización del recurso humano), señalando que la esencia del mejoramiento de productividad es trabajar de manera inteligente, no más dura, lo cual se observa en la forma que fueron asignadas las tareas de preparación y de proceso para cada recurso sin intensificar su trabajo pues claro está que un trabajo más duro conllevaría en otro aspecto a reducir la productividad debido a las limitaciones físicas del ser humano.

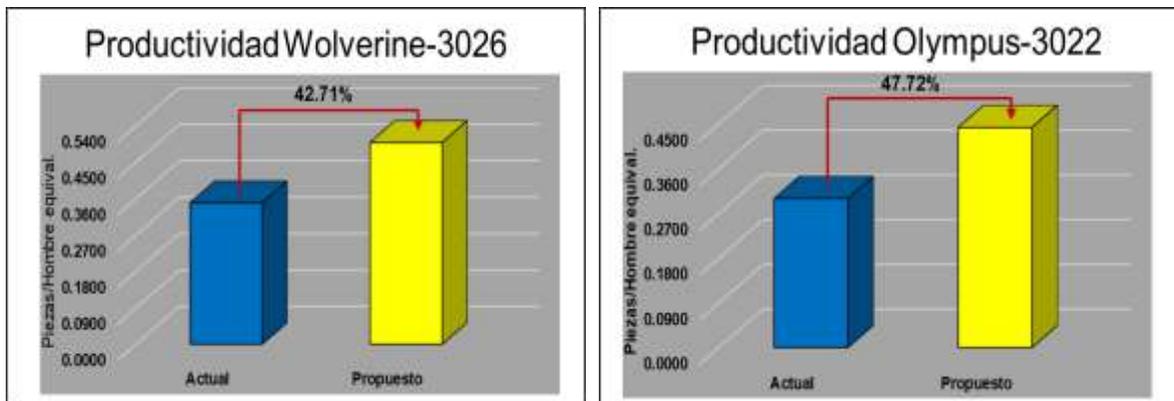


Ilustración 8 Mejora de productividad en Fábrica de moldes.

2.5. Actividades por colaborador (propuesto).

Al haber transformado tareas de internas a externas se obtiene un nuevo escenario, pues ahora se dispondrá de un tiempo para preparación de útiles, accesorios y herramientas por cada referencia y se tiene además el tiempo de proceso. Las asignaciones de éstas actividades por colaborador se muestran a continuación:

2.5.1. Wolverine-3026.

Changeover - Trabajo Estándar de "Pit Crew"							
Proceso: Fabricación de moldes			De: Tipo A		A: No Estándar		
					Fecha 12/3/2020		
Núm.	Tareas Persona 1	Tiempo	Tareas Persona 2	Tiempo	Tareas Persona 3	Tiempo	
1	Lavar matriz	00:31:30	Lavar matriz	00:31:30	Preparado de fittings	00:55:45	
2	Secar matriz	00:04:51	Secar matriz	00:04:51	Preparar filtros y gusanos	00:14:00	
3	Cerrar matriz	00:02:43	Cerrar matriz	00:02:43	Alistar mater. para el preparado de matriz	00:01:30	
4	Guardar varillas y prensas	00:06:10	Guardar varillas y prensas	00:06:10	Asegurar materiales en el armado	00:03:20	
5	Emplastar y enzunchar	00:04:53	Emplastar y enzunchar	00:04:53	Pesar el agua	00:06:00	
6	Preparar colgador de espiral	00:13:30	Preparar colgador de U	00:13:30	Agregar escayola	00:12:00	
7	Sopletear matriz (AM, N, LD)	00:04:11	Limpiar orificios de matriz	00:03:49	Tiempo de reposo	00:02:00	
8	Aplicar desmoldante y unir partes de matriz	00:06:50	Sopletear matriz (AH, D, LI)	00:04:00	Agitar la mezcla	00:02:00	
9	Colocar broches y pernos en laterales	00:02:35	Aplicar desmoldante y unir partes de matriz	00:07:26	Llenar matriz	00:07:04	
10	Trasladar matriz a armado	00:00:34	Colocar broches y pernos en laterales	00:02:52	Lavar agitador y recipiente	00:14:07	
11	Spagleteado o armado de matriz	00:25:22	Trasladar matriz a armado	00:00:23	Tiempo de fraguado	00:24:00	
12	Sopletear matriz	00:01:00	Spagleteado o armado de matriz	00:20:22			
13	Cerrar y prensar matriz	00:05:38	Sopletear matriz	00:01:16			
14	Trasladar a llenado	00:00:48	Cerrar y prensar matriz	00:06:18			
15			Trasladar a llenado	00:00:48			
16							
17							
18							
19							
Tiempo Total		01:50:35	Tiempo Total		01:50:51	Tiempo Total	02:07:39

Changeover - Trabajo Estándar de "Pit Crew"							
Proceso: Fabricación de moldes			De: Tipo A		A: No Estándar		
					Fecha 12/3/2020		
Núm.	Tareas Persona 4	Tiempo	Tareas Persona 5	Tiempo	Tareas Persona 6	Tiempo	
1	Preparar fitting	00:55:12	Cortar tensores para laterales	00:22:30	Sacar e introducir matrices	00:30:00	
2	Preparar filtros	00:14:00	Cortar tubos	00:40:30	Sacar varillas (AH, N, LD)	00:07:14	
3	Asegurar la cant. de broches y vaselina	00:01:15	Insertar gusanos	00:16:40	Realizar las pruebas de ensayo	00:15:48	
4	Asegurar materiales en el armado	00:03:20	Agregar ultracal	00:06:00	Abrir matriz	00:04:28	
5	Sacar varillas (AM, D, LI)	00:07:14	Pulir pieza	00:05:31	Raquetear	00:03:36	
6	Trasladar a desmoldado	00:01:02	Trasladar a desague	00:05:00	Agregar ultracal	00:03:07	
7	Abrir matriz	00:05:00	Desaguar moldes	00:12:30	Pulir pieza	00:05:01	
8	Raquetear	00:04:00	Trasladar molde a polín	00:03:12	Trasladar molde a polín	00:03:12	
9	Sacar pieza de la matriz	00:08:00			Enzunchar molde	00:06:40	
10	Trasladar molde a taqueo	00:04:22					
11	Limpiar orificios de matriz	00:04:25					
12	Trasladar matriz a preparado	00:01:21					
Tiempo Total		01:49:11	Tiempo Total		01:51:53	Tiempo Total	01:19:06

Tabla 18 Tareas por colaborador propuesto Wolverine en Fáb de moldes. Fuente: Elabor. propia.

Como se ha descrito anteriormente, la persona número 6 actualmente se encarga de realizar tareas fuera del área como la elaboración de inventarios, supervisión de la producción, control y mantenimiento de moldes en los bancos de colaje entre otras cosas más, sin embargo algunas de éstas actividades pueden ser realizadas por el superintendente del área (el cual tiene la responsabilidad entre sus funciones administrativas) y que el colaborador se introduzca en el proceso lo cual ayudaría a disminuirle carga de trabajo a las demás personas haciendo el proceso más productivo.

Al tener balanceados estos recursos no habrá cuellos de botella en el proceso y todos operarán bajo un mismo ritmo de trabajo.

2.5.3. Diagrama de recorrido propuesto.

Con la asignación de actividades a los colaboradores, reducción y eliminación de actividades que no agregan valor al proceso y la distancia total propuesta recorrida para producir un molde completo es de 610 metros.

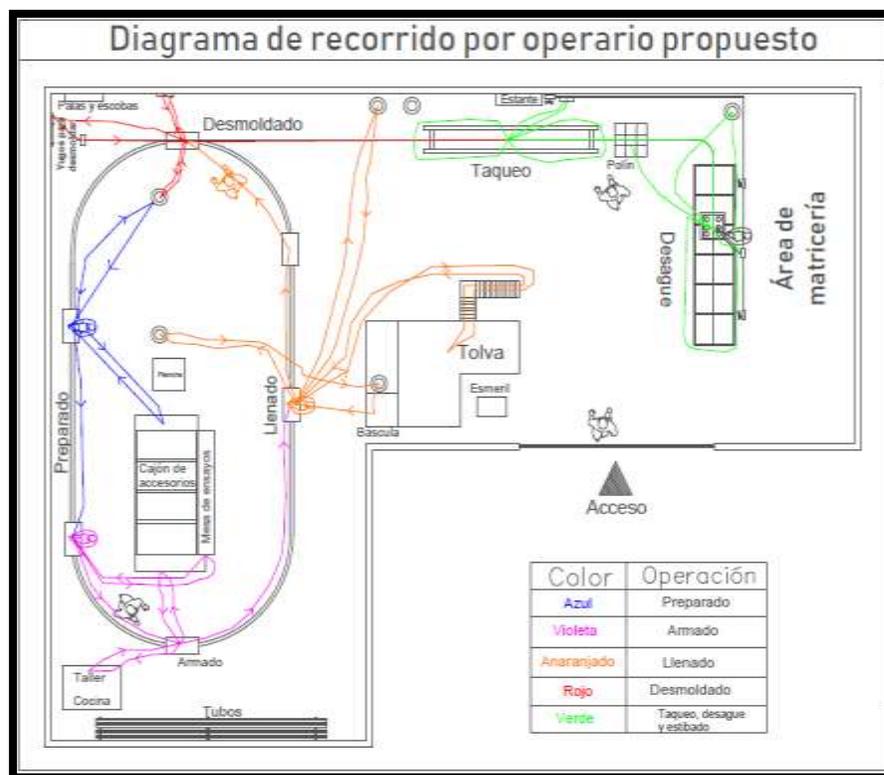


Ilustración 13 Diagrama de recorrido por operario propuesto en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.

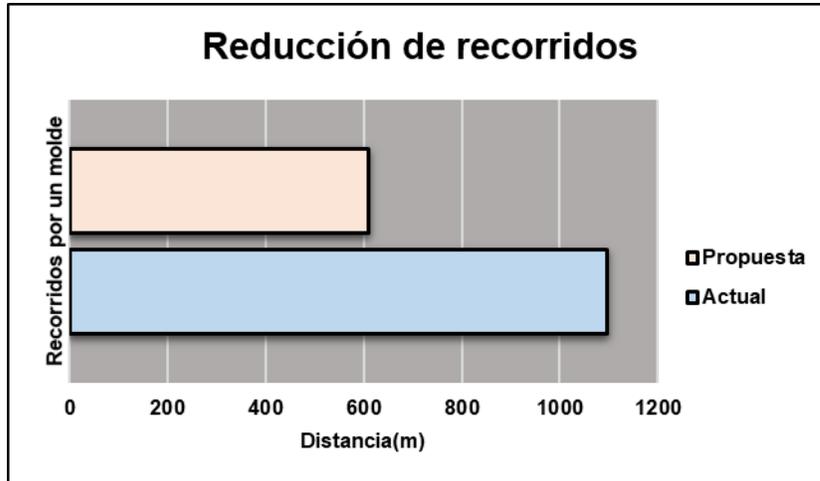


Ilustración 14 Reducción de recorridos en fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.

2.6. Lista de verificación.

El proceso de fabricación de moldes se pretende estandarizar a través de las propuestas brindadas anteriormente para ello se necesita tener listo antes del comienzo de las fabricaciones los útiles, accesorios y herramientas a utilizar, ésta herramienta (la lista de verificación) será de gran ayuda para ello, pues asegurará que todo lo necesario se encuentre disponible al momento de la fabricación de moldes, garantizando la realización de actividades externas, evitando así las pérdidas de tiempo en preparar materiales durante el proceso, Ver *Tabla 20* y *Tabla 21*.

En esta lista se detalla la cantidad necesaria a utilizar para la fabricación de los 30 moldes, así como ciertos comentarios que servirán de guía al momento de la preparación.

2.6.1. Wolverine-3026.

Lista de verificación para la referencia 3026					
Paso	Elementos	Cantidad	Hacer o Verificar	Estado (B/M)	Comentarios
1	Montacargas	1	Que esté disponible en el área a una hora específica		
2	Yeso	192 bolsas	Que cumpla con las especificaciones		
3	Matriz	6			
4	Vaselina	1 pana	La cantidad necesaria para cada fabricación		
5	Desmoldante	3 panas	La cantidad necesaria para cada fabricación		
6	Manguera polyuretano	50 metros	Cortar a la sig medida: D=18", N=7", Aros=7", Lat.=10", Filtro=10"		
7	Fitting plástico	180 unid.			
8	Juegos de broches pequeños	300 juegos			
9	Pega loca	4 tubos			
10	Tubo PVC de 3/4	3 de 6 metros	Cortarlos para N=12cm, D=39cm, Aro macho= 43cm		
11	Filtros	60 unid	Cortar la camisa donde va la tela de 2 cm de largo		
12	Tela	0.32 yardas			
13	Gusanos blancos	10000 unid	Cortar los necesarios antes de la producción		
14	Colgador de espiral	30 unid	Verificar su estado antes de la producción		
15	Colgador de U	30 unid	Verificar su estado antes de la producción		
16	Amarres	3 cajas			
17	Zunchos plásticos de 1/2	1/2 rollo			
18	Yugo	2 unid	Llevar los yugos de acuedo al tipo de molde		
19	Tubo de aluminio de 1/2	2 varillas	Cortar tensores de 2" de largo para laterales		
20	Esponjas	6 unid			
21	Lija fina #400	4 unid			
22	Martillo	1 unid			
23	Varilla de taqueo	1 unid			
24	Ultracal	3 kg			
25	Polines	18 unid			
26	Grapas metálicas de 1/2	300 unid			
27	Macilla	5 kg	Tener la necesaria almacenada cerca de la persona		
28	Pastes	2 unid			
29	Cuchillo	1 unid			
30	Raqueta	3 unid			
31	Formón	1 unid			
32	Crayola	1 unid			
33	Varilla de limpiar	1 unid			
34	Mazo de hule	1 unid			
35	Manguera de 3/16	1/4 rollo			
36	Carretas para matrices	6 unid			
37	Zunchadora	1 unid			
38	Prensadora manual	1 unid			
39	Bolsas plásticas	-			
40	Plástico negro	15 unid			

Tabla 20 Lista de verificación para la fabricación de moldes ref. 3026. Fuente: Elaboración propia.

2.6.2. Olympus-3022.

Lista de verificación para la referencia 3022					
Paso	Elementos	Cantidad	Hacer o Verificar	Estado (B/M)	Comentarios
1	Montacargas	1	Que esté disponible en el área a una hora específica		
2	Yeso	155 bolsas	Que cumpla con las especificaciones		
3	Matriz	5			
4	Manguera polyuretano	3 metros			
5	Vaselina	1 pana	La cantidad necesaria para cada fabricación		
6	Desmoldante	2 panas	La cantidad necesaria para cada fabricación		
7	Fitting racor	120 unid.			
8	Fitting nylon	30 juegos			
9	Broches de cuñas	120 juegos			
10	Guía happy	120 juegos			
11	Preponchado de cuña	480 unid.			
12	Preponchado grueso de cuña	90 unid.			
13	Preponchado de tornillo	120 unid.			
14	Preponchado de diente(salida de agua)	30 unid.			
15	Platina de aluminio	120 unid.			
16	Tubo de aluminio de 1/2	2 varillas	Cortar tensores de 2" de largo para laterales		
17	Esponjas	6 unid.			
18	Gusanos de 14 mm	6,000 unid			
19	Gusanos de 8 mm	4,000 unid			
20	Pega loca	1 tubo			
21	Tubo de 3/4	1 1/2 de 6 metros	Cortarlos para N=10cm, D=32cm		
22	Filtros	30 unid	Elaborarlos a una medida de 26 cm		
23	Tela	0.32 yardas			
24	Colgador pequeños	60 unid	Verificar su estado antes de la producción		
25	Cerchas	30 pares	Verificar su estado antes de la producción		
26	Amarres	1 1/2 caja			
27	Zunchos plásticos de 1/2	1/2 rollo			
28	Yugo	2 unid	Llevar los yugos de acuerdo al tipo de molde		
29	Lija fina #400	3 unid			
30	Martillo	1 unid			
31	Varilla de taqueo	1 unid			
32	Ultracal	2 kg			
33	Polines	21 unid			
34	Grapas metálicas de 1/2	200 unid			
35	Macilla	4 kg	Tener la necesaria almacenada cerca de la persona		
36	Pastes	2 unid			
37	Cuchillo	1 unid			
38	Raqueta	3 unid			
39	Formón	1 unid			
40	Crayola	1 unid			
41	Varilla de limpiar	1 unid			
42	Mazo de hule	1 unid			
43	Manguera de 3/16	1/4 rollo			
44	Carretas para matrices	6 unid			
45	Zunchadora	1 unid			
46	Prensadora manual	1 unid			
47	Bolsas plásticas	-			

Tabla 21 Lista de verificación para la fabricación de moldes ref. 3022. Fuente: Elaboración propia

2.7. Tareas paralelas.

Un molde completo está compuesto por 6 o 5 matrices nombradas inicialmente, las cuales son trabajadas por cada uno de los colaboradores del área, atravesando por distintos puestos de trabajo realizando las actividades una a continuación de la otra.

En la siguiente tabla se muestra una hoja de ruta la cual permite estandarizar los procesos y tiempos por colaborador, además sirve como herramienta de control y supervisión en la realización de las tareas tanto externas como internas siendo ejecutadas de manera paralela.

2.7.1. Wolverine-3026.

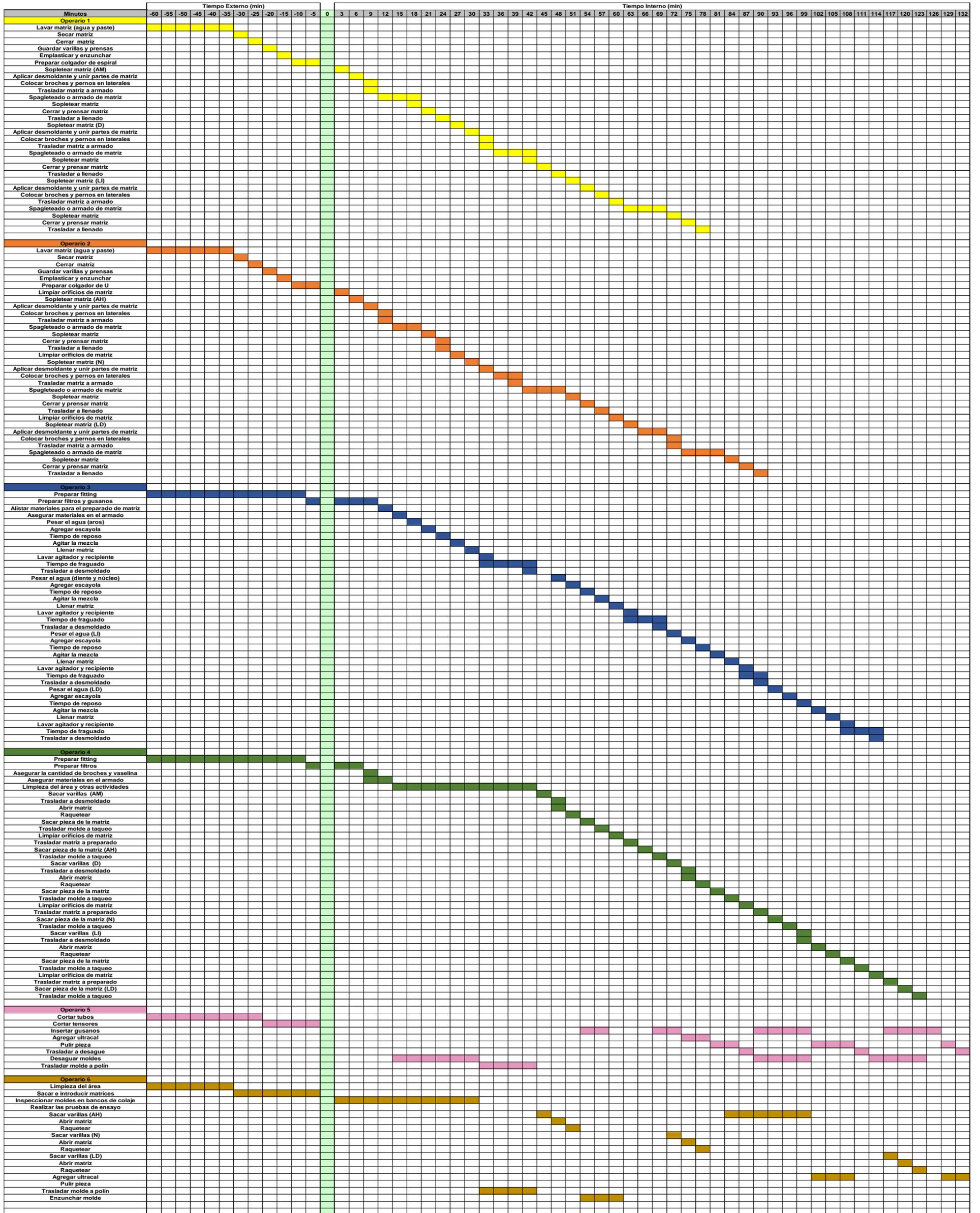


Ilustración 15 Diagrama de tareas paralelas Wolverine en Fábrica de moldes. Fuente: Elaboración propia.

3. Beneficio estimado.

A partir de los datos obtenidos tras las propuestas brindadas con enfoque en mejora de productividad en piezas por hombre equivalente, se estimó el ahorro que se obtendrá al implementar este plan de mejora. Los datos que se presentan fueron suministrados por el departamento de costeo y el departamento de planificación de Incesa Standard.

El cambio de moldes se estima realizarlo cada tres meses, el ahorro proyectado por molde en tiempo equivale a la diferencia de 229 min/molde (actual) menos 160.5 min/molde (propuesto), el ahorro en tiempo total resulta de la multiplicación del ahorro por molde por la cantidad de moldes y el costo de mano de obra es la multiplicación de \$ 354 por persona por mes dividido entre 208 horas al trabajadas al mes esto dividido entre 60 equivalente a minutos.

<i>Cálculo de beneficio económico por reducción de tiempo en Taza Wolverine</i>												
Item	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
# Cambios	1		1		1		1		1		1	
Moldes proyectados	30		30		30		30		30		30	
Ahorro en tiempo por molde (min)	68.5		68.5		68.5		68.5		68.5		68.5	
Ahorro en tiempo total (min)	2055		2055		2055		2055		2055		2055	
Costo de mano de obra por minuto (\$)	0.03		0.03		0.03		0.03		0.03		0.03	
Ahorro generado (\$)	58.29		58.29		58.29		58.29		58.29		58.29	

Tabla 22 Beneficio económico para Wolverine – Fabrica de moldes

<i>Cálculo de beneficio económico por reducción de tiempo en Taza Olympus II</i>												
Item	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
# Cambios	1		1		1		1		1		1	
Moldes proyectados	30		30		30		30		30		30	
Ahorro en tiempo por molde (min)	86.3		86.3		86.3		86.3		86.3		86.3	
Ahorro en tiempo total (min)	2589		2589		2589		2589		2589		2589	
Costo de mano de obra por minuto (\$)	0.03		0.03		0.03		0.03		0.03		0.03	
Ahorro generado (\$)	73.44		73.44		73.44		73.44		73.44		73.44	

Tabla 23 Beneficio económico para Olympus – Fabrica de moldes

El ahorro generado tanto para la fabricación de moldes wolverine y Olympus en un período comprendido de 12 meses, manteniendo una demanda constante (ésta puede cambiar) será aproximadamente de \$790.

Capítulo 2. Área de Colaje.

1. Proceso.

Es la primera fase del proceso para la elaboración de tazas sanitarias de porcelana, en la cual se lleva a cabo el llenado de los moldes correspondientes a cada referencia para obtener la pieza en crudo. Es en este paso donde se forma cada taza y se le da el acabado, eliminando imperfecciones existentes en ella.

Si la pieza formada se trabaja con las variables críticas bajo control y un método estándar, la calidad de la misma está asegurada en un 90%. Al ser unos procesos semi automáticos y artesanales; la mano de obra influye en gran parte de los resultados y se hace necesario la retroalimentación oportuna, así también la inclusión del personal en las rutinas de análisis de las piezas.

A diferencia del área de fabricación de moldes, en colaje cada referencia tiene un proceso muy diferente según el diseño de éstas; es por ello que a continuación se detalla el proceso correspondiente para la taza Wolverine y Olympus.

1.1. Wolverine-3026.

- Operación llenado-drenado de los moldes

Esta abarca desde el momento en que el trabajador da la orden por medio del controlador PLC para que inicie el llenado de los moldes por medio del transporte de la pasta a través de mangueras y bombas, también debe tomarse en cuenta que este tiempo de llenado varía en dependencia de la consistencia de la pasta.

Posterior al llenado de los moldes estos se dejan reposar con la pasta dentro de ellos con la finalidad de que la pieza adquiriera la forma esperada y se aferre a la superficie del molde, esta etapa del proceso consiste en una espera a que la pieza interior esté en condiciones óptimas para el avance a la siguiente etapa, el tiempo de espera depende tanto de la consistencia de la pasta como de las condiciones atmosféricas de la planta debido a que a mayor grado de humedad en el aire y temperatura baja los moldes no serán capaces de absorber el agua de la pasta con la rapidez esperada.

En el siguiente punto de esta operación la maquina hace pasar aire comprimido en el interior de los moldes de forma que la pasta restante no afianzada a la superficie del molde salga de estos y sea recolectada en barriles de recuperación.

A continuación del anterior punto ya sacada la pasta sobrante a modo de drenado es sellado el punto de salida de la pasta y se hace pasar aire comprimido dentro del molde ya no con el fin de sacar la pasta sobrante sino a modo de afianzar la forma que se busca de la pieza además de solidez en su grosor en sí de tal manera que se evite la presencia de capas dobles en la pieza lo que es causante de defectos en la pieza terminada.

En el proceso de drenado de los cuerpos se recolecta pasta sobrante en un recipiente con la finalidad de verterla en un molde aparte correspondiente a los tapones que son usados posteriormente en el proceso.

- Trabajo en molde de anillos

Para poder realizar estos trabajos de la pieza en el molde de los anillos se necesita que estos estén expuestos por el lado inferior de la pieza, primeramente, se requiere desconectar las mangueras de pase de aire comprimido y de pasta para movilizar los moldes de forma que el trabajo en éstos sea más cómodo para el colaborador. Dicho colaborador empieza movilizandolos moldes en grupos de cinco y después los separa individualmente, para realizar esta acción el colaborador con ayuda de las mangueras dispuestas en el molde las conecta brevemente al canal de distribución de aire comprimido usado para el desaguado con la finalidad de que el molde sude y se pueda separar de la pieza.

Una vez separados los moldes de los anillos se procede a realizar los trabajos necesarios para después unirlos con el resto de la pieza, comenzando con sellar los agujeros correspondientes a la entrada de aire que se usa en el drenado de la pieza, con ayuda de pasta en estado más sólido se tapan estos orificios, utilizando algunas herramientas se procede a recortar el agujero de entrada de agua el cual es retirado de la pieza y se le realiza un ajuste con el fin de eliminar irregularidades en la superficie cortada, se raya el anillo en la superficie de conexión con la pieza para

que ésta al aplicar la pasta pega sea capaz de tener un mejor agarre, luego con una plantilla se realizan orificios en la pieza los cuales corresponden a los orificios de salida del agua y se le coloca el número de referencia por medio de un sello.

- Trabajo en molde de taza

Para realizar estos trabajos primeramente es necesario que los martillos posicionados sobre el molde de los cuerpos, que también sostiene el núcleo del cuerpo del molde, sean levantados. Desde el monitor se da la señal que da inicio a este procedimiento, no sin antes desajustar la prensa neumática que es la encargada de ejercer presión entre la parte superior del molde de los cuerpos y el resto, con la finalidad de evitar fugas de pasta y que los procedimientos realizados por las cualidades del molde sean ejecutados sin problemas, este evento consiste en deslizar hacia afuera las barras que sostienen la prensa neumática las cuales son deslizadas por fuera de las espadas, estructura posicionada entre molde y molde que permite el ajuste necesario para ejercer la presión entre la prensa neumática y los moldes.

Una vez levantados los martillos se procede a realizar los trabajos en los moldes de los cuerpos, en este punto estos trabajos comienzan con la limpieza de las orillas de los moldes, esto es el sobrante de la pasta que antes fue utilizada para sellar las fugas de pasta en los moldes al momento del llenado, también está relacionado directamente con la limpieza de las tuberías de la pasta que también son limpiados para que al momento de verter la pasta nueva estos restantes de pasta no afecten la integridad de la pieza que se va a formar dentro del molde.

Posteriormente se realizan los recortes necesarios según el diseño de la taza que faciliten su funcionamiento, precisamente con el recorte de la entrada de agua se realiza una medición que sirve como muestra del grosor general de la pieza dentro del molde que luego es registrado a medida de control y como base para las siguientes llenas, estos datos determinan si se aumentan o se disminuye el tiempo de formado de la pieza. Los recortes son depositados en un recipiente recolector para luego ser enviados al área de pastas y que sean aprovechados como materia prima.

Entre los trabajos realizados en los moldes de las tazas está el recorte de los tapones que son utilizados con el fin de sellar los agujeros resultantes del drenado de los moldes, los cuales luego son pegados en el pozo de la pieza.

Ya una vez colocados los tapones en la pieza se procede a pulir las orillas de dicha pieza en los cuerpos del molde, esto servirá para que la pasta pega que luego será untada en las orillas se adhiera con mayor facilidad. La pasta pega es una sustancia resultante de la pasta utilizada para la formación en los moldes, pero con mayor densidad que se utiliza como pegamento entre las dos partes que componen la pieza. Una vez agregada la pasta pega, se procede a colocar los moldes de los anillos sobre los moldes de los cuerpos a manera de que queden en la posición adecuada según su diseño.

Acto seguido con ayuda de una manguera se hace pasar aire a través del molde del anillo posicionado sobre el molde del cuerpo, al pasar aire a presión por el molde esta suelta agua que permite la separación de la pieza con el molde, de esta forma una vez asegurada la separación de los moldes con todas las piezas se colocan los moldes de los anillos en su banca correspondiente para que estos sean desaguados.

- Desaguado de moldes de los anillos

Esta etapa consiste en hacer pasar aire comprimido a través de los moldes para que suelten el agua absorbida de esta forma ellos gracias a su cualidad de capilaridad podrán ser usados nuevamente para la formación de las piezas dentro de ellos. El desaguado de los moldes tanto para los moldes de los anillos como para los moldes de los cuerpos se realiza en grupos de diez debido a que la capacidad de la bomba solo permite distribuir los 30psi en grupos de diez. Al final del tiempo de desaguado de los moldes se pasa una esponja seca para limpiar la superficie de estos, luego se agrega agua-pasta en esta superficie con el fin de que la pasta que posteriormente sea vertida en los moldes no quede adherida por completo a la superficie de los moldes, una vez terminado este proceso los moldes de los anillos son regresados a su posición inicial, se conectan las mangueras de pase de aire y de pasta, también se ajusta la prensa lateral de esta banca para evitar la fuga de

pasta en los moldes durante la formación, en este punto los moldes ya están listos para ser utilizados nuevamente en el proceso.

- Primer acabado

Esta etapa corresponde directamente a todos los acabados que se le dan a la pieza en el momento que aún está en el molde, en este punto la pieza se encuentra boca arriba con el anillo y el cuerpo unido, lo que compone la totalidad de la pieza.

Entre los trabajos que se realizan a la pieza están los raqueteados exteriores del anillo (delantero, trasero e interno) primeramente, en el anillo interno antes de su raqueteado se realiza un corte al sobrante de pasta con ayuda de una cuchilla, luego se procede con los raqueteados internos y exteriores. Se realizan ponchados a la pieza, estos relacionados con el funcionamiento de la taza y otros utilizados como puntos de anclaje para sus accesorios, también se rebabea los agujeros ponchados y la orilla interna donde fue pegado el anillo y la taza, una vez terminadas estas actividades se procede con el pulido externo e interno de la taza, con el fin de dar un acabado adecuado a la pieza, eliminando irregularidades en la superficie, también como parte de un trabajo más cuidadoso se procede a realizar el pulido y secado del pozo, más específico en el punto donde fue colocado el tapón anteriormente.

Por último, se realiza el espejeo de la pieza, el cual consiste en una revisión visual con ayuda de un espejo a los agujeros internos del aro con el fin de verificar si estos fueron tapados al momento de pegar el anillo a la taza, debido a que son de importancia para el funcionamiento de la pieza terminada. Como parte final de esta etapa se desconectan los tubos de pasta ubicados en los moldes de los cuerpos.

- Desmoldado de pieza

Inicialmente con ayuda del sistema inyección de aire a presión se separan ciertos moldes y se posicionan de manera que al ser desmoldados se encuentren en el área designada para cada una de estas piezas, el desmoldado se realiza de la siguiente manera: se coloca un soporte de espuma en la parte superior de la pieza en el molde, se agrega agua-pasta en ciertos puntos, luego se coloca el soporte

lateral de la pieza, se separa el otro molde lateral, con ayuda del sistema de inyección de aire comprimido se separa la parte inferior del molde de la pieza y se da vuelta a la pieza sobre el soporte de espuma, en este punto también se agrega agua-pasta, se ponchan los puntos de anclaje inferiores y se coloca el número de serie, luego la pieza es posicionada en el banco de descanso, esto se realiza con todas las piezas de la banca en grupos de diez, cada diez moldes se pasa al desaguado de los moldes de los cuerpos realizando la misma actividad de desagüe que en el desaguado de los moldes de los anillos, ya una vez desaguados estos moldes se proceden a ubicarlos en la posición inicial, se ajusta la prensa lateral de y por medio del monitor se bajan los martillos de los cuerpos, una vez que están abajo se suben las espadas de los moldes, se coloca la prensa neumática en la posición correcta y se conectan los tubos de pasta, en ese punto ya los moldes se encuentran listos para el inicio del proceso.

- Segundo acabado

Este es realizado en la banca de descanso con las piezas boca abajo, sobre los soportes de espuma, debido al diseño de los moldes de la pieza y a la pasta pega utilizada anteriormente la pieza cuenta con “venas” y varias imperfecciones en su exterior. Como parte de esta etapa primeramente se ponchan los agujeros de salida de agua, estos relacionados con el diseño y función de la pieza además en este punto se puede observar si el formado se llevó a cabo adecuadamente, de no ser así es claramente identificable una deformación en el interior de la salida del agua, se quitan los excesos en la base de la pieza y se retiran los excesos sobrantes de pasta pega en la unión del anillo-taza, después se raqueta la pieza con el fin de eliminar las imperfecciones más notables, las “venas” y otras irregularidades en la superficie como resultado del diseño del molde, una vez eliminados se procede con el pulido exterior de la pieza a fin de otorgar el acabado deseado, se agrega glicerina - sustancia que evita la rotura de la pieza por pérdida de humedad - en ciertos puntos de la pieza donde se produce más probabilidad de rotura, se coloca el código de barras en cada pieza y luego se pasa el escáner que las registra en el sistema, se

nivela la base de la pieza con el fin de que esta sea uniforme y se traen los soportes de madera que serán utilizados posteriormente.

- Traslado a carreta

Esta es la etapa final del proceso e inicia con el cambio de soporte de espuma por los soportes de madera, estos soportes de madera son posicionados sobre la pieza; una vez que todos están en su lugar se procede a hacer el cambio, colocando los de espuma a un lado de la banca de descanso, ya todos los soportes cambiados se trasladan las piezas sobre sus soportes a la carreta que los llevara al área de procesado. Con ayuda del sistema de la banca de descanso este procedimiento es realizado con cada pieza y al final se ubican nuevamente los soportes de espuma en su posición inicial los cuales son limpiados, ya en este punto el proceso de las piezas está completo.

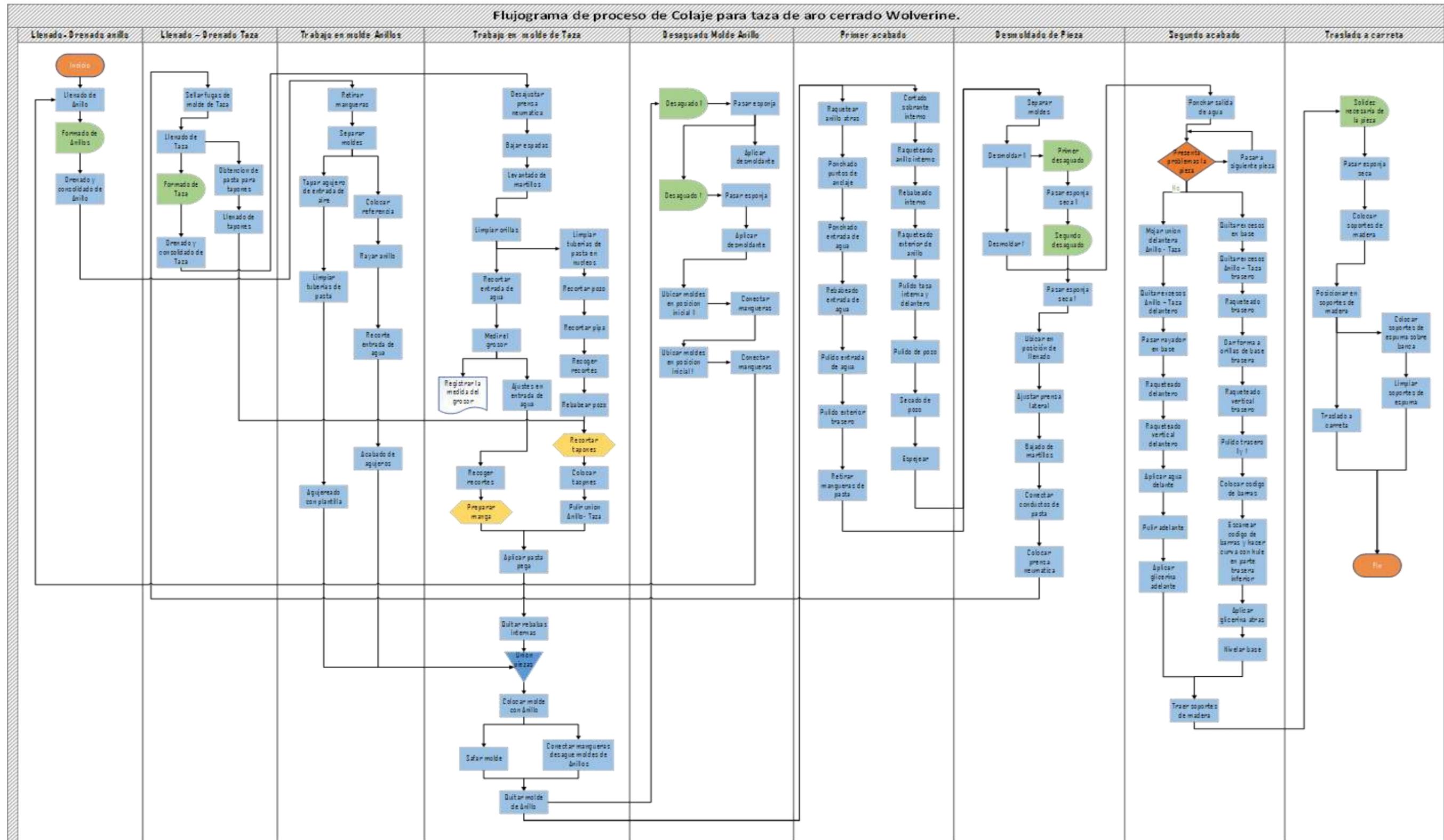


Ilustración 17 Flujograma de proceso para fabricación de TAC Wolverine, ref.3026. Fuente: Elaboración propia.

1.2. Olympus-3022.

- Operación Llenado de molde.

Tal como su nombre lo indica, el colaborador inicia actividades dando orden a la máquina de llenar de pasta los moldes del sanitario, la cual lo hace de forma automática alimentando los moldes a través de mangueras conectadas a estos provenientes de un tanque; mientras la máquina realiza esta actividad, uno de los colaboradores se encarga de llenar el molde de tapón (Utilizados para sellar apertura del pozo de la pieza) y el otro colaborador se encarga de sellar las fugas de pasta existentes en los moldes del sanitario evitando derrame de pasta una vez que se encuentren llenos.

- Operación Formado de pieza.

Siendo parte de las actividades realizadas automáticamente por la máquina, se establece un tiempo de formación de pieza de tal manera que la pasta inicie a solidificarse y cada una de las piezas tomen su forma correspondiente; en los últimos minutos de formación la máquina inclina los moldes en un ángulo de 45 grados como un paso previo al drenado de pasta.

- Operación drenado y consolidación de pieza.

Una vez que la máquina inicia el drenado de molde, que consiste en expulsar la pasta sobrante, el colaborador se encarga de supervisar los barriles que se llenan con la pasta expulsada de los moldes evitando que ésta se derrame y posteriormente traslada el barril hacia una bomba de succión encargada de enviar la pasta hacia un tanque para ser reutilizada, posteriormente se limpia el barril y retorna nuevamente hacia el área de drenado.

Siendo aún actividades automáticas de la máquina, se establece unos minutos para presurizado o consolidación de pieza que es un tiempo necesario donde ésta inicia tomar dureza y firmeza. Una vez transcurrido este tiempo La máquina vuelve a colocar los moldes en su estado normal para el inicio del trabajo de la pieza.

- Operación trabajo de pieza en molde.

En esta operación inician a ejecutarse las actividades donde el colaborador interactúa directamente con la pieza; primeramente ambos colaboradores desajustan las barras de prensa y cuñas con ayuda de un martillo para luego proceder a levantar el núcleo separándolo del molde; uno de los colaboradores introduce aire comprimido en las cuñas a través de una manguera de presión para desaguarlos, de tal manera que con la otra mano permita separarlos de la pieza mientras el otro colaborador toma cada una de éstos colocándolos y ajustándolos en el núcleo.

Posteriormente, con ayuda de una raqueta se procede a eliminar las venas resultantes de las cuñas y con ayuda de un cuchillo se elimina la rebaba existente en las orillas del aro de manera que se eviten rajaduras y permita mejor presentación de la pieza para un mejor acabado de la misma.

Hecho esto, uno de los colaboradores, con ayuda de una plantilla asignada y con un cuchillo, perfora el hueco existente en el pozo y retira el trozo de pasta obteniendo la abertura que permita la salida del agua de la pieza; mientras tanto el otro colaborador desmolda los tapones (molde de tapón) y con ayuda de una herramienta llamada hueso sella el orificio existente en el pozo de cada pieza (el cual es visible una vez que se ha perforado el hueco en el pozo, actividad realizada anteriormente), de tal manera que no quede agua estancada una vez obtenido el producto terminado. Posteriormente, se toma una herramienta llamada "isopo" la cual, con la extremidad húmeda correspondiente a esponja brasileña, se pule el pozo brindando un mejor acabado de este.

Uno de los colaboradores toma el ponchador y se procede a perforar y retirar la pasta solidificada obteniendo la abertura donde se colocará la bomba del tanque para luego tomar un trozo de masilla la cual se remoja con agua para proceder a arreglar ciertas imperfecciones en la pieza y por consiguiente desecha todos los residuos y rebaba obtenidos en las actividades anteriores; mientras tanto, el otro colaborador se encarga de colocar los laterales falsos en la banca de descanso de

tal manera que se encuentren al alcance del colaborador al momento de desmoldar y posteriormente se procede a limpiar cada uno de ellos.

Una vez realizadas todas actividades de manera directa en la pieza, ambos colaboradores inspeccionan el núcleo puesto que se deben percatar que las cuñas se encuentren bien ajustadas a éste por lo que se revisan en cada molde presionándolas para mayor precisión de éstas.

- Operación desmoldada de pieza.

Una vez de haber trabajado ciertas partes de la pieza y que ésta haya adquirido suficiente firmeza, se procede a retirarla del molde, se inicia retirando las mangueras de cada molde correspondiente de manera que permita el desplazamiento de éstos.

El colaborador inyecta aire de presión en el molde lateral izquierdo para poder separarlo de la pieza y con raqueta y esponja se pule el aro del mismo lado, se toma y coloca el lateral falso y procede a realizar lo mismo con el lado derecho, luego se inyecta aire de presión en la base del molde y ambos colaboradores al mismo tiempo suspenden la pieza retirándola del molde colocándola a un lado sobre una tabla, posteriormente cargan la pieza y trasladan hacia la banca de descanso; se realiza esta misma actividad para cada una de las piezas contenidas en los moldes.

- Operación desaguado de molde.

El desaguado de moldes es un paso muy importante puesto que esta actividad evita que los moldes pierdan propiedades que conlleven a un deterioro más pronto con respecto a su vida útil; una vez que la pieza ha sido retirada de éstos, el colaborador acciona los controles de desagüe de tal manera que el molde inicie a desaguar dejándole reposar aproximadamente en un lapso de 10 minutos, mientras tanto ambos colaboradores con una esponja proceden a limpiarlos retirando toda suciedad resultante de la pieza que contenía, de tal manera que no quede residuos de éstas que lleguen a afectar el ciclo siguiente.

Concluido los pasos anteriores para todos los moldes, el colaborador da la orden a la máquina que baje los núcleos y se verifica que estos puedan quedar exactamente

introducidos en el molde, se procede a ajustar las barras de prensa y colocar las mangueras de llenado para cada molde, quedando éstos listos para iniciar un nuevo ciclo.

- Operación trabajo de pieza en banca de descanso.

Una vez obtenidas las piezas fuera del molde se inicia a ejecutar las actividades en las partes exteriores de éstas, con ayuda de un ponchador el colaborador realiza aberturas de huecos en el tanque y con una esponja húmeda se realiza un acabado en la pieza eliminando cualquier imperfección existente en ella; con una brocha se agrega glicerina en la parte del tanque y frontal de la pieza, de tal manera que se pueda evitar la aparición de rajaduras; posteriormente se limpia con esponja brasileña húmeda y esponja copal húmeda la parte correspondiente al pozo y aro de la pieza brindando un mejor acabado y evitando aparición de rajaduras.

El colaborador verifica que la pieza presente suficiente durabilidad y firmeza para proceder a colocar soportes sobre el aro de la pieza, esto se hace con la finalidad que proteja la pieza una vez que se coloca boca abajo; luego de haberse cerciorado de la durabilidad de la pieza, ambos colaboradores la levantan y la giran insertando la fecha y ponchando orificios en la base de ésta.

Ambos colaboradores retiran los laterales falsos de cada pieza y acomodan hacia un lado de la banca de descanso; terminado inician actividades en la parte exterior de la pieza tal como ganchar las orillas de la base y la parte trasera de la pieza, con ayuda de una raqueta se eliminan las venas resultantes del molde.

Con esponja brasileña húmeda se procede a pulir la pieza brindando un mejor acabado; con una brocha se agrega glicerina de tal manera que se verifique y evite aparición de rajaduras. Posteriormente se procede a colocar y scanear el código de barra y se nivela la parte base de la pieza de tal manera que permita mayor firmeza de ésta una vez que sea instalada, luego es trasladada hacia el área de pre secado.

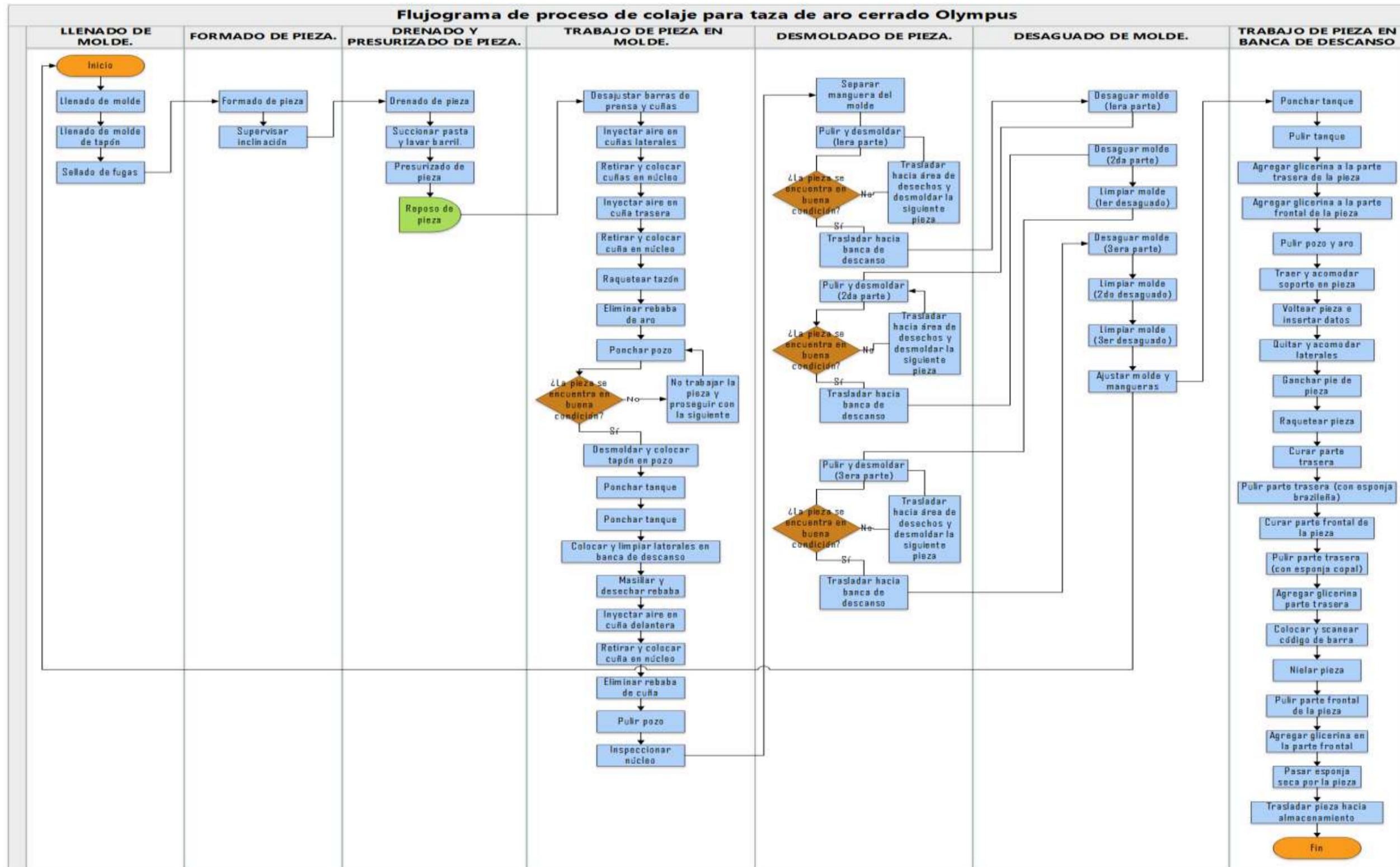


Ilustración 18 Flujograma de proceso para fabricación de TAC Olympus, ref.3022. Fuente: Elaboración propia.

2. Situación actual.

Para mayor interpretación de los datos generales que comparten ambas bancas de producción entre sí se han determinado los puntos siguientes:

- La empresa emplea una jornada laboral de 8 horas/día.
- Las horas extras que se pagan, son utilizadas en actividades que requieren de una sola persona.
- Las horas extras que trabaja un colaborador se convierten a horas de trabajo normal (multiplicamos su valor por 2, de acuerdo a lo que establece el código de trabajo de Nicaragua con respecto al pago de horas extras).
- Las horas trabajadas totales es la suma de la jornada laboral de ambos colaboradores incluyendo las horas extras.
- El hombre equivalente por turno se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Hombres Equivalentes} = \frac{\text{Horas trabajadas totales}}{8 \text{ horas/día}}$$

- Las piezas por hombre equivalente representan la cantidad de piezas que puede trabajar un hombre por cada jornada laboral asignada incluyendo las horas extras y se obtienen mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Pz/Hombres Equivalentes} = \frac{\text{Piezas/día}}{\text{Hombre Equivalente}}$$

Una vez expuesto lo anterior, se procede a detallar la estructura de cada una de las bancas de producción.

2.1. Wolverine.

Actualmente, la banca de producción de Wolverine se encuentra estructurada de la manera siguiente:

Referencia 3026 (Taza de anillo cerrado Wolverine alongada)									
Moldes	Ciclos / día	Piezas / día	JL / día				Horas pagadas totales	Hombre equivalente por turno	Pz/Hombre equivalente
			Colaborador 1		Colaborador 2				
			Normal	Extras	Normal	Extras			
20	2	40	8	2	8	0	20	2.5	16

Tabla 24 Productividad actual TAC Wolverine, ref.3026 en Colaje. Fuente: Elaborac. propia.

En los tiempos de proceso actuales, caben dos ciclos por día o turno, para un total de 40 piezas/día (20 piezas/ciclo x 2 ciclos/día).

En esta banca o línea de producción hay 2 colaboradores asignados; uno de ellos labora sus 8 horas reglamentarias por día y otro debe cumplir 10 horas (2 horas adicionales) para que se puedan completar los dos ciclos.

Para efectos de medir la productividad en función de las horas hombre pagadas por la compañía, necesitamos convertir las 2 horas extras que trabaja un colaborador a horas de trabajo normal dándonos un total de 4 horas en función de pago de horas extras, el tiempo total pagado en horas a los dos colaboradores diariamente son 20hrs (16 horas reglamentarias de los dos colaboradores más 4 horas por pago de extras).

El equivalente de hombres que la compañía está invirtiendo, basándonos en las horas totales que se pagan para fabricar las 40 piezas/día. Dividiendo las 20 horas que desembolsa la compañía entre las 8 horas de jornada laboral reglamentarias al día (48hrs semanalmente entre 6 días trabajados a la semana) obtenemos que se requieren 2.5 hombres equivalentes, teniendo una productividad actual de:

$$Productividad\ actual = \frac{40\ pz/día}{2.5\ HE/día} = 16\ Pz/Hombre\ Equivalente$$

2.2. Olympus.

Actualmente, la banca de producción de Olympus se encuentra estructurada de la manera siguiente:

Referencia 3022 (Taza de anillo cerrado Olympus)									
Moldes	Ciclos /día	Piezas /día	JL/día				Horas pagadas totales	Hombre equivalente por turno	Pz/ Hombre equivalente
			Colaborador 1		Colaborador 2				
			Normal	Extras	Normal	Extras			
30	2	60	8	2	8	0	20	2.5	24.0

Tabla 25 Productividad actual TAC Olympus, ref.3022 en Colaje. Fuente: Elaborac. propia.

La banca está compuesta por 30 moldes de los cuáles se obtiene 30 piezas/ciclo. Con los tiempos de proceso actuales, caben dos ciclos por día o turno, para un total de 60 piezas/día (30 piezas/ciclo x 2 ciclos/día).

En esta banca o línea de producción hay 2 colaboradores asignados; uno de ellos labora sus 8 horas reglamentarias por día y otro debe cumplir 10 horas (2 horas adicionales) para que se puedan completar los dos ciclos.

De igual forma al caso anterior, las 2 horas extras se convierten en 4 en función del pago de horas extras, de esta manera el tiempo total pagado en horas a los dos colaboradores es 20 (16 horas reglamentarias de los dos colaboradores más 4 horas por pago de extras).

El equivalente de hombres que la compañía está invirtiendo, basándonos en las horas totales que se pagan para fabricar las 60 piezas/día. Dividiendo las 20 horas que desembolsa la compañía entre las 8 horas de jornada laboral reglamentarias obtenemos que se requieren 2.5 hombres equivalentes, teniendo una productividad actual de:

$$Productividad\ actual = \frac{60\ pz/día}{2.5\ HE/día} = 24\ Pz/Hombre\ Equivalente$$

3. Estudio de tiempos.

Sin duda alguna, para una mejora de productividad es indispensable establecer los tiempos estándares de cada operación correspondiente al proceso, es por ello que una herramienta fundamental es el estudio de tiempos y movimientos que conllevarán a determinar oportunidades de mejora en función de aprovechar los recursos disponibles en aumento de cantidad de producción por hora de trabajo invertida.

Una vez determinadas las operaciones del proceso y delimitado los elementos correspondientes a cada una de ellas se da inicio al estudio de tiempo para cada una de las referencias antes expuestas, partiendo de la siguiente manera:

3.1. Cálculo de muestras (N).

Para obtener la cantidad de muestras que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo, primero se realizaron un número de observaciones para cada elemento por operación, siendo un total de 10 para Wolverine (*Ver Anexo 8. Cálculo de N y TB para Wolverine-3026*) y 5 para Olympus (*Ver Anexo 9. Cálculo de N para Olympus-3022*) a través del cronometraje vuelta a cero.

Hecho lo antes mencionado, utilizando el método tradicional (*Ver página 11-12*) se calculó el tamaño de muestras necesarias para obtener en todos los elementos al menos el 95% de confianza con un error aceptable de $\pm 5\%$, determinando como número de observación total de cada operación a la N cuyo valor sea el mayor de todos los elementos dados, realizando esto para cada operación se obtuvo lo siguiente:

3.1.1. Wolverine.

NOTA: El cálculo de N para cada elemento se detallan en el Anexo 8 (Cálculo de N y TB para Wolverine-3026)

Resumen numero de observaciones por operación	
Operación	N
Llenado-drenado de anillos	8
Llenado-drenado Taza	8
Trabajo en molde de anillos	10
Trabajo en molde de taza	10
Desaguado molde de anillo	10
Primer acabado	10
Desmoldeado de pieza	10
Segundo acabado	10
Traslado a carreta	10

*Tabla 26 Núm. de observaciones por operación para TAC Wolverine, en Colaje.
Fuente. Elaborac. propia.*

De las N obtenidas por operación, se tomó la N mayor de éstas la cual es 10 de tal manera que se determina que para todas las operaciones como total se deberá registrar el tiempo de 10 ciclos para obtener una mejor aproximación y validez estadística en el estudio de tiempos a realizar.

3.1.2. Olympus.

NOTA: El cálculo de N para cada elemento se detallan en el Anexo 9 (Cálculo de N para Olympus-3022).

Resumen de número de observaciones por operación	
Operación	N
Llenado de molde	12
Formado de pieza	10
Drenado y presurizado de pieza	3
Trabajo de pieza en molde	12
Desmoldado de pieza	12
Desaguado de molde	12
Trabajo de pieza en banca de descanso	12

Tabla 27 Núm. de observaciones por operación para TAC Olympus, en Colaje.
Fuente. Elaborac. propia.

De las N obtenidas por operación, se tomó la N mayor de éstas la cual es 12 de tal manera que se determina que para todas las operaciones como total se deberá registrar el tiempo de 12 ciclos para obtener una mejor aproximación y validez estadística en el estudio de tiempos a realizar.

3.2. Cálculo de tiempo básico o normal.

Tras conocer el número de muestras total se realiza el cronometraje de los tiempos restantes para cada referencia.

Una vez obtenido lo establecido anteriormente, se procedió a calcular el promedio de cada elemento y, por consiguiente, se valoró el ritmo de trabajo con que los colaboradores desempeñan cada una de las actividades establecidas de forma cotidiana según su eficiencia, velocidad, estrategia, etc., en comparación al ritmo que como analistas consideramos estándar a través de una escala de valoración (Ver página 13)

El TB se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$TB = \text{Tiempo observado promedio} \left(\frac{\text{Valoración}}{\text{Tiempo ritmo}} \right)$$

Se calculó el tiempo básico por cada elemento y posteriormente se obtuvo el mismo por operación. A continuación, se muestra una tabla resumen para cada referencia.

3.2.1. Wolverine.

NOTA: El cálculo de TB para cada elemento se detallan en el Anexo 8 (Cálculo de N y TB para Wolverine-3026), como se puede observar inicialmente se hicieron 10 observaciones y al calcular N como se detalló en el punto anterior, ésta fue igual a 10, lo que implica que no era necesario el tomar más muestras, por ello en la misma tabla se anexa el cálculo de TB.

Resumen tiempo básico por operación	
Operación	TB
Llenado-drenado de anillos	01:18:53.9
Llenado-drenado Taza	01:29:49.5
Trabajo en molde de anillos	00:28:27.8
Trabajo en molde de taza	00:56:21.1
Desaguado molde de anillo	00:40:16.1
Primer acabado	00:46:06.1
Desmoldeado de pieza	01:14:18.0
Segundo acabado	01:40:59.6
Traslado a carreta	00:17:26.2

Tabla 28 Resumen tiempo básico por operación para TAC Wolverine, en Colaje. Fuente: Elaborac. propia.

3.2.2. Olympus.

NOTA: El cálculo de TB para cada elemento se detallan en el Anexo 10 (Cálculo de TB para Olympus-3022).

Operación	TB
Llenado de molde.	0:09:18
Formado de pieza.	0:46:43
Drenado y presurizado de pieza.	0:50:00
Trabajo de pieza en molde.	0:55:36
Desmoldado de pieza.	0:39:33
Desaguado de molde.	0:48:22
Trabajo de pieza en banca de descanso.	1:33:01

Tabla 29 Resumen tiempo básico por operación para TAC Olympus, en Colaje. Fuente: Elaborac. propia.

3.3. Cálculo de suplementos.

El tiempo básico refleja el ritmo de trabajo con que los colaboradores usualmente desempeñan las actividades asignadas, sin embargo, no siempre es posible alcanzar éste estándar de tiempo debido a ciertas causas estimadas que interceden

durante la ejecución del proceso considerando que éstas siempre requerirán del esfuerzo humano y ante ello se deben añadir suplementos para compensar la fatiga y descansar.

Ante ello, se evaluó en porcentajes de suplementos según corresponda y posteriormente se calculó el tiempo que representa estos porcentajes para cada uno de los elementos, hecho esto se procedió a calcular los suplementos por cada una de las operaciones considerando aquellas operaciones propias de la maquinaria como tiempo absoluto.

3.3.1. Wolverine.

NOTA: El cálculo de suplementos para cada elemento se detallan en el Anexo 11 (Cálculo de suplementos para Wolverine-3026).

Resumen suplemento por operación			
Operación	TB	Total suplemento (min)	% suplemento
Llenado-drenado de anillos	01:18:53.9	00:00:00	0.0%
Llenado-drenado Taza	01:29:49.5	00:00:20	0.4%
Trabajo en molde de anillos	00:28:27.8	00:03:50	11.9%
Trabajo en molde de taza	00:56:21.1	00:07:03	11.1%
Desaguardo molde de anillo	00:40:16.1	00:01:07	2.7%
Primer acabado	00:46:06.1	00:06:03	11.6%
Desmoldeado de pieza	01:14:18.0	00:04:55	6.2%
Segundo acabado	01:40:59.6	00:13:40	11.9%
Traslado a carreta	00:17:26.2	00:02:35	12.9%

Tabla 30 Resumen de suplementos por operación para TAC Wolverine. Fuente: Elaborac. propia.

3.3.2. Olympus.

NOTA: El cálculo de suplementos para cada elemento se detallan en el Anexo 12 (Cálculo de suplementos para Olympus-3022).

Resumen de suplemento por operación			
Operación	TB	Total suplemento (min)	% suplemento
Llenado de molde.	0:09:18	0:00:00	0%
Formado de pieza.	0:46:43	0:00:00	0%
Drenado y presurizado de pieza.	0:50:00	0:00:15	0.5%
Trabajo de pieza en molde.	0:55:36	0:05:33	10%
Desmoldado de pieza.	0:39:33	0:04:41	12%
Desaguardo de molde.	0:48:22	0:02:27	5%
Trabajo de pieza en banca de descanso.	1:33:01	0:10:03	11%

Tabla 31 Resumen de suplementos por operación para TAC Olympus.. Fuente: Elaborac. propia.

3.4. Cálculo de tiempo estándar.

Finalmente, se calcula el tiempo estándar de cada operación correspondiente tomando en cuenta el tiempo básico y suplementos ya calculados anteriormente logrando así establecer estándares de tiempos para la ejecución de las actividades asignadas mediante la fórmula siguiente:

$$TE = Tb + suplementos$$

Se calcula el TE para cada operación correspondiente a las dos referencias en estudio obteniendo los estándares de tiempos siguientes:

3.4.1. Wolverine.

Resumen tiempo estandar por operación			
Operación	TB	Total suplemento (min)	TE
Llenado-drenado de anillos	01:18:53.9	00:00:00	01:18:54
Llenado-drenado Taza	01:29:49.5	00:00:20	01:30:10
Trabajo en molde de anillos	00:28:27.8	00:03:50	00:32:18
Trabajo en molde de taza	00:56:21.1	00:07:03	01:03:24
Desaguado molde de anillo	00:40:16.1	00:01:07	00:41:23
Primer acabado	00:46:06.1	00:06:03	00:52:10
Desmoldeado de pieza	01:14:18.0	00:04:55	01:19:13
Segundo acabado	01:40:59.6	00:13:40	01:54:39
Traslado a carreta	00:17:26.2	00:02:35	00:20:02

Tabla 32 Resumen de tiempo estándar por operación para TAC Wolverine. Fuente: Elaborac. propia.

3.4.2. Olympus.

Resumen tiempo estándar por operación			
Operación	TB	Total suplemento (min)	TE
Llenado de molde.	0:09:18	0:00:00	0:09:18
Formado de pieza.	0:46:43	0:00:00	0:46:43
Drenado y presurizado de pieza.	0:50:00	0:00:15	0:50:15
Trabajo de pieza en molde.	0:55:36	0:05:33	1:01:09
Desmoldado de pieza.	0:39:33	0:04:41	0:44:14
Desaguado de molde.	0:48:22	0:02:27	0:50:49
Trabajo de pieza en banca de descanso.	1:33:01	0:10:03	1:43:04

Tabla 33 Resumen de tiempo estándar por operación para TAC Olympus. Fuente: Elaborac. propia.

4. Interpretación de resultados actuales.

Los datos obtenidos del estudio de tiempo nos permitieron estandarizar el tiempo en que se desarrollará cada elemento de acuerdo a su operación correspondiente, sin embargo, como se había mencionado en un inicio, ambas líneas de producción realizan 2 ciclos al día en el lapso de tiempo de 4 am a 2 pm, donde existen ciertas operaciones que se realizan de manera paralela entre el ciclo 1 y el ciclo 2.

Para una mejor interpretación de lo obtenido se hizo uso de dos herramientas para mayor visualización, las cuales son:

- Diagrama de ciclo operativo: En este diagrama se observan las operaciones realizadas durante el paso del día, a manera de diagrama de Gantt, se contemplan los dos ciclos de trabajo, de tal manera que se representa la jornada diaria completa, este sirve como base para la construcción de la línea de tiempo.
- Línea de tiempo: A través de dicha herramienta se aprecia el comportamiento de cada uno de los elementos a detalle dividiéndola en actividades realizadas por la máquina, colaborador 1 y colaborador 2 a lo largo de la jornada laboral de 4 am a 2 pm, cabe destacar que en éste caso se estableció cada hora con intervalos de 2 minutos y colocando las actividades según el orden de trabajo observado, con la duración de los tiempos estándares de estas, con el fin de observar el comportamiento de los colaboradores en relación con tiempo productivo e improductivo a lo largo de la jornada de trabajo.

Aplicando ambas herramientas para cada banca/línea de producción se obtiene el análisis siguiente:

4.1. Wolverine.

En el diagrama de ciclo operativo (*Ver Anexo 13. Diagrama de ciclo operativo actual para Wolverine-3026.*) el turno está dividido de la siguiente manera: el “Colaborador 1” entra a las 4:00 am y sale a las 2:00pm durante seis días a la semana y el “Colaborador 2” entra a las 6:00 am y sale a las 2:00 pm durante seis días a la

semana, una vez superadas las 48 horas semanales normales de trabajo las horas siguientes se pagan al doble del costo de las horas normales de trabajo cabe recalcar que las primeras operaciones son realizadas de manera automática por la máquina, siendo así que el colaborador en el primer ciclo no se encuentra con mucha carga de trabajo en comparación con el segundo ciclo.

Por medio de una línea de tiempo (*Ver Anexo 15. Línea de tiempo actual para Wolverine-3026*) se representa el tiempo productivo e improductivo tanto para la maquinaria como para los colaboradores. Se observa claramente en los espacios vacíos una pérdida de tiempo productivo que podría ser ocupado para más actividades, pero lamentablemente este tiempo corresponde a la espera que se realiza durante la solidificación de las primeras piezas, también se observa una variación entre los tiempos de desaguado de los moldes, tanto para los anillos como para los cuerpos, lo que se ve reflejado en gasto de recursos en este caso aire comprimido.

El procedimiento para trabajar la piezas tiene como finalidad que la pieza cuente con las dimensiones correctas según las especificaciones del producto, para esto se necesita un acabado uniforme libre de cualquier tipo de irregularidad en su superficie, que depende no solo de la calidad del molde sino también de la habilidad del colaborador al momento de manipular la pieza desde el desmoldado hasta el traslado a carreta, por esta razón es que el proceso cuenta con varios cortes, rebabados, acabados y curados de la pieza, también con el fin de que al someterse al horno no resulte perjudicada por el comportamiento del material al ser expuesto al calor y un exceso de material en la pieza puede provocar su ruptura, lo que llevaría a un desperdicio tanto de mano de obra como de materia prima y otros insumos que en ese punto ya no puede ser recuperado.

Por lo tanto al momento de analizar qué actividades agregan valor a la pieza se debe ser cuidadoso con las repercusiones de este elemento, de esta forma se consideran las actividades repetitivas que pueden resultar innecesarias, en este caso mediante la observación al momento de tomar los tiempos y considerando el flujo del proceso se consideran dos actividades, la primera posterior al colocado del

anillo, donde se realiza un corte de sobrante en la orilla interna de la pieza y posterior a esto se realiza un raquetado a esta área en específico, esta actividad obviamente se presenta en cada uno de los ciclos, esta podría ser eliminada por completo ya que al recortar el sobrante interno las irregularidades restantes son mínimas y más adelante con el pulido interno de la pieza dichas irregularidades son eliminadas, por lo que se puede ahorrar ese tiempo para adelantar otras actividades; la segunda actividad que puede ser eliminada consiste en la eliminación de un sobrante en la base interior de la pieza, este sobrante se considera peligroso debido a que al presentarse en la pieza dentro del horno ofrece resistencia en la base que al ser expuesta al calor y debido al comportamiento del material ante esta exposición al calor (expansión de la pieza y retracción posterior) puede provocar una ruptura, por lo que se propone para evitar este escenario, compensar con el proceso de nivelar la pieza con el que se busca dar a la base de la pieza una superficie uniforme, por lo que estos sobrantes dejarían de pasar a ser un peligro para la integridad de la pieza.

Ahora bien, la pieza en crudo (después de desmoldar) es trabajable debido a que conserva suficiente humedad, una vez que esta humedad se pierde la pieza se seca y si no está completamente tratada presenta ruptura en diversas partes. Dicho esto está presente el sobrante de tiempo libre en las primeras horas de la jornada laboral, tiempo que podría ser aprovechado en actividades, también se debe tomar en cuenta que las actividades en su mayoría pueden ser realizadas por un solo colaborador, excepto en las que se requiere un esfuerzo físico demasiado alto para un solo colaborador (colocar moldes de anillo, retirar moldes de anillo, desmoldado), en estas actividades es necesaria la participación de ambos colaboradores, siendo el desmoldado la última actividad en la cual se necesita la presencia de ambos colaboradores en el área, por lo que el colaborador con más horas al día podría retirarse sin problemas con el fin de ahorrar la cantidad de horas extra pagadas a la semana, y el otro colaborador quedaría trabajando solo, pero obviamente es demasiado trabajo el que haría falta por terminar, antes de que llegue su hora de salida, con lo que se llega a la idea de que si las piezas conservan suficiente humedad hasta el día siguiente para que sean trabajadas por el colaborador en las

primeras horas de su jornada laboral, de esta forma sería aprovechado el tiempo que antes estaba siendo completamente improductivo, con vista en hacer realidad esta posibilidad se necesitaría un método de conservar la humedad de las piezas, por lo que se propone el uso de plástico para cubrir las piezas de tal forma que no se vean afectadas.

Otro punto que puede debe ser tomado en cuenta es el hecho de que la banca no está aprovechando toda su capacidad de producción (30 moldes), este en efecto ayudaría en gran manera al incremento de la productividad de la banca, pero obviamente afectaría el tiempo utilizado para cada una de las operaciones del proceso por lo que se debe hacer un estimado del tiempo utilizado para los treinta moldes con la base actual de veinte moldes, para llegar a la conclusión de si en conjunto con los demás puntos a considerar se puede llegar a un aumento sustancial en la productividad de la banca, de piezas por hombre equivalente.

4.2. Olympus.

En el diagrama de ciclo operativo (*Ver Anexo 14. Diagrama de ciclo operativo actual para Olympus-3022*) se dividieron los 2 ciclos correspondientes a lo largo de la jornada laboral establecida, en ello se puede observar cómo una vez de haber culminado la operación “Desagado de molde” del ciclo 1, se da orden a la máquina para que ésta inicie las operaciones “Llenado de molde”, “Formado de pieza”, “Drenado y presurizado de pieza”, las cuales se ejecutan de manera automática, mientras esto sucede los colaboradores continúan con las últimas operaciones restantes del ciclo 1 logrando culminarlas minutos previos a realizar el trabajo de la pieza en molde del ciclo 2.

Ahora que se tiene mayor noción acerca de la forma en cómo se desarrollan las operaciones, se procedió a utilizar una línea de tiempo (*Ver Anexo 16. Línea de tiempo actual para Olympus-3022*) mediante la cual se pueda visualizar fácilmente el comportamiento de cada uno de los elementos logrando apreciar que en lapso de tiempo de 4 am a 6 pm que corresponde a las 2 horas extras realizadas por el colaborador 1 es dónde se encuentra el mayor tiempo ocioso a lo largo del proceso

como tal, esto debido a que la tarea del colaborador es solamente monitorear a la máquina para que ésta inicie las primeras operaciones del proceso las cuales, como se ha mencionado anteriormente, son de manera automática, por ende no tiene actividades que hacer más que breves inspecciones, limpieza, alistar herramientas a utilizar, etc.

Basándonos en el análisis de resultados, se encontró que las oportunidades de mejora, están en el lapso de las 2 horas extras, pues es alrededor del 80% de tiempo que se desperdicia debido a que es tiempo de trabajo automático por la máquina, además con el estudio de tiempos y movimientos que permitieron un mejor conocimiento del proceso como tal, se hace énfasis en el carácter radical de las mejoras en el rendimiento que se pretende obtener a través del rediseño de sus procesos mediante la implementación de un nuevo método de trabajo que permitirá aumentar la productividad de la línea de producción con base en los recursos disponibles y eliminando/disminuyendo actividades que no agregan valor.

Con base en un análisis visual mientras se realiza la primera operación donde los colaboradores inician a trabajar la pieza como tal, la cual es “Trabajo de pieza en molde” (Ver página 77), se consideró identificar oportunidades de mejora ya que las piezas se encuentran dentro de los moldes en un lapso de tiempo grande para luego ser desmoldadas, se planteó la idea de que al disminuir ese tiempo y desmoldar las piezas antes de lo actualmente establecido se podría iniciar el siguiente ciclo lo más pronto posible, de ésta manera se aprovecharía la máquina mucho más.

Basándose en lo antes mencionado, se consideró el hecho de poder aumentar un ciclo más con la finalidad de obtener mayor productividad como tal a raíz de los tiempos estándares, considerando a su vez el poder estructurar nuevamente las actividades asignadas a cada colaborador para eliminar por completo los tiempos ociosos que se presentan actualmente y que, en parte, forman una de las oportunidades a enfocarnos para lograr lo cometido.

5. Propuesta de acción.

Tomando en cuenta los datos obtenidos hasta ahora y analizando los diagramas para comprender mejor la situación actual de la empresa; tomamos como línea de acción para aumentar la productividad, más que aumentar la producción de buenas a primeras, hacer un mejor uso de los recursos con los que se cuentan actualmente.

Además, considerando el cambio de horario establecido por la empresa que es pasar de 4am-2pm a 6am-4pm, se determinan los puntos siguientes como plan de acción para cada referencia:

5.1. Wolverine

1. El aumento de la cantidad actual de moldes en la banca (20 moldes) ósea trabajar con la capacidad máxima de la banca.
2. Al aumentar la cantidad de moldes en la banca, el tiempo de trabajo para cumplir con la meta diaria se verá aumentado, para evitar un aumento excesivo de pago de horas extra diaria, se propone cambiar la jornada laboral diaria de tal manera que el “Colaborador 1” entre a las 4:00 am y salga a las 2:30 pm y el “Colaborador 2” entre a las 6:00 am y salga a las 3:30 pm, durante cinco días a la semana, de manera que diariamente cada uno trabaje un total de 10.5 horas y 9.5 horas respectivamente. De esta forma se reducen las horas extras pagadas diariamente. (Ver anexo). Cabe resaltar que al reducirse el número de días trabajados por semana para cumplir con la ley de trabajo de Nicaragua donde se considera que las horas trabajadas a la semana normales deben ser 48, se realiza la equivalencia de cantidad de horas diarias necesarias al realizar dicho cambio. Las horas que excedan estas al día serán consideradas como extras.

$$\text{Horas diarias} = \frac{48 \text{ hrs} * \text{semana}}{5 \text{ días} * \text{semana}} = 9.6 \text{ hrs} * \text{dia}$$

3. Desde el enfoque de los 8 desperdicios podemos considerar como re trabajo los siguientes, lo que significa que no agregan valor al producto por lo que se propone eliminarlas.

- a. Raqueteo interior del anillo, este al realizarse inmediatamente después de ser realizado el recortado del interior y teniendo la misma finalidad (eliminar sobrantes en la superficie de la pieza), se considera eliminar esta actividad ya que con el recorte es suficiente para eliminar ..estas irregularidades notables en la superficie de la pieza.
 - b. Recorte de sobrante en la base; hace referencia a un sobrante interno en la base de la pieza después de desmoldada, debido a que al momento de nivelar la pieza esos sobrantes que antes sobresalen dejan de hacerlo una vez nivelada la pieza sin necesidad de hacer el recorte de estos.
4. Se propone terminar el trabajo de las piezas del último ciclo la mañana siguiente, debido a que las piezas pueden ser trabajadas siempre y cuando no pierdan toda su humedad, se recomienda el uso de algún material que retrase la pérdida de agua de la pieza durante el tiempo que estará en reposo sin ser trabajada, en este caso podría ser algún tipo de plástico que cubra todas las piezas, de esta forma se aprovecha el tiempo improductivo de la mañana para el “Colaborador 1”. Se recomienda para este procedimiento:
 - a. El momento adecuado y las actividades que deberán ser realizadas el día siguiente, estas corresponden a los acabados finales de la pieza y el momento adecuado es después del desmoldado de la pieza puesto que es necesario el trabajo de dos personas para este procedimiento, una vez terminado esto el “Colaborador 1” puede retirarse y el tiempo que antes era pagado como extra pasa a ser utilizado en la mañana siguiente dentro de las horas laborales normales del “Colaborador 1”.
 - b. Las piezas deben ser curadas, ósea se debe agregar agua-pasta o glicerina en ciertas partes donde existe la posibilidad de que presente rajaduras a la mañana siguiente como efecto de dejar la pieza sin trabajar, asimismo se deben retirar todas las venas o imperfecciones notables sobre la pieza ya que estas podrían causar rajaduras como efecto de la pérdida de agua en estas irregularidades, estos trabajos deberán ser

realizados por el “Colaborador 2” durante el tiempo que este se encuentra trabajando por su cuenta en la tarde.

- c. Cabe resaltar que al realizar este cambio se considera que las piezas serán terminadas a la mañana siguiente, al ser demasiado largo el tiempo de espera para terminar la pieza (2 días) en el último día laboral de la semana se recomienda terminarla este mismo día, lo que incurriría en horas extra para uno de los colaboradores en este caso una hora extra para el colaborador 1.

Con el fin de demostrar la viabilidad de esta propuesta se propone una línea de tiempo con los tiempos adecuados a 30 moldes por ciclo, el nuevo horario de trabajo y la eliminación de las actividades antes propuestas.

Con el fin de ajustar los tiempos de 20 a 30 moldes se realizó una regla de tres simples a partir de los tiempos estándares de las actividades, específicamente en los elementos donde los colaboradores interactúan con las piezas y por lo tanto el aumento de la capacidad afecta directamente en la duración de las operaciones, ósea tiempos de maquina no se ven afectados (*Ver Anexo 17. Comparación de tiempo estándar con 20 y 30 moldes*).

Para mayor interpretación visual de lo antes descrito se diseñó nuevamente el ciclo operativo y línea de tiempo propuesto (*Ver Anexo 18. Diagrama de ciclo operativo propuesto para Wolverine-3026 y Anexo 20. Línea de tiempo propuesta para Wolverine-3026*).

5.2. Olympus.

1. En primera instancia, se identificaron actividades que agregan y no agregan valor dentro de la operación “Trabajo de pieza en molde” de tal manera que aquellas que no lo agregaban fueran eliminadas o bien podían ser realizadas fuera del molde (en la operación “Trabajo de pieza en banca de descanso”) dejando así solo aquellas actividades que necesariamente deben realizarse en la pieza dentro del molde puesto que éstas aún no poseen la suficiente

firmeza y necesita del molde como tal para mayor soporte en ciertas actividades a realizar.

Uno de los puntos importantes a considerar fue que la actividad “Inyectar aire en cuña delantera”(para posteriormente desprenderla de la pieza), es una de las últimas a realizar debido a que se encuentra en la parte más blanda de la pieza como lo es el aro y por ello requiere mayor tiempo la cuña en ella, cabe recalcar que es por lo antes mencionado que en esta operación (“Trabajo de pieza en molde”) se realizan muchas actividades en la pieza con la idea de permitir el mayor tiempo posible de la cuña dentro de ella, partiendo de esto quedó claro el no poder realizarla como una de las primeras actividades, considerándola la mayor oportunidad de mejora a analizar para lograr nuestro propósito.

Sin embargo, tras un análisis de posibles soluciones, se planteó la idea de elaborar una cuña extra para cada molde, de esta manera una vez que se inicie a inyectar aire y colocar las cuñas laterales y la cuña trasera en el núcleo, también se colocará la cuña delantera extra (la cual estará ubicada cerca de los moldes para mayor alcance) con la finalidad de poder desmoldar la pieza con la cuña delantera dentro de ella y se inicie otro ciclo sin demora alguna. Esto a su vez, permitirá disminuir las actividades que actualmente se realizan ya que serán realizadas fuera del molde en la operación “Trabajo de pieza en banca de descanso”, cabe destacar que una vez extraída la cuña delantera ésta se colocará en el lugar establecido al alcance del colaborador para repetir la operación en el ciclo siguiente.

Las actividades realizadas en esta operación actualmente y con la propuesta antes planteada se detallan en las imágenes siguientes:

ANTES		
TRABAJO DE PIEZA EN MOLDE	Desajustar barras de prensa y cuñas	0:05:26
	Inyectar aire en cuñas laterales	0:05:05
	Retirar y colocar cuña en núcleo	0:05:48
	Inyectar aire en cuña trasera	0:03:40
	Retirar y colocar cuña en núcleo	0:04:05
	Raquetear tazón	0:09:23
	Eliminar rebaba de aro	0:06:15
	Ponchar pozo	0:05:14
	Desmoldar y colocar tapón en pozo	0:08:57
	Ponchar tanque	0:02:28
	Colocar y limpiar lateral en banca descanso	0:08:34
	Emanzillar y desechar rebaba	0:04:23
	Inyectar aire en cuña delantera	0:03:45
	Retirar y colocar cuña en núcleo	0:03:46
	Eliminar rebaba de cuña	0:05:01
	Pulir pozo	0:03:55
Inspeccionar núcleo	0:02:07	

1:01:00

DESPUÉS		
TRABAJO DE PIEZA EN MOLDE	Desajustar barras de prensa y cuñas	0:05:26
	Inyectar aire en cuñas laterales	0:05:05
	Retirar y colocar cuñas laterales y cuña frontal en núcleo	0:05:48
	Inyectar aire en cuña trasera	0:03:40
	Retirar y colocar cuña en núcleo	0:04:05
	Ponchar pozo	0:05:14
	Desmoldar y colocar tapón en pozo	0:08:57
	Ponchar tanque	0:02:28
	Colocar y limpiar lateral en banca descanso	0:08:34
	Desechar rebaba	0:04:23
	Inspeccionar núcleo	0:02:07

0:34:58

Tabla 34 Cambios en operación de fabricación de TAC Olympus. Fuente: Elaborac. propia.

A como se puede observar, utilizar esta reingeniería de procesos conllevará a su vez a reducir actividades a realizar fuera del molde, por ejemplo, antes se eliminaba rebaba dos veces, una al quitar las primeras cuñas y la otra al quitar la delantera y ahora se realizará una sola vez. De igual manera el tiempo disminuirá ya que actualmente se emplean 60 minutos y con el nuevo método se emplearán 34 minutos, logrando una reducción de 26 minutos en la operación “Trabajo de pieza en molde”.

NOTA: Al ser actividades realizadas por dos colaboradores éstas se realizan de manera paralela, es por ello que algunas actividades sólo se suman el mayor tiempo.

Cabe destacar que al trasladar actividades a la operación siguiente ésta aumentará su tiempo de ejecución, sin embargo, tras el estudio de tiempos realizado se corrobora que no tendrá una reacción negativa en el proceso debido a que los tiempos coinciden con el tiempo que se lleva la máquina trabajando automáticamente, y a como se ha descrito anteriormente, mientras se ejecutan las actividades automáticas de la máquina los colaboradores desempeñan actividades

en la pieza fuera del molde y siempre las culminaran justo a tiempo para iniciar a trabajar la pieza dentro del molde del ciclo siguiente.

2. Este punto gira en torno a la principal oportunidad de mejora que encontramos que se centra en el tiempo ocioso presentado en las primeras horas de la mañana.

Se dividirán tareas a cada colaborador de tal manera que se puedan reducir las horas extras y eliminar por completo el tiempo ocioso que se presenta en las primeras horas de trabajo.

El colaborador 1 desarrollará sus actividades de 6am-3pm, logrando reducir en primera instancia una hora extra; el colaborador 2 desarrollará sus actividades de 8am-4pm donde a partir de las 3pm que el colaborador 1 termina su jornada éste desarrollará actividades de forma individual que le serán establecidas, las cuales son las primeras correspondientes a la operación “Trabajo de la pieza en banca de descanso” del ciclo 3, al día siguiente el colaborador 1 terminará las actividades restantes en el tiempo que la máquina realiza sus operaciones automáticas, logrando así eliminar el tiempo ocioso actual. Se detalla un poco mejor lo antes descrito en la tabla siguiente:

Colaborador	Descripción	Horario
1	Sus actividades darán inicio con terminar de forma individual el trabajo de la pieza en banca de descanso de la segunda llena del día anterior hasta montar en carreta, y finalizará con la operación Desaguado de molde del ciclo 3 en conjunto con el colaborador 2.	6am a 3pm
2	Sus actividades darán inicio en la operación de Trabajo de pieza en molde de la primera llena en conjunto con el colaborador 1, y finalizará con la realización individual de las primeras actividades de la operación Trabajo de pieza en banca de descanso del tercer ciclo.	8am a 4pm

Tabla 35 Cambios en horas laborales para TAC Olympus. Fuente: Elaboración propia.

NOTA. Las actividades asignadas a cada colaborador se detallan en la línea de tiempo propuesta. (Ver Anexo 21. Línea de tiempo propuesta para Olympus-3022)

3. Este punto está con base en el número 1, puesto que tras disminuir el tiempo de la operación “Trabajo de pieza en molde” lo que conlleva a iniciar el siguiente ciclo antes del tiempo ya establecido, se planteó la idea de anexar un ciclo más dentro de la misma jornada laboral, es decir, en vez de 2 que se realizan actualmente se realizarán 3; a su vez se encuentra ligado con el punto número 2 ya que con el nuevo planteamiento de actividades asignadas a cada colaborador se podrá cumplir este punto planteado.

Sin embargo, como todo se basa en torno a trabajar en la jornada laboral actual o eliminar las horas extras, se planteó el disminuir moldes de tal forma que a su vez se disminuyan los tiempos de cada ciclo y permita ingresar uno más. Por lo tanto, basándonos en los tiempos estándares ya asignados se realizó un ajuste de tiempos logrando plantear el hecho de realizar 3 ciclos con 25 moldes en una jornada laboral de 8 horas más una hora extra en uno de los colaboradores, tal y como se muestra en el diagrama de ciclo operativo propuesto. (Ver Anexo 19. Diagrama de ciclo operativo propuesto para Olympus-3022).

6. Comparación situación actual-propuesta.

Comparando la estructura de la banca actual y propuesta para cada referencia en cuanto a productividad en piezas por hombre equivalentes y tiempo productivo de los colaboradores para cada referencia se obtiene lo siguiente:

6.1. Wolverine.

Referencia 3026 (Taza de anillo cerrado Wolverine alongada)									
Moldes	Ciclos / día	Piezas / día	JL / día				Horas pagadas totales	Hombre equivalente por turno	Pz/Hombre equivalente
			Colaborador 1		Colaborador 2				
			Normal	Extras	Normal	Extras			
20	2	40	8	2	8	0	20	2.5	16
30	2	60	9.6	0.9	9.5	0	20.9	2.18	27.52

Tabla 36 Productividad propuesta TAC Wolverine, en Colaje. Fuente: Elaboración propia.

En resumen la banca estará compuesta por 30 moldes y 2 ciclos al día, obteniendo 60 piezas/día, contando siempre con los 2 mismos colaboradores quienes trabajaran su jornada laboral más 0.9 horas extra del colaborador 1 se llega a un

total de horas trabajadas de 20.9 (Considerando el doble de las horas extras) ;
Dividiendo las 20.9 horas total entre la jornada laboral de 9.6 horas como ya antes se propuso, llegamos a la conclusión que para esta nueva metodología se requieren 2.18 hombres equivalentes.

$$Productividad\ propuesta = \frac{60\ pz/día}{2.18\ HE/día} = 27.52\ Pz/Hombre\ Equivalente$$

Lo que nos lleva a un aumento de productividad:

$$\begin{aligned} & \text{Aumento de Productividad} \\ & = \frac{(27.52\ Pz/Hombre\ Equivalente - 16\ Pz/Hombre\ Equivalente)}{16\ Pz/Hombre\ Equivalente} = 0.7202 \end{aligned}$$

El aumento de la productividad de la propuesta contra la actual es de 72.02%

El tiempo productivo e improductivo de cada operario se muestra en el cuadro siguiente:

Situación Actual Wolverine (Horas)					
Colaborador	Jornada Laboral	Tiempo productivo	% TP	Tiempo improductivo	% TI
1	09:15:00	06:48:15	74%	02:26:24	26%
2	07:15:00	04:50:28	67%	02:24:31	33%

Tabla 37 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Wolverine, actual. Fuente: Elaborac. propia.

Situación Propuesta Wolverine (Horas)					
Colaborador	Jornada Laboral	Tiempo productivo	% TP	Tiempo improductivo	% TI
1	09:45:00	09:23:30	96%	00:21:29	4%
2	08:45:00	08:17:11	95%	00:27:28	5%

Tabla 38 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Wolverine, propuesta. Fuente: Elaborac. propia.

A como se puede observar en la *Tabla 35* y la *Tabla 36*, tras el estudio realizado se observa que con la implementación de la propuesta que se ha planteado se podrá eliminar radicalmente el tiempo ocioso que presentaba el colaborador 1 debido a las aproximadamente 2 horas del inicio de la jornada laboral como se ha explicado anteriormente, y con la reorganización de actividades con el aumento de moldes en cada ciclo también se elimina cierto tiempo ocioso del colaborador 2, de tal manera que al dedicar más tiempo a la fabricación de las piezas significa que el tiempo está siendo correctamente invertido aun tomando en cuenta las horas ofrecidas para la

alimentación de los colaboradores, las horas meramente orientadas al trabajo son aprovechadas del modo que se espera lo cual es también beneficioso para ellos puesto que, mientras más piezas producen al día se les otorga bonificación por ellas.

6.2. Olympus.

Referencia 3022 (Taza de anillo cerrado Olympus)									
Moldes	Ciclos /día	Piezas /día	JL/día				Horas pagadas totales	Hombre equivalente por turno	Pz/ Hombre equivalente
			Colaborador 1		Colaborador 2				
			Normal	Extras	Normal	Extras			
30	2	60	8	2	8	0	20	2.5	24.0
25	3	75	8	1	8	0	18	2.25	33.3

Tabla 39 Productividad propuesta TAC Olympus, en Colaje. Fuente: Elaboración propia.

En resumen, la banca estará compuesta por 25 moldes y 3 ciclos al día, obteniendo 75 piezas/día, contando siempre con los 2 mismos colaboradores quienes trabajaran su jornada laboral más 1 hora extra del colaborador 1 se llega a un total de horas trabajadas de 18 (Considerando el doble de las horas extras); Dividiendo las 18 horas total entre la jornada laboral de 8 horas se establece que con esta nueva metodología se requieren 2.25 hombres equivalentes.

$$Productividad Propuesta = \frac{75 \text{ pz/día}}{2.1 \text{ HE/día}} = 33.3 \text{ Pz/Hombre Equivalente}$$

Por lo tanto, la productividad será de 33.3 piezas por hombre equivalente.

$$\begin{aligned} & \text{Aumento de productividad} \\ & = \frac{(33.3 \text{ Pz/Hombre Equivalente} - 24 \text{ Pz/Hombre Equivalente})}{24 \text{ Pz/Hombre Equivalente}} = 0.38 \end{aligned}$$

El aumento de productividad entre la situación actual y la propuesta es del 38%.

El tiempo productivo e improductivo de cada operario se muestra en la tabla siguiente:

Situación Actual Olympus (Horas)					
Colaborador	Jornada Laboral	Tiempo productivo	% TP	Tiempo improductivo	% TI
1	10:00:00	08:20:00	83%	01:40:00	17%
2	08:00:00	07:40:00	96%	00:20:00	4%

Tabla 40 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Olympus, actual. Fuente: Elaboración propia.

Situación Propuesta Olympus (Horas)					
Colaborador	Jornada Laboral	Tiempo productivo	% TP	Tiempo improductivo	% TI
1	09:00:00	08:50:00	98%	00:10:00	2%
2	08:00:00	07:50:00	98%	00:10:00	2%

Tabla 41 Aprovechamiento de la JL en la fabricación de TAC Olympus, propuesta. Fuente: Elaboración propia.

A como se puede observar en la *Tabla 38* y la *Tabla 39*, tras el estudio realizado se observa que con la implementación de la propuesta que se ha planteado se podrá eliminar radicalmente el tiempo ocioso que presentaba el colaborador 1 debido a las aproximadamente 2 horas del inicio de la jornada laboral como se ha explicado anteriormente, y con la reorganización de actividades con el aumento de un ciclo más también se elimina cierto tiempo ocioso del colaborador 2, pues ahora ambos tendrán más tiempo ocupado lo cual es también beneficios para ello puesto que, mientras más piezas producen al día se les otorga bonificación por ellas.

7. Beneficio estimado

A partir de los datos obtenidos tras las propuestas brindadas con enfoque en mejora de productividad en piezas por hombre equivalente, se estimó el ahorro que se obtendrá al implementar este plan de mejora. Los datos que se presentan fueron suministrados por el departamento de costo y el departamento de planificación de Incesa Standard.

Con forme al plan de producción de ambas tazas se estima el beneficio de los cambios presentados en las propuestas que se enfocan en un aumento considerable de la productividad pieza por hombre equivalente. Lo que repercute en una reducción de costos en el uso de la mano de obra.

Cálculo de beneficio económico por reducción de tiempo en Taza Wolverine												
Item	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Productividad actual (pz/hombre equivalente)**	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Costo de mano de obra (\$/hombre equivalente)	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62
Demanda mensual	600	650	600	600	630	600	720	600	600	800	600	600
Yield con recuperación	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Total de piezas a fabricar	858	929	858	858	900	858	1029	858	858	1143	858	858
Recurso necesario actual (hombre equivalente)	53.63	58.06	53.63	53.63	56.25	53.63	64.31	53.63	53.63	71.44	53.63	53.63
Costo actual total por mano de obra (\$)	730.125	790.543	730.125	730.125	765.865	730.125	875.639	730.125	730.125	972.649	730.125	730.125
Productividad propuesta (pz/hombre equivalente)**	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52
Recurso necesario propuesto (hombre equivalente)	31.18	33.76	31.18	31.18	32.70	31.18	37.39	31.18	31.18	41.53	31.18	31.18
Costo propuesto total por mano de obra (\$)	424.491	459.618	424.491	424.491	445.271	424.491	509.093	424.491	424.491	565.4936	424.4913	424.49128
Ahorro estimado (\$)	305.634	330.925	305.634	305.634	320.595	305.634	366.547	305.634	305.634	407.1554	305.6337	305.63372
											Total	\$3,870.29

Tabla 42 Beneficio económico para Wolverine Área de colaje

Cálculo de beneficio económico por reducción de tiempo en Olympus II												
Item	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Productividad actual (pz/hombre equivalente)**	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Costo de mano de obra (\$/hombre equivalente)	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62	13.62
Demanda mensual	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Yield con recuperación	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Total de piezas a fabricar	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Recurso necesario actual (hombre equivalente)	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67
Costo actual total por mano de obra (\$)	907.692	907.692	907.692	907.692	907.692	907.692	907.692	907.692	907.692	907.6923	907.6923	907.69231
Productividad propuesta (pz/hombre equivalente)**	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
Recurso necesario propuesto (hombre equivalente)	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05	48.05
Costo propuesto total por mano de obra (\$)	654.193	654.193	654.193	654.193	654.193	654.193	654.193	654.193	654.193	654.1927	654.1927	654.19265
Ahorro estimado (\$)	253.5	253.5	253.5	253.5	253.5	253.5	253.5	253.5	253.5	253.4997	253.4997	253.49965
											Total	\$3,042.00

Tabla 43 Beneficio económico Olympus - Área de colaje

Se observa el contraste con el aumento de piezas por horas equivalentes, al cabo de 12 meses. El recurso necesario se obtiene de la división entre el total de piezas a fabricar y la productividad, el costo de mano de obra es la multiplicación de \$354 por mes dividido entre las 208 horas trabajadas al mes entre el número de horas de la jornada laboral normal con el fin de convertirlo en pago por hombre equivalente, esto posteriormente se multiplica por el número de hombres equivalentes necesarios para cumplir con la demanda.

XI. Conclusión.

Tras el estudio realizado en dos áreas de la empresa Incesa Standard como lo es fábrica de moldes y colaje para las referencias 3026-Wolverine y 3022-Olympus, se diagnosticó la situación actual a través de implementación de herramientas que conllevaron a identificar oportunidades de mejora y proponer un plan de mejora de productividad tomando como base el aprovechamiento de los recursos que dispone la planta, logrando cumplir nuestros objetivos:

- Se recopiló la información en la que actualmente se encuentran las áreas en estudio en las líneas de producción correspondientes en cuanto a metodología de trabajo, colaboradores, productividad, etc., para la evaluación a realizar por medio de las herramientas de mejoras.
- Los beneficios del SMED en fábrica de moldes se lograron alcanzar tras el análisis de las operaciones y la identificación de sus primeras etapas permitiendo que las operaciones del proceso se perfeccionaran con el fin de realizarlo en el menor tiempo posible. Se redujo el tiempo de fabricación pasando de 229 a 160.5 *min/pieza* para la referencia 3026 y de 267 a 180.7 *min/pieza* para la referencia 3022 como resultado de un mejor aprovechamiento del recurso. La productividad pasó 0.3493 a 0.4984 piezas/hombre equivalente para Wolverine y de 0.2996 a 0.4427 piezas/hombre equivalente para Olympus logrando un incremento de productividad de 42.7% y de 47.72% respectivamente.
- El estudio de tiempos realizado en el área de colaje proporcionó datos interesantes para identificar oportunidades de mejora, logrando no sólo analizar los tiempos muertos/ociosos que actualmente presentan ambas bancas de producción, sino que también permitió enfocarnos en la metodología con que se realizan lo que conllevó a la planificación de una reingeniería de proceso cambiando muchas formas en que se tenían establecidas el desempeño de las actividades tales como el que no es necesario en algunas operaciones finales la presencia de los dos colaboradores o bien el hecho de poder terminar el trabajo del último ciclo al

día siguiente; esto permitió aumentar la productividad para Wolverine y Olympus en un 72% y 38% respectivamente.

- Tras proporcionar un aumento en piezas por hombre equivalente con base en los recursos existentes utilizados, eso también conllevará a la obtención de un beneficio económico para la compañía tras la reducción de tiempos y movimientos innecesarios y posteriormente una reingeniería tras plantear una nueva metodología de trabajo, lo cual se ha reflejado en un lapso de tiempo de 12 meses tanto para el área de fábrica de moldes y colaje (considerando en el área de fábrica de moldes que estos producen aproximadamente cada dos meses en comparación con colaje cuya producción es mensual) se estima una utilidad de aproximadamente \$7000 lo cual es una gran oportunidad de mejora logrando alcanzar lo establecido en nuestro trabajo monográfico. Asumiendo aun la pérdida inherente al proceso tomando en cuenta el yield promedio de ambas piezas se muestra que el aumento considerable en la productividad proporciona beneficios a largo plazo con respecto al cumplimiento del plan de producción.

Tras lo antes mencionado se llegó a la conclusión de la necesidad latente e importancia de implementar el plan de mejora que se ha desarrollado a lo largo de este trabajo monográfico, el cual permitirá un aumento considerable de la cantidad de piezas por hombre equivalente y se verá reflejado en una reducción de costos debido al mejor aprovechamiento de la mano de obra y del área de trabajo como tal.

XII. Recomendaciones.

Con la finalidad de obtener un aumento en la productividad dado en piezas por hombre equivalente de la empresa se recomienda considerar la puesta en marcha de los planes propuestos en cada una de las áreas abarcadas en este trabajo, ya que, al ser realizado con los datos obtenidos de primera mano en la empresa evaluados según la situación actual de ésta, se espera que al ser puestos a prueba en la realidad rindan los resultados que han sido estimados en el estudio.

No obstante, es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Realizar reuniones periódicas con el personal involucrado en las que se acepten sugerencias y se haga conocer los beneficios obtenidos con la reingeniería de procesos en ambas áreas asignadas.
- Generar una cultura de economía, orden, limpieza, disciplina y compromiso dentro de la empresa, ya que estos factores son fundamentales para lograr obtener la mejora deseada en el lugar de trabajo.
- Tener una mejor supervisión del área para corroborar que todos los colaboradores cumplan con las tareas asignadas y evitar tiempos muertos que influyan a disminuir la productividad.
- Brindar un seguimiento a las propuestas, ya que como todo proyecto está sujeto a cambios y mejoras según sus resultados. Se considera que la experiencia de los colaboradores de la planta y demás áreas es de vital ayuda al momento de buscar la mejora continua con el fin de ser más competitivo en el mercado internacional.
- Considerar la instalación de otra banca de descanso en el área de colaje para la referencia 3022-Olympus.
- Considerar disminuir el tiempo de vida de los moldes para el área de Colaje, debido a que con el paso del tiempo éstos pierden propiedades aumentando el tiempo de cada operación y por ende afecta el tiempo estándar que se ha estipulado.
- Incentivar a los colaboradores a aportar ideas constantes de mejora que permitan mantener/innovar nuevas propuestas de mejora.

XIII. Bibliografía.

- 1) SMED. (2017a, diciembre 22). *Lean Manufacturing* 10. <https://leanmanufacturing10.com/smed>
- 2) Alvarado, S. (19 de Noviembre de 2019). *Proceso de fabricación de moldes*. (M. Martínez, Entrevistador)
- 3) Álvarez, G. (18 de Octubre de 2019). *Entrevista sobre situación actual de Incesa Standard*. (M. A. Martinez, Entrevistador)
- 4) Cerda, R. (2019). *Proceso de colaje Banca 24, taza de aro cerrado Wolverine ref. 3026*. (J. A. Laguna Logo, Entrevistador)
- 5) Real academia española. (2014). *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa libros.
- 6) Criollo, R. G. (1998). *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*.
- 7) ¿Qué es SMED? (2019, 10 mayo). *MTM Ingenieros*. <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/> Shingo, Shigueo. (2019). *A Revolution in Manufacturing*. Taylor & Francis.
- 8) Gómez Narváez, J. C., Rodríguez Ramirez, A. M., & Roque Trejos, R. I. (2018). *Plan de mejora del proceso productivo en la empresa Incesa Standard S.A. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Managua, Nicaragua*.
- 9) Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio de trabajo*. Ginebra.
- 10) *Estandarización de trabajos: Qué es, cómo se implementa y sus beneficios*. (2017b, diciembre 9). *Lean Manufacturing* 10. <https://leanmanufacturing10.com/estandarizacion-trabajos-se-implementa-beneficios>
- 11) López Escoto, M. J., & Guillen Rodríguez, V. H. (2016). *Análisis de productividad en el proceso de primera inspección y esmalte en la empresa Incesa Standard desde abril-junio 2016. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), Managua, Nicaragua*.
- 12) Arbós, L. C. (2016). *Claves del lean management en tiempos de máxima competitividad*. Alianza Editorial.

- 13) *¿Qué es SMED?* (2019, mayo 10). MTM Ingenieros. <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>
- 14) Pacheco, J. (2018, 25 diciembre). *Significado de los 23 símbolos de diagrama de flujo de procesos*. HEFLO ES. <https://www.heflo.com/es/blog/modelado-de-procesos/significado-simbolos-diagrama-flujo/>
- MINISTERIO DE PLANIFICACION NACIONAL Y POLITICA ECONOMICA. (2009, junio). *Guía para elaboración de diagramas de flujo*. Unidad de reforma institucional.
- 15) *Organización Corona. (2017). Módulo 4: Moldes y Colaje.*
- 16) *Organización Corona. (2017). Procedimiento seguro fabricación taza anillo cerrado ref 2106.*
- 17) *Organización Corona. (agosto 2018). Procedimiento seguro fabricación moldes tazas de anillo abierto.*
- 18) *P. Womack, J., T. Jones, D., & Roos, D. (2017). La máquina que cambió el mundo. Barcelona: PROFIT .*
- 19) Real academia española. (2014). *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa libros
- 20) Kanaway, G. (1996). *Introducción al estudio de trabajo*. Ginebra.

Anexo 2: Reducción de actividades internas wolverine-3026.

Actividad	Tiempo Observado					X	R	R/X	N	Comentario
	1	2	3	4	5					
Aplicar desmoldante	00:07:35	00:06:38	00:05:41	00:06:50	00:07:25	00:06:50	00:01:54	0.28	23	Dismución de recorridos
Colocar broches y pernos	00:03:31	00:02:11	00:02:18	00:02:37	00:02:16	00:02:35	00:01:20	0.52	80	Dismución de recorridos
Cerrar y prensar matriz	00:08:38	00:06:12	00:06:10	00:05:04	00:05:25	00:06:18	00:03:34	0.57	53	Preparación de materiales
Sacar varillas	00:09:01	00:06:40	00:07:10	00:06:12	00:07:05	00:07:14	00:02:49	0.39	46	Realizado entre dos personas
Insertar gusanos	00:22:10	00:15:09	00:16:00	00:15:03	00:15:00	00:16:40	00:07:10	0.43	55	Tener los gusanos cortados
Agregar ultracal	00:10:09	00:05:34	00:04:10	00:06:07	00:04:00	00:06:00	00:06:09	1.03	310	Realizado entre dos personas
Pulir pieza	00:10:39	00:03:01	00:02:18	00:04:30	00:02:07	00:04:31	00:08:32	1.89		Realizado entre dos personas
Desaguado	00:21:43	00:10:08	00:10:23	00:10:00	00:10:18	00:12:30	00:11:43	0.94	261	Lijar solo lo necesario

Anexo 3: Reducción de actividades internas Olympus-3022.

Actividad	Tiempo Observado					X	R	R/X	N	Comentario
	1	2	3	4	5					
Aplicar desmoldante	00:11:16	00:07:01	00:07:15	00:07:32	00:06:58	00:08:00	00:04:18	0.54	86	Dismución de recorridos
Colocar broches y accesorios	00:16:24	00:12:34	00:14:07	00:11:57	00:15:00	00:14:00	00:04:27	0.32	30	Dismución de recorridos
Insertar varillas	00:33:35	00:21:57	00:20:07	00:18:01	00:16:20	00:22:00	00:17:15	0.78	180	Mantenimiento en las matrices
Cerrar matriz	00:08:15	00:07:21	00:05:30	00:05:10	00:05:00	00:06:15	00:03:15	0.52	80	Mantenimiento en las matrices
Sacar varillas	00:10:06	00:09:04	00:08:02	00:07:01	00:06:19	00:08:06	00:03:47	0.47	63	Realizado entre dos personas
Abrir matriz	00:11:19	00:09:28	00:08:10	00:08:00	00:07:15	00:08:50	00:04:04	0.46	60	Realizado entre dos personas
Sacar pieza de la matriz	00:11:12	00:09:07	00:08:45	00:08:36	00:08:20	00:09:12	00:02:52	0.31	28	Agilizar el cambio de yugo
Insertar gusanos	00:25:34	00:20:38	00:19:14	00:18:00	00:17:26	00:20:10	00:08:08	0.40	47	Tener listo los materiales a usar
Agregar ultracal	00:10:14	00:06:11	00:04:00	00:06:00	00:04:45	00:06:14	00:06:14	1.00	296	Realizado entre dos personas
Curado	00:20:47	00:01:12	00:02:10	00:01:05	00:01:18	00:05:18	00:19:42	3.71		Supervisar el desmoldado
Enzunchar molde	00:04:38	00:01:00	00:01:01	00:01:04	00:01:08	00:01:46	00:03:38	2.05		Realizado entre dos personas

Anexo 4: Propuesta de tareas externas Wolverine-3026.

Preparación de materiales					
Núm de act.	Actividad	Tiempo por 1 molde	Tiempo por 30 moldes	# personas	Tiempo/persona
12	Preparar fitting	0:03:43	1:51:30	2	0:55:45
13	Preparar espirales	0:00:54	0:27:00	2	0:13:30
14	Cortar tubo	0:01:21	0:40:30	1	0:40:30
15	Cortar tensores	0:00:45	0:22:30	1	0:22:30
33	Filtros y gusanos	00:03:30	0:28:00	2	0:14:00

Preparación de partes de matriz				
Núm	Actividad	Tiempo por 1 molde	# personas	Duración
1	Lavar matriz	01:03:00	2	00:31:30
2	Secar matriz	00:09:41		00:04:51
3	Cerrar matriz	00:05:26		00:02:43
4	Guardar varillas y prensas	00:12:20		00:06:10
5	Emplastar y enzunchar	00:09:45		00:04:53

Anexo 5: Asignación de recursos Wolverine-3026.

Asignación de recursos para preparación de materiales (externas)			
# operarios	Actividades	Tiempo/persona	
		Horas	Minutos
2	1-5, 13	1:03:36	63
2	9,10,12,16, 33	1:15:50	75
1	14,15	1:03:00	63

Anexo 6: Propuesta de tareas externas Olympus-3022.

Preparación de materiales					
Núm de act.	Actividad	Tiempo por 1 molde	Tiempo por 30 moldes	# personas	Tiempo/persona
10	Buscar cerchas	00:03:00	01:30:00	1	01:30:00
12	Cortar tensores	00:01:04	00:32:00	1	00:32:00
13	Cortar y preparar tub	00:02:40	01:20:00	1	01:20:00
14	Preparar colgadores	00:03:00	01:30:00	2	00:45:00
15	Preparar platina	00:02:00	02:00:00	2	01:00:00
35	Cortar gusanos	00:03:45	01:52:30	2	00:56:15

Preparación de partes de matriz				
Núm de activ.	Actividad	Tiempo por 1 molde	# personas	Duración
1	Lavar matriz	00:41:38	2	00:20:49
2	Secar matriz	00:03:47		00:01:54
3	Cerrar matriz	00:07:52		00:03:56
4	Guardar varillas y prensas	00:14:01		00:07:01
5	Emplastar y enzunchar	00:06:25		00:03:13

Anexo 7: Asignación de recursos Olympus-3022.

Asignación de recursos para preparación de materiales (externas)			
# operarios	Actividades	Tiempo/persona	
		Horas	Minutos
2	1-5, 35	01:33:06	93
2	14,15	01:45:00	105
1	12,13	01:52:00	112
1	9,10,16,34	01:38:26	98

Anexo 8. Cálculo de N y TB para Wolerine-3026.

OPERACIÓN: LLENADO-DRENADO DE ANILLO																	
No.	Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)										Tiempo observado promedio	R	R/X	N	Valoración	Tiempo básico
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Tiempo de llenado	03:41.9	03:28.4	03:48.5	03:46.7	03:36.7	03:16.7	03:54.7	03:08.9	03:16.4	03:42.1	03:34.1	00:45.8	0.21	8	100	00:03:33.9
2	Tiempo de formado	57:19.1	57:00.0	59:00.0	58:00.0	57:00.0	51:59.4	51:58.2	53:59.2	53:00.8	54:01.0	55:19.8	07:01.8	0.13	3	100	00:55:19.8
3	Tiempo de drenado	20:00.0	20:00.0	20:00.0	20:00.0	20:00.0	20:00.0	20:00.0	20:01.3	20:00.5	20:00.3	20:00.2	00:01.3	0.00	1	100	00:20:00.2

OPERACIÓN: LLENADO-DRENADO DE TASA																		
No.	Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)										Tiempo observado promedio	R	R/X	N	Valoración	Tiempo básico	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Sellar grietas	05:38.6	05:54.3	06:16.2	05:42.4	06:37.3	06:11.7	05:27.7	06:09.0	05:41.3	05:56.0	05:57.4	01:09.6	0.19	7	75	100	00:05:21.7
2	Tiempo de llenado	02:40.4	02:34.0	02:54.0	02:34.0	03:07.6	03:10.0	02:36.0	02:55.2	03:11.9	03:02.0	02:52.5	00:37.9	0.22	8	100	100	00:02:52.6
3	obtención pasta de tapones	00:55.1	00:58.6	00:53.9	00:48.6	00:50.4	00:59.4	00:53.1	00:55.4	00:57.5	00:56.8	00:54.9	00:10.8	0.20	7	100	100	00:00:55.1
4	Llenado de tapones	00:51.2	00:51.7	00:48.3	00:50.7	00:54.7	00:54.8	00:54.6	00:59.5	00:55.6	00:54.8	00:53.6	00:11.2	0.21	8	75	100	00:00:40.4
5	Tiempo de formado	57:00.0	57:00.0	59:00.0	58:00.0	57:00.0	52:00.2	49:59.3	52:00.3	52:00.2	54:05.7	54:48.6	09:00.7	0.16	4	100	100	00:54:48.6
6	Tiempo de drenado	25:36.1	25:00.0	25:00.9	25:08.1	25:13.3	25:20.4	25:08.1	25:03.7	25:08.5	25:11.6	25:11.1	00:36.1	0.02	1	100	100	00:25:11.1

OPERACIÓN: TRABAJO EN MOLDE DE ANILLO																		
No.	Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)										Tiempo observado promedio	R	R/X	N	Valoración	Tiempo básico	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Retirar mangueras	01:13.4	00:59.4	01:08.3	01:15.8	01:15.4	01:09.7	01:06.9	01:14.8	01:08.4	01:04.5	01:09.7	00:16.4	0.24	10	100	100	00:01:09.8
2	Separar moldes	04:34.7	04:50.3	05:16.7	05:22.4	04:13.5	05:24.0	04:54.9	04:30.5	05:18.0	05:07.4	04:57.2	01:10.5	0.24	10	100	100	00:04:57.3
3	Sellar agujero entrada de aire	03:26.7	03:28.1	03:49.6	03:20.5	03:06.2	03:42.7	03:25.8	03:15.6	03:44.7	03:43.8	03:30.4	00:43.4	0.21	8	75	100	00:02:37.8
4	Limpia tubería de pasta	02:28.4	02:23.0	02:20.0	02:36.0	02:10.7	02:44.8	02:35.0	02:17.8	02:34.8	02:22.3	02:27.3	00:34.1	0.23	10	100	100	00:02:27.1
5	Colocar referencia	00:43.8	00:46.2	00:47.2	00:46.8	00:40.1	00:40.7	00:47.3	00:48.7	00:49.8	00:47.8	00:45.8	00:09.7	0.21	8	100	100	00:00:46.1
6	Agujerear con plantilla	14:18.9	14:49.1	15:14.5	14:19.8	15:16.8	14:07.0	13:26.8	14:27.3	13:27.9	13:41.0	14:18.9	01:50.0	0.13	3	75	100	00:10:44.2
7	Rayar anillo	01:52.9	01:48.5	01:50.0	01:58.4	01:42.1	01:47.3	02:06.4	02:08.3	01:52.0	01:44.6	01:53.1	00:26.2	0.23	10	100	100	00:01:52.9
8	Recortar entrada de agua	02:07.1	02:11.1	02:08.9	01:51.8	01:53.6	02:22.3	02:17.0	02:11.0	02:17.5	02:14.8	02:09.5	00:30.5	0.24	10	100	100	00:02:09.1
9	Acabar agujeros	01:22.8	01:19.2	01:12.0	01:26.1	01:24.5	01:31.5	01:30.7	02:20.8	01:23.4	01:17.5	01:22.9	00:19.5	0.24	10	125	100	00:01:43.5

OPERACIÓN: TRABAJO EN MOLDE DE TASA																		
No.	Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)										Tiempo observado promedio	R	R/X	N	Valoración	Tiempo básico	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Desajustar prensa neumática	01:21.0	01:23.4	01:33.0	01:33.2	01:21.0	01:23.8	01:18.8	01:26.5	01:28.4	01:27.0	01:25.6	00:14.4	0.17	6	75	100	00:01:04.2
2	Bajar espada	00:32.4	00:38.4	00:40.7	00:34.7	00:40.9	00:34.5	00:39.2	00:32.4	00:36.4	00:36.2	00:36.2	00:08.5	0.23	10	100	100	00:00:36.3
3	Levantado de martillo	02:56.9	02:54.1	02:46.2	02:52.1	02:47.1	02:47.6	02:48.1	02:47.1	02:47.6	02:46.0	02:49.3	00:10.9	0.06	1	100	100	00:02:49.3
4	Limpia de orillas	07:40.0	07:49.0	08:02.2	07:37.0	08:18.3	09:04.2	08:26.3	08:13.3	08:10.4	08:34.9	08:11.6	01:27.2	0.18	6	100	100	00:08:11.6
5	Limpia tubería de pasta (núcleo)	01:24.6	01:29.5	01:25.0	01:16.3	01:17.2	01:35.0	01:28.6	01:34.4	01:26.1	01:37.4	01:29.4	00:21.1	0.24	10	125	100	00:01:51.4
6	Recortar entrada de agua	02:10.6	02:06.8	01:58.3	02:01.0	02:20.5	02:23.4	02:25.4	02:11.4	01:54.8	02:08.0	02:10.0	00:30.6	0.24	10	100	100	00:02:09.6
7	Recortar de pozo	04:06.0	04:06.7	03:28.1	04:06.0	03:19.0	03:57.1	04:11.3	03:34.7	03:35.4	03:18.4	03:46.3	00:52.9	0.23	10	100	100	00:03:46.1
8	Recortar de pipa	04:50.9	06:10.4	05:12.2	06:07.5	05:54.3	05:21.5	05:33.4	04:58.6	05:45.9	05:55.6	05:35.0	01:19.5	0.24	10	100	100	00:05:35.3
9	Recoger recortes	00:24.6	00:27.3	00:25.2	00:23.3	00:22.5	00:24.6	00:25.1	00:24.6	00:27.8	00:25.5	00:25.1	00:05.3	0.21	8	125	100	00:00:31.3
10	Rebabear pozo	02:51.9	02:22.2	02:40.6	02:33.0	02:29.4	02:28.4	02:38.7	02:59.1	02:26.6	02:27.4	02:35.7	00:37.0	0.24	10	100	100	00:02:35.5
11	Medir el grosor	00:29.4	00:31.3	00:28.1	00:32.0	00:29.7	00:28.7	00:34.7	00:27.9	00:32.5	00:34.6	00:30.9	00:08.8	0.22	8	75	100	00:00:23.0
12	Ajustar entrada de agua	01:24.8	01:16.8	01:17.6	01:20.1	01:08.6	01:24.2	01:16.7	01:17.2	01:12.1	01:17.4	01:16.5	00:18.1	0.24	10	100	100	00:01:16.8
13	Recoger recortes (entrada de agua)	00:13.4	00:15.8	00:15.4	00:16.9	00:14.7	00:15.7	00:14.6	00:15.7	00:13.5	00:13.5	00:14.9	00:03.5	0.23	10	125	100	00:00:19.1
14	Pulir unión tasa-anillo	01:07.5	01:15.8	01:08.0	01:08.0	00:59.8	01:13.5	01:00.7	01:00.5	01:11.1	01:11.0	01:07.6	00:16.0	0.24	10	125	100	00:01:24.7
15	Recortar tapones	01:40.3	01:31.4	01:32.1	01:47.2	01:39.3	01:39.1	01:24.5	01:28.2	01:25.4	01:41.8	01:34.9	00:22.7	0.24	10	100	100	00:01:34.8
16	Colocar tapones	05:20.4	05:36.8	05:00.7	04:50.4	05:47.5	05:50.7	05:40.8	05:57.7	05:40.7	05:27.5	05:31.3	01:07.3	0.20	7	100	100	00:05:31.6
17	Preparar manga	02:57.5	03:25.4	03:40.4	03:20.4	03:29.0	02:57.6	02:58.3	03:23.9	03:21.5	03:05.7	03:16.0	00:42.9	0.22	8	100	100	00:03:16.0
18	Aplicar pasta (tanque)	02:18.5	01:59.1	02:28.6	01:58.2	02:27.1	02:21.4	02:22.4	02:20.5	02:07.8	01:58.4	02:14.2	00:30.4	0.23	10	100	100	00:02:14.1
19	Aplicar pasta (tasa-anillo)	02:08.3	02:14.1	02:27.8	02:11.0	02:18.2	02:32.0	02:11.2	02:28.0	02:23.0	02:25.8	02:19.9	00:23.7	0.17	6	100	100	00:02:19.9
20	Rebabear orillas	01:52.8	01:38.6	01:44.7	01:42.6	01:42.8	01:46.5	01:40.8	01:38.7	01:45.0	02:03.6	01:45.6	00:25.0	0.24	10	125	100	00:02:11.6
21	Colocar molde anillo	01:44.9	01:45.8	01:48.1	01:48.1	01:48.5	01:50.4	01:32.9	01:55.2	01:50.1	01:42.8	01:50.1	01:46.9	0.22	3	8	100	00:01:46.9
22	Zafar molde anillo	01:29.0	01:20.1	01:26.2	01:26.0	01:35.8	01:25.9	01:25.8	01:25.2	01:26.6	01:29.0	01:26.9	00:15.6	0.18	6	125	100	00:01:48.7
23	Conectar manguera para desaguado	00:37.4	00:34.8	00:33.2	00:32.4	00:30.1	00:30.5	00:35.4	00:32.2	00:37.7	00:35.1	00:33.9	00:07.6	0.22	8	100	100	00:00:33.7
24	Quitar moldes de anillo	02:24.7	02:53.0	02:26.0	02:24.4	02:30.0	02:32.7	02:26.1	02:33.3	02:21.6	02:23.8	02:29.5	00:31.4	0.21	8	100	100	00:02:29.5

OPERACIÓN: DESAGUADO DE MOLDE DE ANILLO																		
No.	Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)										Tiempo observado promedio	R	R/X	N	Valoración	Tiempo básico	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Desaguado 1	17:40.6	17:09.3	18:40.2	15:18.1	16:20.4	17:10.4	17:32.1	17:43.1	15:41.1	18:22.4	17:09.8	03:22.1	0.20	7	100	100	00:17:09.4
2	Desaguado 2	14:21.8	13:32.6	14:50.4	13:40.7	12:47.6	14:36.7	13:56.8	14:25.8	12:35.7	13:50.2	13:51.8	02:14.7	0.16	4	100	100	00:13:51.9
3	Passar esponja 1	00:54.6	00:55.8	01:03.0	01:09.1	01:05.4	01:06.8	01:08.6	01:03.0	00:57.3	01:07.6	01:01.6	00:14.5	0.23	10	125	100	00:01:18.8
4	Passar esponja 2	00:58.4	00:48.0	00:48.3	00:50.6	00:47.2	00:49.1	00:54.3	00:47.3	00:47.6	00:55.3	00:50.6	00:11.2	0.22	8	125	100	00:01:02.8
5	Aplicar desmoldante en molde	01:02.3	01:10.6	01:08.6	01:00.7	00:59.4	01:13.4	01:08.0	01:13.5	01:03.5	01:07.3	01:06.7	00:14.0	0.21	8	100	100	00:01:07.0
6	Aplicar desmoldante en molde	01:21.3	01:33.5	01:28.5	01:25.6	01:16.8	01:26.7	01:24.7	01:20.3	01:17.3	01:30.5	01:24.5	00:16.7	0.20	7	100	100	00:01:24.9
7	Ubicar moldes en posición interna	00:37.6	00:38.1	00:33.1	00:36.1	00:36.4	00:37.2	00:33.4	00:37.1	00:32.1	00:33.5	00:35.5	00:06.0	0.17	6	100	100	00:00:35.6
8	Ubicar moldes en posición interna	01:40.6	01:38.6	01:45.6	01:38.1	01:35.1	01:48.1	01:41.2	01:31.2	01:52.3	01:40.6	01:45.6	00:21.1	0.21	8	100	100	00:01:40.8
9	Conectar mangueras 1	00:40.3	00:47.2	00:46.2	00:42.2	00:41.2	00:41.8	00:47.3	00:48.0	00:42.6	00:39.5	00:43.6	00:08.5	0.20	7	125	100	00:00:54.1
10	Conectar mangueras 2	00:58.4	00:52.4	00:52.3	00:55.3	01:02.3	00:54.6	0										

OPERACIÓN: SEGUNDO ACABADO																	
No.	Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)										Tiempo observado promedio	R	R/X	N	Valoración	Tiempo básico
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Ponchar salida de agua	01:22.2	01:20.8	01:15.8	01:21.2	01:23.9	01:35.1	01:23.4	01:28.1	01:25.8	01:25.1	01:24.1	00:19.3	0.23	10	100	00:01:24.1
2	Quitar excesos en base	01:32.7	01:37.2	01:30.6	01:37.1	01:35.4	01:45.1	01:30.1	01:35.2	01:48.6	01:42.6	01:37.5	00:18.4	0.19	7	100	00:01:37.7
3	Mojar unión aro-tasa	01:35.3	01:15.3	01:34.5	01:21.2	01:27.2	01:34.9	01:34.5	01:32.4	01:20.4	01:18.2	01:27.4	00:20.0	0.23	10	125	00:01:49.0
4	Quitar exceso aro-tasa delante	04:21.4	04:14.3	04:32.3	03:43.5	03:44.7	04:03.2	03:57.2	04:05.0	04:11.4	04:27.0	04:08.0	00:48.8	0.20	7	100	00:04:08.0
5	Quitar exceso aro-tasa trasera	05:56.4	06:00.2	05:36.3	06:02.3	05:51.3	06:34.2	06:04.2	06:22.2	05:57.0	06:00.9	06:02.5	00:57.9	0.16	4	100	00:06:02.5
6	Passar rayador en base (delante)	01:15.9	01:13.4	01:20.5	01:10.6	01:17.5	01:12.6	01:06.0	01:07.7	01:17.1	01:19.6	01:14.1	00:14.5	0.20	7	125	00:01:32.6
7	Raquetear adelante	31:26.8	36:38.8	31:16.8	31:30.0	31:27.1	31:05.0	29:23.1	30:59.3	37:01.5	35:26.1	32:37.4	07:38.4	0.23	10	75	00:24:28.0
8	Raquetear atrás	06:43.9	05:56.2	05:50.5	06:58.3	05:33.1	06:41.7	05:58.6	05:52.3	05:33.1	05:49.3	06:05.7	01:25.2	0.23	10	100	00:06:05.7
9	Dar forma a orillas	01:31.2	01:14.2	01:15.9	01:27.8	01:33.1	01:26.7	01:20.2	01:15.3	01:27.8	01:25.4	01:23.7	00:18.9	0.23	10	125	00:01:44.4
10	Raquetear vertical atrás	04:03.0	03:56.2	04:38.2	03:42.2	03:51.1	04:34.7	04:20.0	03:53.6	04:24.7	04:13.1	04:09.7	00:56.0	0.22	8	100	00:04:09.7
11	Pulir atrás 1	06:50.3	06:34.1	07:42.3	06:43.3	06:07.7	06:09.2	06:24.9	06:41.4	07:36.8	07:19.3	06:48.9	01:34.6	0.23	10	100	00:06:48.6
12	Pulir atrás 2	11:25.7	12:29.4	12:48.2	12:17.4	13:01.2	11:41.6	10:32.5	10:25.3	11:54.0	12:06.4	11:52.2	02:35.9	0.22	8	100	00:11:52.2
13	Raquetear vertical adelante	05:16.1	06:40.1	06:28.6	06:15.1	05:18.2	06:38.5	06:34.1	05:22.2	05:17.4	05:15.9	05:54.6	01:24.2	0.24	10	100	00:05:54.6
14	Aplicar agua delante	04:13.3	04:21.1	04:31.8	03:59.1	04:40.4	03:45.2	04:06.2	03:48.6	03:46.6	04:07.0	04:07.9	00:55.2	0.22	8	100	00:04:07.9
15	Aplicar glicerina atrás	02:28.1	02:37.1	02:41.8	02:26.7	02:22.2	02:11.1	02:15.5	02:17.1	02:13.9	02:19.6	02:23.3	00:30.7	0.21	8	100	00:02:23.3
16	Poner código de barras	01:15.7	01:26.2	01:20.2	01:16.9	01:23.9	01:15.1	01:20.9	01:30.2	01:12.1	01:24.2	01:20.5	00:18.1	0.22	8	100	00:01:20.5
17	Escanear y hacer curva con hu	01:01.3	01:00.4	00:57.0	01:00.0	00:59.4	01:09.4	00:56.4	00:57.8	00:58.1	00:55.7	00:59.5	00:13.7	0.23	10	125	00:01:14.9
18	Pulir adelante	08:34.3	09:13.2	08:59.3	07:27.5	09:30.3	08:26.1	08:30.3	09:27.2	08:47.8	08:59.7	08:47.6	02:02.8	0.23	10	100	00:08:47.6
19	Nivelar base	01:25.8	01:24.8	01:34.3	01:28.1	01:28.4	01:25.1	01:20.4	01:41.1	01:26.7	01:34.2	01:28.9	00:20.7	0.23	10	100	00:01:28.9
20	Aplicar glicerina adelante	02:43.9	02:38.1	02:38.6	02:31.1	02:34.1	02:26.8	02:16.8	02:29.4	02:34.0	02:33.8	02:32.7	00:27.1	0.18	6	100	00:02:32.7
21	Traer soportes de madera	01:27.8	01:31.2	01:21.2	01:23.7	01:25.8	01:20.4	01:32.1	01:25.6	01:34.3	01:23.4	01:26.5	00:13.9	0.16	4	100	00:01:26.8

OPERACIÓN: PREPARADO PARA TRASLADO																	
No.	Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)										Tiempo observado promedio	R	R/X	N	Valoración	Tiempo básico
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Passar esponja seca atrás	01:59.4	02:11.8	01:50.7	01:55.3	01:54.8	02:12.9	02:04.7	02:10.1	02:10.4	02:16.7	02:04.7	00:26.0	0.21	8	100	00:02:04.7
2	Passar esponja seca adelante	02:01.7	02:08.2	01:55.8	01:51.4	02:04.4	02:10.3	02:20.4	01:56.7	02:05.6	02:14.5	02:04.9	00:29.0	0.23	10	100	00:02:04.7
3	Colocar soportes de madera	00:58.7	00:58.0	01:04.4	00:55.6	01:06.2	01:05.4	00:57.1	01:05.6	01:07.4	01:02.7	01:02.1	00:11.8	0.19	7	100	00:01:02.5
4	Posicionar soportes de madera	02:11.4	02:21.3	02:28.5	02:24.2	02:30.4	02:20.4	02:30.1	02:32.6	02:22.2	02:38.4	02:26.0	00:27.0	0.18	6	100	00:02:26.0
5	Colocar soportes de espuma	00:33.5	00:38.1	00:40.5	00:41.2	00:41.3	00:32.6	00:34.7	00:34.7	00:38.4	00:33.4	00:36.8	00:08.7	0.24	10	75	00:00:27.5
6	Limpiar soportes de espuma	02:09.1	01:53.2	01:45.3	02:07.9	01:45.8	02:05.7	01:45.7	01:43.1	01:48.7	01:47.5	01:53.2	00:26.0	0.23	10	75	00:01:24.7
7	Trasladar a carreta	07:25.6	06:51.2	07:48.6	08:02.6	08:32.4	08:27.5	08:15.2	07:58.1	08:21.4	07:37.5	07:56.0	01:41.2	0.21	8	100	00:07:56.2

Anexo 9. Cálculo de N para Olympus-3022.

Operación 1: LLENADO DE MOLDE.									
Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)					Tiempo observado promedio	R/X	N	
	1	2	3	4	5				
Llenado de molde.	08:21.0	09:22.0	08:53.0	09:15.0	08:48.0	08:55.8	0.11	3	
Llenado de molde de tapón.	00:58.0	00:48.0	00:51.0	00:52.0	00:48.0	00:51.4	0.19	10	
Sellado de fugas de molde.	01:45.0	01:38.0	01:29.0	01:31.0	01:26.0	01:33.8	0.20	12	

Operación 2: FORMADO DE PIEZA.									
Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)					Tiempo observado promedio	R/X	N	
	1	2	3	4	5				
Formado de pieza	50:00.0	50:00.0	50:00.0	50:00.0	50:00.0	50:00.0	0.00	0	
Supervisar inclinación	00:29.0	00:24.0	00:25.0	00:28.0	00:27.0	00:26.6	0.19	10	

Operación 3: DRENADO Y PRESURIZADO DE PIEZA.									
Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)					Tiempo observado promedio	R/X	N	
	1	2	3	4	5				
Drenado de pieza	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	0.00	0	
Succionar Pasta y lavar barril	06:25.0	05:57.0	06:35.0	06:10.0	06:16.0	06:16.6	0.10	3	
Presurizado de pieza	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	0.00	0	
Reposo de pieza	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	0.00	0	

Operación 4: TRABAJO DE PIEZA EN MOLDE.								
Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)					Tiempo observado promedio	R/X	N
	1	2	3	4	5			
Desajustar barras de prensa y cuñas	06:29.0	06:54.0	05:59.0	06:25.0	06:12.0	06:23.8	0.14	6
Inyectar aire en cuñas laterales	07:15.0	06:22.0	07:06.0	07:36.0	07:34.0	07:10.6	0.17	8
Retirar y colocar cuñas en núcleo	08:32.0	09:15.0	08:47.0	07:58.0	09:34.0	08:49.2	0.18	10
Inyectar aire en cuña trasera	04:58.0	04:40.0	05:18.0	05:04.0	05:18.0	05:03.6	0.13	4
Retirar y colocar cuña en núcleo	05:32.0	04:58.0	05:26.0	05:24.0	05:58.0	05:27.6	0.18	10
Raquetear tazón	09:06.0	08:49.0	09:41.0	08:57.0	10:44.0	09:27.4	0.20	12
Eliminar rebaba de aro	07:52.0	07:12.0	07:01.0	07:15.0	07:03.0	07:16.6	0.12	3
Ponchar pozo	05:58.0	07:15.0	06:44.0	07:02.0	06:47.0	06:45.2	0.19	10
Desmoldar y colocar tapón en pozo	08:44.0	08:21.0	08:24.0	08:15.0	08:44.0	08:29.6	0.06	1
Ponchar tanque	02:18.0	02:00.0	02:05.0	02:15.0	02:19.0	02:11.4	0.14	6
Colocar y limpiar lateral en banca descanso	07:56.0	07:59.0	06:45.0	06:35.0	06:48.0	07:12.6	0.19	10
Masillar y desechar rebaba	05:39.0	06:39.0	06:04.0	05:57.0	06:27.0	06:09.2	0.16	8
Inyectar aire en cuña delantera	04:51.0	04:47.0	04:55.0	04:57.0	04:55.0	04:53.0	0.03	1
Retirar y colocar cuña en núcleo	04:32.0	04:48.0	04:12.0	04:58.0	05:10.0	04:44.0	0.20	12
Eliminar rebaba de cuña	05:05.0	05:36.0	05:03.0	05:15.0	04:58.0	05:11.4	0.12	4
Pulir pozo	03:05.0	02:55.0	02:51.0	03:12.0	03:01.0	03:00.8	0.12	3
Inspeccionar núcleo	01:52.0	01:58.0	01:45.0	01:46.0	02:03.0	01:52.8	0.16	6

Operación 5: DESMOLDADO DE PIEZA.								
Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)					Tiempo observado promedio	R/X	N
	1	2	3	4	5			
Separar manguera de molde	02:35.0	02:48.0	02:35.0	02:54.0	03:01.0	02:46.6	0.16	6
Pulir y desmoldar (primera parte)	10:15.0	12:25.0	12:14.0	12:25.0	12:26.0	13:21.0	0.16	8
Pulir y desmoldar (segunda parte)	12:24.0	12:32.0	12:54.0	12:23.0	14:52.0	11:24.0	0.22	12
Pulir y desmoldar (tercera parte)	08:29.0	06:52.0	07:02.0	07:29.0	07:12.0	07:24.0	0.22	12
Trasladar a banca	04:15.0	04:37.0	03:51.0	04:12.0	04:25.0	04:16.0	0.18	8

Operación 6: DESAGUADO DE MOLDE.								
Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)					Tiempo observado promedio	R/X	N
	1	2	3	4	5			
Desaguardo 1	12:57.0	10:24.0	11:36.0	12:54.0	12:45.0	12:07.2	0.21	12
Limpiar molde	03:54.0	03:15.0	03:48.0	03:25.0	03:42.0	03:36.8	0.18	8
Desaguardo 2	12:25.0	12:24.0	13:45.0	12:11.0	15:00.0	13:09.0	0.21	12
Limpiar molde	03:24.0	03:34.0	03:15.0	03:55.0	03:20.0	03:29.6	0.19	10
Desaguardo 3	08:01.0	07:25.0	08:05.0	06:54.0	07:25.0	07:34.0	0.16	6
Limpiar molde	02:42.0	02:40.0	02:20.0	02:25.0	02:54.0	02:36.2	0.22	12
Ajustar molde a núcleo	06:32.0	06:45.0	06:55.0	07:05.0	07:26.0	06:56.6	0.13	4

Operación 7: TRABAJO DE PIEZA EN BANCA DE DESCANSO								
Descripción del elemento	Tiempo observado (minutos)					Tiempo observado promedio	R/X	N
	1	2	3	4	5			
Ponchar tanque	02:00.0	02:01.0	01:50.0	02:10.0	01:58.0	01:59.8	0.17	8
Pulir tanque	04:14.0	03:57.0	04:25.0	04:45.0	03:58.0	04:15.8	0.19	10
Agregar glicerina parte trasera	01:20.0	01:18.0	01:15.0	01:18.0	01:24.0	01:19.0	0.11	3
Agregar glicerina al frente	01:15.0	01:25.0	01:25.0	01:32.0	01:18.0	01:23.0	0.20	12
Pulir pozo y aro	30:58.0	29:02.0	34:52.0	31:52.0	30:54.0	31:31.6	0.19	10
Traer y acomodar soporte en pieza	02:58.0	03:25.0	03:07.0	02:58.0	02:52.0	03:04.0	0.18	8
Voltar pieza e insertar datos	05:45.0	06:25.0	06:00.0	06:13.0	05:28.0	05:58.2	0.16	6
Quitar y acomodar laterales	03:52.0	03:35.0	03:38.0	03:33.0	03:35.0	03:38.6	0.09	1
Ganchar pie de pieza	03:05.0	03:45.0	03:41.0	03:36.0	03:15.0	03:28.4	0.19	10
Raquetear pieza	11:42.0	10:25.0	10:56.0	11:56.0	09:52.0	10:58.2	0.19	10
Curar parte trasera	03:10.0	02:37.0	02:52.0	02:56.0	03:01.0	02:55.2	0.19	10
Pulir parte trasera (brazileña)	06:39.0	06:36.0	06:12.0	05:21.0	06:03.0	06:10.2	0.21	12
Curar parte de frente	04:42.0	04:48.0	05:05.0	04:34.0	04:20.0	04:41.8	0.16	6
Pulir parte trasera (copal)	04:58.0	04:52.0	05:50.0	05:15.0	05:03.0	05:11.6	0.19	10
Agregar glicerina atrás	01:34.0	01:51.0	01:47.0	01:45.0	01:35.0	01:42.4	0.17	8
Colocar y scanear código de barra	03:35.0	03:25.0	03:46.0	04:10.0	04:03.0	03:47.8	0.20	10
Nivelar pieza	01:45.0	01:50.0	01:41.0	01:31.0	01:45.0	01:42.4	0.19	10
Pulir parte frente	05:32.0	05:35.0	05:05.0	06:04.0	05:44.0	05:36.0	0.18	8
Agregar glicerina al frente	02:47.0	03:04.0	02:32.0	02:55.0	03:01.0	02:51.8	0.19	10
Pasar esponja seca	02:45.0	03:15.0	02:58.0	02:42.0	03:06.0	02:57.2	0.19	10
Trasladar pieza hacia almacenamiento	08:31.0	07:17.0	08:01.0	07:38.0	07:56.0	07:52.6	0.16	6

Anexo 10. Cálculo de TB para Olympus-3022

Operación 1: LLENADO DE MOLDE.																
Descripción de elemento	Tiempo observado por ciclo (minutos)												Total TO (Hora)	Prom TO (Hora)	V	TB (Hora)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Llenado de molde.	08:21.0	09:22.0	08:53.0	09:15.0	08:48.0	15:00.0	07:22.0	08:03.0	08:22.0	09:59.0	08:33.0	09:35.0	1:51:33	0:09:18	100	0:09:18
Llenado de molde de tapón	00:58.0	00:42.0	00:59.0	00:49.0	00:52.0	00:51.0	01:03.0	00:56.0	01:09.0	00:54.0	01:05.0	00:58.0	0:11:16	0:00:56	100	0:00:56
Sellado de fugas de molde.	01:45.0	01:38.0	01:29.0	01:31.0	01:26.0	01:47.0	01:32.0	01:05.0	01:24.0	01:34.0	02:01.0	03:30.0	0:20:42	0:01:43	100	0:01:43

Operación 2: FORMADO DE PIEZA.																
Descripción de elemento	Tiempo observado por ciclo (minutos)												Total TO (Hora)	Prom TO (Hora)	V	TB (Hora)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Formado de pieza	50:00.0	50:00.0	50:00.0	50:00.0	50:00.0	45:00.0	40:00.0	45:00.0	45:00.0	45:00.0	42:50.0	47:50.0	9:20:40	0:46:43	100	0:46:43
Supervisar inclinación	00:20.0	00:32.0	00:25.0	00:42.0	00:35.0	00:22.0	00:35.0	00:30.0	00:40.0	00:25.0	00:38.0	00:42.0	0:06:26	0:00:32	100	0:00:32

Operación 3: DRENADO Y PRESURIZADO DE PIEZA.																
Descripción de elemento	Tiempo observado por ciclo (minutos)												Total TO (Hora)	Prom TO (Hora)	V	TB (Hora)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Drenado de pieza	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	30:00.0	6:00:00	0:30:00	100	0:30:00
Succionar Pasta y lavar barril	06:25.0	05:57.0	06:35.0	06:10.0	06:16.0	11:47.0	10:17.0	07:19.0	07:58.0	10:47.0	08:48.0	10:11.0	1:38:30	0:08:13	75	0:06:09
Presurizado de pieza	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	2:00:00	0:10:00	100	0:10:00
Inclinación	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	10:00.0	2:00:00	0:10:00	100	0:10:00

Operación 4: TRABAJO DE PIEZA EN MOLDE.																
Descripción de elemento	Tiempo observado por ciclo (minutos)												Total TO (Hora)	Prom TO (Hora)	V	TB (Hora)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Desajustar barras de prensa y cuñas	06:29.0	06:54.0	05:59.0	06:25.0	06:12.0	09:35.0	06:37.0	06:37.0	07:18.0	08:18.0	06:45.0	09:53.0	1:27:02	0:07:15	75	0:05:26
Inyectar aire en cuñas laterales	07:15.0	06:22.0	07:06.0	07:36.0	07:34.0	06:54.0	05:28.0	06:02.0	06:38.0	05:34.0	07:56.0	07:02.0	1:21:27	0:06:47	75	0:05:05
Retirar y colocar cuña en núcleo	08:32.0	09:15.0	08:47.0	07:58.0	09:34.0	08:01.0	04:21.0	05:46.0	06:12.0	11:38.0	06:55.0	05:53.0	1:32:52	0:07:44	75	0:05:48
Inyectar aire en cuña trasera	04:58.0	04:40.0	05:18.0	05:04.0	05:18.0	05:13.0	04:48.0	05:31.0	04:15.0	03:47.0	03:38.0	06:09.0	0:58:39	0:04:53	75	0:03:40
Retirar y colocar cuña en núcleo	05:32.0	04:58.0	05:26.0	05:24.0	05:58.0	05:15.0	05:06.0	05:16.0	04:31.0	06:35.0	04:11.0	07:04.0	1:05:16	0:05:26	75	0:04:05
Raquetear tazón	09:06.0	08:49.0	09:41.0	08:57.0	10:44.0	05:08.0	07:37.0	08:15.0	09:21.0	15:03.0	09:06.0	10:54.0	1:52:41	0:09:23	100	0:09:23
Eliminar rebaba de aro	07:52.0	07:12.0	07:01.0	07:15.0	07:03.0	07:52.0	07:54.0	07:00.0	04:12.0	03:01.0	03:11.0	05:32.0	1:15:05	0:06:15	100	0:06:15
Ponchar pozo	05:58.0	07:15.0	06:44.0	07:02.0	06:47.0	08:56.0	05:50.0	06:37.0	06:00.0	06:51.0	06:53.0	08:52.0	1:23:45	0:06:59	75	0:05:14
Desmoldar y colocar tapón en pozo	08:44.0	08:21.0	08:24.0	08:15.0	08:44.0	09:23.0	08:27.0	08:31.0	07:56.0	10:50.0	09:31.0	10:14.0	1:47:20	0:08:57	100	0:08:57
Ponchar tanque	02:18.0	02:00.0	02:05.0	02:15.0	02:19.0	03:14.0	02:06.0	02:43.0	02:27.0	02:14.0	03:33.0	02:17.0	0:29:31	0:02:28	100	0:02:28
Colocar y limpiar lateral en banca descanso	07:56.0	07:59.0	06:45.0	06:35.0	06:48.0	06:46.0	06:49.0	03:45.0	04:50.0	11:45.0	04:37.0	07:42.0	1:22:17	0:06:51	125	0:08:34
Masillar y desechar rebaba	05:39.0	06:39.0	06:04.0	05:57.0	06:27.0	06:11.0	06:36.0	05:02.0	06:12.0	06:24.0	04:27.0	04:32.0	1:10:10	0:05:51	75	0:04:23
Inyectar aire en cuña delantera	04:51.0	04:47.0	04:55.0	04:57.0	04:55.0	04:28.0	05:16.0	04:55.0	04:58.0	05:25.0	05:26.0	05:12.0	1:00:05	0:05:00	75	0:03:45
Retirar y colocar cuña en núcleo	04:32.0	04:48.0	04:12.0	04:58.0	05:10.0	04:45.0	04:56.0	05:01.0	05:38.0	05:45.0	04:27.0	06:08.0	1:00:20	0:05:02	75	0:03:46
Eliminar rebaba de cuña	05:05.0	05:36.0	05:03.0	05:15.0	04:58.0	04:56.0	05:02.0	04:50.0	04:35.0	04:58.0	05:40.0	04:11.0	1:00:09	0:05:01	100	0:05:01
Pulir pozo	03:05.0	02:55.0	02:51.0	03:12.0	03:01.0	03:16.0	03:12.0	03:24.0	02:26.0	03:01.0	03:21.0	03:49.0	0:37:33	0:03:08	125	0:03:55
Inspeccionar núcleo	01:52.0	01:58.0	01:45.0	01:46.0	02:03.0	02:03.0	01:45.0	01:53.0	01:46.0	01:57.0	04:35.0	02:06.0	0:25:29	0:02:07	100	0:02:07

Operación 5: DESMOLDADO DE PIEZA.																
Descripción de elemento	Tiempo observado por ciclo (minutos)												Total TO (Hora)	Prom TO (Hora)	V	TB (Hora)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Separar manguera de molde	02:35.0	02:48.0	02:35.0	02:54.0	03:01.0	02:16.0	03:17.0	02:08.0	02:05.0	02:32.0	00:57.0	02:20.0	0:29:28	0:02:27	100	0:02:27
Pulir y desmoldar (primera parte)	14:25.0	12:14.0	12:25.0	12:26.0	13:21.0	15:45.0	10:24.0	14:01.0	13:24.0	10:15.0	13:24.0	14:02.0	2:36:06	0:13:00	100	0:13:00
Pulir y desmoldar (segunda parte)	10:32.0	11:54.0	10:23.0	14:52.0	11:24.0	12:32.0	11:26.0	10:25.0	09:25.0	12:24.0	11:16.0	12:03.0	2:18:36	0:11:33	100	0:11:33
Pulir y desmoldar (tercera parte)	06:52.0	07:02.0	07:29.0	05:12.0	07:24.0	09:32.0	08:24.0	07:23.0	07:14.0	08:29.0	05:59.0	17:02.0	1:38:02	0:08:10	100	0:08:10
Trasladar a banca	04:15.0	04:37.0	03:51.0	04:12.0	04:25.0	05:05.0	04:57.0	04:04.0	04:01.0	04:14.0	04:25.0	04:16.0	0:52:22	0:04:22	100	0:04:22

Operación 5: DESAGUADO DE MOLDE.																
Descripción de elemento	Tiempo observado por ciclo (minutos)												Total TO (Hora)	Prom TO (Hora)	V	TB (Hora)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Desaguado 1	12:57.0	12:15.0	14:09.0	10:24.0	09:21.0	11:24.0	11:36.0	14:36.0	11:25.0	08:54.0	10:35.0	18:01.0	2:25:37	0:12:08	100	0:12:08
Limpiar molde	03:54.0	03:15.0	02:46.0	02:15.0	03:24.0	03:26.0	03:48.0	03:15.0	04:01.0	05:06.0	03:56.0	03:42.0	0:42:48	0:03:34	75	0:02:40
Desaguado 2	18:01.0	19:01.0	16:27.0	12:24.0	11:35.0	20:01.0	15:18.0	14:25.0	09:24.0	09:15.0	15:04.0	20:05.0	3:01:00	0:15:05	100	0:15:05
Limpiar molde	03:24.0	04:45.0	03:25.0	03:34.0	04:01.0	03:24.0	03:15.0	02:15.0	03:25.0	03:55.0	02:58.0	03:01.0	0:41:22	0:03:27	75	0:02:35
Desaguado 3	08:21.0	06:29.0	07:15.0	07:58.0	06:40.0	06:18.0	09:12.0	10:24.0	07:18.0	06:24.0	09:21.0	02:35.0	1:28:15	0:07:21	100	0:07:21
Limpiar molde	02:25.0	03:02.0	02:48.0	02:19.0	02:56.0	03:02.0	02:15.0	01:57.0	02:25.0	01:12.0	03:09.0	09:15.0	0:36:45	0:03:04	75	0:02:18
Ajustar molde a núcleo	06:32.0	06:45.0	06:55.0	07:05.0	07:26.0	11:37.0	07:54.0	08:47.0	10:35.0	07:24.0	10:31.0	08:14.0	1:39:45	0:08:19	75	0:06:14

Operación 7: TRABAJO DE PIEZA EN BANCA DE DESCANSO																
Descripción de elemento	Tiempo observado por ciclo (minutos)												Total TO (Hora)	Prom TO (Hora)	V	TB (Hora)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Ponchar tanque	02:00.0	02:01.0	01:50.0	02:10.0	01:58.0	02:51.0	02:38.0	01:44.0	02:28.0	02:15.0	02:10.0	02:15.0	0:26:20	0:02:12	100	0:02:12
Pulir tanque	04:14.0	03:57.0	04:25.0	04:45.0	03:58.0	04:25.0	04:29.0	04:48.0	04:01.0	04:57.0	05:01.0	10:10.0	0:59:10	0:04:56	125	0:06:10
Agregar Glicerina parte trasera	01:20.0	01:18.0	01:15.0	01:18.0	01:24.0	01:03.0	01:26.0	01:26.0	01:01.0	01:14.0	01:19.0	01:15.0	0:15:19	0:01:17	100	0:01:17
Agregar Glicerina al frente	01:15.0	01:25.0	01:25.0	01:32.0	01:18.0	01:13.0	01:54.0	01:09.0	01:45.0	01:42.0	00:50.0	01:05.0	0:16:33	0:01:23	75	0:01:02
Pulir pozo y aro	30:58.0	29:02.0	34:52.0	31:52.0	30:54.0	30:05.0	27:48.0	28:54.0	27:57.0	29:32.0	28:41.0	38:00.0	6:08:35	0:30:43	75	0:23:02
Traer y acomodar soporte en pieza	02:58.0	03:25.0	03:07.0	02:58.0	02:52.0	03:06.0	02:10.0	03:18.0	04:08.0	04:58.0	03:32.0	03:15.0	0:39:47	0:03:19	100	0:03:19
Voltear pieza e insertar datos	05:45.0	06:25.0	06:00.0	06:13.0	05:28.0	05:19.0	04:55.0	06:20.0	08:51.0	05:59.0	05:33.0	07:11.0	1:13:59	0:06:10	75	0:04:37
Quitar y acomodar laterales	03:52.0	03:35.0	03:38.0	03:33.0	03:35.0	03:25.0	03:27.0	03:48.0	04:32.0	04:15.0	03:18.0	05:11.0	0:46:09	0:03:51	125	0:04:48
Ganchar pie de pieza	03:05.0	03:45.0	03:41.0	03:36.0	03:15.0	03:41.0	02:45.0	03:56.0	03:20.0	03:14.0	02:46.0	04:02.0	0:41:06	0:03:25	100	0:03:25
Raquetear pieza	11:42.0	10:25.0	10:56.0	11:56.0	09:52.0	07:54.0	09:52.0	13:18.0	11:04.0	09:52.0	14:13.0	13:32.0	2:14:36	0:11:13	100	0:11:13
Curar parte trasera	03:10.0	02:37.0	02:52.0	02:56.0	03:01.0	03:16.0	03:20.0	03:04.0	04:11.0	03:45.0	04:44.0	02:08.0	0:39:04	0:03:15	125	0:04:04
Pulir parte trasera (brazileña)	06:39.0	06:36.0	06:12.0	05:21.0	06:03.0	06:01.0	02:25.0	06:49.0	06:07.0	06:15.0	07:33.0	06:57.0	1:12:58	0:06:05	125	0:07:36
Curar parte de frente	04:42.0	04:48.0	05:05.0	04:34.0	04:20.0	02:15.0	04:10.0	05:19.0	04:45.0	03:54.0	04:56.0	03:46.0	0:52:34	0:04:23	75	0:03:17
Pulir parte trasera (copal)	04:58.0	04:52.0	05:50.0	05:15.0	05:03.0	10:08.0	04:19.0	04:39.0	08:52.0	06:15.0	06:30.0	07:05.0	1:13:46	0:06:09	125	0:07:41
Agregar Glicerina atrás	01:34.0	01:51.0	01:47.0	01:45.0	01:35.0	01:31.0	02:41.0	01:55.0	02:05.0	01:46.0	02:04.0	03:00.0	0:23:34	0:01:58	100	0:01:58
Colocar y scanear código de barra	03:35.0	03:25.0	03:46.0	04:10.0	04:03.0	04:08.0	03:42.0	02:21.0	03:17.0	03:58.0	03:16.0	03:29.0	0:43:10	0:03:36	75	0:02:42
Nivelar pieza	01:45.0	01:50.0	01:41.0	01:31.0	01:45.0	01:52.0	01:31.0	01:42.0	01:33.0	01:36.0	01:27.0	02:12.0	0:20:25	0:01:42	125	0:02:08
Pulir parte frente	05:32.0	05:35.0	05:05.0	06:04.0	05:44.0	06:32.0	05:49.0	06:19.0	05:40.0	05:15.0	05:38.0	06:03.0	1:09:16	0:05:46	100	0:05:46
Agregar Glicerina al frente	02:47.0	03:04.0	02:32.0	02:55.0	03:01.0	02:50.0	02:56.0	02:31.0	03:16.0	02:42.0	03:03.0	03:42.0	0:35:19	0:02:57	75	0:02:12
Pasar esponja seca	02:45.0	03:15.0	02:58.0	02:42.0	03:06.0	02:44.0	03:09.0	02:58.0	02:59.0	02:54.0	02:58.0	02:47.0	0:35:15	0:02:56	100	0:02:56
Trasladar pieza hacia almacenamiento	10:31.0	11:54.0	11:01.0	11:58.0	12:25.0	12:09.0	12:23.0	11:05.0	12:25.0	12:18.0	15:01.0	12:24.0	2:25:34	0:12:08	75	0:09:06

Anexo 11. Cálculo de suplementos para Wolverine-3026.

Cálculo de suplemento en operación llenado de anillo												
Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Tiempo de llenado	00:03:33.9	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	03:33.9
Tiempo de formado	00:55:19.8	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	55:19.8
Tiempo de drenado	00:20:00.2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	20:00.2

Cálculo de suplemento en operación llenado de taza												
Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Sellar grietas	00:05:21.7	0%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	00:00:19.3	05:41.0
Tiempo de llenado	00:02:52.6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	02:52.6
obtención pasta de tapones	00:00:55.1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	00:00:01.1	00:56.2
Llenado de tapones	00:00:40.4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	00:40.4
Tiempo de formado	00:54:48.6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	54:48.6
Tiempo de drenado	00:25:11.1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	25:11.1

Calculo de suplemento en operación trabajo en molde de anillo

Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Retirar manqeras	00:01:09.8	5%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	1%	14%	00:00:09.8	01:19.5
Separar moldes	00:04:57.3	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	0%	14%	00:00:41.6	05:38.9
Sellar agujero entrada de aire	00:02:37.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:22.1	02:59.9
Limpiar tubería de pasta	00:02:27.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:20.6	02:47.7
Colocar referencia	00:00:46.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:05.5	00:51.7
Agujerear con plantilla	00:10:44.2	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:01:30.2	12:14.4
Rayar anillo	00:01:52.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:13.5	02:06.4
Recortar entrada de agua	00:02:09.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:15.5	02:24.6
Acabar agujeros	00:01:43.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:11.4	01:54.9

Calculo de suplemento en operación trabajo en molde de taza

Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Desajustar prensa neumática	00:01:04.2	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:07.1	01:11.2
Bajar espada	00:00:36.3	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:04.0	00:40.3
Levantado de martillo	00:02:49.3	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:18.6	03:07.9
Limpiar de orillas	00:08:11.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	13%	00:01:03.9	09:15.5
Limpiar tubería de pasta (núcleo)	00:01:51.4	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:13.4	02:04.7
Recortar entrada de agua	00:02:09.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:15.6	02:25.2
Recortar de pozo	00:03:46.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:27.1	04:13.2
Recortar de pipa	00:05:35.3	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:40.2	06:15.5
Recoger recortes	00:00:31.3	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:03.8	00:35.0
Rebabear pozo	00:02:35.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:18.7	02:54.1
Medir el grosor	00:00:23.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	2%	0%	13%	00:00:03.0	00:26.0
Ajustar entrada de agua	00:01:16.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:09.2	01:26.1
Recoger recortes (entrada de agua)	00:00:19.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:02.3	00:21.4
Pulir unión tasa-anillo	00:01:24.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:10.2	01:34.8
Recortar tapones	00:01:34.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:11.4	01:46.2
Colocar tapones	00:05:31.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	2%	1%	14%	00:00:46.4	06:18.0
Preparar manga	00:03:16.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	13%	00:00:25.5	03:41.5
Aplicar pasta (tanque)	00:02:14.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:16.1	02:30.2
Aplicar pasta (tasa-anillo)	00:02:19.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:16.8	02:36.7
Rebabear orillas	00:02:11.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:15.8	02:27.4
Colocar molde anillo	00:01:46.9	5%	4%	2%	0%	1%	0%	0%	1%	13%	00:00:13.9	02:00.8
Zafar molde anillo	00:01:48.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:13.0	02:01.7
Conectar manguera para desagüe (anillo)	00:00:33.7	5%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	1%	14%	00:00:04.7	00:38.4
Quitar moldes de anillo	00:02:29.5	5%	4%	2%	0%	1%	0%	0%	3%	15%	00:00:22.4	02:52.0

Calculo de suplemento en operación desaguado de molde de anillo

Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Desaguado 1	00:17:09.4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	17:09.4
Desaguado 2	00:13:51.9	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	13:51.9
Pasar esponja 1	00:01:18.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:09.5	01:28.2
Pasar esponja 2	00:01:02.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:07.5	01:10.3
Aplicar agua-pasta en molde 1	00:01:07.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:08.0	01:15.0
Aplicar agua-pasta en molde 2	00:01:24.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:09.3	01:34.2
Ubicar moldes en posición inicial 1	00:00:35.6	5%	4%	2%	0%	1%	0%	0%	1%	13%	00:00:04.6	00:40.2
Ubicar moldes en posición inicial 2	00:01:40.8	5%	4%	2%	0%	1%	0%	0%	1%	13%	00:00:13.1	01:53.9
Conectar mangueras 1	00:00:54.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:06.5	01:00.6
Conectar mangueras 2	00:01:10.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:08.5	01:19.5

Calculo de suplemento en operación primer acabado												
Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Raquetear anillo trasero	00:03:49.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:27.5	04:17.0
Cortar sobrante interno	00:02:03.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:14.9	02:18.7
Rebabebar interior	00:05:30.4	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:46.3	06:16.7
Raquetear anillo interno	00:02:30.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:18.1	02:48.9
Ponchar puntos de anclaje	00:03:01.4	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:21.8	03:23.2
Ponchar entrada de agua	00:01:35.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:11.5	01:47.1
Rebabebar entrada de agua	00:01:41.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:14.1	01:55.1
Pulir entrada de agua	00:01:16.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:10.6	01:26.7
Raquetear anillo exterior	00:02:48.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:20.2	03:08.8
Pulir tasa interna y exterior delantero	00:08:45.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:01:13.5	09:58.5
Pulir exterior trasero	00:02:10.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:15.7	02:26.6
Quitar mangueras de pasta	00:00:26.1	5%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	1%	14%	00:00:03.7	00:29.7
Pulir pozo	00:05:46.4	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:48.5	06:34.9
Secar pozo	00:02:49.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:23.8	03:13.6
Espejear	00:01:50.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:13.3	02:04.1

Calculo de suplemento en operación desmoldar pieza												
Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Separar moldes	00:02:18.9	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	0%	14%	00:00:19.4	02:38.3
Desmoldar 1	00:09:08.7	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	3%	17%	00:01:33.3	10:42.0
Primer desaguado	00:14:15.9	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	14:15.9
Pasar esponja seca 1	00:01:44.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:12.6	01:57.3
Desmoldar 2	00:09:23.3	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	3%	17%	00:01:35.8	10:59.1
Segundo desaguado	00:24:25.7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	24:25.7
Pasar esponja seca 2	00:01:50.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:13.3	02:03.7
Ubicar posición de llenado	00:01:33.3	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	0%	14%	00:00:13.1	01:46.3
Ajustar prensa lateral	00:00:34.2	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:03.8	00:38.0
Bajado de martillo	00:02:49.0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00:00:00.0	02:49.0
Conectar conducto de pasta	00:01:16.1	5%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	1%	14%	00:00:10.6	01:26.7
Posicionar prensa neumática 1	00:03:18.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:21.9	03:40.7
Posicionar prensa neumática 2	00:01:38.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:10.9	01:49.7

Calculo de suplemento en operación segundo acabado												
Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Ponchar salida de agua	00:01:24.1	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:10.1	01:34.2
Quitar excesos en base	00:01:37.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:11.7	01:49.4
Mojar unión aro-tasa	00:01:49.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:13.1	02:02.0
Quitar exceso aro-tasa delante	00:04:08.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:29.8	04:37.8
Quitar exceso aro-tasa trasera	00:06:02.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:43.5	06:46.0
Pasar rayador en base (delante)	00:01:32.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:11.1	01:43.7
Raquetear adelante	00:24:28.0	5%	4%	2%	0%	0%	0%	2%	3%	16%	00:03:54.9	28:22.9
Raquetear atrás	00:06:05.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:43.9	06:49.6
Dar forma a orillas	00:01:44.4	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:12.5	01:57.0
Raquetear vertical atrás	00:04:09.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:30.0	04:39.7
Pulir atrás 1	00:06:48.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:57.2	07:45.7
Pulir atrás 2	00:11:52.2	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:01:39.7	13:31.9
Raquetear vertical adelante	00:05:54.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:42.6	06:37.2
Aplicar agua delante	00:04:07.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:29.8	04:37.7
Aplicar glicerina atrás	00:02:23.3	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:17.2	02:40.5
Poner código de barras	00:01:20.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:09.7	01:30.2
Escanear y hacer curva con hule	00:01:14.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:09.0	01:23.8
Pulir adelante	00:08:47.6	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:01:13.9	10:01.4
Nivelar base	00:01:28.9	5%	4%	2%	0%	0%	0%	2%	1%	14%	00:00:12.4	01:41.3
Aplicar glicerina adelante	00:02:32.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:18.3	02:51.0
Traer soportes de madera	00:01:26.8	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	00:00:09.5	01:36.3

Cálculo de suplemento en operación preparado para traslado												
Elemento	Tiempo básico	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
		Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
		Necesidades personales	Fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y	Temperatura					
Pasar esponja seca atrás	00:02:04.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:15.0	02:19.6
Pasar esponja seca adelante	00:02:04.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:15.0	02:19.7
Colocar soportes de madera	00:01:02.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:07.5	01:10.0
Posicionar soportes de madera	00:02:26.0	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	1%	15%	00:00:21.9	02:48.0
Colocar soportes de espuma	00:00:27.5	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	00:00:03.3	00:30.8
Limpiar soportes de espuma	00:01:24.7	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	14%	00:00:11.9	01:36.5
Trasladar a carreta	00:07:56.2	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	3%	17%	00:01:21.0	09:17.2

Anexo 12. Cálculo de suplementos para Olympus-3022.

Cálculo de suplementos en operación Llenado de molde.												
Elemento	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar	
	Fijos		Variables				Trabajo	Demoras				
	Necesidades personales	Fatiga básica	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y fuerza	Temperatura						
Llenado de molde	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:09:18
Llenado de molde de tapón	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:00:56
Sellar fugas de molde	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:01:43

Cálculo de suplementos en operación Formado de pieza.												
Elemento	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar	
	Fijos		Variables				Trabajo	Demoras				
	Necesidades personales	Fatiga básica	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y fuerza	Temperatura						
Formado de pieza	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:46:43
Supervisar inclinación	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:00:32

Cálculo de suplementos en operación Drenado y presurizado de pieza.												
Elemento	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplemento	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar	
	Fijos		Variables				Trabajo	Demoras				
	Necesidades personales	Fatiga básica	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y fuerza	Temperatura						
Drenado de pieza	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:30:00
Succionar Pasta y lavar barril	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	0:00:15	0:06:24
Presurizado de pieza	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:10:00
Inclinación	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:10:00

Cálculo de suplementos en operación trabajo de pieza en molde.											
Elemento	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplementos	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
	Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
	Necesidades personales	Fatiga básica	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y fuerza	Temperatura					
Desajustar barras de prensa y cuñas	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	0:00:29	0:05:56
Inyectar aire en cuñas laterales	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	0:00:27	0:05:33
Retirar y colocar cuña en núcleo	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	0:00:31	0:06:20
Inyectar aire en cuña trasera	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	0:00:20	0:04:00
Retirar y colocar cuña en núcleo	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	0:00:22	0:04:27
Raquetear tazón	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0:01:02	0:10:25
Eliminar rebaba de aro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:06:15
Ponchar pozo	0%	4%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	5%	0:00:16	0:05:30
Desmoldar y colocar tapón en pozo	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	12%	0:01:04	0:10:01
Ponchar tanque	5%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	6%	0:00:09	0:02:36
Colocar y limpiar lateral en banca descanso	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	1%	13%	0:01:07	0:09:41
Masillar y desechar rebaba	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	7%	0:00:18	0:04:42
Inyectar aire en cuña delantera	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	0:00:20	0:04:06
Retirar y colocar cuña en núcleo	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	0:00:20	0:04:07
Eliminar rebaba de cuña	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0:00:15	0:05:16
Pulir pozo	0%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	7%	0:00:16	0:04:11
Inspeccionar núcleo	5%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	10%	0:00:13	0:02:20

Cálculo de suplementos en operación Desmoldado de pieza.

Elemento	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplementos	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
	Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
	Necesidades personales	Fátiga básica	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y fuerza	Temperatura					
Separar manguera de molde	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:02:27
Pulir y desmoldar (primera parte)	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	1%	13%	0:01:41	0:14:42
Pulir y desmoldar (segunda parte)	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	1%	13%	0:01:30	0:13:03
Pulir y desmoldar (tercera parte)	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	1%	13%	0:01:04	0:09:14
Trasladar a banca	0%	4%	2%	2%	1%	0%	1%	1%	11%	0:00:29	0:04:51

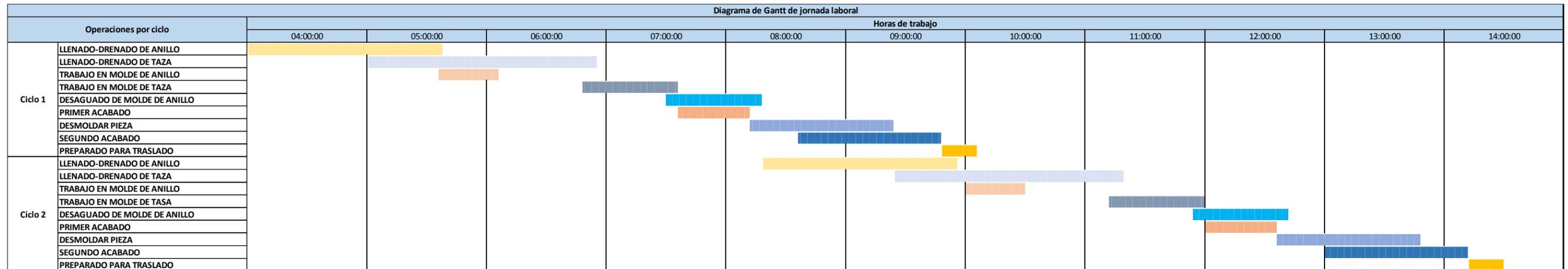
Cálculo de suplementos en operación Desaguardo de molde.

Elemento	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplementos	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
	Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
	Necesidades personales	Fátiga básica	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y fuerza	Temperatura					
Desaguardo 1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0:00:15	0:12:23
Limpiar molde	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	12%	0:00:19	0:03:00
Desaguardo 2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0:00:18	0:15:23
Limpiar molde	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	12%	0:00:19	0:02:54
Desaguardo 3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0:00:09	0:07:30
Limpiar molde	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0:00:15	0:02:33
Ajustar molde a núcleo	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	14%	0:00:52	0:07:06

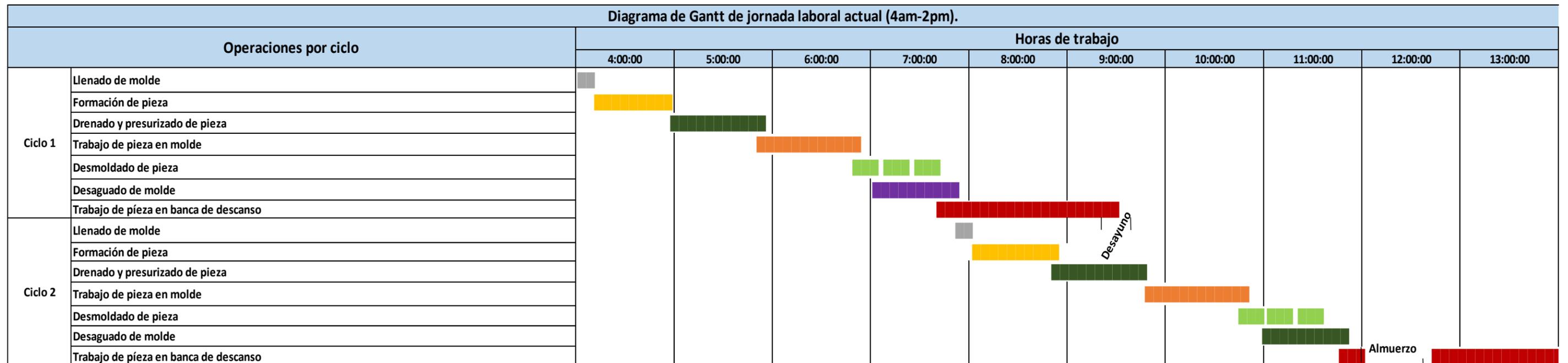
Cálculo de suplementos en operación trabajo de pieza en banca de descanso.

Elemento	Suplementos por descanso						Suplementos por contingencia		Total suplementos	Tiempo de suplemento	Tiempo estándar
	Fijos		Variables				Trabajo	Demoras			
	Necesidades personales	Fátiga básica	Trabajar de pie	Postura anormal	Levantamiento de peso y fuerza	Temperatura					
Ponchar tanque	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0:00:05	0:02:17
Pulir tanque	5%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0:00:26	0:06:36
Agregar licerina parte trasera	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	6%	0:00:05	0:01:21
Agregar licerina al frente	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	6%	0:00:04	0:01:06
Pulir pozo y aro	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	13%	0:03:00	0:26:02
Traer y acomodar soporte en pieza	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	13%	0:00:26	0:03:45
Voltear pieza e insertar datos	5%	4%	2%	0%	1%	0%	0%	2%	14%	0:00:39	0:05:16
Quitar y acomodar laterales	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0:00:32	0:05:20
Ganchar pie de pieza	5%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0:00:14	0:03:40
Raquetear pieza	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	13%	0:01:27	0:12:40
Curar parte trasera	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0:00:00	0:04:04
Pulir parte trasera (brazileña)	0%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	8%	0:00:36	0:08:13
Curar parte de frente	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	7%	0:00:14	0:03:31
Pulir parte trasera (copal)	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	13%	0:01:00	0:08:41
Agregar licerina atrás	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	6%	0:00:07	0:02:05
Colocar y scanear código de barra	5%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	9%	0:00:15	0:02:56
Nivelar pieza	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0:00:06	0:02:14
Pulir parte frente	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0:00:38	0:06:24
Agregar licerina al frente	5%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0:00:12	0:02:24
Pasar esponja seca	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0:00:19	0:03:16
Trasladar pieza hacia almacenamiento	5%	4%	2%	0%	1%	0%	1%	2%	15%	0:01:22	0:10:28

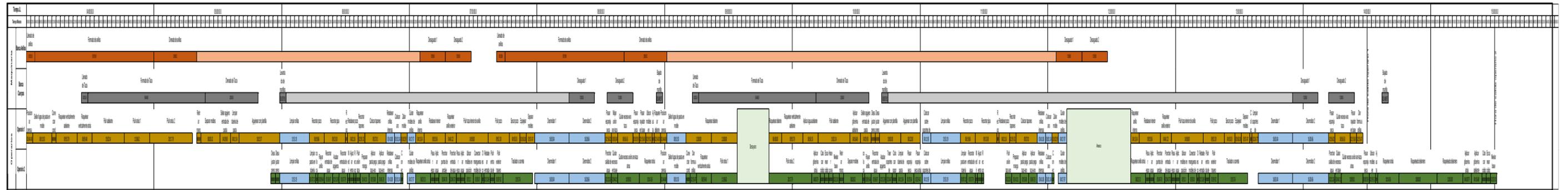
Anexo 13. Diagrama de ciclo operativo actual para Wolverine-3026.



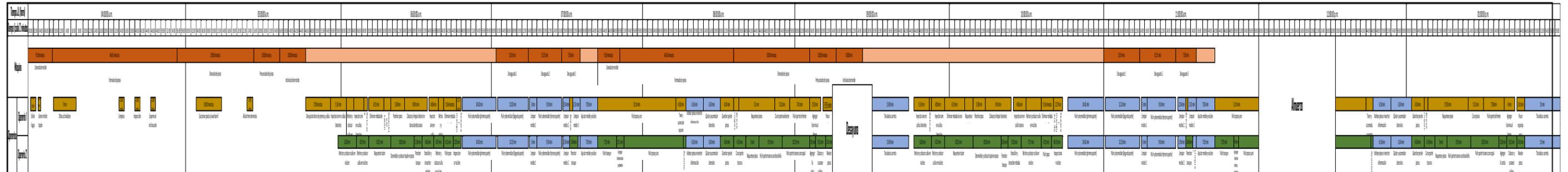
Anexo 14. Diagrama de ciclo operativo actual para Olympus-3022.



Anexo 15. Línea de tiempo actual para Wolverine-3026.



Anexo 16. Línea de tiempo actual para Olympus-3022.



Anexo 17. Comparación de tiempo estándar con 20 y 30 moldes.

OPERACIÓN: LLENADO-DRENADO DE ANILLO		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Tiempo de llenado	03:33.9	03:33.9
2	Tiempo de formado	55:19.8	55:19.8
3	Tiempo de drenado	20:00.2	20:00.2

OPERACIÓN: LLENADO-DRENADO DE TASA		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Sellar grietas	05:41.0	08:31.5
2	Tiempo de llenado	02:52.6	02:52.6
3	obtención pasta de tapones	00:56.2	00:56.2
4	Llenado de tapones	00:40.4	00:40.4
5	Tiempo de formado	54:48.6	54:48.6
6	Tiempo de drenado	25:11.1	25:11.1

OPERACIÓN: TRABAJO EN MOLDE DE ANILLO		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Retirar manqueras	01:19.5	01:59.3
2	Separar moldes	05:38.9	08:28.3
3	Sellar agujero entrada de aire	02:59.9	04:29.8
4	Limpiar tubería de pasta	02:47.7	04:11.5
5	Colocar referencia	00:51.7	01:17.5
6	Agujerear con plantilla	12:14.4	18:21.6
7	Rayar anillo	02:06.4	03:09.6
8	Recortar entrada de agua	02:24.6	03:37.0
9	Acabar agujeros	01:54.9	02:52.4

OPERACIÓN: TRABAJO EN MOLDE DE TASA		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Desajustar prensa neumática	01:11.2	01:46.8
2	Bajar espada	00:40.3	01:00.4
3	Levantado de martillo	03:07.9	04:41.9
4	Limpiar de orillas	09:15.5	13:53.2
5	Limpiar tubería de pasta (núcleo)	02:04.7	03:07.1
6	Recortar entrada de agua	02:25.2	03:37.8
7	Recortar de pozo	04:13.2	06:19.9
8	Recortar de pipa	06:15.5	09:23.3
9	Recoger recortes	00:35.0	00:52.5
10	Rebabeear pozo	02:54.1	04:21.2
11	Medir el grosor	00:26.0	00:39.1
12	Ajustar entrada de agua	01:26.1	02:09.1
13	Recoger recortes (entrada de agua)	00:21.4	00:32.2
14	Pulir unión tasa-anillo	01:34.8	02:22.3
15	Recortar tapones	01:46.2	02:39.3
16	Colocar tapones	06:18.0	09:27.0
17	Preparar manga	03:41.5	05:32.3
18	Aplicar pasta (tanque)	02:30.2	03:45.4
19	Aplicar pasta (tasa-anillo)	02:36.7	03:55.1
20	Rebabeear orillas	02:27.4	03:41.1
21	Colocar molde anillo	02:00.8	03:01.1
22	Zafar molde anillo	02:01.7	03:02.6
23	Conectar manguera para desagüe (anillo)	00:38.4	00:57.7
24	Quitar moldes de anillo	02:52.0	04:18.0

OPERACIÓN: DESAGUADO DE MOLDE DE ANILLO		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Desaguado 1	17:09.4	25:44.1
2	Desaguado 2	13:51.9	20:47.8
3	Pasar esponja 1	01:28.2	02:12.3
4	Pasar esponja 2	01:10.3	01:45.5
5	Aplicar agua-pasta en molde 1	01:15.0	01:52.6
6	Aplicar agua-pasta en molde 2	01:34.2	02:21.3
7	Ubicar moldes en posición inicial 1	00:40.2	01:00.3
8	Ubicar moldes en posición inicial 2	01:53.9	02:50.8
9	Conectar mangueras 1	01:00.6	01:30.9
10	Conectar mangueras 2	01:19.5	01:59.2

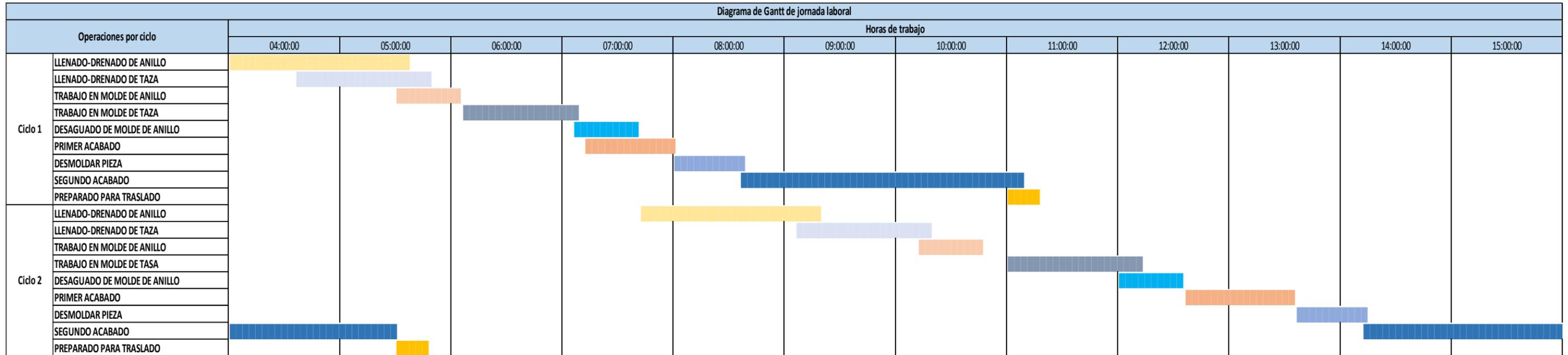
OPERACIÓN: PRIMER ACABADO		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Raquetear anillo trasero	04:17.0	06:25.5
2	Cortar sobrante interno	02:18.7	03:28.0
3	Rebabeear interior	06:16.7	09:25.1
4	Raquetear anillo interno	02:48.9	04:13.3
5	Ponchar puntos de anclaje	03:23.2	05:04.8
6	Ponchar entrada de agua	01:47.1	02:40.7
7	Rebabeear entrada de agua	01:55.1	02:52.7
8	Pulir entrada de agua	01:26.7	02:10.0
9	Raquetear anillo exterior	03:08.8	04:43.2
10	Pulir tasa interna y exterior delantero	09:58.5	14:57.7
11	Pulir exterior trasero	02:26.6	03:39.9
12	Quitar mangueras de pasta	00:29.7	00:44.6
13	Pulir pozo	06:34.9	09:52.3
14	Secar pozo	03:13.6	04:50.3
15	Espejear	02:04.1	03:06.2

OPERACIÓN: DESMOLDAR PIEZA		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Separar moldes	02:38.3	03:57.5
2	Desmoldar 1	10:42.0	16:03.0
3	Primer desaguado	14:15.9	21:23.8
4	Pasar esponja seca 1	01:57.3	02:56.0
5	Desmoldar 2	10:59.1	16:28.7
6	Segundo desaguado	24:25.7	36:38.6
7	Pasar esponja seca 2	02:03.7	03:05.6
8	Ubicar posición de llenado	01:46.3	02:39.5
9	Ajustar prensa lateral	00:38.0	00:56.9
10	Bajado de martillo	02:49.0	04:13.5
11	Conectar conducto de pasta	01:26.7	02:10.1
12	Posicionar prensa neumática 1	03:40.7	05:31.1
13	Posicionar prensa neumática 2	01:49.7	02:44.5
14	Esperar solidificación molde de tasa	27:14.5	40:51.7

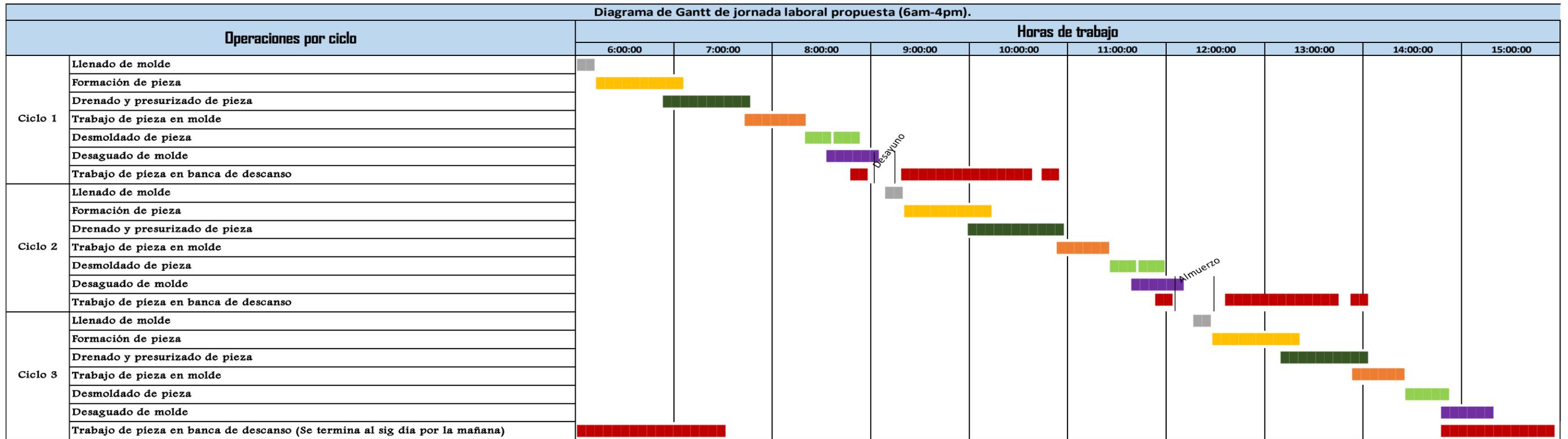
OPERACIÓN: SEGUNDO ACABADO		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Ponchar salida de agua	01:34.2	02:21.3
2	Quitar excesos en base	01:49.4	02:44.1
3	Mojar unión aro-tasa	02:02.0	03:03.0
4	Quitar exceso aro-tasa delante	04:37.8	06:56.6
5	Quitar exceso aro-tasa trasera	06:46.0	10:09.0
6	Pasar rayador en base (delante)	01:43.7	02:35.6
7	Raquetear adelante	28:22.9	42:34.4
8	Raquetear atrás	06:49.6	10:14.4
9	Dar forma a orillas	01:57.0	02:55.5
10	Raquetear vertical atrás	04:39.7	06:59.5
11	Pulir atrás 1	07:45.7	11:38.6
12	Pulir atrás 2	13:31.9	20:17.8
13	Raquetear vertical adelante	06:37.2	09:55.8
14	Aplicar agua delante	04:37.7	06:56.5
15	Aplicar glicerina atrás	02:40.5	04:00.8
16	Poner código de barras	01:30.2	02:15.3
17	Escanear	01:23.8	02:05.8
18	Hacer curva don hule	01:23.8	02:05.8
19	Pulir adelante	10:01.4	15:02.1
20	Nivelar base	01:41.3	02:32.0
21	Aplicar glicerina adelante	02:51.0	04:16.5
22	Traer soportes de madera	01:36.3	02:24.5

OPERACIÓN: PREPARADO PARA TRASLADO		Ts	
No.	Descripción del elemento	20 moldes	30 moldes
1	Pasar esponja seca atrás	02:19.6	03:29.4
2	Pasar esponja seca adelante	02:19.7	03:29.5
3	Colocar soportes de madera	01:10.0	01:44.9
4	Posicionar soportes de madera	02:48.0	04:11.9
5	Colocar soportes de espuma	00:30.8	00:46.2
6	Limpiar soportes de espuma	01:36.5	02:24.8
7	Trasladar a carreta	09:17.2	13:55.8

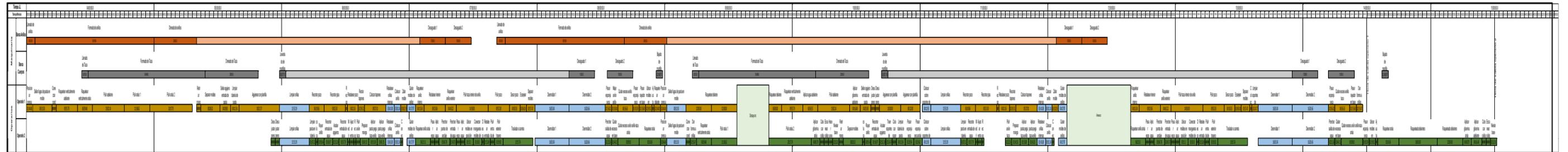
Anexo 18. Diagrama de ciclo operativo propuesto para Wolverine-3026.



Anexo 19. Diagrama de ciclo operativo propuesto para Olympus-3022.



Anexo 20. Línea de tiempo propuesta para Wolverine-3026.



Anexo 21. Línea de tiempo propuesta para Olympus-3022.

