

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
D.I.M.E.I.**

TÍTULO: *Herramientas de Ingeniería Industrial aplicadas en el Departamento de Corazones de una planta de Fundición (sector automotriz)*

**MODALIDAD DE TITULACIÓN
Trabajo Profesional**

NOMBRE DEL ALUMNO: Viridiana Sacnité Ramírez Romero

No. DE CUENTA: 09928754-0

SUPERVISOR: M. I. Héctor Raúl Mejía Ramírez

CARRERA DEL ALUMNO: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Empresa: General Motors México S. de R. L. de C. V.
Planta Fundición

Mayo, 2008

ÍNDICE

1.0 INTRODUCCIÓN

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 1.1 | Descripción de la empresa | 3 |
| 1.2 | Misión y Visión | 3 |
| 1.3 | Antecedentes | 4 |
| 1.3.1 | Sistema Global de Manufactura GMS | 4 |
| 1.3.2 | Proceso de producción | 8 |
| 1.3.3 | Distribución de planta | 10 |
| 1.3.4 | Productos y Clientes | 11 |

2.0 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

| | | |
|-------|--|----|
| 2.1 | Perfil | 12 |
| 2.2 | Conocimientos técnicos requeridos | 13 |
| 2.3 | Ubicación organizacional | 13 |
| 2.4 | Actividades principales | 14 |
| 2.4.1 | Trabajo Estandarizado | 14 |
| 2.4.2 | Indicadores de productividad | 16 |
| 2.4.3 | Capacidades de máquinas y asignación de mano de obra | 23 |

3.0 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS DENTRO DEL PROYECTO DESACOPLE DE PROCESO DE CABEZAS

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Condición Anterior | 26 |
| 3.1.1 | Trabajo Estandarizado y Value Stream Mapping | 27 |
| 3.1.2 | Ergonomía | 28 |
| 3.1.3 | Distribución de planta | 30 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 3.2 Condición Actual | 30 |
| 3.2.1 Value Stream Mapping | 30 |
| 3.2.2 Tiempo Tacto | 31 |
| 3.2.3 Capacidad de banda | 33 |
| 3.2.4 Trabajo Estandarizado | 33 |
| 3.2.5 Ergonomía | 34 |
| 3.2.6 Distribución de Planta | 35 |
| | |
| 3.3 Conclusiones y Beneficios | 36 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 37 |
| | |
| ANEXOS | 38 |

PRÓLOGO

El presente reporte, tiene como finalidad mostrar al lector la aplicación, en la industria manufacturera, de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial teniendo estos como resultado mejoras concretas y cuantificables en la productividad de sus líneas.

Mi labor dentro del Departamento de Ingeniería Industrial inició en agosto de 2006, a unos días de haber egresado de la universidad. Dentro de mi entrenamiento tuve la ocasión de identificar áreas de oportunidad en cuanto a la mejora en la productividad del departamento que, una vez que finalizó mi entrenamiento de ingreso, me fue dado a cargo. Mi papel entonces sería el de brindar el soporte requerido al mismo para evitar que en los nuevos proyectos de inversión nacieran con elementos que les limitaran su capacidad para generar ahorros, y al mismo tiempo, dar mantenimiento y soporte a todo lo ya establecido que, a decir verdad, por años había permanecido técnicamente laborando de la misma forma.

Al estar involucrada en un departamento enfocado a lo mismo, tuve también la oportunidad de encontrar a gente que poseía la experiencia, habilidad y disponibilidad para dar entrada y orientar las nuevas ideas. Es así como, una vez que tuve el control estricto sobre los procesos ya establecidos y la capacidad para mantener y dar seguimiento al sistema comencé a ligar la operación de los mismos, y enriquecerla con las áreas de mejora que había identificado gracias a mis conocimientos adquiridos en la FI-UNAM. Dicho Sistema Global de Manufactura de General Motors podrá ser consultado en forma general en el primer apartado de este trabajo, seguido por la descripción del perfil, conocimientos y actividades propios del puesto que desempeñé en la empresa.

Mi labor para con los resultados precisos del proyecto que aquí reporto, tuvo a bien partir de los estudios de capacidades realizados al menos mensualmente con la finalidad de identificar si podrían presentarse problemas para cubrir el total de la producción requerida para un periodo de tiempo, asignar la mano de obra en tiempo normal y tiempo extra que se requerirían para operar los equipos y completar los procesos sobre las bandas. Aquí podía continuamente identificarse que la mayoría del personal se encontraba laborando en los procesos de ensambles, lo cual se comprobó mediante un estudio más detallado en un mapa del proceso de la cadena de valor de los ensambles de corazones para la fundición de cabezas y monoblocks, mismo que será mostrado en su condición 'original' en el apartado número tres de este reporte, así como las condiciones anteriores de ergonomía en la operación sobre una banda de proceso

Este impacto me movió hacia una revisión más detallada sobre el trabajo estandarizado de cada uno de los operadores involucrados en dicho proceso (el trabajo estandarizado puede ser consultado en los anexos), identificando en una gráfica o pared de balanceo resultante del mismo las actividades que no agregaban valor al proceso, y las cargas de trabajo sobre cada uno de los operadores. Todo lo anterior se daba como resultado de que el proceso estaba siendo balanceado en función del ritmo de provisión de las partes para los ensambles que tenía la máquina.

Dado lo anterior se propuso una mejora, rediseñando la distribución del área de trabajo involucrada y, posteriormente, las actividades asignadas a los operarios del proceso. Todo esto se trabajó en equipo con el área operativa y de ingeniería del proceso, para garantizar un 'no impacto' en la calidad del producto final.

Una vez que se tuvo el proyecto en papel y con sustentos numéricos y de análisis, se prosiguió con las pruebas en el área de trabajo, simulando el nuevo proceso, con lo cual se comprobó la funcionalidad de lo propuesto. En seguida se colocaron los órdenes de trabajo para el departamento de Mantenimiento quien fuera el encargado de ensamblar una nueva banda de proceso que cumpliera con las especificaciones para el ritmo de trabajo y la geometría de las piezas a procesar, considerando ahora también la ergonomía del personal que haría el trabajo. Cabe destacar que también previamente dicho departamento proporcionó una cotización sobre el valor en dinero que tendría la labor de la producción y puesta en marcha de los equipos requeridos para el mismo, lo cual era equivalente a un 10% de los ahorros que se generarían con el mismo, lo cual dio pauta a tomar la decisión de ejecutarlo.

Todo lo redactado en los últimos dos párrafos puede ser consultado en la sección número tres, con el título de 'condición actual', dado que esta es la forma en que hoy opera dicho proceso. Por otro lado, los resultados en cuanto a ahorros propios de la implantación del proyecto, pueden verse en las conclusiones.

Sin más preámbulo, damos entrada al reporte cuya estructura ha sido descrita en los párrafos anteriores, y que espero pueda brindar un buen soporte en su consulta para ocasiones futuras, e incluso quizá una buena propuesta en cuanto al sistema de operación de esta manufacturera como benchmark.

➤ **TÍTULO**

Herramientas de Ingeniería Industrial aplicadas en el Departamento de Corazones de una planta de Fundición (sector automotriz).

➤ **OBJETIVO**

Aplicar herramientas de Ingeniería Industrial para mejorar la productividad en el área de Corazones de una planta de Fundición, con la finalidad de reducir costos mediante proyectos de mínima inversión surgidos de la mejora continua y enfocados a la reducción de desperdicios.

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa

Nombre

General Motors S. de R. L. de C. V.

Ubicación

Av. Industria Automotriz s/n, zona Industrial Toluca, Lerma
C.P. 50070
Tel. 01 (722) 276 2644

Ramo

General Motors Corporation, también conocida como GM es la empresa de automóviles más grande del mundo. Fundada en 1908, GM hoy en día tiene 326.999 empleados alrededor del mundo. Con la sede central en Detroit (Michigan), EE.UU., GM fabrica sus coches y camiones en 33 países. En 2005 GM vendió globalmente 9,17 millones de coches y camiones bajo las siguientes marcas: Buick, Cadillac, Chevrolet, GMC, GM Daewoo (ahora disuelta, pero reemplazada por Chevrolet en Europa y en algunos otros países), Holden, Hummer, Oldsmobile (ahora disuelta), Opel, Pontiac, Saab, Saturn, Vauxhall. GM opera una empresa de finanzas, GMAC Financial Services, que ofrece financiación y seguros de automóvil, residenciales y comerciales. La subsidiaria de GM OnStar es proveedora de servicios de información y seguridad de vehículos.

GM es el accionista mayoritario de GM Daewoo Auto & Technology Co. de Corea del Sur, y tiene colaboraciones de compras de productos y trenes de transmisión con Suzuki Motor Corp. e Isuzu Motors Ltd. de Japón. GM también tiene colaboraciones de tecnología avanzada con Toyota Motor Corporation de Japón, DaimlerChrysler AG y BMW AG de Alemania, y operaciones de fabricación de vehículos con varios fabricantes de automóviles alrededor del mundo, incluyendo Toyota, Suzuki, Shanghai Automotive Industry Corporation de China, AutoVAZ de Rusia y Renault SA de Francia.

En México, GM inicia la constitución de la compañía para 1935, y actualmente cuenta con plantas productivas en Ramos Arizpe, Coahuila; Silao, Guanajuato; Toluca, Edo. de México y una planta recién inaugurada en San Luis Potosí.

1.2 Misión y Visión

MISIÓN:

“Manufacturar motores, vehículos y componentes de clase mundial a través de la innovación, la mejora continua y el trabajo en equipo para ganar el entusiasmo de nuestros clientes, utilizando los principios del Sistema Global de Manufactura de GM.”

VISIÓN:

Ser líder mundial en productos de transportación y servicios relativos.

Nos ganaremos el entusiasmo de nuestros clientes a través de la mejora continua, lograda por la integridad, el trabajo en equipo y la innovación de nuestros productos a través de la gente GM. (Ver Fig. 1.2.1)

VALORES:

- Entusiasmo del cliente
- Mejora continua
- Integridad
- Trabajo en equipo
- Innovación
- Respeto individual y Responsabilidad

PRIORIDADES CULTURALES:

- Sentido de urgencia
- Actuar como una sola compañía
- Enfoque al cliente y al producto
- Objetivos agresivos



Fig. 1.2.1. Visión, valores y prioridades culturales de GM

1.3 Antecedentes

1.3.1 Sistema Global de Manufactura GMS

El Sistema Global de Manufactura es un sencillo y competitivo sistema de manufactura que está basado en principios enfocados a trabajar con calidad, utilizando los mejores procesos, prácticas y tecnologías para soportar la Visión de General Motors de Liderazgo Mundial y Entusiasmo Global del Cliente.

El diagrama de la figura 1.3.1 representa la estructura del Sistema Global de Manufactura, y se describe más adelante.

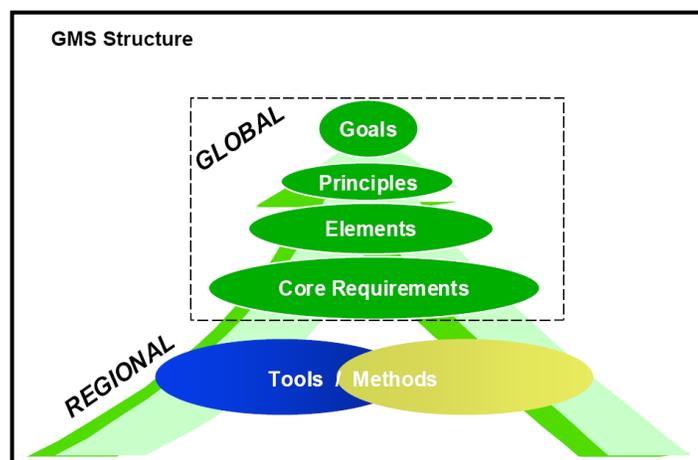


Fig. 1.3.1. Estructura del Sistema Global de Manufactura

OBJETIVOS:

El objetivo final de General Motors es el Entusiasmo del Cliente. La manufactura soporta este fin último al enfocarse en los objetivos de Seguridad, Gente, Calidad, Respuesta, Costo y Medio Ambiente.

PRINCIPIOS:

Los cinco *Principios* que enfocan toda actividad en la empresa hacia el alcance de los objetivos de manufactura son:

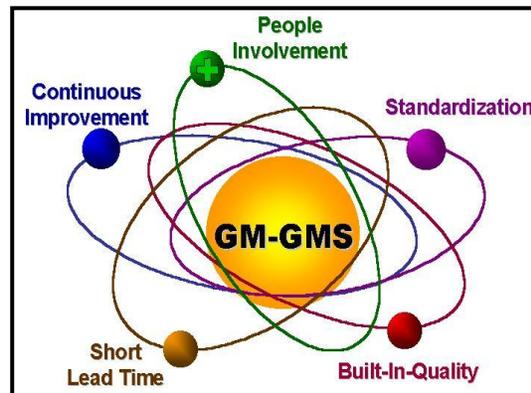


Fig. 1.3.2. Estructura de los 5 principios del GMS

- i. Involucramiento de la Gente. Soportar a los empleados, como recurso más valioso de la empresa, en motivación, impulso y el fomento de su participación.
- ii. **Estandarización.** Proceso dinámico para la documentación, seguimiento y desarrollo del trabajo acorde a los estándares establecidos, principios, métodos y procesos con el fin de producir la base común siempre susceptible de mejora. **Este es el principio que queda completamente a cargo del Departamento de Ingeniería Industrial, dado el enfoque de sus elementos,** mismos que serán revisados a detalle en el subtítulo siguiente.
- iii. Hecho con calidad, asegurando que los defectos no lleguen a la siguiente estación de trabajo (todas las estaciones de trabajo funcionan como 'estación de verificación de calidad' o VS).
- iv. Tiempo corto de respuesta, desde que se coloca una orden hasta que se entrega el producto al cliente final y se recibe el pago a cambio.
- v. Mejora Continua, basado en la no resistencia al cambio como ambiente propicio para fomentar la mejora de cada empleado en sus propias actividades y las del resto del equipo. La estrategia está en acuñar al cambio implantado al estandarizarlo y entonces de éste identificar las oportunidades de mejora (ver Fig. 1.3.3).

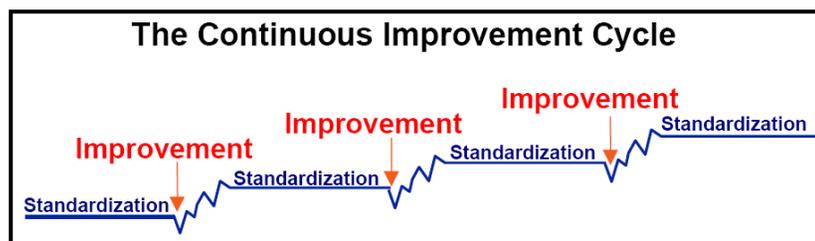


Fig. 1.3.3. Ciclo de la mejora continua

El papel del Ingeniero Industrial es fundamental, principalmente para el principio de estandarización, asegurando que lo implantado aquí cumpla con los estándares

de calidad establecidos y busque la mejor práctica para evitar que se presente cualquiera de los siete tipos de desperdicio. (Ver Fig. 1.3.4)



Fig. 1.3.4. Los 7 tipos de desperdicio

ELEMENTOS:

Los elementos son el foco fundamental de cada Principio y son indispensables para conseguir los Objetivos. Suman un total de 33 elementos distribuidos entre los 5 principios para su soporte.

Los elementos a que se enfoca el principio de estandarización son 4, y se detallan a continuación debido a que su cumplimiento es la labor principal e incluso el rol y responsabilidad que justifican la necesidad de contar con un Departamento de Ingeniería Industrial en la planta.

1. Organización del Lugar de Trabajo (Workplace Organization). Se refiere a garantizar la seguridad, limpieza y orden en la estación de trabajo o el área laboral, con el objetivo de identificar desperdicios en movimientos principalmente y condiciones fuera de estándar a simple vista, al tener un lugar para cada cosa. Está basado en la filosofía de 5 S's en el área de trabajo (líneas de producción y oficinas). Para ello se tiene un manual por área, accesible a cualquier persona en la planta en el que se estandarizan las ayudas visuales (colores, diseños, etc.) que deben ser implantadas para organizar e identificar las mismas, y auditorías periódicas por sus propios miembros para garantizar que el sistema se mantiene. (Ver Fig. 1.3.5 a y b)

| | | | |
|--|---|--|--|
| | COMPLEJO TOLUCA PLANTA FUNDICIÓN | ORGANIZACIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO ESTÁNDARES | REGIÓN: 14 de 47 F. EMISIÓN: 15 Julio '03 F. REVISIÓN: 09 Mayo '08 |
| DESCRIPCIÓN: CÓDIGO DE COLORES PARA MARCAJE DE HUELLAS | | | |
| ESPECIFICACIÓN: | | | |
| Color | Floor Marking Application | | |
| | CALIDAD / CALIBRADORES EJEMPLOS: MESAS DE CALIBRADORES TABLEROS DE INFORMACIÓN DE CALIDAD ÍTEMES RELACIONADOS CON CALIDAD | | |
| | MATERIAL PRODUCTIVO EJEMPLOS: CASTING, PARTES COMPRADAS, MISCELANEOS, MATERIAL EN PROCESO, PRODUCTO TERMINADO | | |
| | MATERIAL SCRAP EJEMPLOS: CONTENEDORES DE SCRAP, MESAS DE SCRAP, ÍTEMES RELACIONADOS CON SCRAP | | |
| | HERRAMIENTA & MATERIAL SOSPECHOSO EJEMPLOS: CARRROS DE HERRAMIENTA MESAS DE HERRAMIENTA MATERIAL SOSPECHOSO OTROS ARTÍCULOS EJEMPLOS: ESTACIONES DE LIMPIEZA TABLEROS DE INFORMACIÓN GENERAL CUALQUIER OTRO ARTÍCULO | | |
| | | | |
| Este es un cuadro que de manera general ejemplifica la utilización de los colores en el área productiva para huellas | | | |

Fig. 1.3.5 a. Manual de 5 S's: Código de colores estandarizado

| | | | |
|--|---|--|-----------------------|
| | COMPLEJO TOLUCA PLANTA FUNDICIÓN | ORGANIZACIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO ESTÁNDARES | PÁGINA: 15 de 47 |
| | | | EMISIÓN: 15 Junio '03 |
| | | | REVISIÓN: 05 Mayo '08 |
| DESCRIPCIÓN: | | | |
| MATERIAL PRODUCTIVO Y/ MATERIAL | | | |
| CÓDIGO DE COLOR: | | | |
| VERDE | | | |
| ESPECIFICACIÓN: | | | |
| Ejemplo de contorno en esquina | | Ejemplo para contorno perimetral | |
| | | | |
| <p>Área con leyenda Las letras del color correspondiente</p> | | <p>Área con leyenda Las letras del color correspondiente</p> | |
| <p>¿Que lleva huella color VERDE?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Casting • Partes Compradas • Miscelaneos • Material en Proceso • Contenedores Vacíos • Producto Terminado <p>Puedes Marcar el contorno ó las esquinas de acuerdo a las especificaciones mencionadas.</p> | | | |
| | | | |

Fig. 1.3.5 b. Manual de 5 S's: Identificación de material productivo

- II. Administración por Tiempo Tacto (Management by Takt Time). Tiene el propósito de establecer el flujo de producción para tener lo que es necesario, justo cuando es necesario, regulando así los niveles y las velocidades de producción para asegurar que se cubra la demanda con el recurso necesario y sin desperdicios.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Production Time Available Per Period (Seconds)}}{\text{Customer Demand Per Period (Units)}}$$

$$\text{Actual Takt Time} = \text{System Uptime (\%)} \times \text{Takt Time (seconds)}$$

Fig. 1.3.5 c. Fórmula para calcular tiempo tacto y tiempo tacto actual.

El balanceo de la línea se realiza en base al Tiempo Tacto Actual (ATT), dado que se ha estimado el porcentaje de uptime de la línea, entonces se pretenderá bajar el tiempo tacto para acelerar el ritmo de producción al prever las fallas. Así se asegura que se cubrirá la producción y se determina con este tiempo la cantidad de gente necesaria en la línea.

- III. Trabajo Estandarizado (Standardized Work). Su objetivo es documentar la secuencia de actividades que debe realizar el operador en su tiempo disponible o Tiempo Tacto Actual (ATT). Este elemento se verá más adelante a detalle.
- IV. Administración Visual (Visual Management). Esto se basa en la implementación de los estándares de 5 S's con el objetivo de permitir a los empleados identificar de inmediato la situación, distinguiendo condiciones normales de anormales y tomar

acción también inmediata sobre estas últimas para regresar a la condición estándar, es decir, logrando que “el piso te hable”.

REQUERIMIENTOS:

Son los puntos clave de cada *Elemento* para que sea conseguido con éxito.

HERRAMIENTAS Y MÉTODOS DE IMPLEMENTACIÓN:

Incluyen actividades, sistemas y técnicas que definitivamente facilitan cumplir los *Requerimientos*.

1.3.2 Proceso de producción

El diagrama de la Fig. 1.3.6 muestra el proceso de producción general de la Planta de Fundición, reflejando la ubicación en la secuencia de los diferentes departamentos involucrados: Modelos, Hornos, Corazones, Moldeo y Acabado, soportados por los servicios de Mantenimiento, Calidad e Ingeniería Industrial para estandarizar, mantener y controlar sus procesos.

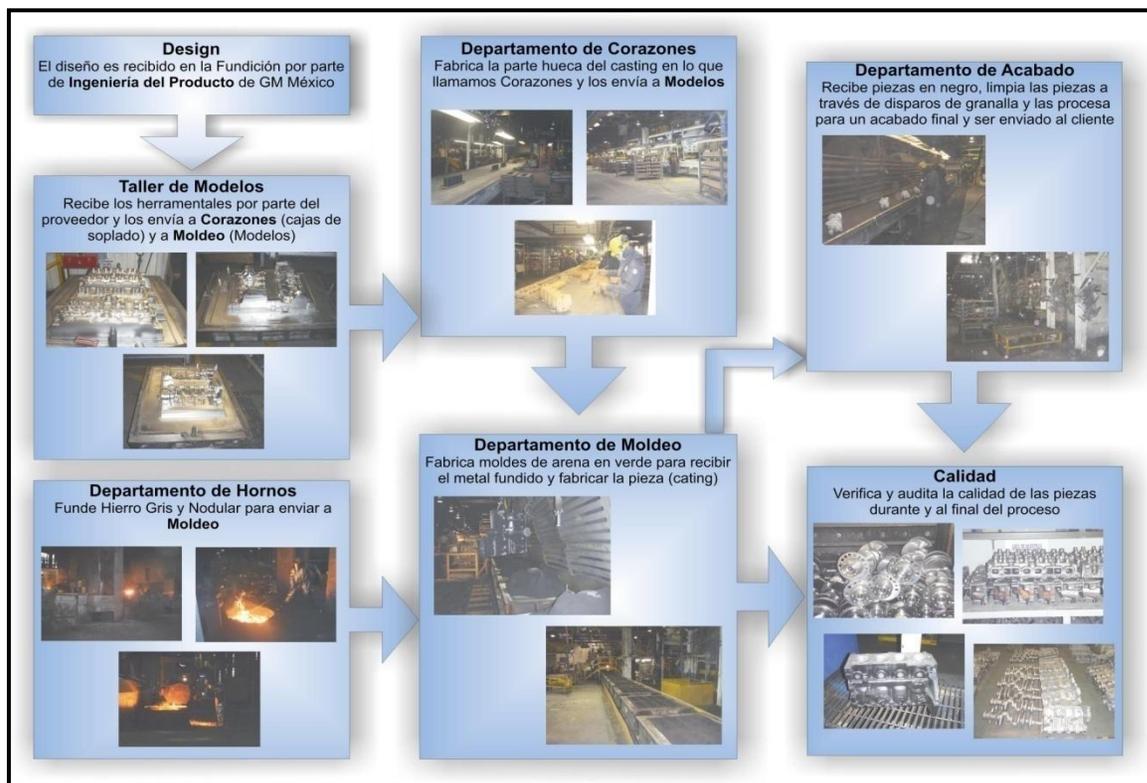


Fig. 1.3.6. Proceso de producción de la fundición en GM Toluca

1.3.3 Distribución de planta

Los Departamentos de la planta están distribuidos en el área de la siguiente forma (Ver Fig. 1.3.7).

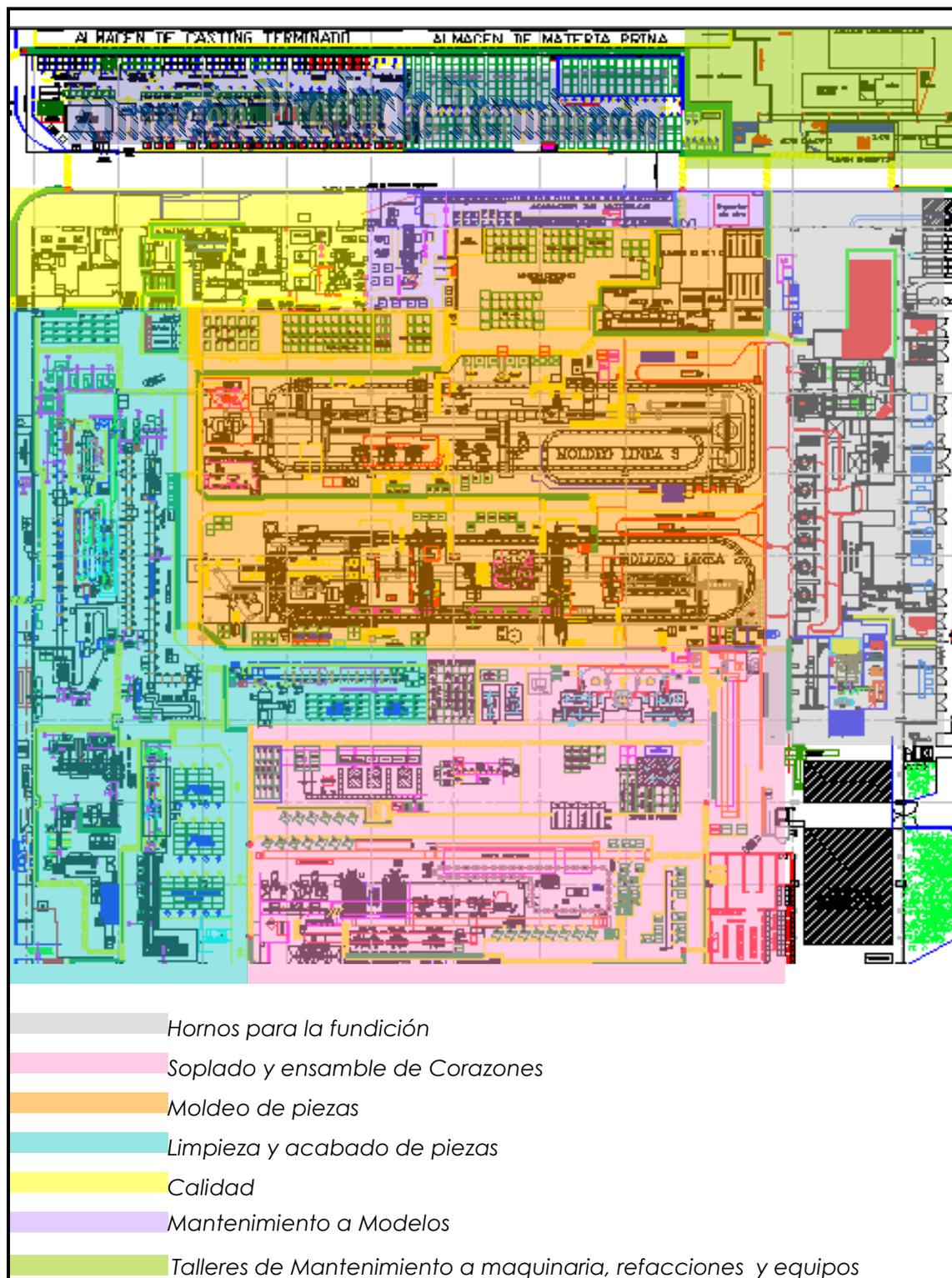


Fig. 1.3.7. Distribución de planta

1.3.5 Productos y Clientes

La Planta de Fundición del Complejo Toluca inició operaciones en el año de 1965, produciendo dos clases de hierro, Gris y Nodular.

La planta pertenece al grupo de Powertrain o Tren Motriz de Norte América (NAO). A estos días, la planta ha Fundido 996,863 toneladas, divididas en una gama de productos que van desde monoblocks, cabezas, cigüeñales, hasta chumaceras, haciendo un total de 33 números de parte, resumidos en la siguiente tabla.

| PRODUCTOS | | CLIENTES | | | |
|--|----------------------------------|-----------------|----------|---|---------------------------------|
| | | V-8 5.0/5.7 L | L4 3.0 L | FAM I 1.6/1.8 L Gen. II & III | |
|  <p>PLANTA FUNDICIÓN</p> | MONOBLOCK | ✓ | ✓ | ✓ | } TOLUCA, PLANTA MOTORES |
| | CABEZA | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | CIGÜEÑAL | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | CHUMACERA | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | CIGÜEÑAL V-8 | | | | } SILAO, P. MOTORES |
| | CIGÜEÑAL V-6 | | | | |
| | MONOBLOCK FAM 1 Gen II 1.6/1.8 L | | | | |
| FAM 1 Gen III 1.6 L | | | | } GM CHINA KOREA (DAEWOO) CACTUS S.L.P. / KOREA (DAEWOO) | |
| 33 NUMEROS DE PARTE | | | | | |

Al respecto, el ingeniero industrial del área es el encargado de evaluar la capacidad de la planta para producir el volumen demandado. Adicionalmente se requiere del servicio del ingeniero industrial debido a la necesidad de asignar a las líneas el personal justo requerido para obtener los productos a tiempo y que cumpla con los estrictos estándares de calidad.

2.0 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

El papel del ingeniero industrial en la planta de Fundición de GM Toluca está estandarizado para cualquier planta de GM en cualquiera de sus subsidiarias, y está enfocado en esencia a la eliminación de desperdicios y al aseguramiento de la productividad de las líneas anteponiendo, claro está, la seguridad del personal y la calidad en el producto.

A continuación se describe a grandes rasgos los requerimientos que debe cubrir el aspirante para ser colocado en el puesto de Supervisor de Ingeniería Industrial.

2.1 Perfil

- Asiste en el establecimiento de métodos operativos y estándares de trabajo que se adecuen a las capacidades laborales del operador;
- Recomienda nuevos métodos de operación y estándares de trabajo;
- Analiza las operaciones existentes y propone mejoras con justificación de costos que incluyan la consideración de las capacidades del operador;
- Optimiza el uso del área física operativa, materiales, personal y equipo;
- Asiste en la planificación de nuevas instalaciones, operaciones, y/o la redistribución de operaciones;
- Provee información para soportar la toma de decisiones en varios sistemas administrativos;
- Mantiene contacto regular con miembros de áreas multidisciplinarias para trabajar en equipo;
- Analiza los procesos para recomendar procedimientos de seguridad, orden y limpieza;
- Apoya con su soporte basados en los objetivos de Seguridad y Calidad de Planta;
- Actualiza y optimiza la distribución de planta;
- Posee conocimientos de simulación de procesos y Throughput Improvement Process (Proceso de Mejora en el Pago de piezas);
- Implementa trabajo estandarizado;
- Desarrolla programas para un control efectivo de costos;
- Provee asistencia técnica de recursos ergonómicos para programas de modelos actuales y futuros a las plantas y a ingeniería de productos;
- Provee información y mantenimiento para diversos sistemas de gestión de ergonomía, con el propósito de generar informes y documentación;
- Analiza y establece la mano de obra directa e indirecta requerida, misma que autoriza y reporta;
- Proporciona soporte basado en el Sistema Global de Manufactura, y
- Proporciona soporte en nuevos proyectos.

2.2 Conocimientos técnicos requeridos del aspirante al puesto de Supervisor de Ingeniería Industrial

- Estudios de tiempos y movimientos,
- Trabajo estandarizado (optimización de mano de obra),
- Ergonomía,
- Análisis de capacidades,
- Asignación de mano de obra,
- Distribución de planta,
- Mapeo de Cadena de Valor,
- Indicadores de productividad (Uptime e indicadores, OEE e indicadores),
- Conocimiento de herramientas de optimización de tiempos como SMED,
- Análisis de procesos,
- Aptitudes avanzadas en computación que abarquen MS Access, Microsoft Excel, Autocad y aplicaciones WEB.

Finalmente, las cualificaciones del puesto son:

- Licenciatura en ingeniería industrial, mecánica o ergonómica, o capacitación equivalente
- Alto nivel de expresión oral y escrita
- Alto nivel de capacidad analítica ante problemas inusuales y complejos
- Alto nivel de aptitudes interpersonales para trabajar de manera efectiva con terceros
- Conocimiento de relaciones funcionales dentro de la planta o división
- Conocimientos avanzados de técnicas de medición laboral
- Conocimiento de los procesos de fabricación y montaje

2.3 Ubicación organizacional

El organigrama de Planta Fundición muestra a la dirección de la misma teniendo a su cargo a los funcionarios de áreas operativas. (Ver Fig. 2.3.1)

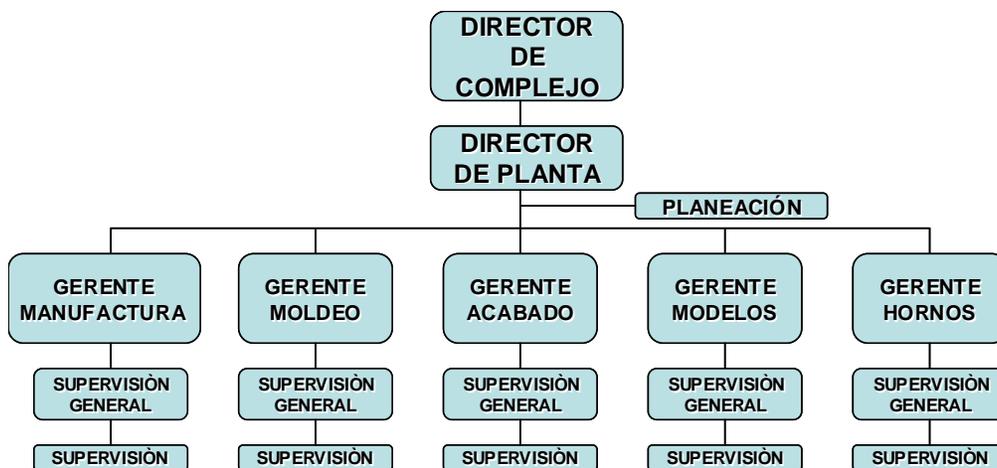


Fig. 2.3.1. Organigrama estructural de la planta de fundición de GM

Las áreas que proporcionan asesoría a la planta son denominadas “áreas de soporte” y poseen un organigrama separado de la planta, con el objetivo de que su soporte sea completamente objetivo; sin embargo todas éstas áreas quedan también a cargo del Director de Complejo, como se ve en la Fig. 2.3.2.

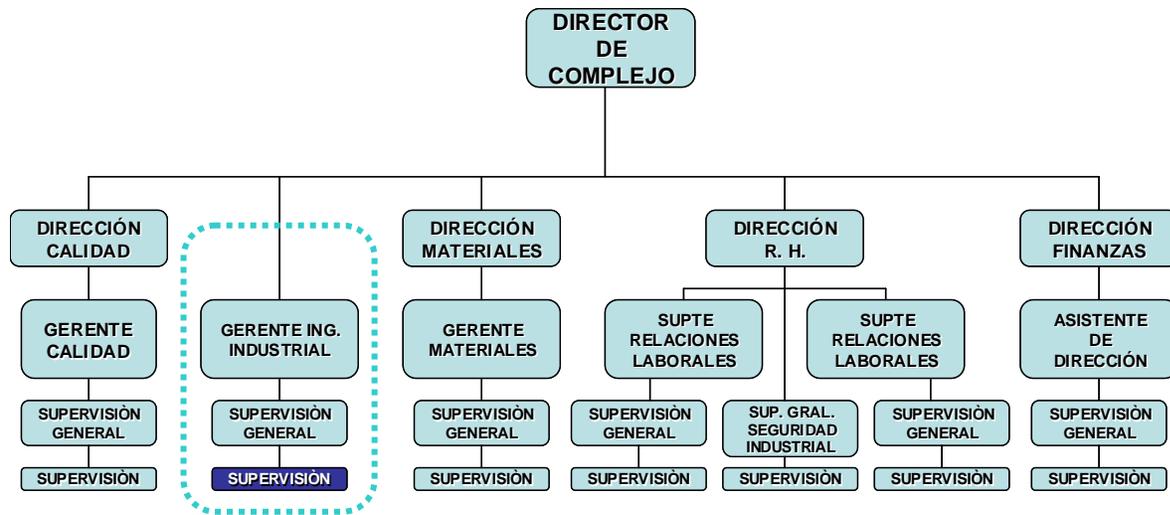


Fig. 2.3.2. Estructura organizacional de las áreas de soporte de la planta de fundición de GM Toluca.

La ubicación organizacional del Departamento de Ingeniería Industrial queda estratégicamente situada, como se ve, a fin de que los recursos asignados por el mismo tengan sustento en la productividad al no tener vínculo directo el área con los líderes de la Operación.

2.4 Actividades principales

A continuación se describen las actividades principales para las cuales son requeridos los servicios del Supervisor de Ingeniería Industrial en General Motors.

2.4.1 Trabajo Estandarizado

El trabajo estandarizado es la documentación de las funciones laborales diseñadas para ser repetidas en secuencia.

La existencia del trabajo estandarizado permite a la planta establecer la línea base para la mejora continua y para involucrar al operador en sus actividades, siendo entrenado con el proceso descrito en su trabajo estandarizado y, con ello, proporcionándole la pauta para que participe con propuestas de mejora al mismo.

El trabajo estandarizado debe basarse en y enfocarse a los objetivos más altos de seguridad (incluye ergonomía), calidad y productividad.

La figura 2.4.1 ubicada en la siguiente página, muestra la estructura del formato de la hoja de trabajo estandarizado utilizada para tal documentación y, aunque tiene algunas mejoras, ha sido empleado por la planta desde sus inicios manteniendo la esencia de su función cuyo contenido en formato queda definido por los requerimientos del Sistema Global de Manufactura de General Motors.

En la hoja de trabajo estandarizado destacan los siguientes puntos:

- Elementos de trabajo y su secuencia, misma que es ilustrada con un diagrama de hilos para el operador.
- Tiempos promedio estimados para realizar cada elemento de trabajo y divididos para identificar las operaciones que agregan valor al producto (VA) de las que no lo agregan como caminatas y esperas (NVA). Los tiempos totales de elementos acumulados son ilustrados con la gráfica, separando con colores diferentes VA's de NVA's. Lo anterior facilita la identificación de las áreas de oportunidad y da la pauta para las mejoras en balance de líneas.
- Identifica con simbología los elementos de cuidado en cuanto a ergonomía, seguridad, etcétera y puntos clave de inspección de calidad, siempre que apliquen.
- Identifica el tiempo tacto¹, tiempo tacto actual² y tiempo ciclo³ de la operación.

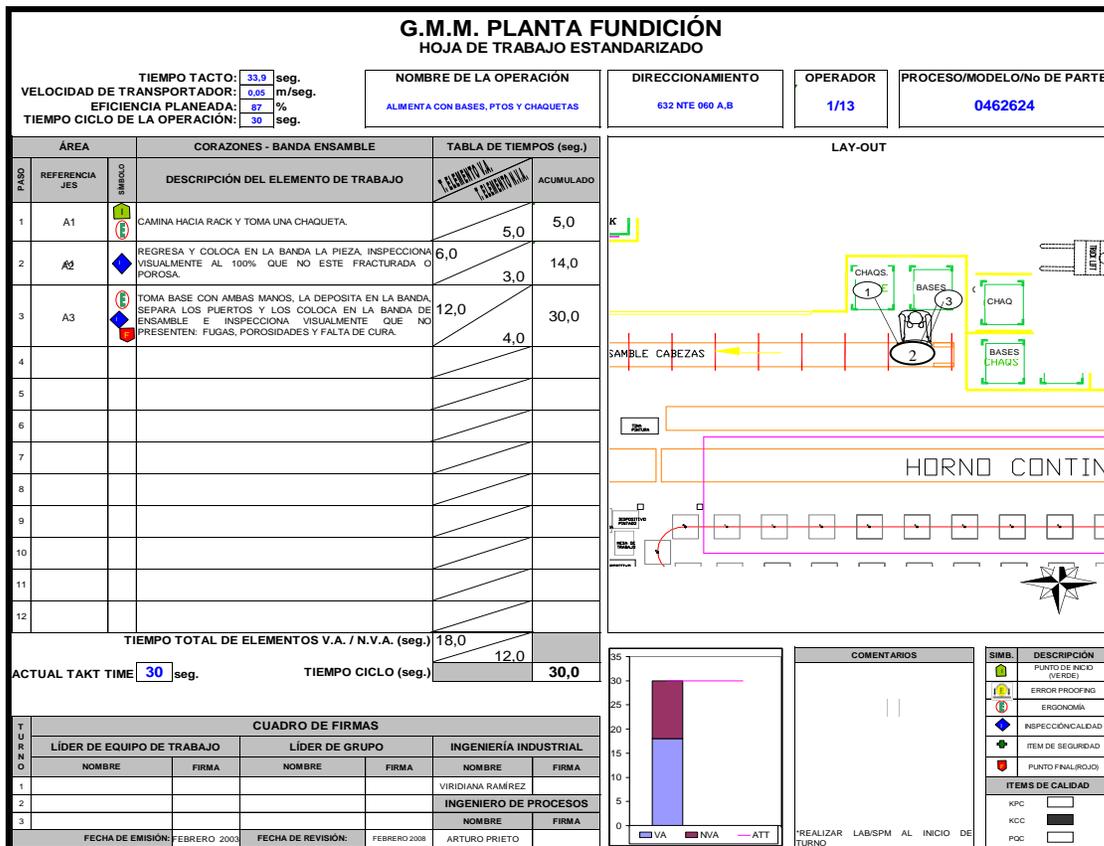


Fig. 2.4.1. Ejemplo de la hoja de trabajo estandarizado.

Las hojas de trabajo estandarizado hacen referencia a una JES (Hoja de elementos de trabajo por sus siglas en inglés), misma que proporciona una ayuda visual más clara para el operador con el objetivo de mostrarle qué, cómo y por qué de los puntos clave de su operación. (Ver Fig. 2.4.2)

¹ Tiempo tacto es el tiempo estimado para concluir la operación, calculado por Ing. Ind. como el necesario para balancear la línea de forma tal que la demanda mensual sea cubierta.
 Tiempo tacto [seg]= Tiempo total productivo disponible[seg]/Demanda del cliente [unidades]

² Tiempo tacto actual es el tiempo máximo permitido para concluir la operación.
 Tiempo tacto actual [seg]= Uptime del sistema [%] x Tiempo tacto [seg]

³ Tiempo ciclo es la suma total de los elementos que intervienen en el ciclo de la operación (VA's y NVA's).

| HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|---|------------------|--|---------------------------|-----|----------------|-----|------------------------|-----|--------------------|---|-------------------------------|--|---|----|--------------------|---|--|--|--|----|--|---|---|----------|---|----|--|
| NOMBRE DE LA OPERACIÓN: | | DIRECCIONAMIENTO: | | 632 NTE 060 A, B | | HOJA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALIMENTA CON BASES, PTO'S Y CHAQUETAS | | PROCESO / NO. DE PARTE / MODELO: | | 0462624 | | 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>SEQ</th> <th>- PASO (QUE) -</th> <th>SYM</th> <th>- PUNTO CLAVE (COMO) -</th> <th>REF</th> <th>- RAZÓN (PORQUE) -</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CAMINA A RACK Y TOMA CHAQUETA</td> <td></td> <td>1a) CAMINA A RACK Y CON AMBAS MANOS TOMA CHAQUETA</td> <td>A1</td> <td>1a) SEGUIR PROCESO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>REGRESA Y COLOCA EN LA BANDA LA PIEZA, INSPECCIONA VISUALMENTE AL 100% QUE NO ESTE FRACTURADA O POROSA</td> <td></td> <td>2a) REGRESA A BANDA DE ENSAMBLE E INSPECCIONA VISUALMENTE QUE LA PIEZA NO PRESENTE FRACTURAS Y /O POROSIDADES LA COLOCA SOBRE LA BANDA</td> <td>A2</td> <td>2a) EVITAR CORAZON SUCIO EN PIEZAS CASTING</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>TOMA BASE DE RACK CON AMBAS MANOS LA DEPOSITA EN LA BANDA, SEPARA LOS PUERTOS Y LOS COLOCA EN LA BANDA DE ENSAMBLE E INSPECCIONA VISUALMENTE QUE NO PRESENTE FUGAS, POROSIDADES Y FALTA DE CURA</td> <td> </td> <td>3a) CAMINA A RACK DE BASES Y PUERTOS Y TOMA UNA CON AMBAS MANOS REGRESA A BANDA DE ENSAMBLE LA DEPOSITA SEPARANDO LOS PUERTOS Y VERIFICA QUE LAS PIEZAS NO PRESENTES FUGAS, FORSIDADES Y /O FALTA DE CURA</td> <td>A3</td> <td>3a) EVITAR CORAZON SUCIO EN PIEZAS CASTING</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | SEQ | - PASO (QUE) - | SYM | - PUNTO CLAVE (COMO) - | REF | - RAZÓN (PORQUE) - | 1 | CAMINA A RACK Y TOMA CHAQUETA | | 1a) CAMINA A RACK Y CON AMBAS MANOS TOMA CHAQUETA | A1 | 1a) SEGUIR PROCESO | 2 | REGRESA Y COLOCA EN LA BANDA LA PIEZA, INSPECCIONA VISUALMENTE AL 100% QUE NO ESTE FRACTURADA O POROSA | | 2a) REGRESA A BANDA DE ENSAMBLE E INSPECCIONA VISUALMENTE QUE LA PIEZA NO PRESENTE FRACTURAS Y /O POROSIDADES LA COLOCA SOBRE LA BANDA | A2 | 2a) EVITAR CORAZON SUCIO EN PIEZAS CASTING | 3 | TOMA BASE DE RACK CON AMBAS MANOS LA DEPOSITA EN LA BANDA, SEPARA LOS PUERTOS Y LOS COLOCA EN LA BANDA DE ENSAMBLE E INSPECCIONA VISUALMENTE QUE NO PRESENTE FUGAS, POROSIDADES Y FALTA DE CURA | | 3a) CAMINA A RACK DE BASES Y PUERTOS Y TOMA UNA CON AMBAS MANOS REGRESA A BANDA DE ENSAMBLE LA DEPOSITA SEPARANDO LOS PUERTOS Y VERIFICA QUE LAS PIEZAS NO PRESENTES FUGAS, FORSIDADES Y /O FALTA DE CURA | A3 | 3a) EVITAR CORAZON SUCIO EN PIEZAS CASTING |
| SEQ | - PASO (QUE) - | SYM | - PUNTO CLAVE (COMO) - | REF | - RAZÓN (PORQUE) - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | CAMINA A RACK Y TOMA CHAQUETA | | 1a) CAMINA A RACK Y CON AMBAS MANOS TOMA CHAQUETA | A1 | 1a) SEGUIR PROCESO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | REGRESA Y COLOCA EN LA BANDA LA PIEZA, INSPECCIONA VISUALMENTE AL 100% QUE NO ESTE FRACTURADA O POROSA | | 2a) REGRESA A BANDA DE ENSAMBLE E INSPECCIONA VISUALMENTE QUE LA PIEZA NO PRESENTE FRACTURAS Y /O POROSIDADES LA COLOCA SOBRE LA BANDA | A2 | 2a) EVITAR CORAZON SUCIO EN PIEZAS CASTING | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | TOMA BASE DE RACK CON AMBAS MANOS LA DEPOSITA EN LA BANDA, SEPARA LOS PUERTOS Y LOS COLOCA EN LA BANDA DE ENSAMBLE E INSPECCIONA VISUALMENTE QUE NO PRESENTE FUGAS, POROSIDADES Y FALTA DE CURA | | 3a) CAMINA A RACK DE BASES Y PUERTOS Y TOMA UNA CON AMBAS MANOS REGRESA A BANDA DE ENSAMBLE LA DEPOSITA SEPARANDO LOS PUERTOS Y VERIFICA QUE LAS PIEZAS NO PRESENTES FUGAS, FORSIDADES Y /O FALTA DE CURA | A3 | 3a) EVITAR CORAZON SUCIO EN PIEZAS CASTING | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Símbolo Leyenda (SYM): Punto de Inicio Error Proofing Ergonomía Inspección/Calidad Item de seguridad Punto Final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TURNO | | LET | | LDG | | ELABORÓ / ING. PROCESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | ING. ARTURO PRIETO RANGEL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | Vo. Bo. ING. INDUSTRIAL: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | ING. VIRIDIANA RAMIREZ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | FECHA EMISIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | FEBRERO 2003 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | ÚLTIMA REVISIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | FEBRERO 2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 2.4.2. Ejemplo de la hoja de elementos de trabajo

Finalmente, el conjunto de las hojas de trabajo estandarizado que muestran las actividades de cada uno de los operadores de la línea de producción se ve reflejado en las paredes de balanceo, en donde únicamente se grafican de cada operación las barras de VA's, u operaciones de Valor Agregado, y NVA's, u operaciones que no agregan valor al producto (por ejemplo: transportes, caminatas, asir o tomar), identificando así las operaciones que poseen la mayor carga de trabajo de las que no y ello da la pauta al Ingeniero Industrial que las realiza para optimizar el balanceo de la línea e incluso a cualquiera que las estudie para proponer mejoras al respecto. (Ver Fig. 2.4.3)

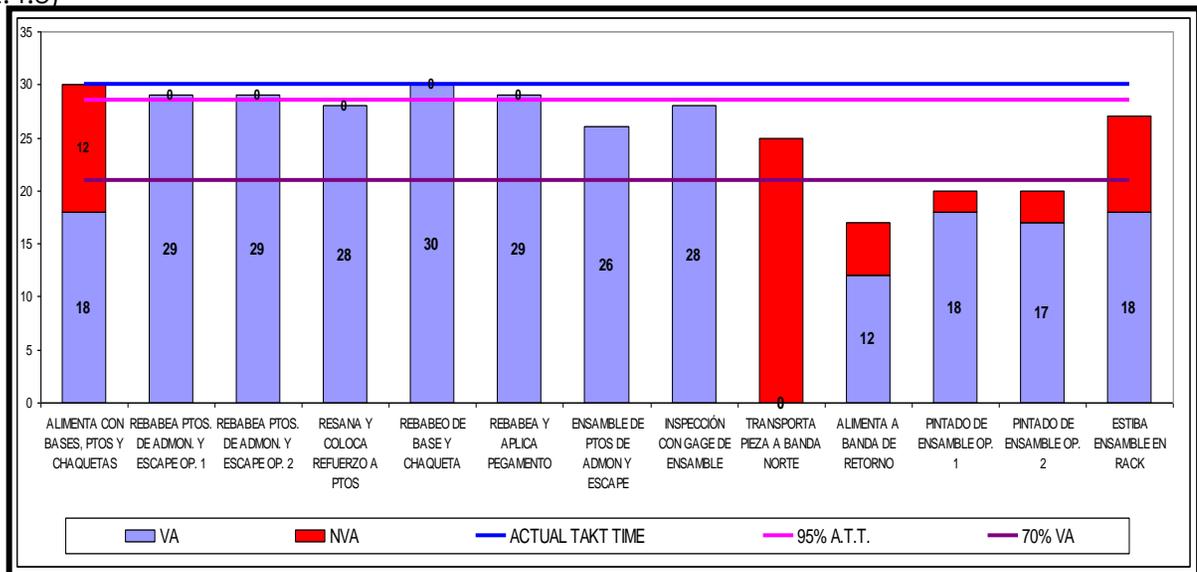


Fig. 2.4.3. Ejemplo de pared de balanceo de una línea de producción

En el ejemplo puede verse en rojo la mayor área de oportunidad en las operaciones, el trabajo está en diseñar una estrategia que elimine la operación y, por

tanto, se genere un ahorro en mano de obra. También se ve que las últimas cuatro operaciones graficadas con las últimas cuatro barras, quedan bajo el promedio en las cargas de trabajo por lo cual existen áreas de oportunidad en el rebalanceo de las cargas; sin embargo es importante mencionar que la ergonomía de estas mismas operaciones que precisan cargas manuales indica que estas actividades requieren de descansos entre ciclo y ciclo y no puede ser superada la frecuencia permitida para realizar dichas cargas, entonces basado en esto se diseñó el rebalanceo, por supuesto siempre susceptible de mejora.

2.4.2 Indicadores de productividad

THROUGHPUT IMPROVEMENT PROCESS (TIP)

El **Proceso de Mejora en el Pago de piezas**, TIP por sus siglas en inglés, es un proceso sistemático y estructurado para detectar, analizar y eliminar cuellos de botella con el objetivo de incrementar la eficiencia de la línea y está fundamentado en equipos multidisciplinarios de trabajo que a través de acciones enfocadas permiten incrementar la producción neta de la Planta (Throughput).

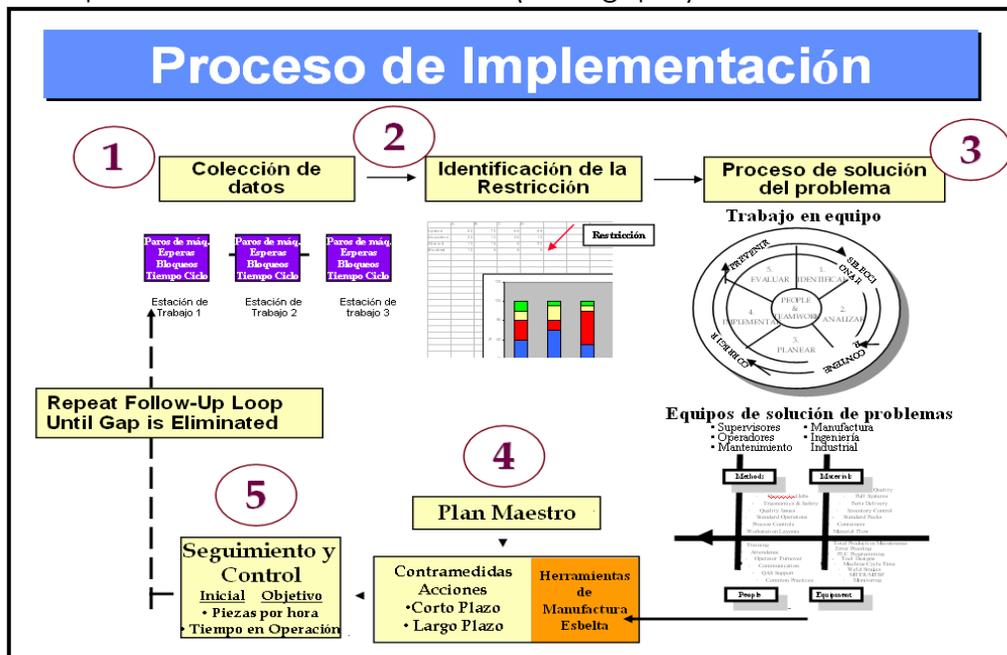


Fig. 2.4.4. Los 5 pasos del proceso de implantación del TIP

Los **5 pasos para la implementación** del sistema TIP son mostrados en la Fig. 2.4.4, y detallados a continuación.

- i. Colección de datos. El objetivo es proveer información confiable y actualizada acerca del proceso, como entrada para identificar los cuellos de botella del sistema y, posteriormente, para desarrollar planes de acción enfocados a romper los cuellos de botella y mejorar el throughput de la planta. La fuente de información pueden ser: registros de producción, monitoreos de la estación, estudios de tiempos, paretos de fallas, registros de paros. La planta utiliza los registros de paros de equipos llenados por producción para la colección de datos. (Fig. 2.4.5)

- **Starved**, o esperas de la estación en estudio por estar 'hambrienta'. Es el tiempo en el cual la operación no produce porque la operación anterior no le envía piezas.
- **Blocked**, o tiempo en que la estación en estudio está siendo bloqueada. Tiempo en el cual la operación no produce porque no puede transferir piezas a la operación siguiente. Ejemplos: falta de equipo para almacenaje al final de la línea, o falla en la operación siguiente.

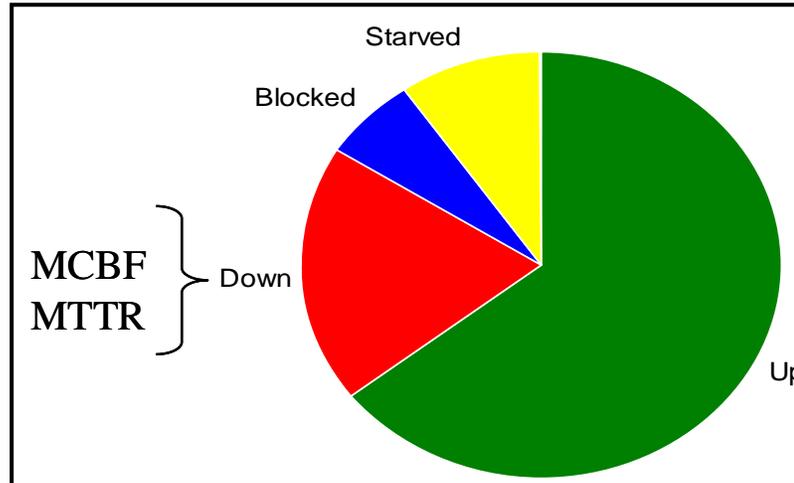


Fig. 2.4.6. Gráfica de productividad con indicadores del TIP

$$\%Uptime = \frac{\text{Tiempo de producción real}}{\text{Tiempo total registrado}}$$

$$\%Bloqueo = \frac{\text{Tiempo de bloqueo}}{\text{Tiempo total registrado}}$$

$$\%Espera = \frac{\text{Tiempo de espera}}{\text{Tiempo total registrado}}$$

$$\%Paro = \frac{\text{Tiempo de falla}}{\text{Tiempo total registrado}}$$

Todos los valores deben multiplicarse por 100 para obtener el valor en porcentaje.

Otros indicadores para el análisis de datos con el TIP son:

- **Stand Alone Availability**, SAA o Disponibilidad del Equipo muestra precisamente la disponibilidad o confiabilidad de la máquina, sin tomar en cuenta bloqueos ni esperas, es decir, suponiendo a la estación como totalmente independiente de cualquier otro equipo o estación de trabajo antes ni después de ella.

$$\%SAA = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime}$$

- **Gross Speed** o Velocidad al 100%, es la máxima capacidad de la máquina expresada en piezas por hora (Jobs Per Hour), considerando que no tuviera espera, bloqueo ni downtime.

$$\text{Velocidad [JPH]} = \frac{3600 \text{ [seg]} \text{ o } 60 \text{ [min]}}{\text{Tiempo ciclo del equipo [seg]} \text{ o } \text{[min]}}$$

- **Stand Alone Availability Throughput** o SAA Th, es una combinación de los indicadores SAA y Gross Speed, y son las piezas por hora que la operación podría haber producido sin esperas ni bloqueos.

$$SAA\ Th = SAA * \text{Velocidad (JPH)}$$

- **Throughput Real**, NET Th o velocidad real de producción, son las piezas reales por hora que produjo la operación. Toma en cuenta espera, bloqueo y downtime.

$$\text{Throughput real} = \text{Velocidad [JPH]} * \text{Uptime}$$

El siguiente reporte de TIP diario muestra los indicadores de productividad antes descritos aplicados a la máquina cuello de botella del Departamento de Corazones de la Planta Fundición. (Ver Fig. 2.4.7)

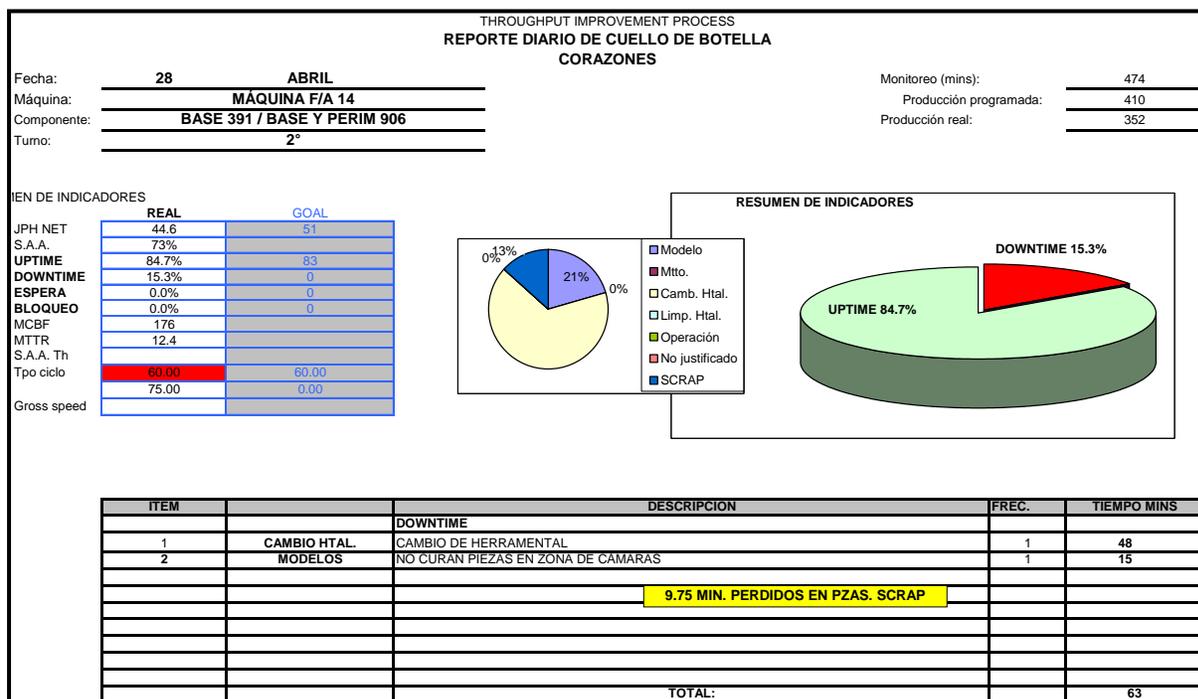


Fig. 2.4.7. Reporte diario de productividad del cuello de botella del Depto. de Corazones

Para el ejemplo de la figura 2.4.7, se tiene el reporte de un turno de 7.9 horas, en el cual se produjeron la Base del monoblock 391 durante 2.6 horas, y los juegos de base con perimetral de cabeza 906 durante 5.3 horas, cubriendo la producción programada al 84.7% de uptime. El resto del tiempo se perdió en cambio de herramental y por problemas de falta de cura en las piezas, así como en la producción de piezas malas, en la proporción mostrada en el reporte. Ello muestra aquí como mayor área de oportunidad a los cambios de herramental, lo cual es en general muy común en el departamento de Corazones debido a que una misma máquina es compartida para la producción de dos o más piezas.

Lo anterior implica que debe colocarse un plan de acción con medidas para reducir tanto como sea posible este desperdicio, lo cual puede ser en primer lugar reduciendo los tiempos que toma realizar los cambios de herramental y en segundo plano, realizar corridas largas para disminuir la frecuencia con que se realizan.

Respecto al segundo punto, el departamento encargado de dar mantenimiento a los modelos debe generar contramedidas para eliminar que continúen presentándose paros de máquina debidos a que las piezas no logran su cura en la zona de cámaras.

Finalmente, debe encontrarse la causa raíz de que se estén produciendo piezas malas o scrap, para generar también las contramedidas pertinentes y poner en marcha acciones que eliminen el tiempo improductivo perdido por dicha causa.

- iii. Proceso de Solución de Problemas. Utiliza el proceso de mejora continua como línea guía, estableciendo grupos multidisciplinarios de trabajo que involucran a personal de producción (operadores, supervisores, Gerentes), mantenimiento (operadores, supervisores, Gerentes) e Ingeniería Industrial.

Día a día se efectúan juntas de trabajo rápidas y bien enfocadas con el equipo multidisciplinario, mismas que se realizan junto a la estación de trabajo que es el cuello de botella. En estas juntas se revisan los indicadores de productividad del día inmediato anterior y, en equipo también, se establecen las actividades a solucionar, mismas que se identificaron como causas de paro de la estación cuello de botella.

Para esto último son utilizadas algunas herramientas para solución de problemas como son: árbol de definición de problemas, 5 Por qué's, Técnicas de Shainin (Red X Strategies), Diagrama de Pescado, Paretos, etcétera. Lo anterior es realizado por los departamentos operativos involucrados.



Fig. 2.4.8. Junta diaria para revisión del throughput del día anterior

iv. Planes de Acción. Ayudan a solucionar la causa raíz del problema en base a los resultados obtenidos en el proceso de solución de problemas. Se generan aquí contramedidas y acciones a corto y largo plazo. Dichas acciones deben ser concretas y bien enfocadas a solucionar las causas de paro, con fechas comprometidas que realmente deben cumplirse. (Ver Fig. 2.4.9)

| GM | | PLANTA FUNDICION | | | | | | | | | | | | SPQR: RESPUESTA | | Status General: | | |
|--|--|---|----------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|--|--------|--|
| Meta: Eliminación de cuellos de botella de la celda Loramendi | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| # | OBJETIVO Y MÉTODOS | RESPONSABLE | OBJETIVO | Programa y Puntos de Control | | | | | | | | | | | | Firma Equipo soporte | Status | |
| | | | | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | | | |
| 1.0 | OBJETIVO: REDUCCIÓN DE TIEMPO DE CAMBIO DE MODELO EN MAQUINAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MÉTODOS: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | FILMAR, MONITOREAR LAS ACTIVIDADES Y TIEMPO ACTUALES DEL CAMBIO DE MODELO EN LA CELDA LORAMENDI | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN | 0,0% | ● | | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.2 | DOCUMENTAR LAS ACTIVIDADES Y RESPONSABLES DEL CAMBIO DE MODELO | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN | 0,0% | ● | ● | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.2 | ANALIZAR EL VIDEO PARA IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES EXTERNAS (SE HACEN SIN QUE LA PRODUCCIÓN SE DETENGA) Y LAS INTERNAS (DEBEN HACERSE CON LA CELDA PARADA) Y DETERMINAR LA SECUENCIA DE LAS MISMAS Y ESTABLECER EL OBJETIVO EN TIEMPO = 70 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / JUAN CARLOS TAPIA / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 10,7% | ● | | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.3 | DOCUMENTAR LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS Y LA SECUENCIA DE LAS MISMAS (SERIADAS O EN PARALELO) DEL CAMBIO DE MODELO | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / JUAN CARLOS TAPIA / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 0,0% | ● | | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.4 | PLÁTICA CON MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS DE MANTENIMIENTO, MODELOS Y PRODUCCIÓN PARA EXPLICAR EL PROCESO DEL CAMBIO DE MODELO | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / JUAN CARLOS TAPIA / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 0,0% | ● | | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.5 | TALLER DE ADIESTRAMIENTO EN LA CELDA LORAMENDI CON PERSONAL DE MANTENIMIENTO, PRODUCCIÓN Y MODELOS | JUAN CARLOS TAPIA / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 1,0% | ● | | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.6 | MONITOREAR EL CAMBIO DE MODELO PARA IDENTIFICAR ACTIVIDADES A MEJORAR, (APROVECHAR ADIESTRAMIENTO) | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN | 0,0% | ● | | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.7 | ANALIZAR LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN EL TALLER DE ADIESTRAMIENTO, PARA REDUCIRLOS O ELIMINARLOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / JUAN CARLOS TAPIA / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 1,0% | ● | | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 1.8 | MONITOREAR EL CAMBIO DE MODELO PARA VERIFICAR CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO PROPUESTO = 70 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN | 4,0% | ● | ● | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ● | |
| 2.0 | IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES EXTERNAS (SE HACEN SIN QUE LA PRODUCCIÓN SE DETENGA) Y LAS INTERNAS (DEBEN HACERSE CON LA CELDA PARADA) Y DETERMINAR LA SECUENCIA DE LAS MISMAS Y ESTABLECER EL OBJETIVO EN TIEMPO = 60 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 8,0% | ● | △ | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | △ | |
| 2.1 | DOCUMENTAR LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS Y LA SECUENCIA DE LAS MISMAS (SERIADAS O EN PARALELO) DEL CAMBIO DE MODELO | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 1,0% | ● | ○ | | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| 2.2 | MONITOREAR EL CAMBIO DE MODELO PARA VERIFICAR CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO PROPUESTO = 60 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 1,0% | | ○ | ○ | | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| 3.0 | IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES EXTERNAS (SE HACEN SIN QUE LA PRODUCCIÓN SE DETENGA) Y LAS INTERNAS (DEBEN HACERSE CON LA CELDA PARADA) Y DETERMINAR LA SECUENCIA DE LAS MISMAS Y ESTABLECER EL OBJETIVO EN TIEMPO = 45 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 7,0% | | | ○ | ○ | | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| 3.1 | DOCUMENTAR LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS Y LA SECUENCIA DE LAS MISMAS (SERIADAS O EN PARALELO) DEL CAMBIO DE MODELO | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 0,0% | | | | ○ | ○ | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| 3.2 | MONITOREAR EL CAMBIO DE MODELO PARA VERIFICAR CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO PROPUESTO = 45 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 1,0% | | | | ○ | ○ | | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| 4.0 | IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES EXTERNAS (SE HACEN SIN QUE LA PRODUCCIÓN SE DETENGA) Y LAS INTERNAS (DEBEN HACERSE CON LA CELDA PARADA) Y DETERMINAR LA SECUENCIA DE LAS MISMAS Y ESTABLECER EL OBJETIVO EN TIEMPO = 37 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 7,0% | | | | | ○ | ○ | | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| 4.1 | DOCUMENTAR LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS Y LA SECUENCIA DE LAS MISMAS (SERIADAS O EN PARALELO) DEL CAMBIO DE MODELO | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 0,0% | | | | | | ○ | ○ | | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| 4.2 | MONITOREAR EL CAMBIO DE MODELO PARA VERIFICAR CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO PROPUESTO = 37 MINUTOS | CRISTINA JASSO / DAVID COLIN / AZAEL ESCALONA / PROCORO CABALLERO / JUAN R. SANCHEZ | 1,0% | | | | | | | ○ | ○ | | | | | Cristina Jasso/David Colin/J. C. Tapia/Azael E/Procuro C/J. R. Sánchez | ○ | |
| Para punto de control abierto - ubicarse en el cuadro correspondiente y teclear la letra "D" Para inicio o terminación- ubicarse en | | | 42,7% | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 2.4.9. Ejemplo de plan de acción para solucionar la principal causa de paro (cambios de herramienta)

v. Seguimiento a Indicadores. Es la parte en la que se comparan los resultados periódicos contra los objetivos previamente fijados y se repite el ciclo desde el paso 1 hasta que se consiga estimado en un pronóstico que se ha roto el cuello de botella.

Los **beneficios** principales del Proceso de Mejora de Throughput son:

- Incremento de piezas netas producidas,
- Permite identificar acciones de bajo costo que arrojarán ahorros,
- Involucra a la gente y, por tanto, genera entusiasmo,
- Reduce el tiempo extra consumido,
- Incrementa la flexibilidad del proceso

OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE-EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO)

La Efectividad Global del Equipo (EGE), por sus siglas en español, es un indicador que involucra todas las pérdidas en el tiempo productivo que pueden ocurrir en cualquier máquina o proceso, así como el desempeño de la máquina comparado con el de las máquinas de las empresas de clase mundial.

La medición del EGE se basa en la premisa de que todas las pérdidas de producción de una máquina o proceso pueden ser cuantificadas. Estas pérdidas son agrupadas por este indicador en tres categorías:

- Pérdidas por tiempos de paro, arrojando la **Disponibilidad**. Esto incluye paros de máquina (por fallas propias de la misma, falta de surtimiento de materiales y bloqueos), por descansos (tiempo de comida, etc.), cambios de herramental, mantenimiento correctivo, faltas de personal para su operación, arranques.

$$\text{Tiempo real en operación} / \text{Tiempo planeado para operar} = \% \text{Disponibilidad}$$

- Pérdidas por Velocidad de la máquina o proceso, o **Desempeño**. Se refiere a las ocasiones en que la máquina trabaja a una tasa de producción menor de la que por diseño es capaz de dar, o cuando está experimentando pequeños paros.

$$(\text{Piezas producidas} \times \text{Tpo. ciclo de diseño}) / \text{Tpo. real en operación} = \% \text{Desempeño}$$

- Pérdidas por producir piezas fuera de especificación que son ya 'basura' o las que por otro lado son rescatables pero requieren reparaciones, cuantificando así la Calidad. Los dos tipos de pérdidas en este rubro son por scrap y retrabajos, y por ajustes por inspección de piezas.

$$\text{Piezas BUENAS producidas} / \text{Piezas producidas} = \text{Factor Calidad} [\%]$$

Así pues, la Efectividad Global del Equipo se obtiene del producto de las tres pérdidas, y sus impactos son ilustrados como se ve en la Fig. 2.4.10.

$$\% \text{EGE} = \% \text{Disponibilidad} \times \% \text{Desempeño} \times \% \text{Calidad}$$

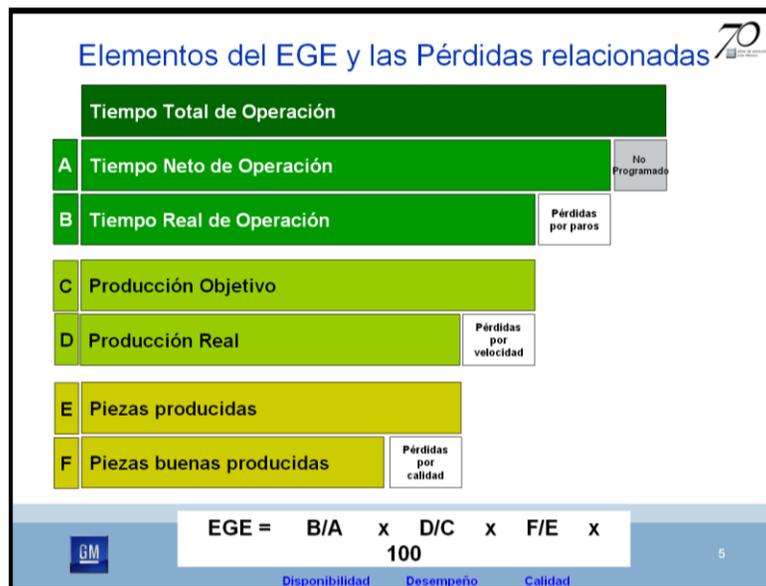


Fig. 2.4.10. Elementos del EGE y pérdidas relacionadas.

Las siguientes gráficas de EGE e indicadores corresponden al histórico de la máquina cuello de botella en el Depto. De Corazones, la máquina de soplado en frío F/A 14, y es claramente visible su mejora al complementar el sistema TIP en combinación con el análisis de EGE. (Ver Fig. 2.4.11)

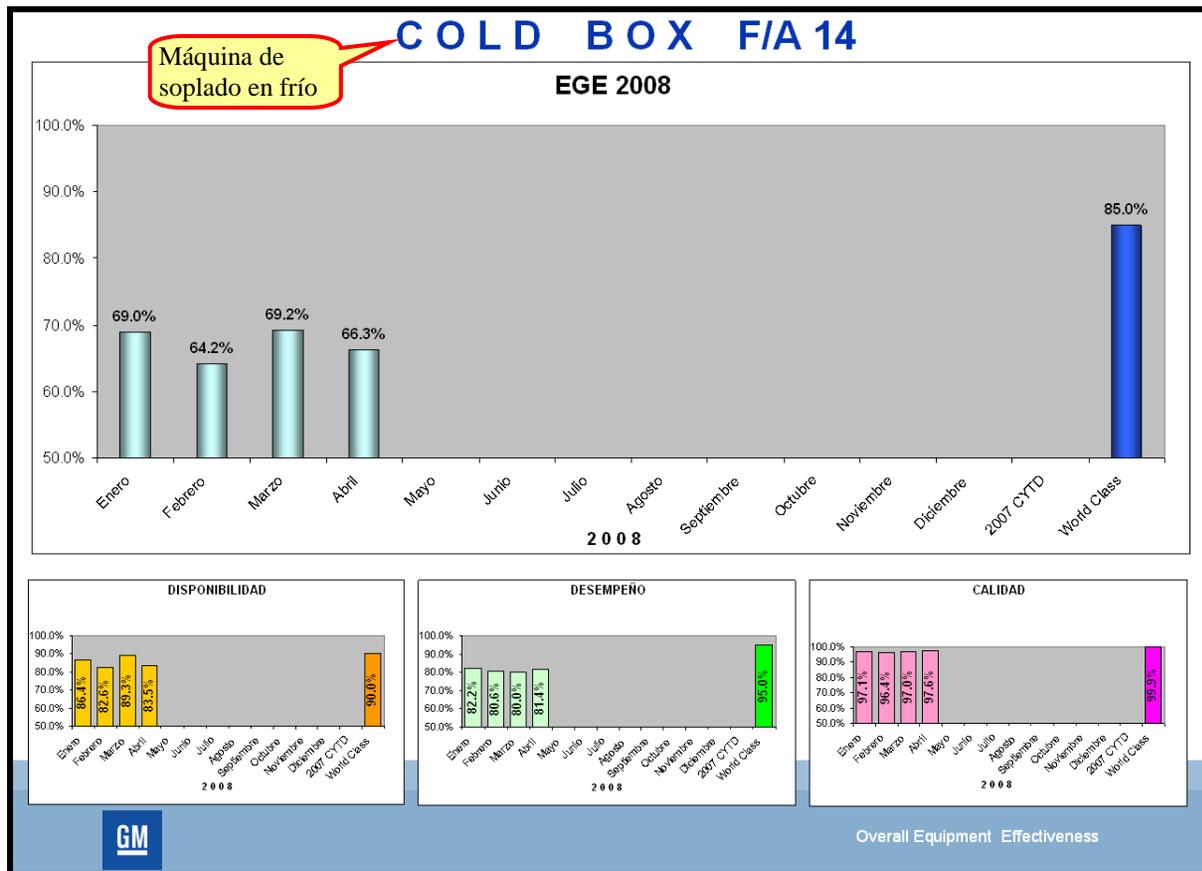


Fig. 2.4.11. Reporte de EGE del cuello de botella de botella del departamento de Corazones.

2.4.3 Capacidades de máquinas y asignación de mano de obra

El reporte de tiempo requerido de máquina y mano de obra tiene una presentación anual que permite mostrar al Departamento de Finanzas cuál será el recurso necesario en pronóstico para el año siguiente inmediato.

Adicional a esto, y de una manera más acertada se hace la asignación mensual una vez que Control de Producción ha proporcionado el volumen exacto a producir para el siguiente periodo mensual, lo cual reportamos el Departamento de Ingeniería Industrial después de haber realizado el estudio de capacidades pertinente en el que analiza el tiempo-máquina necesario para cubrir dicho volumen, y la mano de obra necesaria para lo mismo.

Para el análisis de capacidades de máquina se recurre a las especificaciones por producto en cuanto a tiempo ciclo de máquina, afectando el valor por un porcentaje de uptime y uno más de scrap. Estos dos porcentajes son obtenidos de un pronóstico de los seis meses inmediatos anteriores para cada caso.

Así pues, se tiene el ejemplo para el Departamento de Corazones en la producción de cabezas V8 en la máquina F/A 14 que se muestra en las siguientes líneas.

El modelo sobre el cual se hace el vaciado en la línea de Moldeo proporciona 2 cabezas para ser limpiadas en Acabado. Los Corazones para poder vaciar un molde de este producto son:

| Alimentar datos | | | | ESTÁNDARES | | | | | | |
|---------------------|------------------------|-----------------|--------------|------------------|---------------|------------------|--------------|--------|-------------------|-----------------|
| REVISION: 13-mar-08 | | | | CORAZONES | | | | MOLDES | | |
| # | Name | TIPO DE SOPLADO | Machine | Cycle Time (Mac) | pzas / Modelo | STD GROSS (Hora) | M.O. DIRECTA | | corazones x molde | casting x molde |
| | | | | | | | GM | PDC | | |
| V8 | BASE Y PERIM CHAQUETAS | FRÍA CALIENTE | F/A 14 CB-08 | 75 | 2 | 96 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| | | | | 60 | 2 | 120 | 3 | 1 | 4 | |

La especificación indica un tiempo ciclo de 75 seg, obteniendo dos slabs y dos perimetrales por ciclo.

Así pues, de las siguientes premisas se hace el siguiente análisis:

| REVISION: 13-mar-08 | | | | PRODUCCION | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------|-----------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------|----------------|
| # | Name | TIPO DE SOPLADO | Machine | DEMANDA NETA (pz) | %SCRAP MÁQ. | %SCRAP ENSAMBL ES | % DWT | % UPT | STD NETO (Hora) | MOLDES NETOS REQ. | DEMANDA CORS. NETA | % SCRAP MOLDEO | DEMANDA CORS. GROSS | % PENETR. | HRS. REQ. |
| V8 | BASE Y PERIM CHAQUETAS | FRÍA CALIENTE | F/A 14 CB-08 | 23.290 | 2,2% 3,4% | 4,0% 4,0% | 12,0% 20,2% | 85,8% 76,4% | 82 92 | 5.823 | 23290 | 2,0% 2,0% | 25207 25470 | 65% 48% | 306,1 277,7 |

Este tiempo-máquina es el utilizado para mostrar el panorama de la utilización de máquinas mensual, bajo el mismo orden de ideas para todos los productos y todos los componentes.

Así, la gráfica de capacidad de máquina muestra el panorama mensual en tiempo-máquina de utilización contra tiempo-máquina disponible en tiempo normal y en tiempo extra. (Ver Fig. 2.4.12)

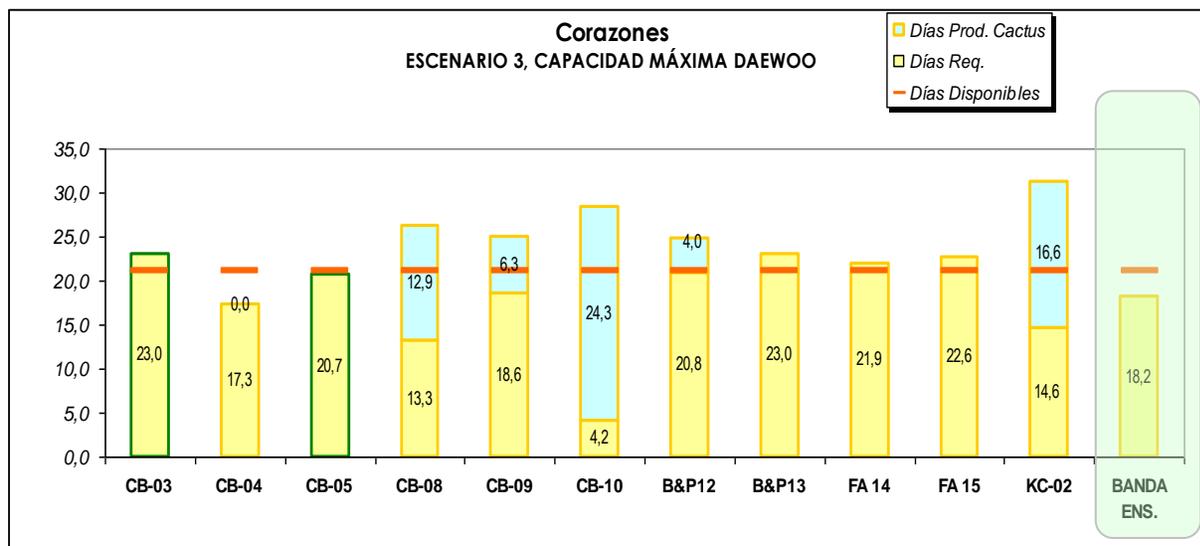


Fig. 2.4.12. Gráfica de capacidades de máquina de un mes tipo (Días disponibles vs. Días Requeridos).

Con el dato anterior, se calcula el tiempo en horas-hombre necesario para operar las máquinas y completar los procesos productivos que trabajen acoplados a los ritmos de máquina, como se ve en la Fig. 2.4.13. Esto último ya está previamente establecido y sustentado con los estudios de tiempos que se realizan para generar las Hojas de Trabajo estandarizado.

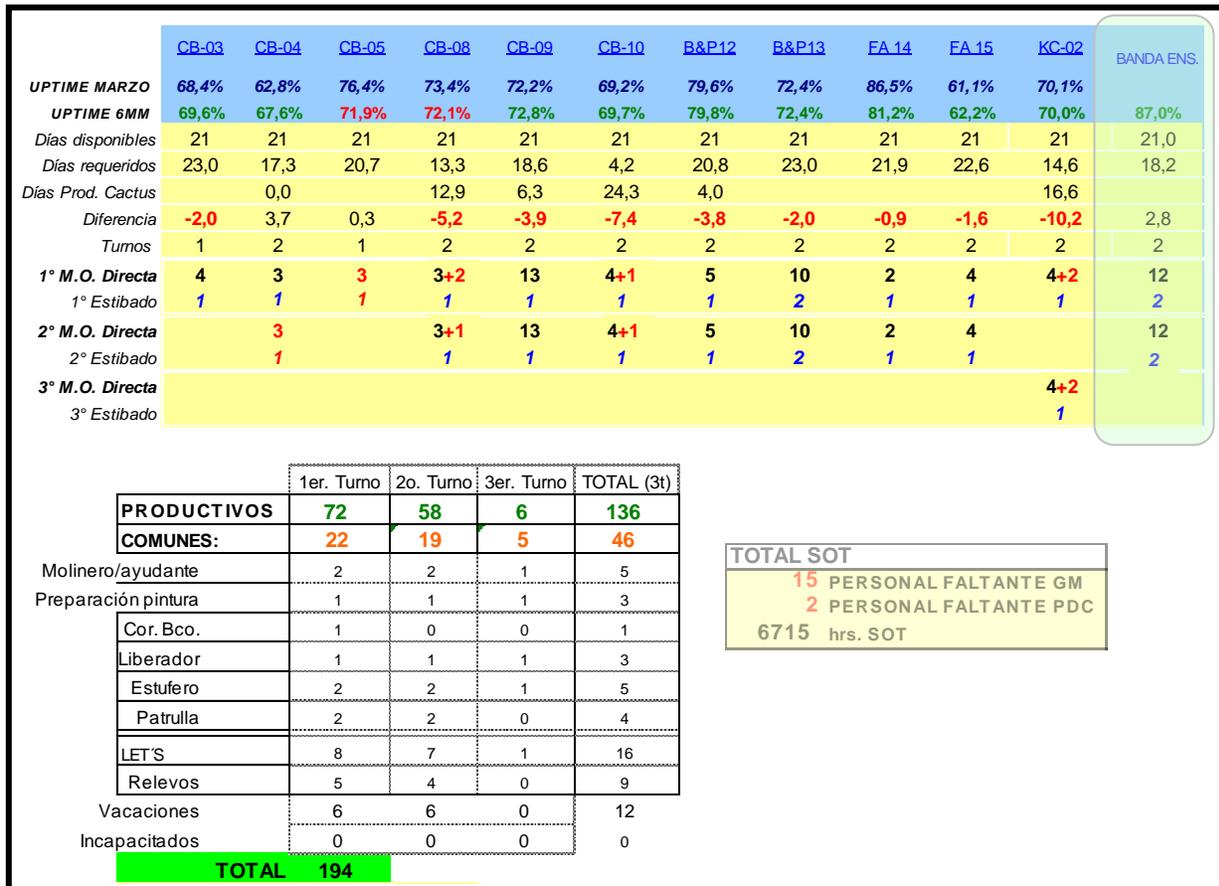


Fig. 2.4.13. Cuadro de tiempo requerido vs. Disponible y asignación de mano de obra.

Por otro lado, las líneas de producción que trabajan alimentadas por un banco de desacople tienen flexibilidad para variar el pago de piezas por hora dependiendo del volumen requerido, administrándose bajo TIEMPO TACTO (ATT para ser exactos), como indica uno de los elementos del principio de Estandarización de GMS.

Retomando el ejemplo anteriormente ilustrado del Departamento de Corazones, se presenta el complemento de la gráfica de estudio de capacidades mensual para el caso de la banda de ensamble que trabaja bajo tiempo tacto, y su correspondiente cuadro de análisis de mano de obra con el cual se determina el tiempo extra permitido para la producción mensual respectiva, ya bajo el mismo análisis que se hizo con las máquinas. (Ver  en Fig. 2.4.12 y Fig. 2.4.13)

3.0 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS DENTRO DEL PROYECTO DESACOPLE DE PROCESO DE ENSAMBLE DE CABEZAS

Como se vio en los ejemplos ilustrados, la desventaja al tener procesos netamente acoplados a ritmo de máquina y que sea ésta la restricción del ritmo radica también en el gran desperdicio por esperas que se presenta cuando la máquina falla, dejando de alimentar piezas para ser procesadas por el personal de la línea. Esta situación representa grandes pérdidas cuando hablamos de un equipo numeroso en la línea.

Lo anterior justifica el análisis realizado para el proyecto que a continuación se describirá y que fue implementado en el Departamento de Corazones.

3.1 Condición Anterior

En la condición anterior se tenía a la máquina de soplado de Corazones F/A 14 produciendo los componentes base y perimetral para las cabezas V8 y ésta alimentaba a la línea de ensamble de cabezas en una cuadrilla de 30 personas distribuidas en dos turnos en una banda, y un proceso más de ensambles en otra banda con una cuadrilla de 11 personas más. (Ver Fig. 3.1.1)

La gráfica de la fig. 3.1.1 atiende a un ritmo de trabajo marcado por el tiempo ciclo de la máquina F/A 14, es decir, 75 seg por dos ensambles, partiendo de un banco de chaquetas definido. Recordemos el ejemplo para el cálculo de capacidades estudiado en la secc. 2.4.3, y de él se parte para realizar el cálculo de capacidad de la máquina involucrada y la mano de obra requerida para el ensamble completo.

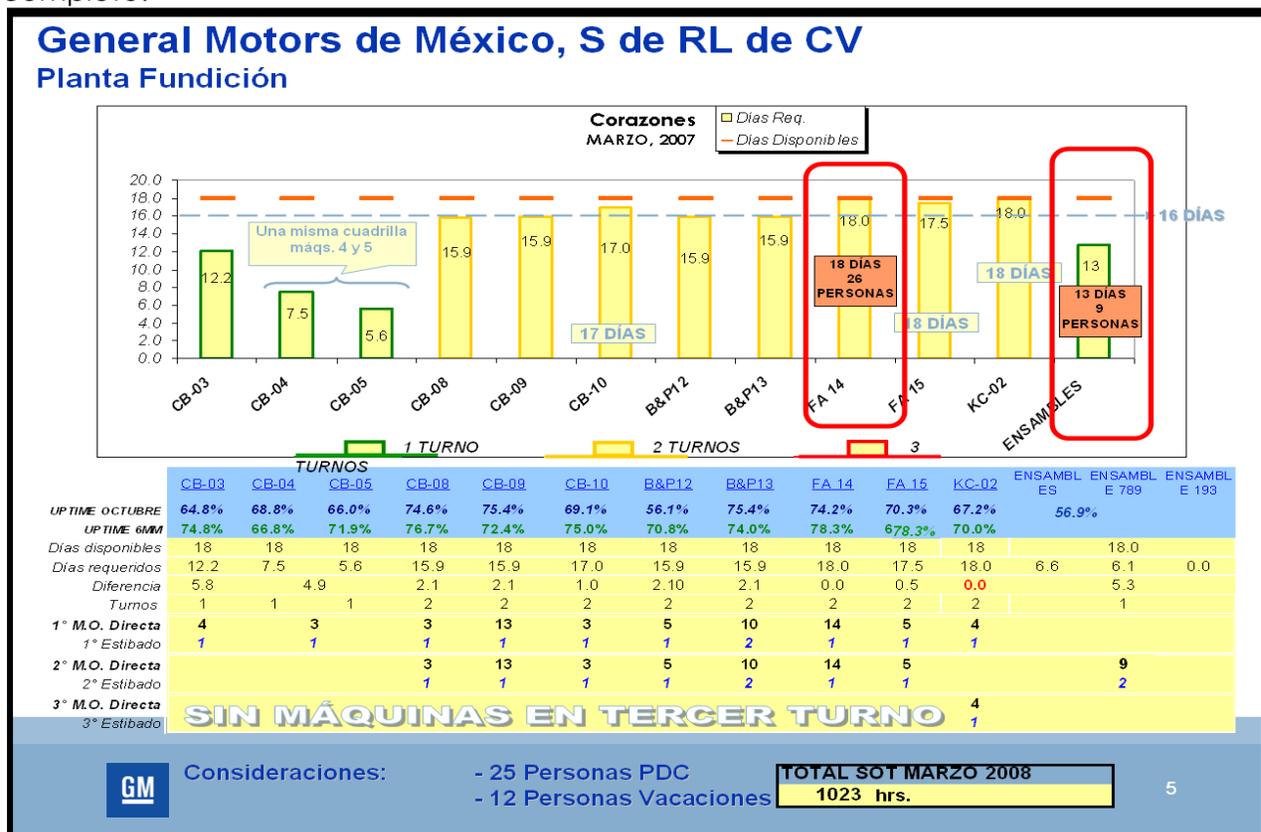


Fig. 3.1.1. Gráfica de capacidades y mano de obra de condición anterior.

3.1.1 Trabajo Estandarizado y Value Stream Mapping

El trabajo estandarizado de la condición anterior se puede ver en la sección de anexos y básicamente consta de una línea de 15 personas por turno en donde se establece el proceso de la forma en que se ilustra en el siguiente Value Stream Mapping (Mapa de Cadena de Valor). (Ver Fig. 3.1.2)

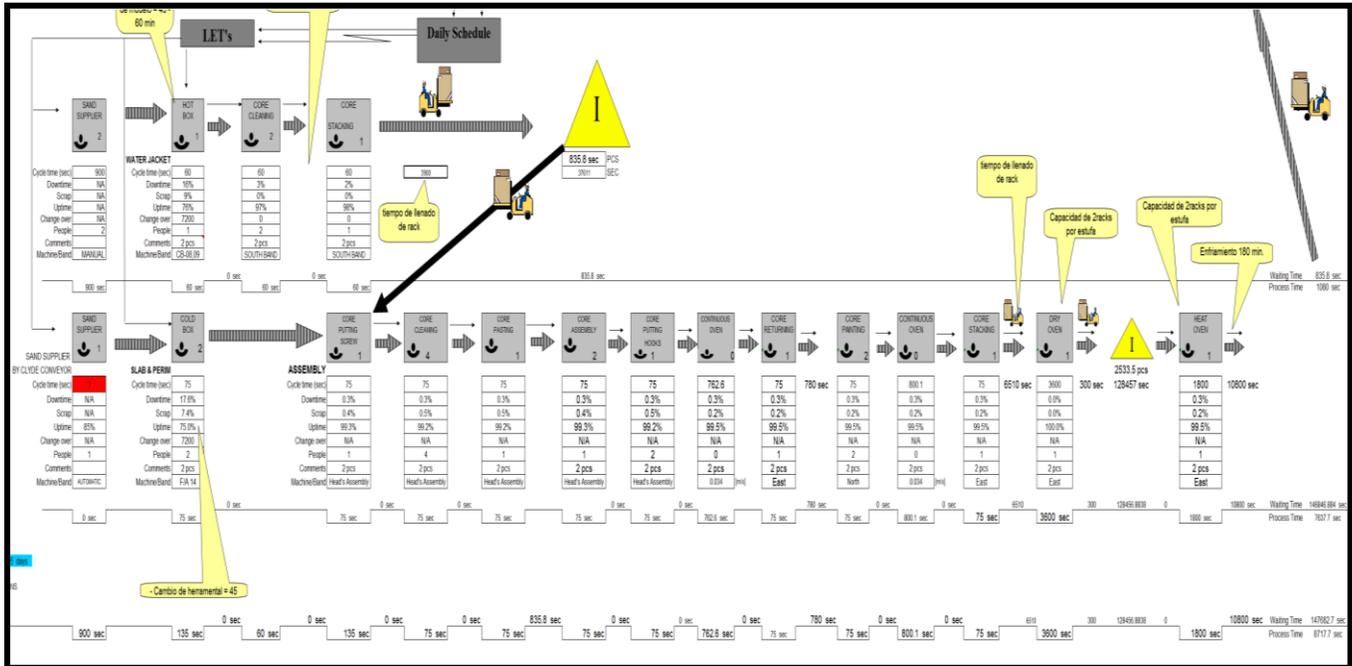


Fig. 3.1.2. Mapa de la cadena de valor de condición anterior.

La pared de balanceo donde se muestran las cargas de trabajo del proceso acoplado al ritmo de la máquina se puede ver en la figura 3.1.3.

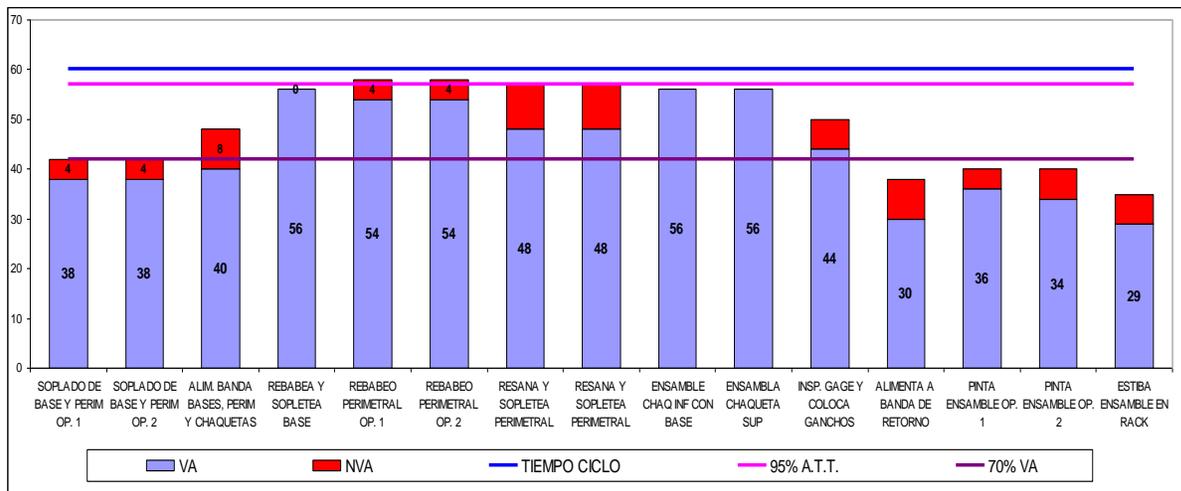


Fig. 3.1.3. Pared de balanceo de la condición anterior.

Es importante destacar que la máquina presentaba una tendencia en uptime de la forma en que se presenta en la gráfica de la figura 3.1.4, de forma tal que el

estimado de tiempo perdido por el personal de la cuadrilla completa es de **115 horas-hombre** diarias, es decir, 2407 horas-hombre mensuales en desperdicios por espera.

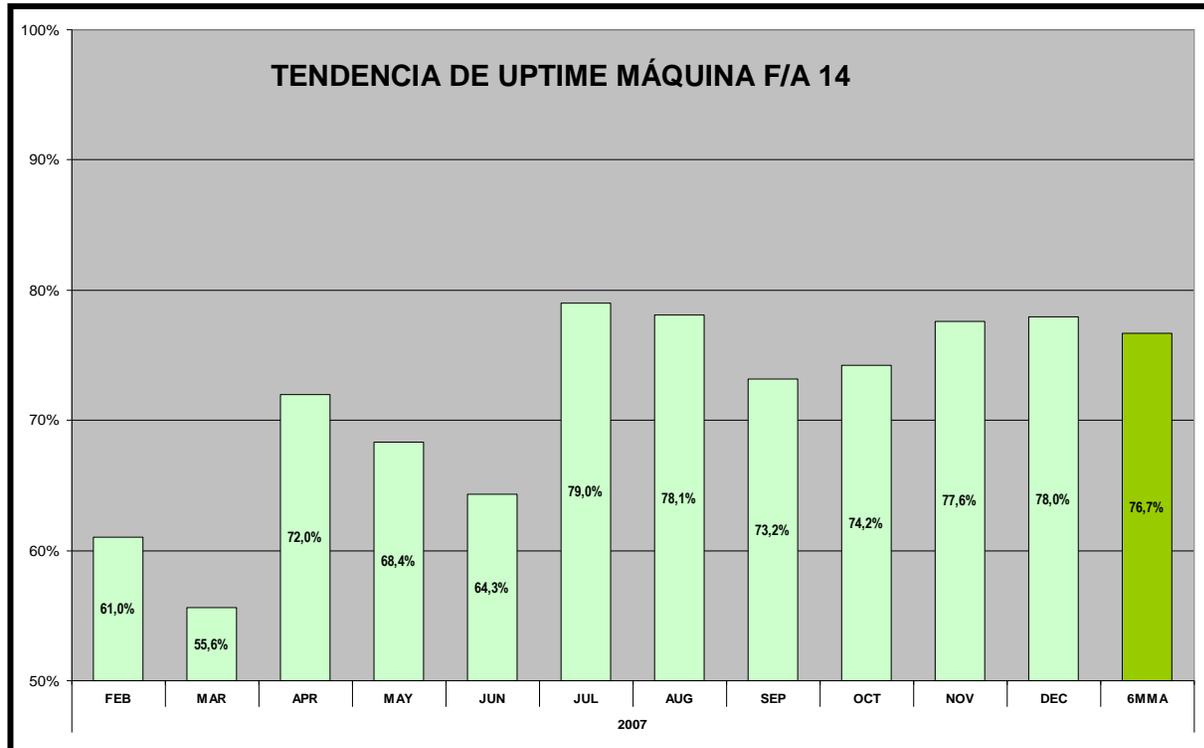


Fig. 3.1.4. Tendencia de uptime de máquina F/A 14

3.1.2 Ergonomía

Otro factor contemplado en la mejora continua del proceso fue la evaluación de la ergonomía de la banda que se utilizaba para los ensambles. A continuación se puntualiza en áreas de oportunidad identificadas en los estudios de ergonomía realizados en el área de trabajo involucrada.

La banda de ensamble que se empleaba para producir las cabezas V8 tenía una altura de 80 cm. Los operadores reportaban cansancio al final del día así como problemas de postura por inclinación severa del cuello durante todo el turno productivo.

La realización de un muestreo entre el equipo de trabajo que labora en la banda de ensamble reportó que la banda era demasiado baja para el promedio de la gente, lo cual arrojaba en consecuencia un problema por inclinación severa del cuello durante todo el turno para los operadores, como se ve en el reporte de ergonomía mostrado en la figura 3.1.5.

Ahora bien, pasando al caso de la banda de ensamble de cabezas L, su altura de 1.96cm era incluso un poco elevada para el promedio del personal. Sin embargo aquí el impacto mayor se debía al problema en la alimentación de la banda y la estiba, esto respecto a cargas manuales en donde se excedía el Límite Admisible(LA), como puede verse en la Fig. 3.1.6

EVALUACIÓN DE POSTURA

Postura General Del Cuerpo / Extremidades Inferiores

| | No. | Menos de 1/3 de ciclo | Más de 1/3 de ciclo | Elemento (s) |
|--|-----|-----------------------|---------------------|--------------|
| 1a. De pie estatico | 0 | 0 | ✓ | — |
| b. De pie estatico sobre una superficie no amortiguada | 0 | 0 | ✓ | — |
| 2. Usando un pedal mientras esta de pie | 0 | ✓ | * | — |
| 3. Acostado de espalda o de costado | 0 | ✓ | * | — |
| 4. De rodillas | 0 | ✓ | * | — |
| 5. Rodillas dobladas o en cuclillas | 0 | ✓ | * | — |

Postura del tronco

| | No. | Menos de 1/3 de ciclo | Más de 1/3 de ciclo | Elemento (s) |
|--|-----|-----------------------|---------------------|--------------|
| 6. Inclinación moderada hacia el frente (más de 20°) | 0 | ✓ | * | — |
| 7. Inclinación severa hacia el frente (más de 45°) | 0 | * | * | — |
| 8. Inclinación hacia atrás (más de 20°) | 0 | ✓ | * | — |
| 9. Giro o inclinación lateral (más de 20°) | 0 | ✓ | * | — |

Postura Del Cuello

| | No. | Menos de 1/3 de ciclo | Más de 1/3 de ciclo | Elemento (s) |
|---|-----|-----------------------|---------------------|--------------|
| 10. Inclinación moderada hacia el frente (más de 20°) | 0 | 0 | ✓ | — |
| 11. Inclinación severa hacia el frente (más de 45°) | 0 | ✓ | * | Jockey |
| 12. Inclinación hacia atrás (más de 20°) | 0 | 0 | ✓ | — |
| 13. Giro o inclinación lateral (más de 20°) | 0 | ✓ | * | — |

EVALUACIÓN DE POSTURA (Continuación)

Sentado

14. El operador se sienta mientras realiza la operación? (si es sí, consulte los lineamientos para la postura de sentado) No Si

Vibraciones

15. Esta el operador expuesto a vibración completa del cuerpo? 0 ✓ * —

Condiciones En Superficies Para Operaciones De Pie

| | OK | Inclinado | No uniforme / Con Obstrucciones | Escalones | Resbalosa |
|---|----|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|
| 16. Superficie (Circule todas las que apliquen) | 0 | ✓ | ✓ | ✓ | * |

Comentarios / Mediciones:
Incl. cuello 50°

| | |
|---|--|
| Analisis inicial Calificación total 0 (# de *'s) 0 (# de ✓'s) | Re-Analisis Calificación total (# de *'s) (# de ✓'s) |
|---|--|

Fig. 3.1.5. Evaluación de ergonomía de banda de ensamble cabezas V8 en donde se resalta el problema de postura del cuello.

EVALUACIÓN DE GASTO DE ENERGÍA

Gasto de Energía

1. ¿El operador requiere caminar más de 40 pasos (100 ft= 30.48 m) por minuto, mientras carga más de 5 lbs? No si Elemento (s) *

2. ¿El trabajador sube y/o baja repetidamente? No Algunas veces Usualmente Elemento (s) *

3. ¿Se agacha por debajo de las rodillas repetidamente? No Algunas veces Usualmente Elemento (s) *

4. ¿Usa un respirador? No Algunas veces Usualmente Elemento (s) *

5. ¿Esta expuesto a temperaturas mayores de 32°C? No Algunas veces Usualmente Elemento (s) *

Note: Si la pregunta 4 o 5 como * o ✓, Referase al Departamento de Seguridad Industrial

Comentarios / Mediciones:
Temperatura 31.3°C

| | |
|---|--|
| Analisis inicial Calificación total 0 (# de *'s) 1 (# de ✓'s) | Re-Analisis Calificación total (# de *'s) (# de ✓'s) |
|---|--|

EVALUACION DE CARGAS MANUALES

Consideraciones

Carga ligera Carga estable Peso > 10 Lbs. Agarre = 30° ancho Levantamiento a dos manos

| | Peso | Horizontal | Vertical | Distancia | Frecuencia | Tiempo |
|---------|---------|------------|-----------|-----------|------------|--------|
| CARGA 1 | 39.1 lb | 12 | 108, 30.8 | 22.8 | 1.67 | NS |
| CARGA 2 | | | 45.0, 50 | 4.2, 1.2 | | |
| CARGA 3 | | | | | | |
| CARGA 4 | | | | | | |

1. L.A. 28.1, 29.7 lbs. Por encima del L.A. 24.4, 11.5 lbs.
 2. Debajo del L.A. 0 Por encima del L.A. 7 Por encima del L.M.P. *

3. Existe alguna obstrucción para cargar (por encima de contenedor, riel o guarda): No Si

4. Superficie de agarre

| | Vertical >= 30° | Vertical < 30° |
|---------|-----------------|----------------|
| Bueno | 0 | ✓ |
| Regular | 0 | ✓ |
| Pobre | ✓ | ✓ |

5. Liste los elementos de la operación durante los cuales el objeto cargado es estudiado:
 Descripción del objeto cargado: Carga crítica nivelado y alta y baja que requieren para el LMP <= 60kg >?

Comentarios / Mediciones:

| | |
|---|--|
| Analisis inicial Calificación total 0 (# de *'s) 1 (# de ✓'s) | Re-Analisis Calificación total (# de *'s) (# de ✓'s) |
|---|--|

Fig. 3.1.6. Evaluación de ergonomía de banda de ensamble cabezas L en donde se resalta el problema de cargas manuales.

3.1.3 Distribución de planta

La condición anterior a la implantación de este proyecto mostraba áreas de oportunidad debido a que se utilizaba espacio excesivo y los procesos requerían un mayor manejo de materiales.

La distribución de planta de la condición anterior ubicaba dos bandas de ensamble dentro del Departamento de Corazones. (Ver Fig. 3.1.7)

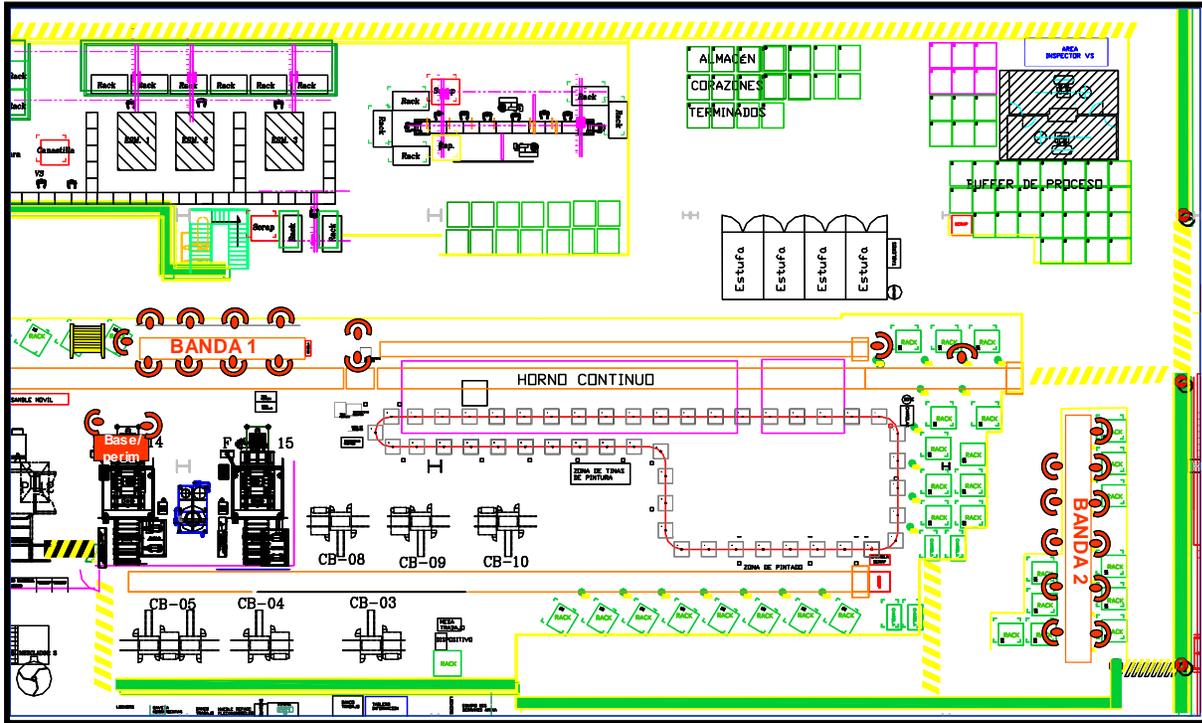


Fig. 3.1.7. Distribución de planta de la condición anterior.

3.2 Condición actual

La identificación del área de oportunidad anteriormente presentada dio la pauta para que se iniciara el estudio pertinente para evaluar la factibilidad y el costo-beneficio del proyecto previsto, cuyo objetivo final sería el de desacoplar el proceso de ensamble de componentes de cabeza V8 del ritmo de máquina, teniendo un banco de desacople calculado que permitiera a la línea de ensamble trabajar bajo *tiempo tacto*, tal y como indica el GMS de la empresa.

Además de lo anterior, en la banda de ensambles (Ver Fig. 3.1.1) se observa una carga de trabajo mínima considerando un tiempo tacto actual de 45 seg. Esto implica que la banda físicamente tiene una utilización mínima, y sus descansos representan exceso de personal en algunos días. Esto es un desperdicio adicional.

3.2.1 Value Stream Mapping (Mapa de la Cadena de Valor)

Ahora bien, respecto a el proceso propuesto, el VSM (Mapeo de Cadena de Valor) de la condición propuesta queda como se ve en la Figura 3.2.1. De este análisis

se partió para la hacer las evaluaciones que se irán presentando en secciones siguientes.

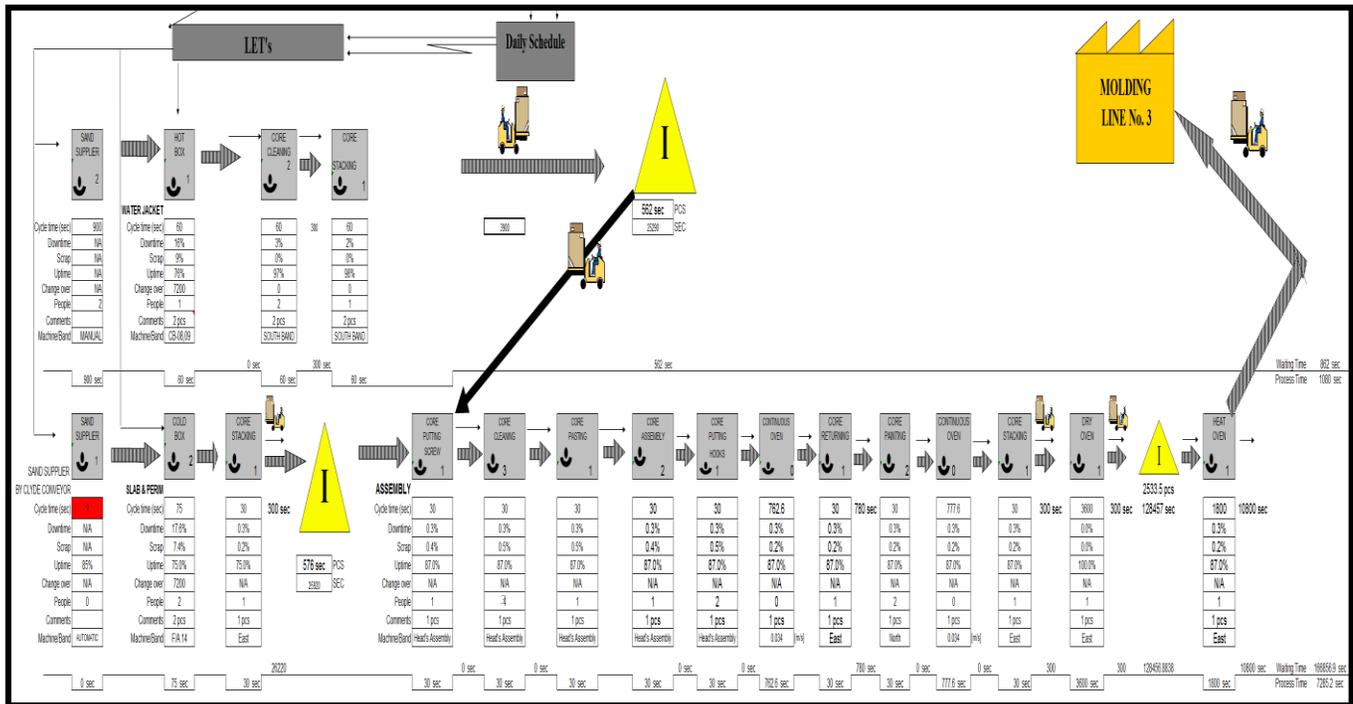


Fig. 3.2.1. Mapa de la cadena de valor del estado propuesto

3.2.2 Tiempo Tacto

Recordemos de antemano la siguiente tabla también presentada anteriormente:

| Alimentar datos | | | | ESTANDARES | | | | | | |
|---------------------|------------------------|-----------------|--------------|------------------|---------------|------------------|-----------------|-----|-------------------|-----------------|
| REVISION: 13-mar-08 | | | | CORAZONES | | | MOLDES | | | |
| # | Name | TIPO DE SOPLADO | Machine | Cycle Time (Mac) | pzas / Modelo | STD GROSS (Hora) | M.O. DIRECTA GM | PDC | corazones x molde | casting x molde |
| V8 | BASE Y PERIM CHAQUETAS | FRIA CALIENTE | F/A 14 CB-08 | 75 | 2 | 96 | 2 | 1 | 4 | 4 |
| | | | | 60 | 2 | 120 | 3 | 1 | 4 | 4 |

Aquí podemos verificar que la relación de 'piezas casting', (es decir, producto terminado por el proceso completo de la planta), con ensambles de corazones requeridos es uno a uno, entonces el requerimiento para el Departamento en trato, simplemente se ve alterado por el porcentaje de piezas scrap.

Con las premisas anteriores, el cálculo del tiempo tacto se realizó obteniendo los valores para resolver el cociente presentado en la sección respectiva, y considerando un porcentaje de eficiencia de la banda de 88.5%, que es el estimado histórico de las bandas de proceso. (Ver Fig. 3.2.2)

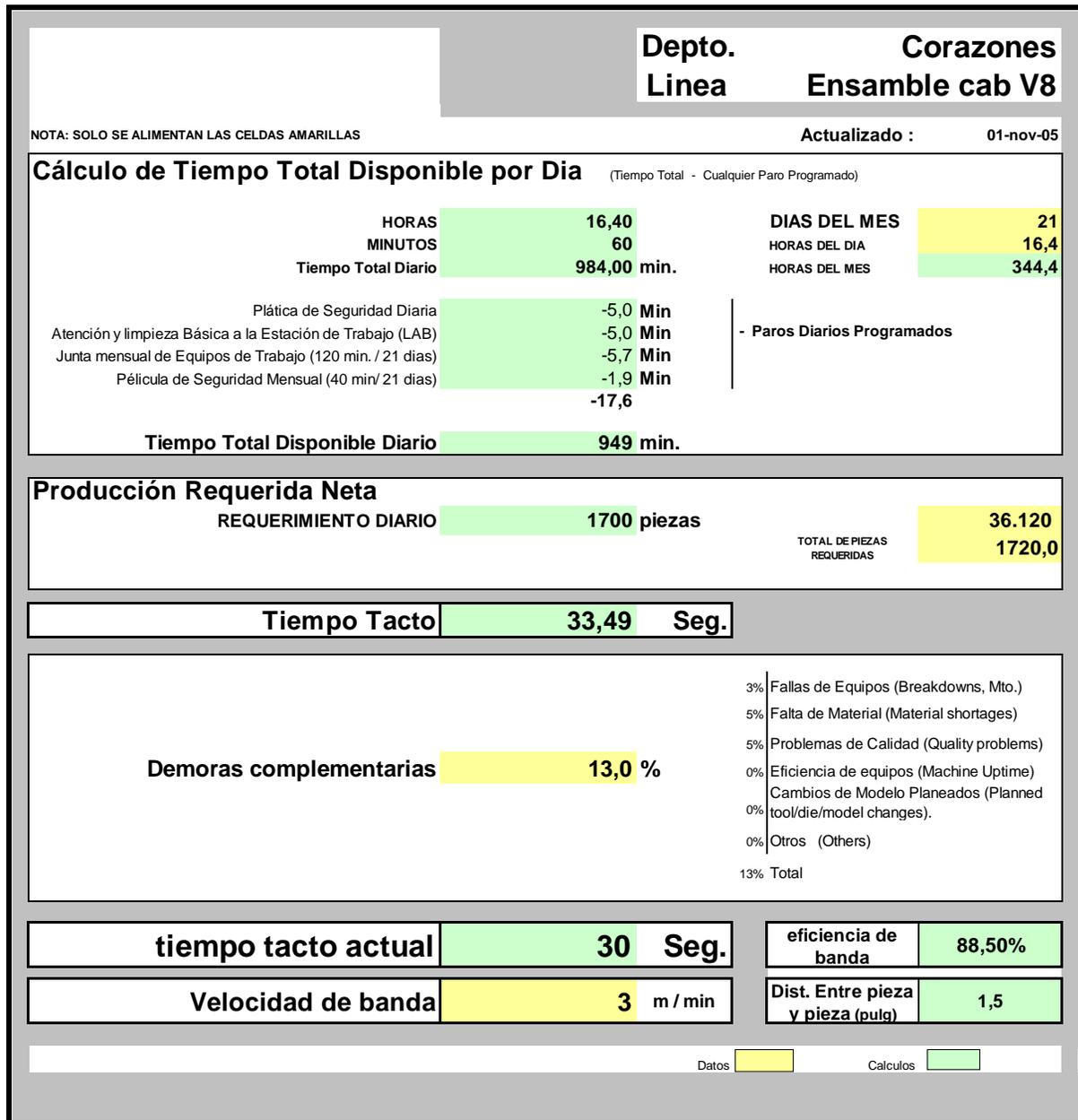


Fig. 3.2.2. Formato estandarizado para el cálculo del tiempo tacto.

Por compatibilidad con el horno continuo, dado que el proceso del ensamble establece que debe pasar por ahí la pieza para secar pegamento y en una segunda vuelta para secar pintura, se establece la velocidad de **3 m/min**.

La velocidad y el tiempo tacto actual nos permiten conocer los espacios que deberá tener cada operador para poder concluir su proceso, con la expresión para velocidad constante, que es:

$$V = d/t \rightarrow d = Vt \rightarrow d = (3 \text{ m/min})(30 \text{ seg})(1\text{min}/60\text{seg}) = 1.5 \text{ m}$$

Entonces en la banda se coloca una línea de ayuda visual indicando al operador su espacio limitado para iniciar y concluir su operación completa.

3.2.3 Capacidad de Banda

El cálculo de tiempo tacto y tiempo tacto actual permiten entonces visualizar el panorama mensual de la carga de la línea de producción, considerando los días exactos disponibles por mes y el volumen exacto de producción, así como visualizar si será necesario hacer alguna variación en dicho tiempo tacto debido a los picos o valles de la tendencia de la demanda, dado que el número proporcionado es evidentemente un promedio de la demanda diaria.

Incluso, la ventaja de trabajar bajo ritmo de tiempo tacto permite administrar al personal disponible y rotarlo como estrategia de productividad cuando así sea necesario. Un ejemplo de esto se presentó en el Departamento de Corazones cuando se dio una baja en el volumen de V8 ocasionado por un problema interno en las fábricas de uno de los principales clientes de GM para este componente. Dada la condición anterior, se tuvo la necesidad de rebalancear las cargas de trabajo en la línea bajo un ATT de 40 seg, lo cual fue recalculado con la demanda de entonces. Igualmente se modificaron los espacios entre pieza y pieza y las marcas en piso, y se ocupó al personal sobrante para producir en otras líneas que, de lo contrario, habrían consumido tiempo extra para cubrir el volumen.

El rebalanceo del ejemplo también fue documentado en trabajo estandarizado y es una opción de balance para cuando el volumen justifique que se trabaje a ese ritmo de producción.

La gráfica general de la capacidad de la línea de ensamble se presenta a continuación, balanceada a un ATT de 30 seg, e incluyendo todos los ensambles que se procesan en esa línea por separado. (Ver Fig. 3.2.3)

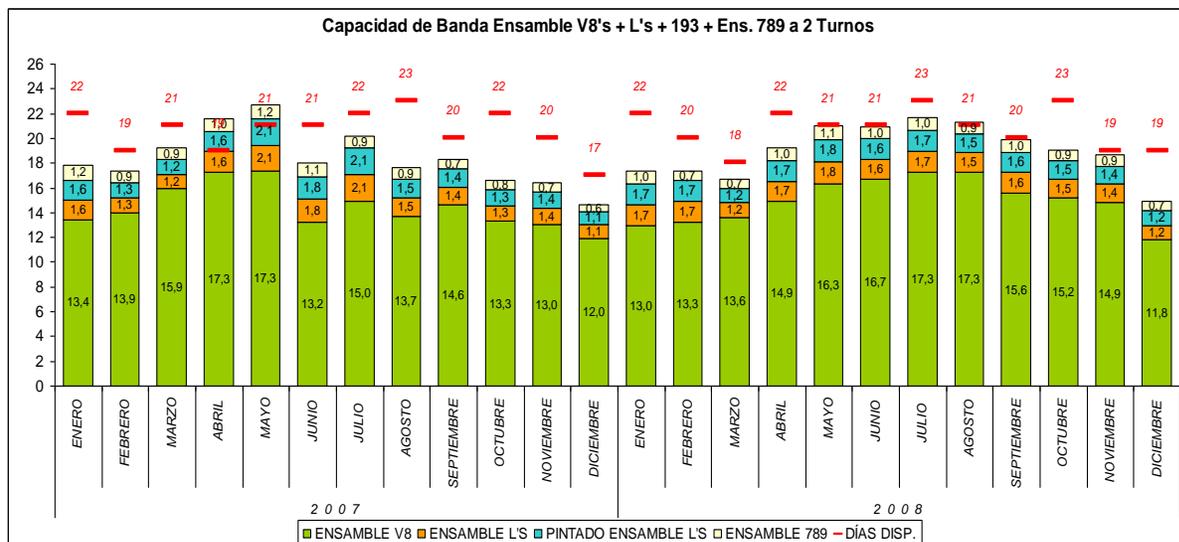


Fig. 3.2.3. Gráfica de capacidades de la banda de ensambles propuesta.

3.2.4 Trabajo Estandarizado

Las actividades del proceso anterior fueron rebalanceadas administradas bajo el tiempo tacto actual calculado.

Para lo anterior se lleva a cabo el estudio de tiempos pertinente, mismo que arroja la siguiente pared de balanceo para un ATT de 30 segundos. (Ver Fig. 3.2.4)

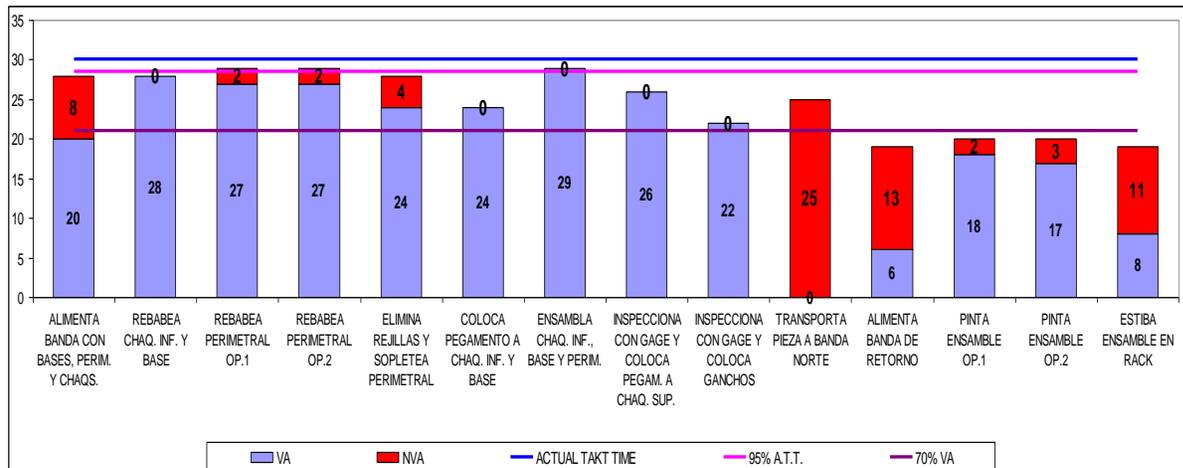


Fig. 3.2.4. Pared de balanceo de la línea propuesta

Las Hojas de Trabajo Estandarizado correspondientes pueden consultarse en la sección de Anexos.

Cabe destacar que en los cambios de actividades se observa ya implantando una reducción en los tiempos de las actividades para algunos casos, lo cual posteriormente facilita el rebalanceo final que se da para enfrentar la situación de la baja de volumen, entonces se realiza bajo el tiempo tacto actual de 40 seg y se cumple el requerimiento sin retrasos, también. (Ver Fig. 3.2.5)

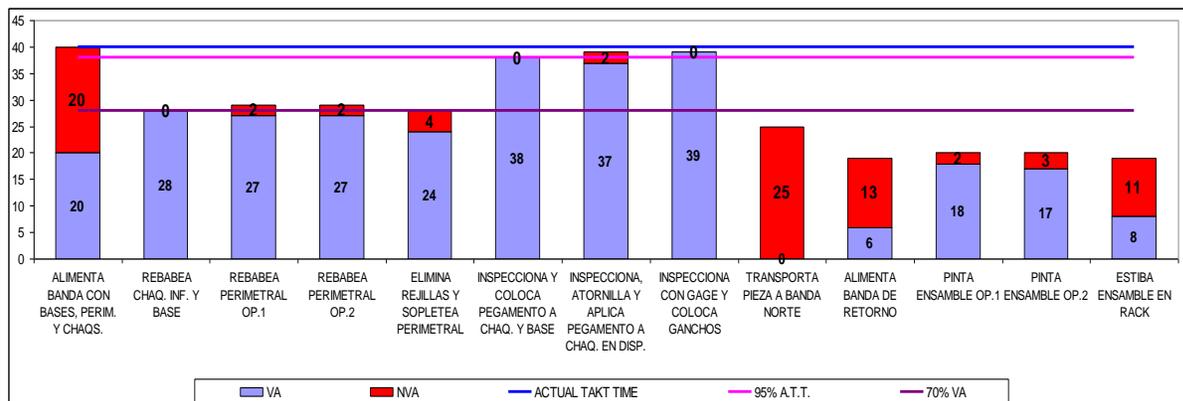


Fig. 3.2.5. Pared de balanceo final con reducción de tiempos

3.2.5 Ergonomía

El muestreo realizado en la condición anterior para el personal del equipo de trabajo que sería colocado en la banda arrojó que la banda cumpliría con el estándar si medía 93cm, como se ve en la Fig. 3.2.6

| | ESTATURA | ALTURA CODO | ALTURA CINTURA | |
|----------|----------|-------------|----------------|--------|
| PROMEDIO | 1,69 | 1,08 | 1,02 | 0,93 m |

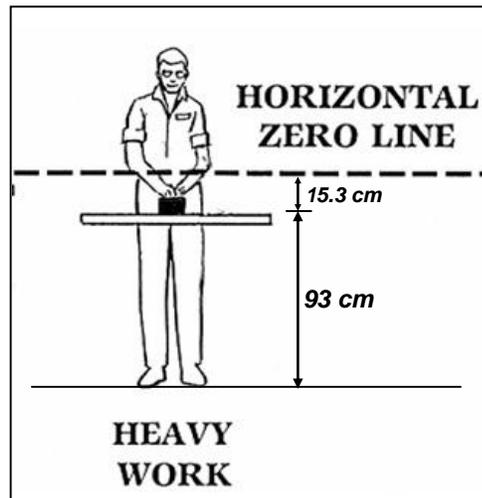


Fig. 3.2.6. Alturas propuestas para la ergonomía de la nueva banda

Respecto a otras condiciones ergonómicas, la evaluación indicó los siguientes métricos requeridos para las nuevas estaciones de trabajo:

- Ruido: 80 dB
- Iluminación: 500 luxes
- Temperatura: 20 °C (se instaló sistema de ventilación debido a la nueva ubicación cerca del horno continuo)

3.2.6 Distribución de Planta

El cálculo de banco de desacople realizado por el Ingeniero Industrial asignado indicó que el espacio liberado sería suficiente para ubicarlo, e incluso se planeó con la empresa subcontratada para mover materiales una nueva distribución del material en el buffer de forma tal que los movimientos (distancias) fueran menores para suministrar material a las líneas que así lo requerían y para mover el *producto en transferencia*, disminuyendo tiempos respectivos y, por tanto, incrementando también su capacidad de respuesta. (Ver Fig. 3.2.7)

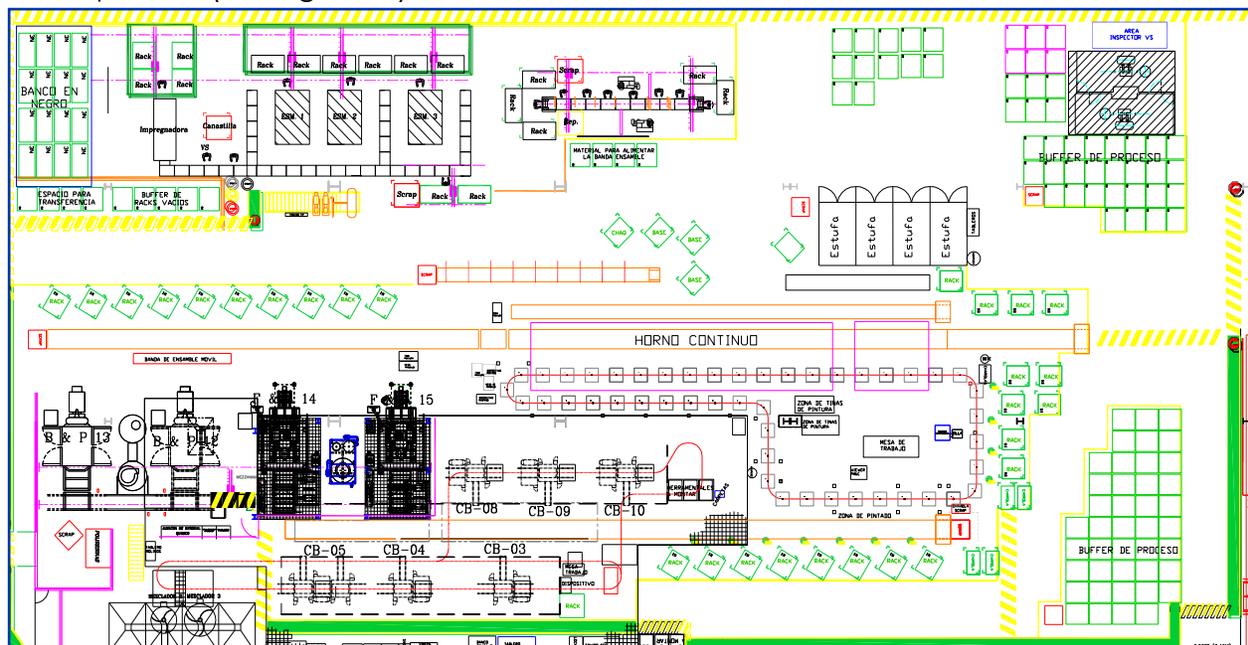


Fig. 3.2.7. Distribución propuesta de la planta.

3.3 Conclusiones (Beneficios Principales)

El desacople del proceso permitió beneficios importantes para el área, y por tanto, para la planta misma. Los principales beneficios resultantes de la implementación de este proyecto son:

- Administración por tiempo tacto en la línea de ensambles. Ello mejora la productividad en mano de obra con un mejor aprovechamiento del personal y flexibilidad del mismo para administrarlo en los otros procesos cuando la mezcla en el volumen así lo requiera, ahorrando así el tiempo extra que de otra forma se habría consumido para cubrir los procesos en otras líneas. La flexibilidad permite que los rebalanceos dados en función de la demanda, arrojen resultados que muestren en su caso una reducción en la mano de obra para completar el proceso en trato al tener tiempo disponible para realizarlo; mientras tanto el personal puede ser ocupado para apoyar en otras líneas que para esa mezcla de volumen requieran una mayor producción en el mes y, por tanto, un ritmo de trabajo más acelerado (esto cuando la producción depende de la mano de obra y no está restringida por la capacidad de alguna maquinaria).
- Optimización del área productiva, al usar la misma banda para los ensambles V8 y L dado que antes utilizaban una para cada proceso. Ello, inicialmente, permite al personal que se encarga de mover el material una mayor flexibilidad en el diseño de sus rutas, con lo cual se tiene un mejor acomodo del material en función de la nueva distribución de planta y, por tanto, una capacidad más rápida de respuesta al llamado para alimentar o recoger material de las bandas de proceso sin exposición a riesgos de seguridad. Dicho sistema de llamado visual/auditivo es denominado 'sistema ANDON'. Más adelante y, de ser requerido, este espacio puede ser aprovechado para incrementar área productiva que podría haberse requerido con una nueva edificación de no contarse con esta área.
- Ahorro de personal requerido, haciendo las mismas operaciones pero con 7 personas menos en total, lo cual equivale a dejar de pagar aproximadamente \$88,000 USD anuales como beneficio. A lo anterior que es netamente el salario con prestaciones, puede agregarse el equipo de seguridad que deja de requerirse y una entrada para pensar en la reducción del personal encargado de supervisar a los operadores.

Ahora bien, respecto a todo lo aplicado en el Departamento de Ingeniería Industrial, puede verse claramente reflejada la importancia de los estudios en materia con un enfoque bien definido hacia la reducción de costos basado en la mejora continua en la productividad de los recursos, partiendo de la explotación de la ingeniería de los mismos procurando la mínima inversión con el máximo beneficio.

La aplicación de la Ingeniería Industrial en esta área generó beneficios cuantificables y claramente sustentables que justifican la importancia de la existencia del Departamento para proporcionar el servicio bien definido de asignar a cada área justo lo que requiere (mano de obra, espacio físico, tiempos y movimientos estandarizados, herramientas, ergonomía, etc.) para obtener la producción a tiempo y reducir desperdicios.

A N E X O S

- A. Modelo de trabajo estandarizado (correspondiente a la condición anterior del proceso).
- B. Paredes de balanceo del trabajo estandarizado de las condiciones anterior y actual del proceso, incluyendo una alternativa de rebalanceo acorde con un ajuste al tiempo tacto, y un rebalanceo debido a una mejora posterior al implantar el uso de dispositivos para la aplicación de pegamento.
- C. Mapeo de la cadena de valor (VSM) de las condiciones anterior y posterior a la implementación del proyecto.

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: N/A m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 42 seg.

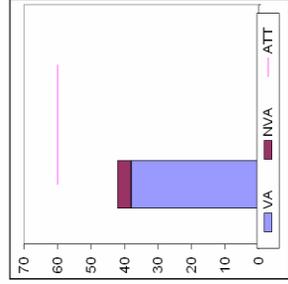
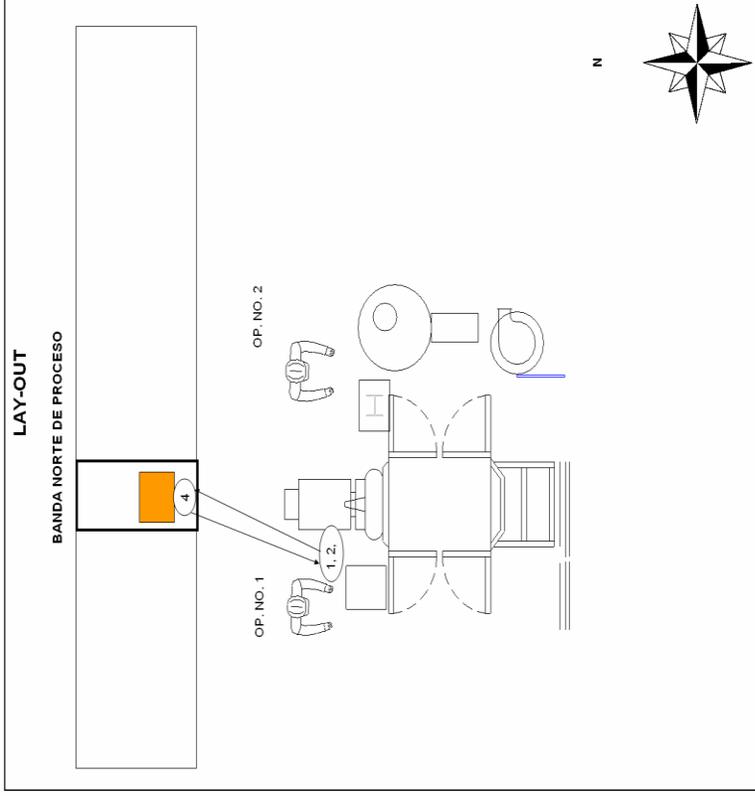
NOMBRE DE LA OPERACIÓN
SOPLADO DE BASE Y PERIM. OP. 1

DIRECCIÓN
632 NTE 030

OPERADOR
1/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|---------|---|----------------------------|-------------|
| | | | | TIEMPO INDIVIDUAL | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 030 A1 | | TOMA PISTOLA Y SOPLETEA PARTE SUPERIOR E INFERIOR DEL MODELO; DEJA PISTOLA | 18,0 | 18,0 |
| 2 | 632 NTE 030 A2, A3, A4 | | TOMA BASE Y PIEDRA ABRASIVA PARA ELIMINAR BOTADORES PARTE POSTERIOR DE BASE; CON LAS DOS MANOS TOMA LA BASE Y PERIMETRAL Y COLOCA SOBRE LA BASE | 6,0 | 6,0 |
| 3 | 632 NTE 030 A4 | | INSPECCIONA VISUALMENTE AL 100%, QUE LAS PIEZAS NO ESTÉN POROSAS, FRACTURADAS O CON FALTA DE CURA | 12,0 | 12,0 |
| 4 | 632 NTE 030 A5 | | CAMINA Y COLOCA PIEZAS SOBRE PUENTE | 2,0 | 6,0 |
| 5 | | | | 4,0 | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 38,0 | 42,0 |
| ACTUAL TAKT TIME 60 seg. | | | | TIEMPO CICLO (seg.) | |



COMENTARIOS

EL OPERADOR DEBE USAR PLANTILLAS ANTIFATIGA

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMÍA |
| | INSPECCIONALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| POC | <input type="checkbox"/> |

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | INGENIERÍA INDUSTRIAL | | INGENIERO DE PROCESOS |
| | NOMBRE | FIRMA | |
| 1 | ARTURO PRIETO | | CRISTINA JASSO C. |
| 2 | PABLO CISNEROS | | JESUS PEREZ |
| 3 | | | JORGE VELES |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: N/A m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 42 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN
 SOPLADO DE BASE Y PERIM OP. 2

DIRECCIÓN
 632 NTE 030

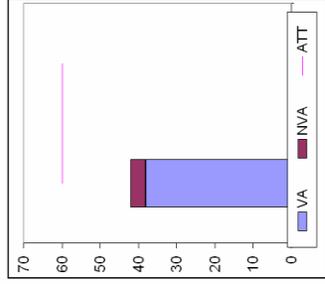
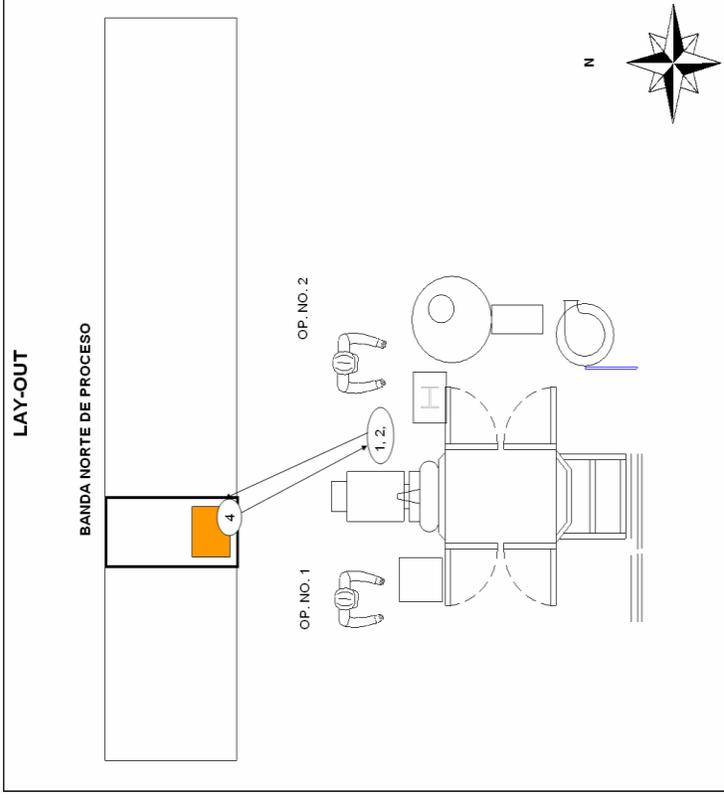
OPERADOR
 2/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE
 CAB V8 (059, 062, 906)

| CÓDIGO | ÁREA | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------|---------|--|-------------------------|-------------|
| | | | | TIEMPO INDIVIDUAL | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 030 A1 | | TOMA PISTOLA Y SOPLETEA PARTE SUPERIOR E INFERIOR DEL MODELO; DEJA PISTOLA | 18,0 | 18,0 |
| 2 | 632 NTE 030 A2, A3, A4 | | TOMA BASE CON LAS DOS MANOS Y POSTERIORMENTE TOMA PERIMETRAL Y COLOCA SOBRE LA BASE | 6,0 | 6,0 |
| 3 | 632 NTE 030 A4 | | INSPECCIONA VISUALMENTE AL 100% QUE LAS PIEZAS NO ESTEN POROSAS, FRACTURADAS O CON FALTA DE CURA | 12,0 | 12,0 |
| 4 | 632 NTE 030 A5 | | CAMINA Y COLOCA PIEZAS SOBRE PUENTE | 2,0 | 6,0 |
| 5 | | | | 4,0 | 6,0 |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 38,0 | 42,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



COMENTARIOS

EL OPERADOR DEBE USAR PLANTILLAS ANTIFATIGA

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMÍA |
| | INSPECCIONALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| POC | <input type="checkbox"/> |

| CUADRO DE FIRMAS | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | LÍDER DE GRUPO | | INGENIERÍA INDUSTRIAL | |
| | NOMBRE | FIRMA | NOMBRE | FIRMA |
| 1 | ARTURO PRIETO | | CRISTINA JASSO C. | |
| 2 | PABLO CISNEROS | | INGENIERO DE PROCESOS | |
| 3 | JESUS PEREZ | | NOMBRE | FIRMA |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | | JORGE VELES |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

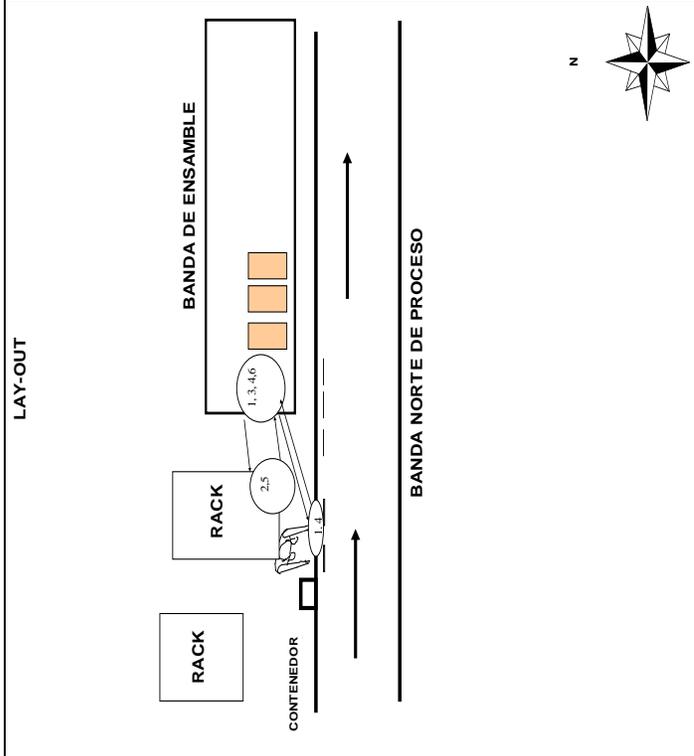
HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

| | | | |
|---|---|-----------------------|---|
| TIEMPO TACTO: N/A seg. | DIRECCIÓN: 632 NTE 060 | OPERADOR: 3/15 | PROCESO/MODELO/No DE PARTE: CAB V8 (059, 062, 906) |
| VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0,04 m/seg. | ALIM. BANDA BASES, PERIM Y CHAQUETAS | | |
| EFICIENCIA PLANEADA: 85 % | | | |
| TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 48 seg. | | | |

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|--|-------------------------|-------------|
| | | | TIEMPO TACTO | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 A1, A2, A3 | CAMINAR HACIA RACK. | 4,0 | 4,0 |
| 2 | | TOMAR CHAQUETA SUPERIOR E INFERIOR SEPARANDOLAS AL COLOCARLAS EN BANDA. | 8,0 | 8,0 |
| 3 | 632 NTE 060 A4, A5 | TOMAR 4 TORNILLOS Y COLOCARLOS SOBRE PERIMETRAL DE PRIMER ENSAMBLE ; TOMAR ESTE CON AMBAS MANOS, COLOCAR ENSAMBLE SOBRE BANDA Y SEPARAR PERIMETRAL DE BASE. | 12,0 | 12,0 |
| 4 | 632 NTE 060 A1, A2, A3 | CAMINAR HACIA RACK. | 4,0 | 4,0 |
| 5 | | TOMAR CHAQUETA SUPERIOR E INFERIOR SEPARANDOLAS AL COLOCARLAS EN BANDA. | 8,0 | 8,0 |
| 6 | 632 NTE 060 A4, A5 | TOMAR 4 TORNILLOS Y COLOCARLOS SOBRE PERIMETRAL DE SEGUNDO ENSAMBLE ; TOMAR ESTE CON AMBAS MANOS, COLOCAR ENSAMBLE SOBRE BANDA Y SEPARAR PERIMETRAL DE BASE. | 12,0 | 12,0 |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | 40,0 | 48,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



| | | | |
|-------------------------|--|--------------------|--------------------------|
| SIMB. | | DESCRIPCIÓN | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | | | ERGONOMIA |
| | | | INSPECCIÓN/CALIDAD |
| | | | ERROR PROOFING |
| | | | ITEM DE SEGURIDAD |
| | | | PUNTO FINAL(CUJO) |
| ITEMS DE CALIDAD | | | |
| | | KPC | <input type="checkbox"/> |
| | | KCC | <input type="checkbox"/> |
| | | POC | <input type="checkbox"/> |

COMENTARIOS

||

| CUADRO DE FIRMAS | | | | |
|------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| T U R O | LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | | LÍDER DE GRUPO | |
| | NOMBRE | FIRMA | NOMBRE | FIRMA |
| 1 | | | ARTURO PRIETO | |
| 2 | | | PABLO CISNEROS | |
| 3 | | | JESUS PEREZ | |
| | | | INGENIERÍA INDUSTRIAL | |
| | | | NOMBRE | FIRMA |
| | | | CRISTINA JASSO C. | |
| | | | INGENIERO DE PROCESOS | |
| | | | NOMBRE | FIRMA |
| | | | JORGE VELES | |
| | | FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: N/A seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 0.04 m/seg.
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 85 %
TIEMPO TACTO: N/A seg.
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 58 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN
 REBABEO PERIMETRAL OP. 1

OPERADOR
 5/15

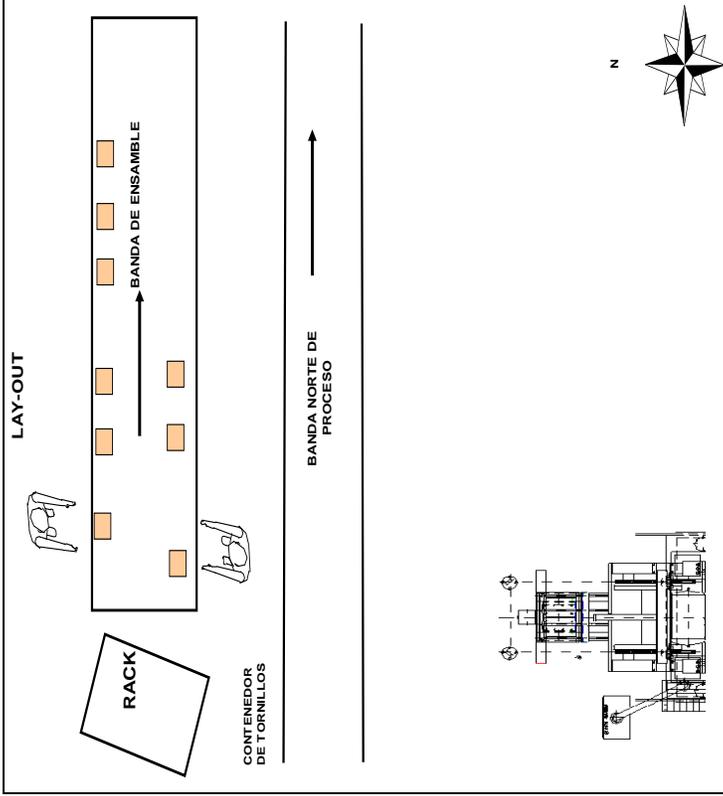
PROCESO/MODELO/NO DE PARTE
 CAB V8 (059, 062, 906)

DIRECCIÓN
 632 NTE 070

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|--|-------------------------|-------------|
| | | | TIEMPO DE EJECUCIÓN | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 | CON ALAMBRE REBABEAR LINEAS DE PARTICIÓN DE CHAQUETA SUPERIOR (ASEGURÁNDOSE QUE LOS PASOS DE AGUA ESTÉN BIEN PROCESADOS PRINCIPALMENTE EN ZONA DE BUJÍAS) | 9,0 | 9,0 |
| 2 | 632 NTE 060 A1 | CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINAR BOTADORES SUPERIORES DE SUPERFICIES PLANAS DE LA CHAQUETA SUPERIOR | 9,0 | 9,0 |
| 3 | | CAMINA HACIA PERIMETRAL | 4,0 | 4,0 |
| 4 | 632 NTE 060 A2 | CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINAR BOTADORES HASTA DEJARLOS AL RAS DE LA PIEZA Y SUPERFICIES PLANAS DEL PERIMETRAL | 16,0 | 16,0 |
| 5 | 632 NTE 060 A3, A4 | CON ALAMBRE QUITA LINEAS DE PARTICIÓN Y CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINA REBABS EN SUPERFICIES DONDE ASIENTA MÚLTIPLES DE ESCAPE Y ADMISIÓN, TOMAR CON AMBAS MANOS EL PERIMETRAL Y GIRARLO 90°. | 20,0 | 20,0 |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | 54,0 | 58,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMÍA |
| | INSPECCIONALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KFC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| POC | <input type="checkbox"/> |

COMENTARIOS

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | INGENIERÍA INDUSTRIAL | | |
| | NOMBRE | FIRMA | FIRMA |
| 1 | ARTURO PRIETO | | CRISTINA JASSO C. |
| 2 | PABLO CISNEROS | | INGENIERO DE PROCESOS |
| 3 | JESUS PEREZ | | FIRMA |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO, 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO, 2006 | JORGE VELES |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0,04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 56 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN:
REBABELA Y SOPLETEA BASE

DIRECCIÓN:
632 NTE 070

OPERADOR:
4/15

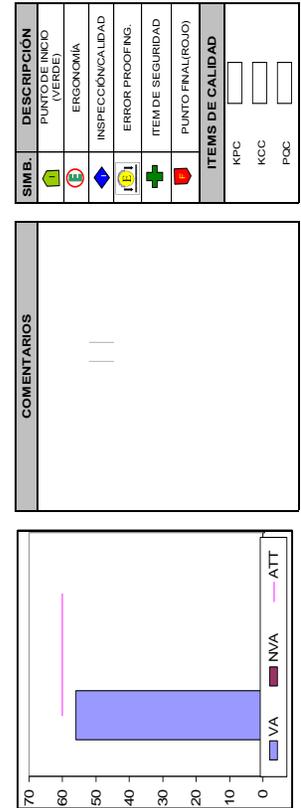
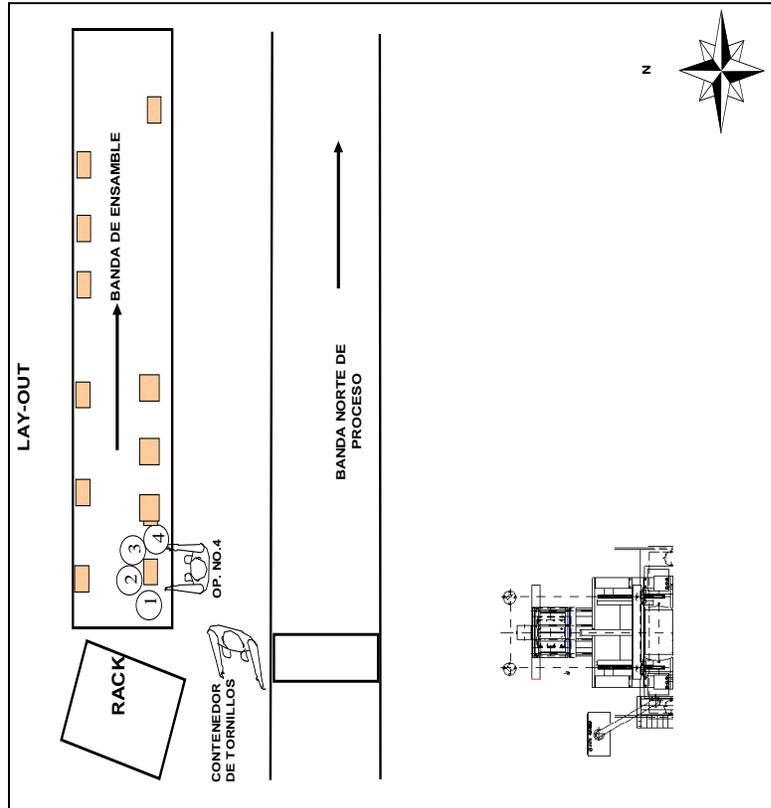
PROCESO/MODELO/NO DE PARTE:
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|---------|---|-------------------------|------------|
| | | | | TIEMPO UNITARIO | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 A1 | | CON PIEDRA ABRASIVA REBABELAR CHAQUETA INFERIOR INSPECCIONAR PIEZA VERIFICANDO QUE LA PIEZA NO ESTE POROSA, FRACTURADA O CON FALTA DE CURA Y RESANA SI ES NECESARIO. | 8,0 | 8,0 |
| 2 | 632 NTE 060 A2, A3, A4 | | CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINAR BOTADORES (DEJARLOS AL RAS) SOBRE SUPERFICIES PLANAS DE LA BASE ASI COMO EN ASIENTOS DE LAS VALVULAS, VERIFICAR QUE LOS PUNTOS DE APOYO NO PRESENTEN FALTA DE MATERIAL GENERADO POR ARENA PEGADA EN EL MODELO. CON ALAMBRE PERFORAR PASOS DE METAL Y LINEAS DE PARTICION, SOPLETEAR LA | 20,0 | 20,0 |
| 3 | 632 NTE 060 A1 | | CON PIEDRA ABRASIVA REBABELAR CHAQUETA INFERIOR INSPECCIONAR PIEZA VERIFICANDO QUE LA PIEZA NO ESTE POROSA, FRACTURADA O CON FALTA DE CURA Y RESANA SI ES NECESARIO. | 8,0 | 8,0 |
| 4 | 632 NTE 060 A2, A3, A4 | | CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINAR BOTADORES (DEJARLOS AL RAS) SOBRE SUPERFICIES PLANAS DE LA BASE ASI COMO EN ASIENTOS DE LAS VALVULAS, VERIFICAR QUE LOS PUNTOS DE APOYO NO PRESENTEN FALTA DE MATERIAL GENERADO POR ARENA PEGADA EN EL MODELO. CON ALAMBRE PERFORAR PASOS DE METAL Y LINEAS DE PARTICION, SOPLETEAR LA | 20,0 | 20,0 |
| 5 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 56,0 | 0,0 |
| TIEMPO CICLO (seg.) | | | | 56,0 | |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.) 56,0

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|--------------------------------|--------|-------------------------------|-------------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | FIRMA | INGENIERÍA INDUSTRIAL | |
| | NOMBRE | NOMBRE | FIRMA |
| | | ARTURO PRIETO | CRISTINA JASSO C. |
| | | PABLO CISNEROS | |
| | | JESUS PEREZ | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | |
| | | JORGE VELES | |



| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-----------------------|
| | PUNTO INICIO (VERDES) |
| | ERGONOMIA |
| | INSPECCION CALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

COMENTARIOS

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0.04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 58 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN
 REBABEO PERIMETRAL OP. 2

DIRECCIÓN
 632 NTE 070

OPERADOR
 6/15

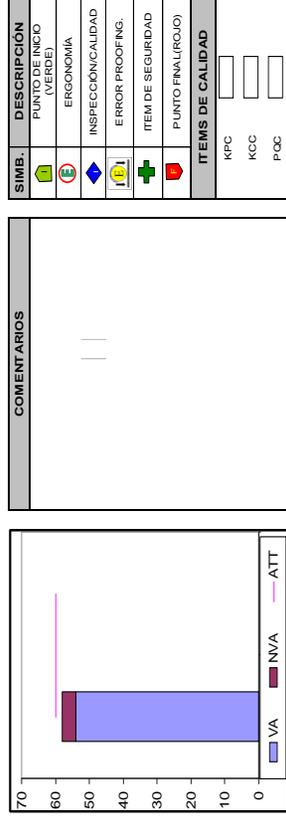
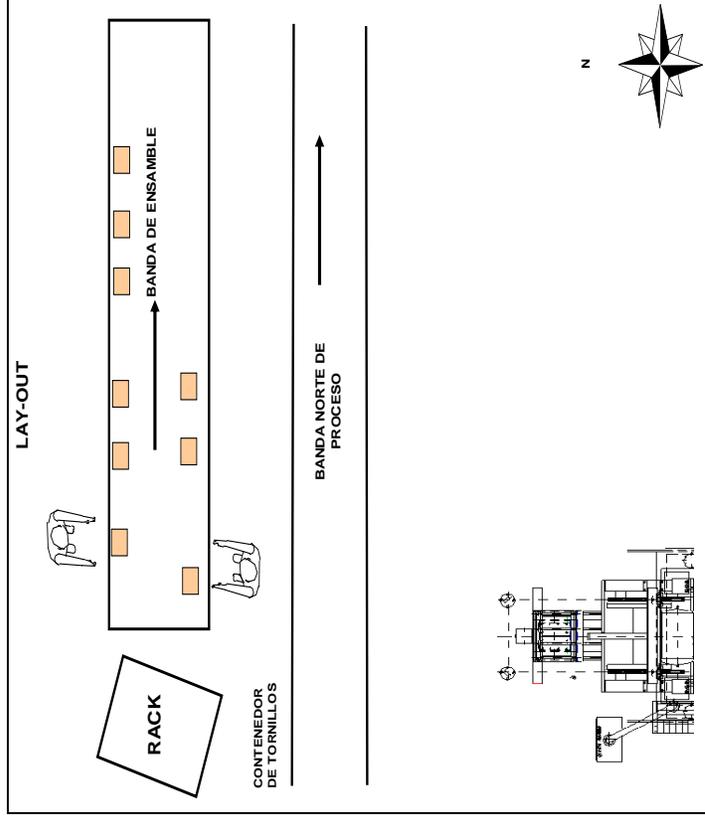
PROCESO/MODELO/No DE PARTE
 CAB V8 (059, 062, 906)

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

| PASO | ÁREA | | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|--------------------|---------|---|-------------------------|-----------|
| | REFERENCIA H.E.T. | SÍMBOLO | | TIEMPO UNITARIO | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 | | CON ALAMBRE REBABEAR LINEAS DE PARTICIÓN DE CHAQUETA SUPERIOR (ASEGURÁNDOSE QUE LOS PASOS DE AGUA ESTÉN BIEN PROCESADOS PRINCIPALMENTE EN ZONA DE BUJÍAS) | 9,0 | 9,0 |
| 2 | 632 NTE 060 A1 | | CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINAR BOTADORES SUPERIORES DE SUPERFICIES PLANAS DE LA CHAQUETA SUPERIOR | 9,0 | 9,0 |
| 3 | | | CAMINA HACIA PERIMETRAL | 4,0 | 4,0 |
| 4 | 632 NTE 060 A2 | | CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINAR BOTADORES HASTA DEJARLOS AL RAS DE LA PIEZA Y SUPERFICIES PLANAS DEL PERIMETRAL | 16,0 | 16,0 |
| 5 | 632 NTE 060 A3, A4 | | CON ALAMBRE QUITA LINEAS DE PARTICIÓN Y CON PIEDRA ABRASIVA ELIMINA REBABAS EN SUPERFICIES DONDE ASIENTA MÚLTIPLES DE ESCAPE Y ADMISIÓN. TOMAR CON AMBAS MANOS EL PERIMETRAL Y GIRARLO 90°. | 20,0 | 20,0 |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 54,0 | 58,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



| CUADRO DE FIRMAS | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------|-------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | LÍDER DE GRUPO | | INGENIERÍA INDUSTRIAL | |
| | NOMBRE | FIRMA | NOMBRE | FIRMA |
| | ARTURO PRIETO | | CRISTINA JASSO C. | |
| | PABLO CISNEROS | | INGENIERO DE PROCESOS | |
| | JESUS PEREZ | | NOMBRE | FIRMA |
| | | | JORGE VELES | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | | |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0.04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 57 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN
RESANA Y SOPLETEA PERIMETRAL

OPERADOR
7/15

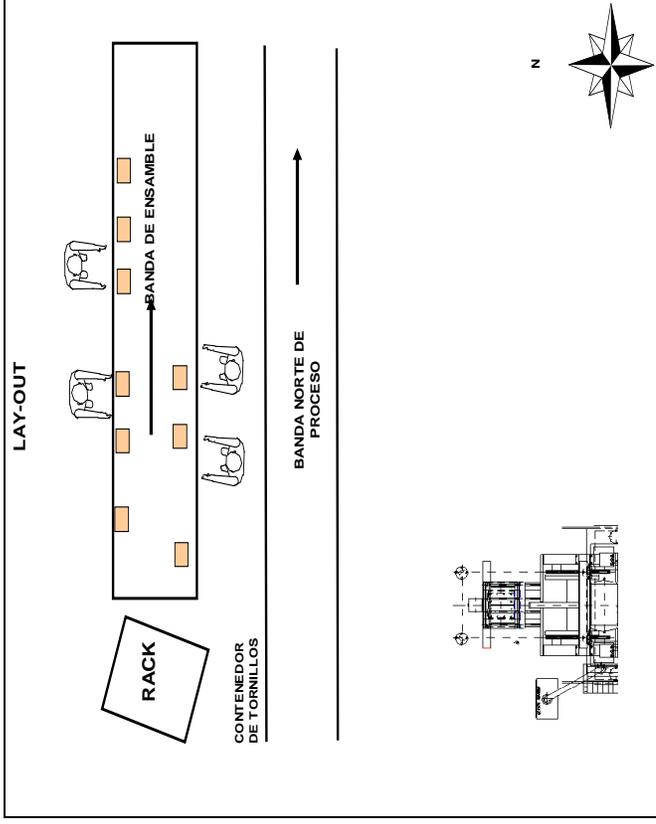
PROCESO/MODELO/No DE PARTE
CAB V8 (059, 062, 906)

DIRECCIÓN
#IREFI

| PASO | ÁREA | REFERENCIA H.E.T. | SIMBLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|--------------------|-------------------|--------|---|-------------------------|-------------|
| | | | | | INDIVIDUAL | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 A1 | | | QUITA REJILLAS PARTE SUPERIOR E INFERIOR, A UN COSTADO DE CONDUCTOS DE MULTIPLERES DE ESCAPE Y ADMISION Y RESANA SPOT FACE. | 20,0 | 20,0 |
| 2 | 632 NTE 060 A2, A3 | | | TOMA PIEZA POR CONDUCTOS CENTRALES DE ESCAPE Y SOPLETEA. | 4,0 | 4,0 |
| 3 | | | | CAMINA HACIA SIGUIENTE PIEZA | 4,0 | 4,0 |
| 4 | 632 NTE 060 A1 | | | QUITA REJILLAS PARTE SUPERIOR E INFERIOR, A UN COSTADO DE CONDUCTOS DE MULTIPLERES DE ESCAPE Y ADMISION Y RESANA SPOT FACE. | 20,0 | 20,0 |
| 5 | 632 NTE 060 A2, A3 | | | TOMA PIEZA POR CONDUCTOS CENTRALES DE ESCAPE Y SOPLETEA. | 4,0 | 4,0 |
| 6 | | | | CAMINA HACIA SIGUIENTE PIEZA | 5,0 | 5,0 |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | | 48,0 | 57,0 |

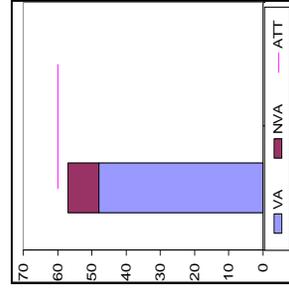
ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMÍA |
| | INSPECCIONALIDAD |
| | ERROR PROOFING. |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| POC | <input type="checkbox"/> |



| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | | LÍDER DE GRUPO | |
| NOMBRE | FIRMA | NOMBRE | FIRMA |
| | | ARTURO PRIETO | |
| | | PABLO CISNEROS | |
| | | JESUS PEREZ | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | |
| INGENIERÍA INDUSTRIAL | | INGENIERÍA INDUSTRIAL | |
| | | NOMBRE | FIRMA |
| | | CRISTINA JASSO C. | |
| INGENIERO DE PROCESOS | | INGENIERO DE PROCESOS | |
| | | NOMBRE | FIRMA |
| | | JORGE VELES | |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: NA seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0,04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 54 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN
APLICA PEGAMENTO A BASE

DIRECCIÓN
632 NTE 060

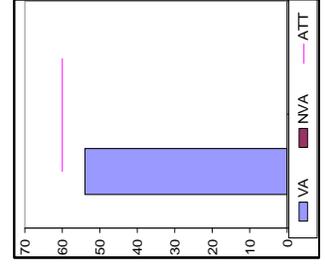
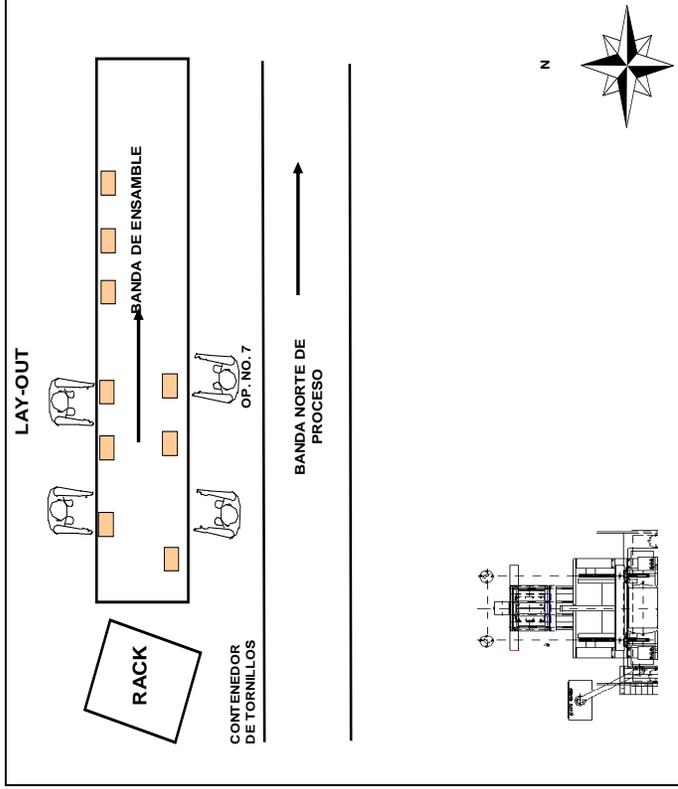
OPERADOR
8/15

PROCESO/MODELO/NO DE PARTE
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASEO | ÁREA | REFERENCIA H.E.T. | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------|-------------------|--|---|-------------------------|------------|
| | | | | | TIEMPO UNITARIO | ACUMULADO |
| 1 | | 632 NTE 060 A1 |  | TOMA CHAQUETA INFERIOR DE LA BANDA Y ELIMINA LINEAS DE PARTICION. | 6,0 | 6,0 |
| 2 | | 632 NTE 060 A2 | | TOMA APLICADOR DE PEGAMENTO Y APLICA EN CHAQUETA INFERIOR. | 11,0 | 11,0 |
| 3 | | 632 NTE 060 A3 | | APLICA PEGAMENTO A BASE EN SUPERFICIES PLANAS | 10,0 | 10,0 |
| 4 | | 632 NTE 060 A1 | | TOMA CHAQUETA INFERIOR DE LA BANDA Y ELIMINA LINEAS DE PARTICION. | 6,0 | 6,0 |
| 5 | | 632 NTE 060 A2 | | TOMA APLICADOR DE PEGAMENTO Y APLICA EN CHAQUETA INFERIOR. | 11,0 | 11,0 |
| 6 | | 632 NTE 060 A3 |  | APLICA PEGAMENTO A BASE EN SUPERFICIES PLANAS | 10,0 | 10,0 |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | | 54,0 | 0,0 |
| TIEMPO CICLO (seg.) | | | | | 54,0 | |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



COMENTARIOS

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|---|-------------------------|
|  | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
|  | ERGONOMIA |
|  | INSPECCIONCALIDAD |
|  | ERROR PROOFING. |
|  | ITEM DE SEGURIDAD |
|  | PUNTO FINAL(ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| POC | <input type="checkbox"/> |

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | LÍDER DE GRUPO | | INGENIERÍA INDUSTRIAL |
| | FIRMA | NOMBRE | |
| 1 | | ARTURO PRIETO | FIRMA |
| 2 | | PABLO CISNEROS | INGENIERO DE PROCESOS |
| 3 | | JESUS PEREZ | FIRMA |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO, 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | JORGE VELES |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: N/A seg. / 0,04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 56 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN:
ENSAMBLE CHAQ INF CON BASE

DIRECCIÓN:
#REF!

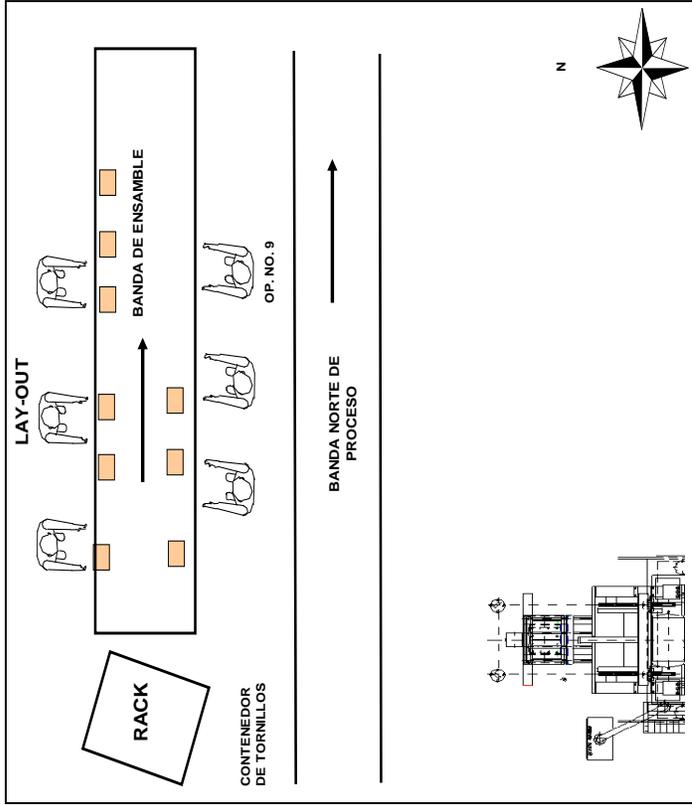
OPERADOR:
9/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE:
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASEO | REFERENCIA H.E.T. | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|-------------------|---------|--|-------------------------|------------|
| | | | | INDIVIDUAL | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 A1 | 🟢 | TOMAR APLICADOR Y COLOCA PEGAMENTO EN CHAQUETA INFERIOR DONDE SE SELLA CON CHAQUETA SUPERIOR | 14,0 | 14,0 |
| 2 | 632 NTE 060 A2 | | TOMAR CHAQUETA INFERIOR Y ENSAMBLAR CON BASE | 6,0 | 6,0 |
| 3 | 632 NTE 060 A3 | | TOMAR PERIMETRAL Y ENSAMBLAR CON BASE Y CHAQUETA INFERIOR | 8,0 | 8,0 |
| 4 | 632 NTE 060 A1 | 🔹 | TOMAR APLICADOR Y COLOCA PEGAMENTO EN CHAQUETA INFERIOR DONDE SE SELLA CON CHAQUETA SUPERIOR | 14,0 | 14,0 |
| 5 | 632 NTE 060 A2 | | TOMAR CHAQUETA INFERIOR Y ENSAMBLAR CON BASE | 6,0 | 6,0 |
| 6 | 632 NTE 060 A3 | 🔴 | TOMAR PERIMETRAL Y ENSAMBLAR CON BASE Y CHAQUETA INFERIOR | 8,0 | 8,0 |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 56,0 | 0,0 |
| TIEMPO CICLO (seg.) | | | | | |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------------|-------|--------------------------------------|-----------------------|
| LIDER DE EQUIPO DE TRABAJO | FIRMA | LIDER DE GRUPO | |
| | | NOMBRE | FIRMA |
| 1 | | ARTURO PRIETO | |
| 2 | | PABLO CISNEROS | |
| 3 | | JESUS PEREZ | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | |
| | | INGENIERÍA INDUSTRIAL | INGENIERO DE PROCESOS |
| | | NOMBRE | NOMBRE |
| | | CRISTINA JASSO C. | JORGE VELES |
| | | FIRMA | FIRMA |



COMENTARIOS

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| 🟢 | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| 🔴 | ERGONOMÍA |
| 🔹 | INSPECCIONALIDAD |
| 🔴 | ERROR PROOFING |
| 🟢 | ITEM DE SEGURIDAD |
| 🔴 | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|---|
| KPC | 0 |
| KCC | 0 |
| POC | 0 |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0.04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 95 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 56 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN:
ENSAMBLA CHAQUETA SUP

DIRECCIÓN:
#REF1

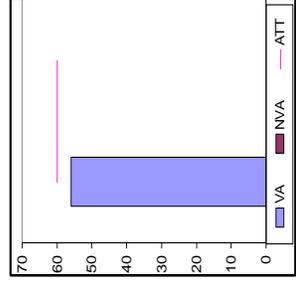
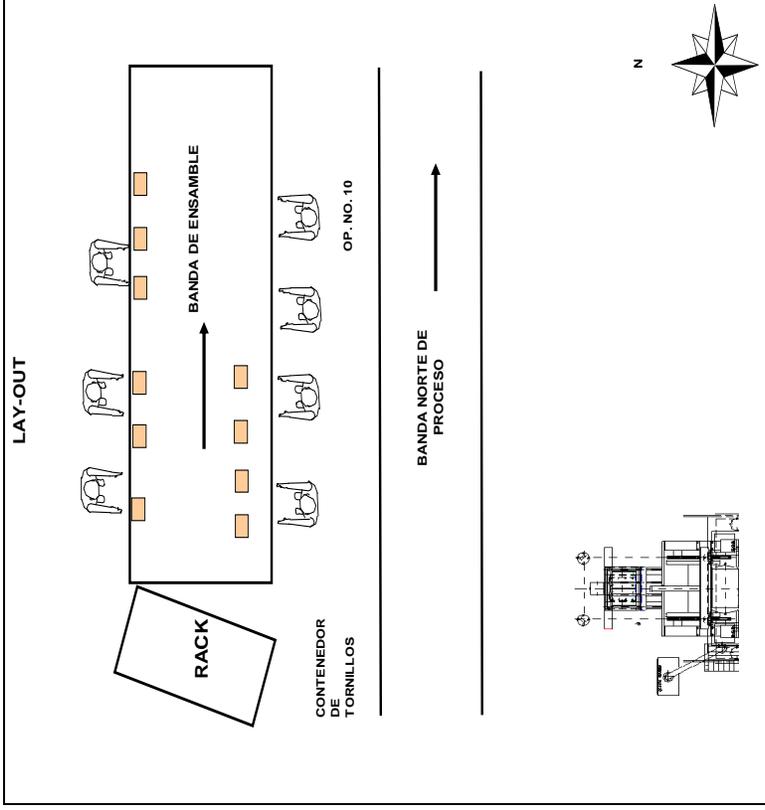
OPERADOR:
10/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE:
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|---------|---|-------------------------|------------|
| | | | | TIEMPO TACTO | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 A1, A2 | | TOMAR CHAQUETA SUPERIOR CON MANO Y COLOCAR EN PLANTILLA DE DISPOSITIVO PARA APLICAR PEGAMENTO. | 4,0 | 4,0 |
| 2 | 632 NTE 060 A3 | | VERIFICAR ESPESORES ENTRE CHAQUETA INFERIOR Y PUERTOS DE ESCAPE Y ADMISION CON CALIBRADOR DE (.115 - .150) | 5,0 | 5,0 |
| 3 | 632 NTE 060 A4 | | ENSAMBLAR CHAQUETA SUPERIOR | 7,0 | 7,0 |
| 4 | 632 NTE 060 A5 | | TOMAR TALADRO CON MANO DERECHA Y DAR TORQUE A LOS TORNILLOS DEL ENSAMBLE PARA ASEGURAR EN BASE (1º PARTE SUP. DER. 2º PARTE INF. IZQ. 3º PARTE SUP. IZQ. 4º PARTE INF.DER.) | 12,0 | 12,0 |
| 5 | 632 NTE 060 A1, A2 | | TOMAR CHAQUETA SUPERIOR CON MANO Y COLOCAR EN PLANTILLA DE DISPOSITIVO PARA APLICAR PEGAMENTO. | 4,0 | 4,0 |
| 6 | 632 NTE 060 A3 | | VERIFICAR ESPESORES ENTRE CHAQUETA INFERIOR Y PUERTOS DE ESCAPE Y ADMISION CON CALIBRADOR DE (.115 - .150) | 5,0 | 5,0 |
| 7 | 632 NTE 060 A4 | | ENSAMBLAR CHAQUETA SUPERIOR | 7,0 | 7,0 |
| 8 | 632 NTE 060 A5 | | TOMAR TALADRO CON MANO DERECHA Y DAR TORQUE A LOS TORNILLOS DEL ENSAMBLE PARA ASEGURAR EN BASE (1º PARTE SUP. DER. 2º PARTE INF. IZQ. 3º PARTE SUP. IZQ. 4º PARTE INF.DER.) | 12,0 | 12,0 |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 56,0 | 0,0 |
| TIEMPO CICLO (seg.) | | | | 56,0 | |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------------|----------------|--|-------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | FIRMA | INGENIERÍA INDUSTRIAL | |
| | NOMBRE | NOMBRE | FIRMA |
| 1 | ARTURO PRIETO | CRISTINA JASSO C. | |
| 2 | PABLO CISNEROS | | |
| 3 | JESUS PEREZ | | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: FEBRERO 2007 | |
| | | JORGE VELES | |



COMENTARIOS

TENER CUIDADO DE NO ACCIONAR TALADRO NEUMÁTICO CUANDO SE TRABAJA EN LA PARTE SUPERIOR DEL ENSAMBLE PARA EVITAR RIESGO DE SUFRIR LESION.

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------------------------|
| | PUUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMÍA |
| | INSPECCIÓN CALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|----------------------|
| KPC | <input type="text"/> |
| KCC | <input type="text"/> |
| POC | <input type="text"/> |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0.04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 38 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN
INSP. GAGE Y COLOCA GANCHOS

DIRECCIÓN
632 NTE 050

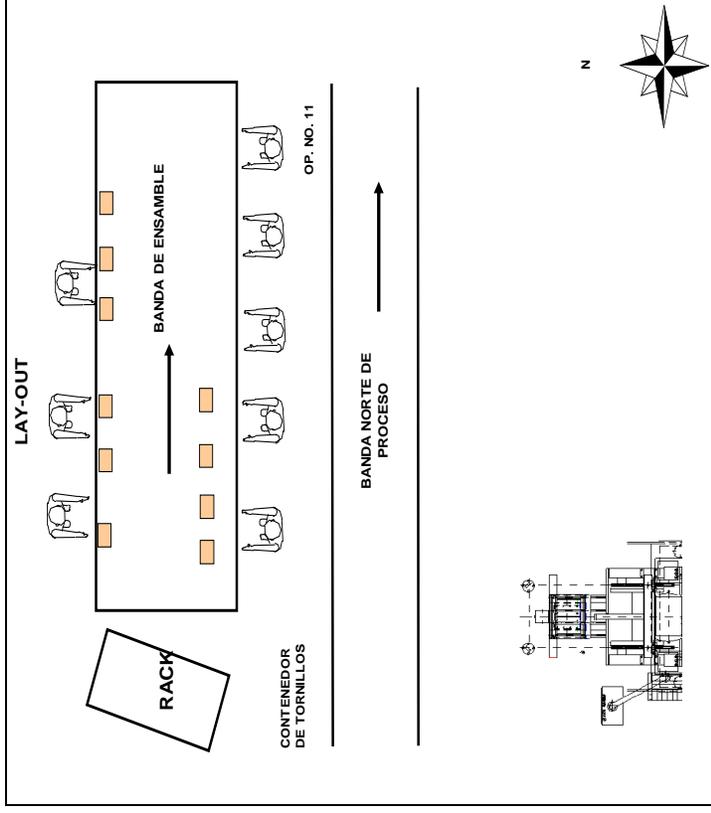
OPERADOR
11/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|---------|--|-------------------------|-------------|
| | | | | TIEMPO UNITARIO | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 060 A1 | | COLOCAR GANCHOS EN EL PRIMER ENSAMBLE Y REGISTRA PIEZA | 4,0 | 4,0 |
| 2 | 632 NTE 060 A2 | | LIMPIAR EXCESOS DE PEGAMENTO DE ENSAMBLE CON BROCHA | 6,0 | 6,0 |
| 3 | 632 NTE 050 A3, A4 | | VERIFICAR CON GAGE PASA NO PASA SK-1262-B Y SK-1262-B1 ESPACIOS ENTRE CHAQUETA SUP Y PUERTOS DE ADMON Y ESCAPE | 6,0 | 6,0 |
| 4 | 632 NTE 050 A5 | | TOMAR PIEZA CON AMBAS MANOS Y COLOCAR EN BANDA NORTE. | 3,0 | 3,0 |
| 5 | 632 NTE 060 A1 | | COLOCAR GANCHOS EN EL SEGUNDO ENSAMBLE Y REGISTRA PIEZA | 4,0 | 4,0 |
| 6 | 632 NTE 060 A2 | | LIMPIAR EXCESOS DE PEGAMENTO DE ENSAMBLE CON BROCHA | 6,0 | 6,0 |
| 7 | 632 NTE 050 A3, A4 | | VERIFICAR CON GAGE PASA NO PASA SK-1262-B Y SK-1262-B1 ESPACIOS ENTRE CHAQUETA SUP Y PUERTOS DE ADMON Y ESCAPE | 6,0 | 6,0 |
| 8 | 632 NTE 050 A5 | | TOMAR PIEZA CON AMBAS MANOS Y COLOCAR EN BANDA NORTE. | 3,0 | 3,0 |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 32,0 | 38,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



COMENTARIOS

||

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMÍA |
| | INSPECCION CALIDAD |
| | ERROR PROOFING. |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| PCC | <input type="checkbox"/> |

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|--------------------------------|-------|------------------------------------|-----------------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | | LÍDER DE GRUPO | |
| NOMBRE | FIRMA | NOMBRE | FIRMA |
| | | ARTURO PRIETO | |
| | | PABLO CISNEROS | |
| | | JESUS PEREZ | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: SEPTIEMBRE 2006 | |
| | | INGENIERÍA INDUSTRIAL | INGENIERO DE PROCESOS |
| | | NOMBRE | NOMBRE |
| | | VIRDIANARAMÍREZ | FIRMA |
| | | JORG VELEZ | FIRMA |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: NVA seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0,04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 38 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN:
ALIMENTA A BANDA DE RETORNO

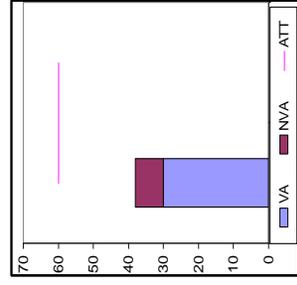
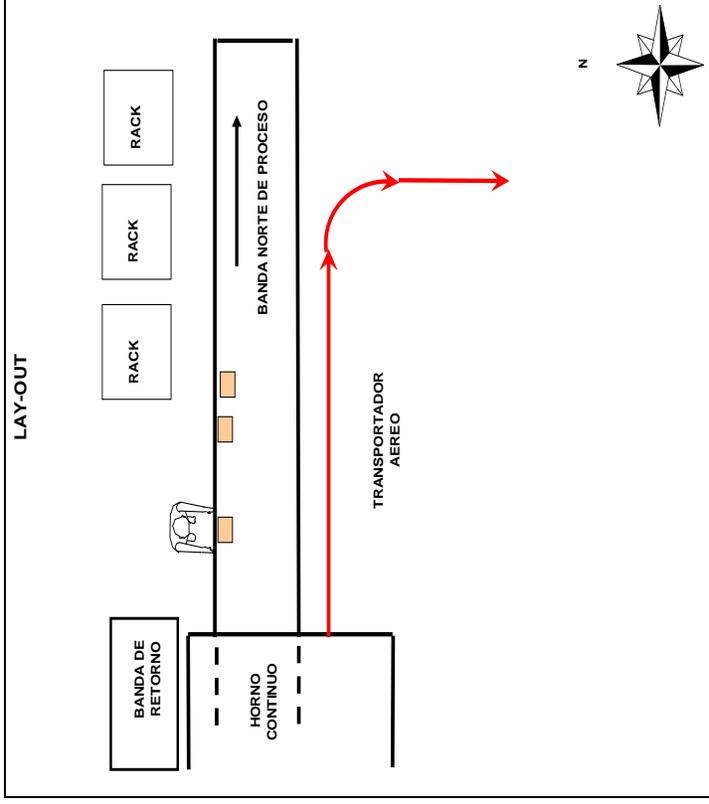
DIRECCIÓN:
632 OTE 010

OPERADOR:
12/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE:
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|---------|---|-------------------------|-------------|
| | | | | MANO DERECHA | ACUMULADO |
| 1 | 632 OTE 010 A1 | | QUITA GANCHOS DE ENSAMBLE Y LOS COLOCA EN DEPOSITO. | 4,0 | 4,0 |
| 2 | 632 OTE 010 A2 | | TOMA PRIMER ENSAMBLE CON LAS DOS MANOS Y LO COLOCA SOBRE BANDA DE RETORNO. | 6,0 | 6,0 |
| 3 | 632 OTE 010 A3 | | TOMA PISTOLA DE AIRE, SOPLETEA ENSAMBLE Y COLOCA EN BANDA DE RETORNO. | 9,0 | 9,0 |
| 4 | 632 OTE 010 A1 | | QUITA GANCHOS DE ENSAMBLE Y LOS COLOCA EN DEPOSITO. | 4,0 | 4,0 |
| 5 | 632 OTE 010 A2 | | TOMA SEGUNDO ENSAMBLE CON DOS MANOS Y SE DIRIGE A BANDA DE RETORNO, COLOCAR ENSAMBLE EN BANDA DE RETORNO. | 6,0 | 6,0 |
| 6 | 632 OTE 010 A3 | | TOMA PISTOLA DE AIRE, SOPLETEA ENSAMBLE Y COLOCA EN BANDA DE RETORNO. | 9,0 | 9,0 |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 30,0 | |
| TIEMPO CICLO (seg.) | | | | 8,0 | 38,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.



COMENTARIOS

||

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMIA |
| | INSPECCIONALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|---|
| KPC | □ |
| KCC | □ |
| POC | □ |

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | INGENIERÍA INDUSTRIAL | | |
| | NOMBRE | FIRMA | FIRMA |
| 1 | ARTURO PRIETO | | CRISTINA JASSO C. |
| 2 | PABLO CISNEROS | | INGENIERO DE PROCESOS |
| 3 | JESUS PEREZ | | FIRMA |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | JORGE VELES |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0.04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 40 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN:
PINTA ENSAMBLE OP. 1

DIRECCIÓN:
632 NTE 070

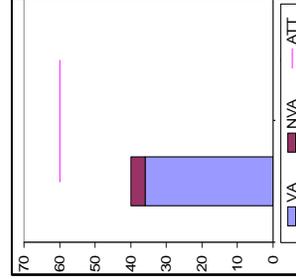
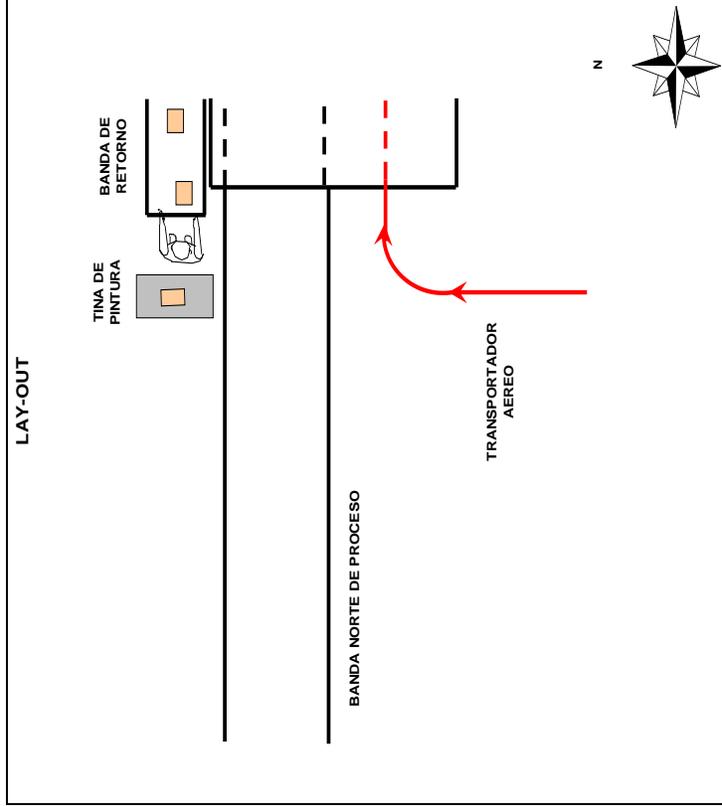
OPERADOR:
13/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE:
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA | REFERENCIA H.E.T. | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|--------------------|-------------------|---------|--|-------------------------|-------------|
| | | | | | MANO IZQUIERDA | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 070 A1 | | | TOMA CON AMBAS MANOS EMSAMBLE DE BANDA DE RETORNO Y LO GIRA 180° Y LO SUMERGE EN TINA DE PINTURA. | 3,0 | 3,0 |
| 2 | 632 NTE 070 A2 | | | COLOCA ENSAMBLE SOBRE BASE DE MADERA EN TINA DE PINTURA CON ESPONJA SECA EXCESO DE PINTURA, EXPRIME ESPONJA. | 11,0 | 11,0 |
| 3 | 632 NTE 070 A3, A4 | | | SECA EXCESO DE PINTURA EN LA PARTE SUPERIOR DE DEL ENSAMBLE, DEJA ESPONJA. | 4,0 | 4,0 |
| 4 | | | | CAMINA HACIA BANDA DE RETORNO POR EL SIGUIENTE ENSAMBLE. | 2,0 | 2,0 |
| 5 | 632 NTE 070 A1 | | | TOMA CON AMBAS MANOS EMSAMBLE DE BANDA DE RETORNO Y LO GIRA 180° Y LO SUMERGE EN TINA DE PINTURA. | 3,0 | 3,0 |
| 6 | 632 NTE 070 A2 | | | COLOCA ENSAMBLE SOBRE BASE DE MADERA EN TINA DE PINTURA CON ESPONJA SECA EXCESO DE PINTURA, EXPRIME ESPONJA. | 11,0 | 11,0 |
| 7 | 632 NTE 070 A3, A4 | | | SECA EXCESO DE PINTURA EN LA PARTE SUPERIOR DE DEL ENSAMBLE, DEJA ESPONJA. | 4,0 | 4,0 |
| 8 | | | | CAMINA HACIA BANDA DE RETORNO POR EL SIGUIENTE ENSAMBLE. | 2,0 | 2,0 |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | | 36,0 | 40,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



| COMENTARIOS | |
|-------------|--|
| | |

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMIA |
| | INSPECCIONALIDAD |
| | ERROR PROOFING. |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| POC | <input type="checkbox"/> |

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------|-------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | LÍDER DE GRUPO | | |
| | NOMBRE | FIRMA | FIRMA |
| 1 | ARTURO PRIETO | | |
| 2 | PABLO CISNEROS | | |
| 3 | JESUS PEREZ | | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO, 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | JORGE VELES |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0.04 m/seg.
EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 40 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN: PINTA ENSAMBLE OP. 2
DIRECCIÓN: 632 NTE 070

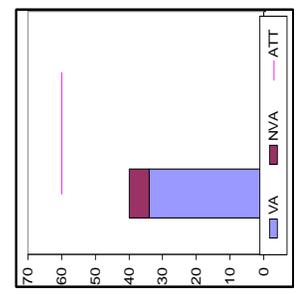
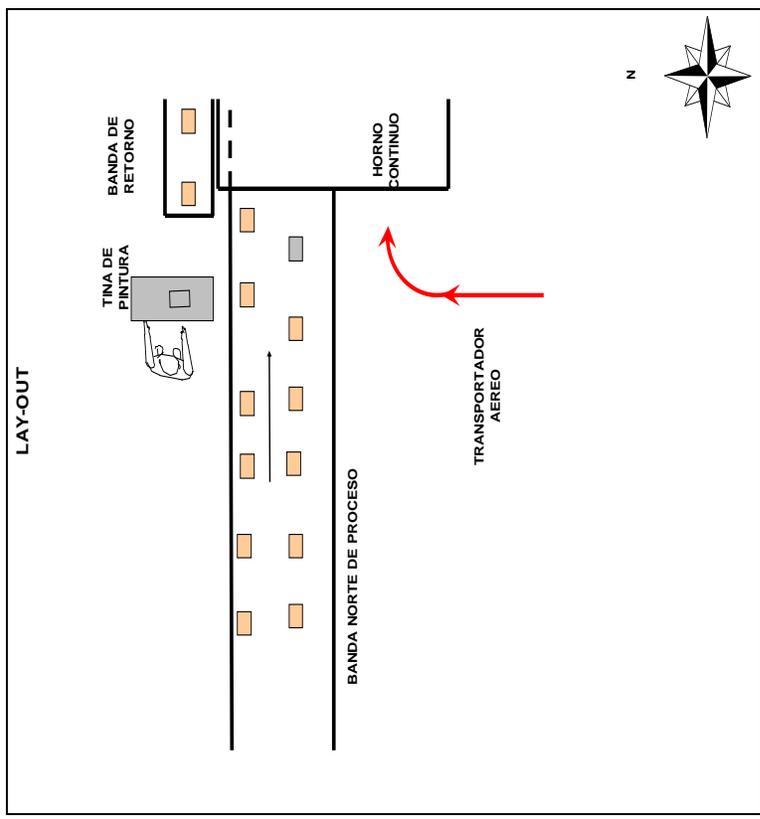
OPERADOR: 14/15

PROCESO/MODELO/No DE PARTE: CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA REFERENCIA H.E.T. | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|------------------------------|---------|--|-------------------------|-------------|
| | | | | TIEMPO UNITARIO | ACUMULADO |
| 1 | 632 NTE 070 A1 | | SECA EXCESO DE PINTURA CON ESPONJA EXPRIME ESPONJA . TOMA PRIMER ENSAMBLE CON AMBAS MANOS Y GIRA PIEZA 180°. COLOCA PIEZA EN BARRA DE MADERA SOBRE TINA DE PINTURA PARA ESCURRIR PIEZA. | 5,0 | 5,0 |
| 2 | 632 NTE 070 A2 | | SECA EXCESO DE PINTURA EN PARTE SUPERIOR DEL ENSAMBLE, DEJA ESPONJA. | 12,0 | 12,0 |
| 3 | 632 NTE 070 A3 | | TOMA ENSAMBLE CON AMBAS MANOS Y LO DEJA EN BANDA DE HORNO CONTINUO, GIRA HACIA SIGUIENTE PIEZA. | 3,0 | 3,0 |
| 4 | 632 NTE 070 A1 | | SECA EXCESO DE PINTURA CON ESPONJA EXPRIME ESPONJA . TOMA PRIMER ENSAMBLE CON AMBAS MANOS Y GIRA PIEZA 180°. COLOCA PIEZA EN BARRA DE MADERA SOBRE TINA DE PINTURA PARA ESCURRIR PIEZA. | 5,0 | 5,0 |
| 5 | 632 NTE 070 A2 | | SECA EXCESO DE PINTURA EN PARTE SUPERIOR DEL ENSAMBLE, DEJA ESPONJA | 12,0 | 12,0 |
| 6 | 632 NTE 070 A3 | | TOMA ENSAMBLE CON AMBAS MANOS Y LO DEJA EN BANDA DE HORNO CONTINUO, GIRA HACIA SIGUIENTE PIEZA. | 3,0 | 3,0 |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 34,0 | 40,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



COMENTARIOS

| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMÍA |
| | INSPECCIONALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| PCC | <input type="checkbox"/> |

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|---------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | | LÍDER DE GRUPO | |
| NOMBRE | FIRMA | NOMBRE | FIRMA |
| | | ARTURO PRIETO | |
| | | PABLO CISNEROS | |
| | | JESUS PEREZ | |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | |
| | | JORGE VELES | |

G.M.M. PLANTA FUNDICIÓN

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TIEMPO TACTO: N/A seg.
 VELOCIDAD DE TRANSPORTADOR: 0,04 m/seg.
 EFICIENCIA PLANEADA: 85 %
 TIEMPO CICLO DE LA OPERACIÓN: 35 seg.

NOMBRE DE LA OPERACIÓN
ESTIBA ENSAMBLE EN RACK

DIRECCIÓN
632 OTE 010

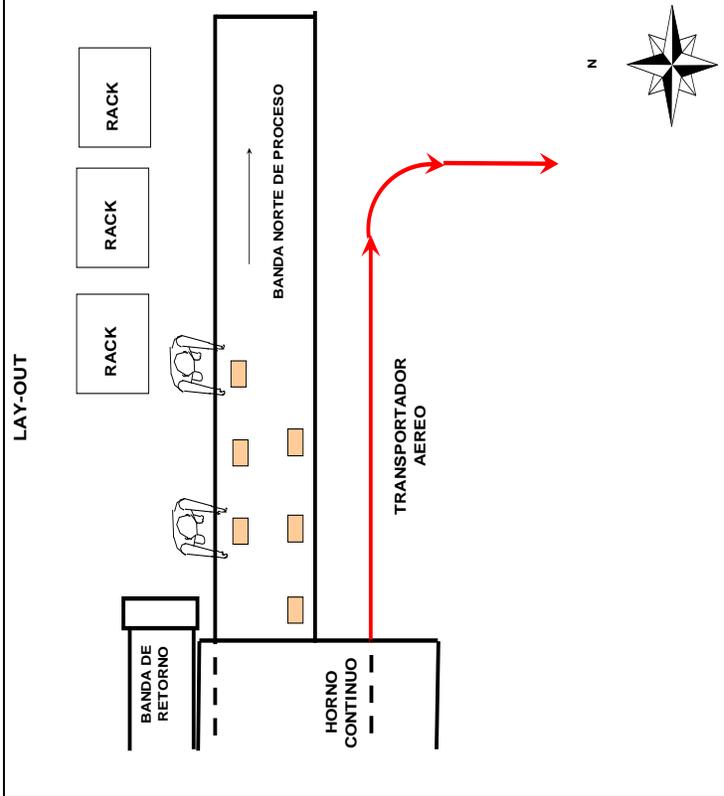
OPERADOR
15/15

PROCESO/MODELO/NO DE PARTE
CAB V8 (059, 062, 906)

| PASO | ÁREA | | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO DE TRABAJO | TABLA DE TIEMPOS (seg.) | |
|---|--------------------|---------|---|-------------------------|-------------|
| | REFERENCIA H.E.T. | SÍMBOLO | | TIEMPO UNITARIO | ACUMULADO |
| 1 | 632 OTE 010 A1 | | INSPECCIONA CON LAMPARA CAVIDADES DEL PRIMER ENSAMBLE | 8,0 | 8,0 |
| 2 | 632 OTE 010 A2, A3 | | TOMA CON AMBAS MANOS PRIMER ENSAMBLE Y LO ESTIBA EN RACK | 7,0 | 7,0 |
| 3 | | | REGRESA A BANDA | 3,0 | 3,0 |
| 4 | 632 OTE 010 A1 | | INSPECCIONA CON LAMPARA CAVIDADES DEL SEGUNDO ENSAMBLE | 6,0 | 6,0 |
| 5 | 632 OTE 010 A2, A3 | | TOMA CON AMBAS MANOS SEGUNDO ENSAMBLE Y LO ESTIBA EN RACK | 8,0 | 8,0 |
| 6 | | | REGRESA A BANDA | 3,0 | 3,0 |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| TIEMPO TOTAL DE ELEMENTOS V.A. / N.V.A. (seg.) | | | | 29,0 | 35,0 |

ACTUAL TAKT TIME 60 seg.

TIEMPO CICLO (seg.)



COMENTARIOS

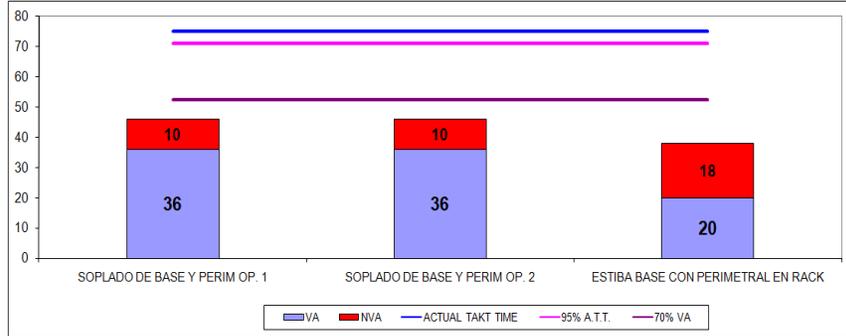
| SIMB. | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------------------|
| | PUNTO DE INICIO (VERDE) |
| | ERGONOMIA |
| | INSPECCIÓN CALIDAD |
| | ERROR PROOFING |
| | ITEM DE SEGURIDAD |
| | PUNTO FINAL (ROJO) |

| ITEMS DE CALIDAD | |
|------------------|--------------------------|
| KPC | <input type="checkbox"/> |
| KCC | <input type="checkbox"/> |
| POC | <input type="checkbox"/> |

| CUADRO DE FIRMAS | | | |
|-----------------------------------|--------|-------------------------------|-----------------------|
| LÍDER DE EQUIPO DE TRABAJO | FIRMA | FIRMA | FIRMA |
| | NOMBRE | NOMBRE | NOMBRE |
| 1 | | ARTURO PRIETO | CRISTINA JASSO C. |
| 2 | | PABLO CISNEROS | INGENIERO DE PROCESOS |
| 3 | | JESUS PEREZ | FIRMA |
| FECHA DE EMISIÓN: FEBRERO 2003 | | FECHA DE REVISIÓN: MARZO 2006 | |
| | | JORGE VELES | |

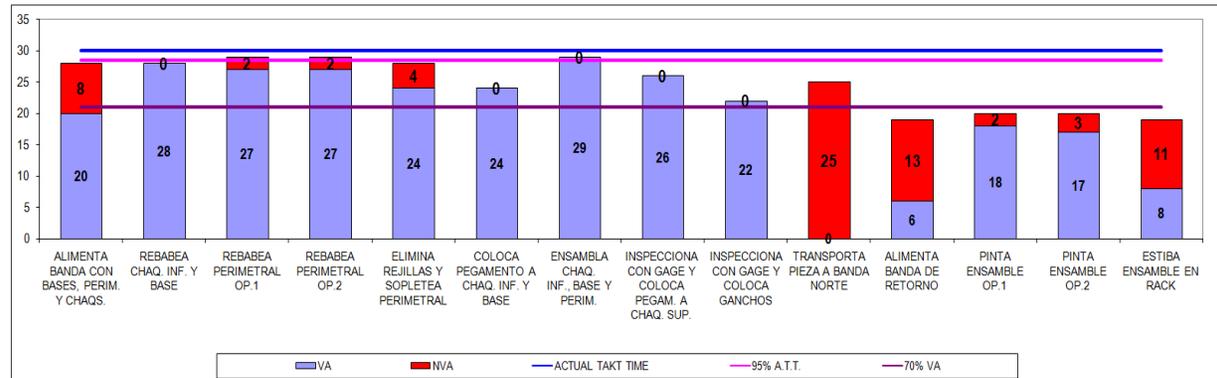
PARED DE BALANCEO SOPLADO BASE Y PERIM 059, 062, 0906

| 10-Jan-08 | 1 | 2 | 3 |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| ESTACION | SOPLADO DE BASE Y PERIM OP. 1 | SOPLADO DE BASE Y PERIM OP. 2 | ESTIBA BASE CON PERIMETRAL EN RACK |
| VA | 36 | 36 | 20 |
| NVA | 10 | 10 | 18 |
| ACTUAL TAKT | 75 | 75 | 75 |
| 95% A.T.T. | 71 | 71 | 71 |
| 70% VA | 53 | 53 | 53 |
| TOTAL | 46 | 46 | 38 |



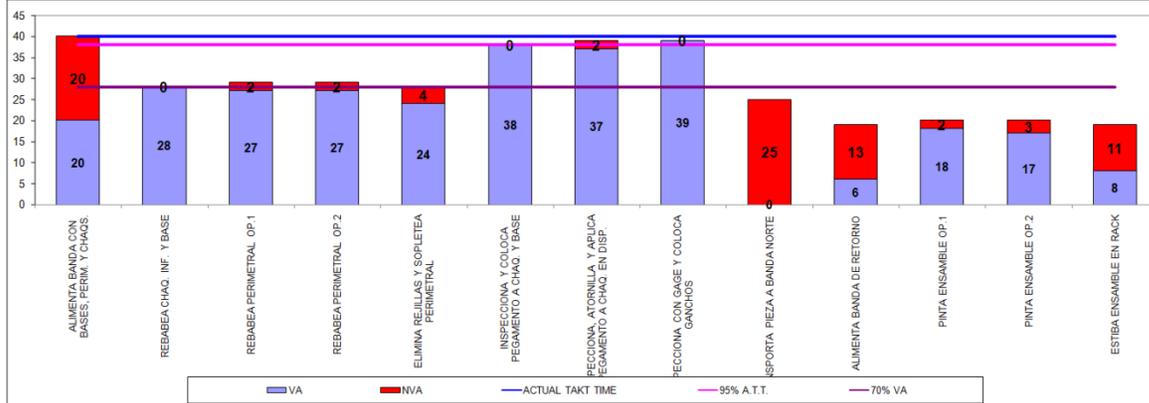
PARED DE BALANCEO ENSAMBLE 059, 062, 0906

| 10-Jan-08 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|--------------|---|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| ESTACION | ALIMENTA BANDA CON BASES, PERIM. Y CHAQS. | REBABEA CHAQ. INF. Y BASE | REBABEA PERIMETRAL OP.1 | REBABEA PERIMETRAL OP.2 | ELIMINA REJILLAS Y SOPLETEA PERIMETRAL | COLOCA PEGAMENTO A CHAQ. INF. Y BASE | ENSAMBLA CHAQ. INF., BASE Y PERIM. | INSPECCIONA CON GAGE Y COLOCA PEGAM. A CHAQ. SUP. | INSPECCIONA CON GAGE Y COLOCA GANCHOS | TRANSPORTA PIEZA A BANDA NORTE | ALIMENTA BANDA DE RETORNO | PINTA ENSAMBLE OP.1 | PINTA ENSAMBLE OP.2 | ESTIBA ENSAMBLE EN RACK |
| VA | 20 | 28 | 27 | 27 | 24 | 24 | 29 | 26 | 22 | 0 | 6 | 18 | 17 | 8 |
| NVA | 8 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 13 | 2 | 3 | 11 |
| ACTUAL TAKT | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 95% A.T.T. | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| 70% VA | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| TOTAL | 28 | 28 | 29 | 29 | 28 | 24 | 29 | 26 | 22 | 25 | 19 | 20 | 20 | 19 |



PARED DE BALANCEO ENSAMBLE 059, 062, 906

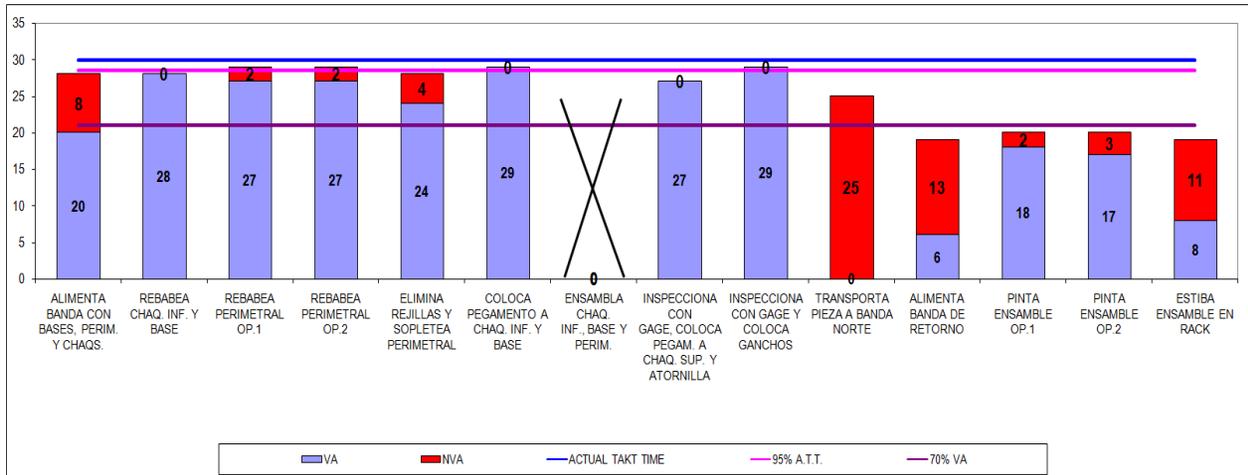
| Marzo 2008 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------------|---|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--|---|--|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| ESTACION | ALIMENTA BANDA CON BASES, PERIM. Y CHAQS. | REBABEA CHAQ. INF. Y BASE | REBABEA PERIMETRAL OP.1 | REBABEA PERIMETRAL OP.2 | ELIMINA REJILLAS Y SOPLETEA PERIMETRAL | INSPECCIONA Y COLOCA PEGAMENTO A CHAQ. Y BASE | INSPECCIONA, ATORNILLA Y APLICA PEGAMENTO A CHAQ. EN DISP. | INSPECCIONA CON GAGE Y COLOCA GANCHOS | TRANSPORTA PIEZA A BANDA NORTE | ALIMENTA BANDA DE RETORNO | PINTA ENSAMBLE OP.1 | PINTA ENSAMBLE OP.2 | ESTIBA ENSAMBLE EN RACK |
| VA | 20 | 28 | 27 | 27 | 24 | 38 | 37 | 39 | 0 | 6 | 18 | 17 | 8 |
| NVA | 20 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 2 | 0 | 25 | 13 | 2 | 3 | 11 |
| ACTUAL TAKT | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 95% A.T.T. | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| 70% VA | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| TOTAL | 40 | 28 | 29 | 29 | 28 | 38 | 39 | 39 | 25 | 19 | 20 | 20 | 19 |



PROPUESTA ADICIONAL DE MEJORA AL PROCESO (MEJORA CONTINUA DE LA PRODUCTIVIDAD)

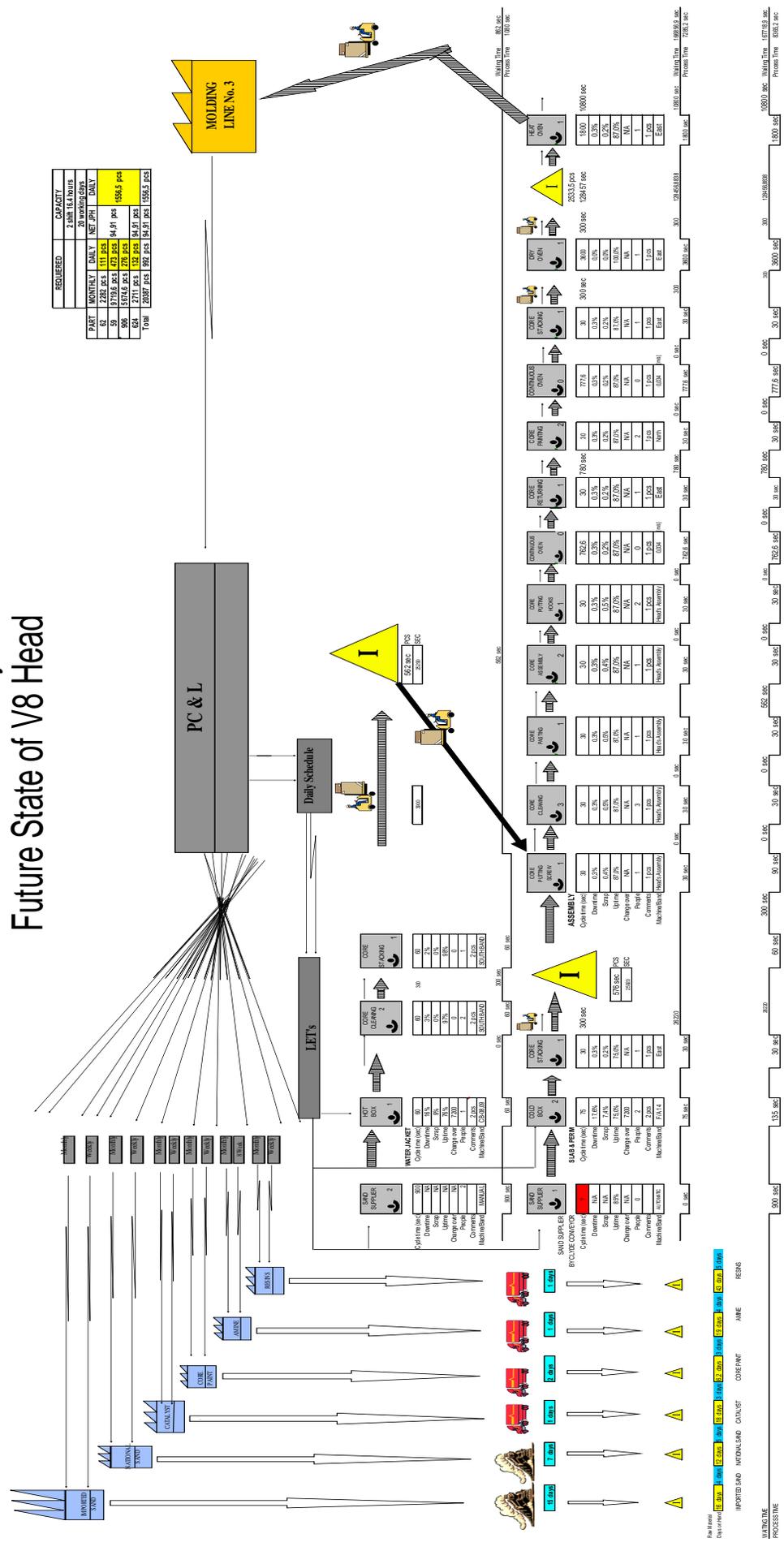
PARED DE BALANCEO ENSAMBLE 059, 062, 0906

| 10-Jan-08 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|--------------|---|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| ESTACION | ALIMENTA BANDA CON BASES, PERIM. Y CHAQS. | REBABEA CHAQ. INF. Y BASE | REBABEA PERIMETRAL OP.1 | REBABEA PERIMETRAL OP.2 | ELIMINA REJILLAS Y SOPLETEA PERIMETRAL | COLOCA PEGAMENTO A CHAQ. INF. Y BASE | ENSAMBLA CHAQ. INF. Y BASE Y PERIM. | INSPECCIONA CON GAGE, COLOCA PEGAM. A CHAQ. SUP. Y ATORNILLA | INSPECCIONA CON GAGE Y COLOCA GANCHOS | TRANSPORTA PIEZA A BANDA NORTE | ALIMENTA BANDA DE RETORNO | PINTA ENSAMBLE OP.1 | PINTA ENSAMBLE OP.2 | ESTIBA ENSAMBLE EN RACK |
| VA | 20 | 28 | 27 | 27 | 24 | 29 | 0 | 27 | 29 | 0 | 6 | 18 | 17 | 8 |
| NVA | 8 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 13 | 2 | 3 | 11 |
| ACTUAL TAKT | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 95% A.T.T. | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| 70% VA | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| TOTAL | 28 | 28 | 29 | 29 | 28 | 29 | 0 | 27 | 29 | 25 | 19 | 20 | 20 | 19 |



GMM Toluca - Foundry Plant

Future State of V8 Head



| PART | MONTHLY | | DAILY | | DAILY |
|-------|---------|------|-------|-----|--------|
| | REQ | ACT | REQ | ACT | |
| 62 | 2382 | 8211 | 111 | 105 | 1596.6 |
| 59 | 8719 | 8211 | 470 | 105 | 1596.6 |
| 58 | 5145 | 8211 | 247 | 105 | 1596.6 |
| 64 | 2311 | 8211 | 112 | 105 | 1596.6 |
| TOTAL | 2382 | 8211 | 960 | 420 | 1596.6 |

| REQUIRED | | CAPACITY | |
|----------|-------|----------------|-----------------|
| MONTHLY | DAILY | 24hrs/16.4days | 20 working days |
| 2382 | 111 | 2400 | 1600 |
| 8719 | 470 | 2400 | 1600 |
| 5145 | 247 | 2400 | 1600 |
| 2311 | 112 | 2400 | 1600 |
| TOTAL | 3355 | 2400 | 1600 |

Inventory
 Suppliers
 IMPORTED SAND
 MOLDING SAND
 CATALYST
 CORE-PAINT
 ANNE
 REINS

WAITING LINE
 PROCESS TIME

BIBLIOGRAFÍA

- NIEBEL, Benjamien W
"Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos"
Ed. Alfa Omega
México, 1995.
- HODSON, William K. et Al
"MAYNARD. MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL"
Ed. Mc. GRAW-HILL
México, 1996.
- www.gm.com
- Intranet de la empresa (GMM)