



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

Estudio de Ingeniería de Métodos, Taller de Joyería Darhian C.A.

Asesor:

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Integrantes:

Arzolay, Marien

Blanco, Alejandra

De Freitas, Guadalupe

Meléndez, Giolenny

Morales, Davey

CIUDAD GUAYANA, 23 DE SEPTIEMBRE DE 2016

Contenido

- **Introducción**
- **El Problema**
- **La Empresa**
- **Diseño Metodológico**
- **Situación Actual**
- **Estudio de Tiempos**
- **Análisis de los Resultados**
- **Situación Propuesta**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**



Introducción

En los últimos años, el control de gestión en las organizaciones ha ido incrementándose gradualmente, por lo que, dichas organizaciones deben mantener un progreso constante y acorde con las exigencias que el medio les presenta. La competitividad entre las empresas, ha obligado a desarrollar un plan de mejoramiento en la realización de sus actividades, debido a que las exigencias por parte de los clientes son cada vez mas elevadas, para cumplir este propósito visualizan cuales son las herramientas que les permitan cumplir esas expectativas, con el fin de ofrecer una prestación de servicios eficiente al público en general.

Este trabajo aborda el estudio investigativo desarrollado en el taller Joyería Darhian, que fabrica y repara diferentes piezas de joyería por pedidos, sin embargo se tomará como base de la investigación el proceso de fabricación de anillos de grado, ya que, es la joya mas demandada, teniendo en cuenta la tecnología a utilizar, los recursos disponibles, las posibilidades de tiempo y espacio.

La investigación se basa en describir el método de trabajo y la forma de ejecutar las diferentes etapas del proceso de fabricación de anillos de grado, para obtener un enfoque global y así estudiar las posibles deficiencias que se presenten para proporcionar las posibles mejoras que se puedan aplicar.



Planteamiento del Problema

Demora en el proceso de fabricación de anillos de grado debido a irregularidades en el área de mezclado por deficiencia del operario en el taller de Joyería Darhian C.A.

El origen del problema surge debido a que:

- **El área de trabajo en el cual se ejecutan las actividades no se encuentra en condiciones óptimas, ya que presenta una mala distribución.**
- **El proceso de producción no está estandarizado.**



Antecedentes del Problema

Sus productos son realizados a contra pedido, requiriendo la utilización de máquinas, equipos, herramientas y una infraestructura adecuada, no obstante al hacer la distribución de los equipos se encuentran algunas áreas en congestión, incomodando el área de trabajo, generando retrasos y posibles accidentes.

A causa de las limitaciones de la infraestructura del taller las áreas de fundición y vaciado comparten el mismo espacio físico, provocando un cuello de botella en el proceso de fabricación.

No se encuentra estandarizado el proceso de mezclado, lo cual conlleva al operario a realizar dicha actividad utilizando la técnica del tanteo.

No se han realizado estudios que permitan determinar el tiempo estándar de fabricación de anillos de grado y de ningún otro tipo de anillo.



Objetivo General



Analizar y describir el proceso de fabricación de anillos de grado en el taller de Joyería Darhian C.A, a través de la realización de un estudio de movimientos y estudio de tiempos como herramientas básicas de la ingeniería de métodos, con el fin de proponer un nuevo método de trabajo.



Objetivos específicos

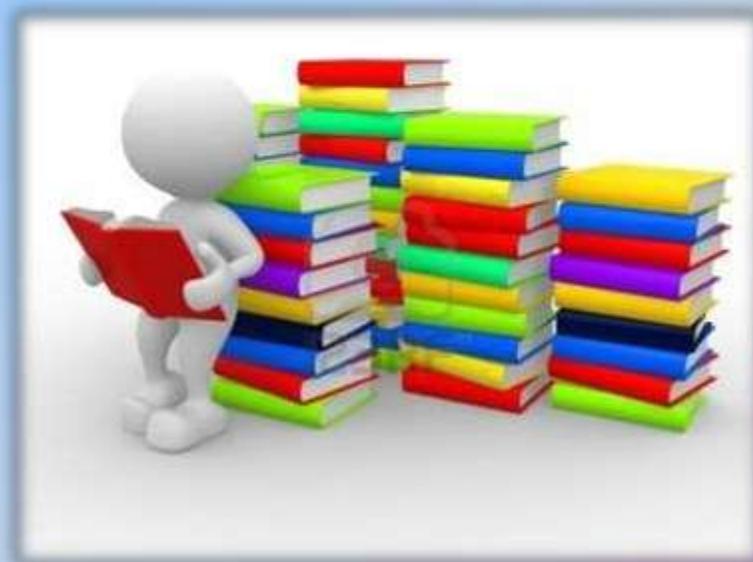


- 1. Definir a quién se le realizará el estudio.**
- 2. Describir el método de trabajo actual de la fabricación de anillos de grado.**
- 3. Elaborar el diagrama de procesos para la fabricación de anillos de grado (método actual).**
- 4. Elaborar el diagrama de flujo o recorrido para la fabricación de anillos de grado (método actual).**
- 5. Detectar las posibles mejoras al proceso de fabricación de anillos de grado.**
- 6. Aplicar la técnica del interrogatorio al proceso de fabricación de anillos de grado.**
- 7. Evaluar las preguntas de la OIT al proceso de fabricación de anillos de grado.**
- 8. Aplicar los enfoques primarios al proceso de fabricación de anillos de grado.**
- 9. Describir el nuevo método de trabajo.**
- 10. Elaborar el diagrama de proceso al método propuesto.**
- 11. Elaborar el diagrama de flujo al método propuesto.**
- 12. Describir la actividad a la cual se le realizará el estudio de tiempo.**
- 13. Determinar el tiempo promedio seleccionado (TPS).**
- 14. Calcular la clasificación de velocidad (Cv).**
- 15. Determinar el tiempo normal (TN).**
- 16. Asignar tolerancias (fatiga, necesidades personales).**
- 17. Cálculo del tiempo estándar (TE).**

Justificación

El estudio realizado es importante, porque permite buscar solución a los distintos problemas que se están presentando en el área de fabricación de anillos de grado del taller de Joyería Darhian C.A, con el objetivo de identificar aquellas causas que generan un efecto improductivo dentro del proceso de fabricación de anillos de grado.

El proyecto se realiza con el fin de mejorar el proceso de fabricación de anillos de grado, brindando la información necesaria para cumplir con dicho objetivo. Así mismo, es necesario determinar el tiempo de ejecución de la operación de inyectado de cera por ser una de las actividades más repetitivas y la base del proceso. Evidentemente se estudiará la alternativa de mejorar las deficiencias que se puedan estar presentando de acuerdo con los resultados obtenidos, por ende será posible mejorar la efectividad y productividad del proceso, gracias al uso de herramientas de ingeniería de métodos, logrando así evitar pérdidas de tiempo y mejorar la calidad en los anillos de grado.



Delimitación

En el taller de Joyería Darhian C.A se fabrican variedad de accesorios de joyería, al ensayar el método de estudio se eligió analizar el proceso de fabricación de anillos de grado, considerando el trabajo realizado por el operario, con el fin de determinar las razones por las cuales el rendimiento del proceso se ve afectado, y así poder plantear soluciones para lograr el beneficio óptimo del taller. Además, para efectos de el estudio de tiempo se ha seleccionado la operación de inyectado de cera.



Limitaciones

Estudiando el método de trabajo actual, surgieron las siguientes limitaciones:



El taller no posee planos, lo cual conllevó a la elaboración de dichos planos tomando las medidas correspondientes.

El proceso de fabricación de anillos de grado, específicamente en el área de mezclado no cuenta con una estandarización.

La distribución del área es limitada, generando una interferencia en el estudio de movimientos.

La disponibilidad de los horarios de los investigadores no coinciden con los horarios del taller, dificultando la realización de la práctica.

El taller de Joyerías Darhian C.A no posee datos históricos, ya que nunca se han efectuado un estudio de tiempo que permitan realizar una comparación entre el tiempo estándar calculado y dicha referencia histórica.

Los tiempos de preparación inicial y final no están estandarizados por lo cual se tuvo que hacer un estimado durante las visitas.

La Empresa



Nombre de la empresa: Taller de Joyería Darhian C.A

Horario de trabajo:
9:00 am – 1:00 pm
2:00 pm – 6:00 pm

Ubicación geográfica:
Cruce de Carrera Upata, Av. Las Américas, Edificio Torre Ruth, Piso 1, Local 4, Centro de Puerto Ordaz, Municipio Caroní, Estado Bolívar.

Reseña histórica:

El Taller de Joyería Darhian C.A se formalizó en el año 2008, especializado en la orfebrería y comercialización, surge con la finalidad de cubrir la demanda al mayoreo proveniente de las distintas joyerías ubicadas en la zona y la región en general.

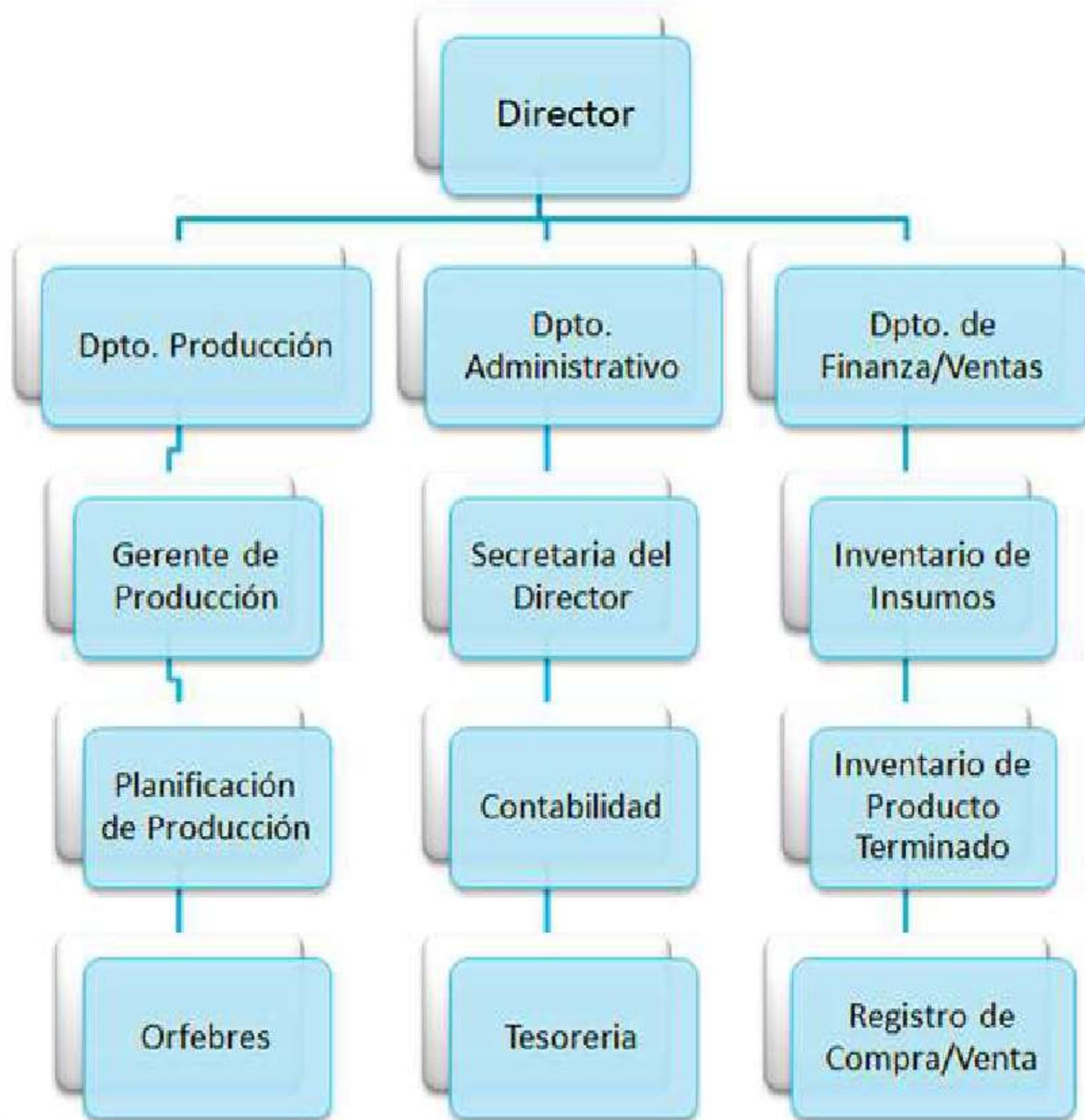
Tiene como función principal fabricar, reparar y comercializar prendas de joyería al mayor y al detal prestando servicio tanto a tiendas como a particulares (público en general).

Objetivo:

El taller de Joyería Darhian C.A tiene como objetivo fundamental transformar metales preciosos en piezas de joyerías, mediante el uso de procesos mecánicos, químicos y metalúrgicos, con el fin de ser comercializada y obtener beneficios económicos.

Es un taller dedicado a la excelencia, a los costos más bajos posibles de la industria y participar en aquellos negocios que ofrezcan las mayores posibilidades de crecimientos y utilidad.

Estructura Organizacional de la Empresa



~~Productos que Fabrica el Taller~~

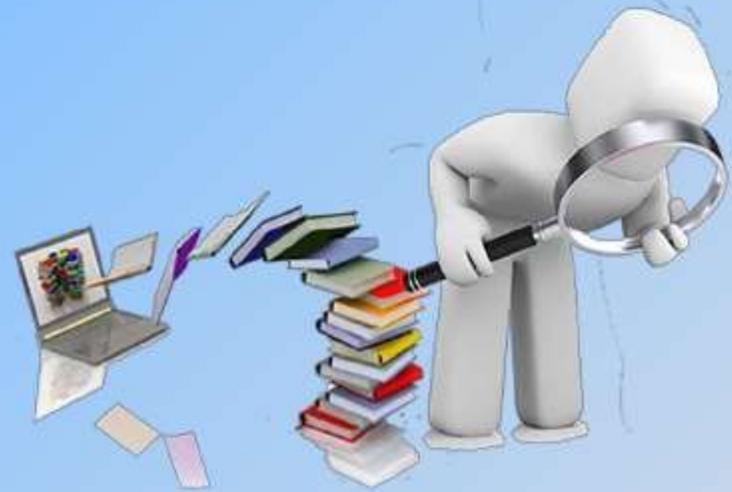
- Anillos de Grado
- Anillos de Caballero
- Anillos de Damas
- Anillos de Compromisos
- Aros de Matrimonio
- Dijes
- Placas
- Pulseras
- Esclavas
- Cadenas
- Zarcillos
- Argollas
- Otros



~~Diseño Metodológico~~

Tipo de estudio:

Investigación por muestras con diseño no experimental:



Población

La población son el conjunto de productos fabricados en el taller, la variedad de piezas que se pueden fabricar son las siguientes:



POBLACIÓN



- Anillos de grado
- Anillos de caballero
- Anillos de dama
- Anillos de compromiso
- Anillos de matrimonio
- Dijes
- Placas
- Pulseras
- Esclavas
- Cadenas
- Zarcillos
- Argollas, entre otros

Muestra

La muestra seleccionada son los anillos de grado, por ser uno de los productos más vendidos.



Recursos



Físicos

Papel, Lápiz, Tablet, Computadora, Dinero Pendrive (USB)
Teléfono Celular:
-Cámara
-Cronómetro
-Grabadora



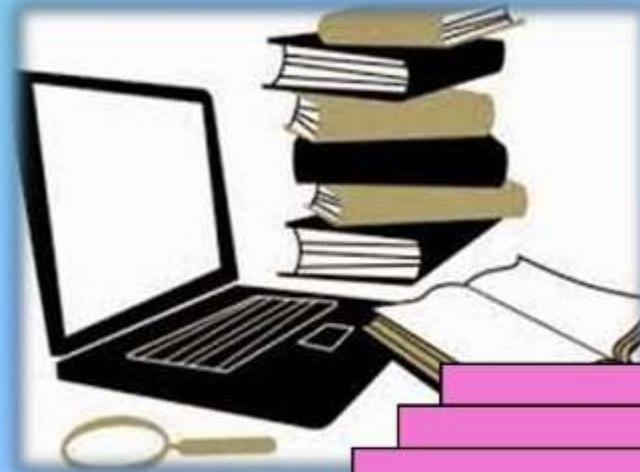
Humanos

- Gerente de producción encargado de explicar el proceso de fabricación.
- Personal que labora en el taller.

Técnica de Recolección de Datos



**Observación
Directa**



**Revisión
de
documental**



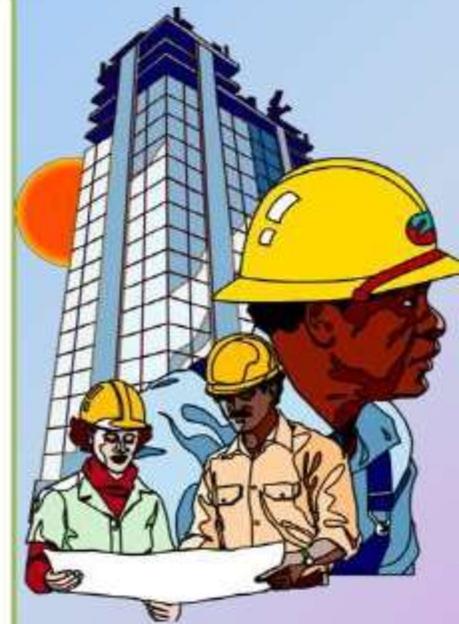
**Entrevista
no
estructurada**



Cronometraje

Procedimiento Metodológico para el Estudio de Movimientos

- 1. Recorrido en toda la instalación para inspeccionar cada una de las áreas.**
- 2. Charla de descripción del proceso.**
- 3. Descripción del método de trabajo actual en el proceso de fabricación de anillos de grado.**
- 4. Elaboración del diagrama de procesos siguiendo al operario.**
- 5. Realización de un plano actualizado de la empresa especificando exactamente como están distribuidas las máquinas.**
- 6. Elaboración del diagrama de flujo de recorrido actual.**
- 7. Realizar un análisis general de las fallas encontradas.**
- 8. Aplicación de la técnica del interrogatorio.**
- 9. Evaluación del contexto en el que se desarrolla el proceso de fabricación de anillos de grado a través de la aplicación de las preguntas establecidas por la OIT.**
- 10. Ejecución del análisis operacional a través de un enfoque primario.**
- 11. Diseño de un nuevo método de trabajo en donde se exponen cambios en los aspectos que lo requieran con el objetivo de mejorar el proceso de fabricación de anillos de grado.**
- 12. Elaboración del diagrama de procesos del método propuesto que refleja las modificaciones sugeridas.**
- 13. Elaboración del diagrama de flujo de recorrido del método propuesto reflejando mejoras en el proceso.**
- 14. Análisis de las mejoras planteadas.**



Procedimiento Metodológico para el Estudio de Tiempos

- 1. Selección de la operación a estudiar (inyectado en cera)**
- 2. Selección del operario a evaluar.**
- 3. Determinación del tamaño de la muestra.**
- 4. Recolección de muestras (Cronometraje).**
- 5. Cálculo de tiempo promedio seleccionado de la operación en estudio.**
- 6. Determinación de la clasificación de la velocidad (Cv) mediante el método Westinghouse.**
- 7. Determinación del tiempo normal (TN).**
- 8. Asignación de las tolerancias (fatiga, necesidades personales)**
- 9. Normalización de las tolerancias**
- 10. Cálculo de tiempo estándar (TE).**
- 11. Análisis de los resultados.**



Situación Actual



El Método de Trabajo

Viene dado por

Proceso de solicitud del anillo de grado

Método de fabricación de anillos de grado



Diagrama de Proceso Actual de la Fabricación de Anillos de Grado en el taller de Joyería Darhian

C.A.

Diagrama: Proceso

Proceso: Fabricación de anillos de grado.

Inicio: El gerente de producción recibe el pedido.

Fin: El operario entrega el anillo de grado en recepción.

Fecha: 26/08/2016

Método: Actual

Seguimiento: Operario

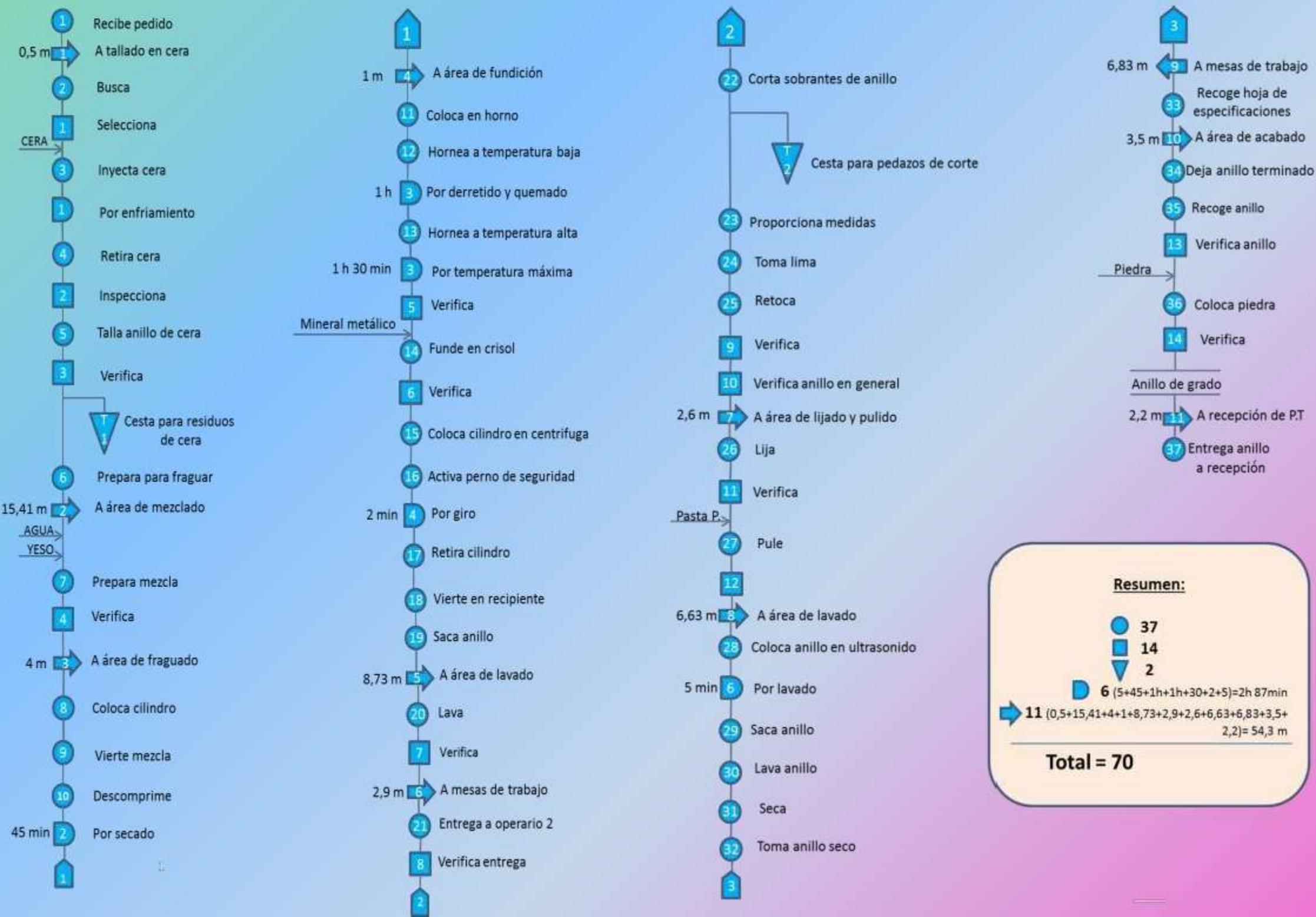


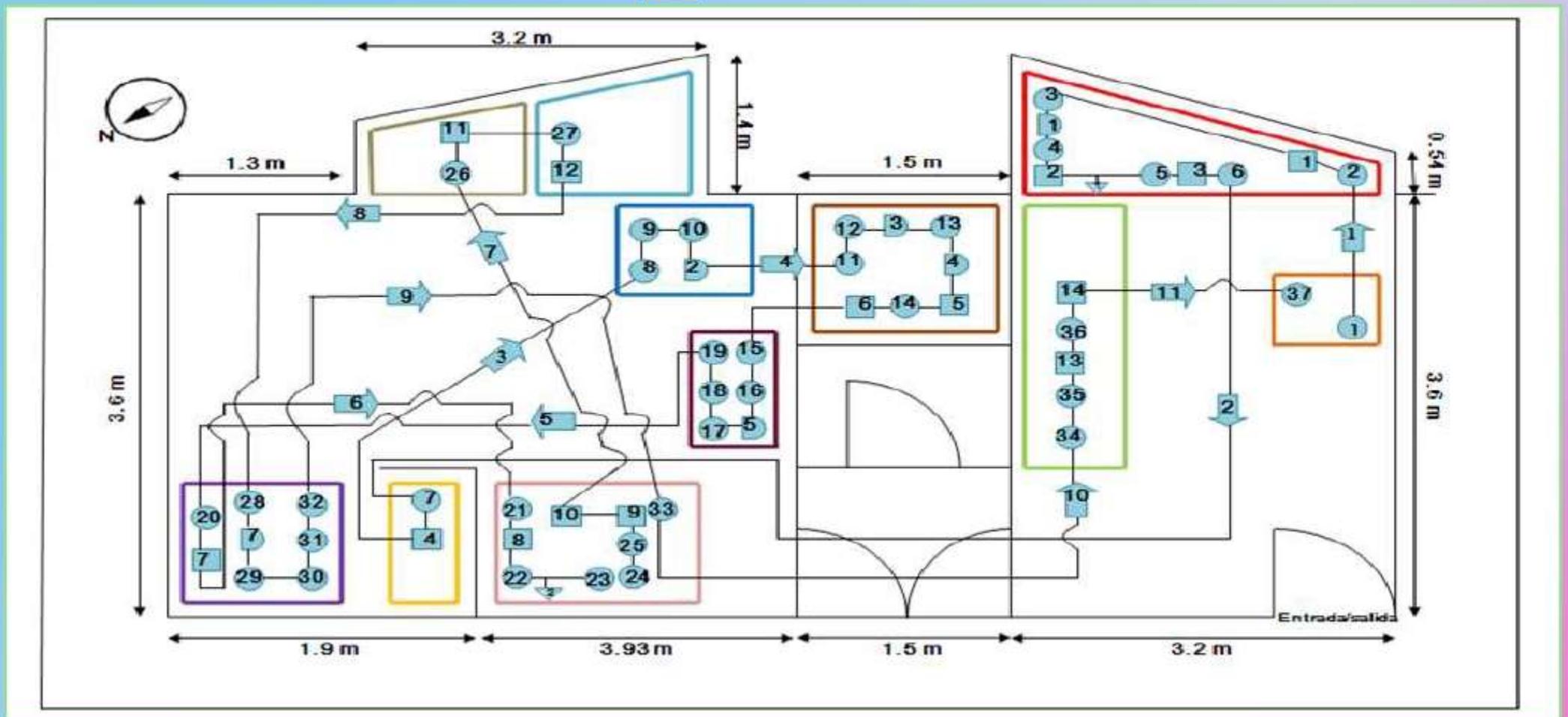
Diagrama de Flujo de Recorrido Actual de la Fabricación de Anillos de Grado en el taller de Joyería Darhian C.A.

Escala: sin escala

L x A: 3.6 m x 10.53m

Leyenda:

- Área de Tallado en cera
- Área de Mezclado
- Área de Lavado
- Área de Fraguado
- Área de Fundición
- Área de Vaciado
- Área de Mesas de Trabajo
- Área de Lijado
- Área de Pulido
- Área de Acabado
- Oficina de Recepción





Técnica del Interrogatorio

Esta técnica fue aplicada al proceso en general, con el fin de identificar aquellos factores que afectan la eficiencia del proceso de fabricación de anillos de grado.

Propósito:

¿Qué se hace?

Se fabrican anillos de grado cumpliendo con las especificaciones del cliente.

¿Por qué se hace?

Porque es una de las joyas que presenta más demanda por los clientes.

¿Qué otra cosa debería hacerse?

Cualquier otra joya que se encuentre en el catálogo, o que sea solicitada por los clientes y que la empresa este en la capacidad de fabricar.

¿Qué debería hacerse?

Fabricar anillos de grado y cualquier otra joya que la empresa este en la capacidad de realizar.

Lugar:

¿Dónde se hace?

En el taller de fabricación joyerías Darhian, donde se encuentran todas las máquinas y herramientas necesarias para la fabricación de anillos de grado.

¿Por qué se hace allí?

Porque fue el lugar adquirido por el gerente general al momento de iniciar su empresa, además de que el recinto se encuentra cercano a la oficina comercial.

¿En que otro lugar podría hacerse?

Hasta el momento en ningún otro lugar, al menos que trasladen las maquinas o se alquile otro espacio con características similares.

¿Dónde debería hacerse?

En un taller más amplio y con una mejor distribución en sus áreas, pero actualmente no se cuenta con los ingresos suficientes para tal adquisición.



Técnica del Interrogatorio

Sucesión:

¿Cuándo se hace?

Se realiza cuando el cliente solicita el pedido, y se verifica si hay materia prima disponible, luego dicha solicitud es enviada al taller de fabricación.

¿Por qué se hace entonces?

Porque no se puede realizar la pieza sin tener las especificaciones del cliente y además sin contar con la materia prima adecuada para el diseño de fabricación del anillo.

¿Cuándo podría hacerse?

Únicamente cuando el cliente haya aceptado el presupuesto, y se disponga de la materia prima para la fabricación del anillo y se haya cumplido con las órdenes anteriores.

¿Cuándo debería hacerse?

Cuando el cliente haya aceptado el presupuesto, se disponga de la materia prima necesaria y se haya cumplido con las solicitudes anteriores.

Persona:

¿Quién lo hace?

Lo realizan tres (3) operarios (una cerista y dos repasadores), cada uno interviene en fases distintas de la operación según lo requiera el proceso.

¿Por qué lo hace esa persona?

Porque son los que están más capacitados para ese trabajo.

¿Qué otra persona podría hacerlo?

El gerente de producción, que también está capacitado para el uso de las máquinas que se encuentran el taller.

¿Quién debería hacerlo?

Cualquier otra persona siempre y cuando tenga la capacitación requerida para realizar la operación.



Técnica del Interrogatorio

Medios:

¿Cómo se hace?

El gerente de producción al recibir el pedido lo envía al operario 1 (cerista) que se encuentra en el área de tallado en cera. Seguido de esto se inyectan los distintos logos, coronas y cuerpos que conforman el anillo, esto se realiza a través de una máquina inyectora de cera que trabaja a una temperatura de 160 ° F y presión de 30. Una vez tallado el molde de cera

según las especificaciones se prepara para ser fraguado, al terminar la mezcla el cilindro es colocado sobre el vacum y la mezcla se vierte dentro de él para posteriormente ser sometida a un proceso de descompresión. Se lleva el cilindro con la mezcla ya seca al área de fundición, colocando el cilindro en un horno semiautomático el cual trabaja a 110 voltios.

Alcanzada la temperatura requerida, el cilindro es colocado en la centrifuga, donde previamente se ha fundido en un crisol una cantidad determinada de mineral metálico, al terminar de colocar el cilindro en la centrifuga y verificar que el mineral este bien fundido, el operario activa un perno de seguridad que permite que comience la acción del centrifugado, se retira el cilindro de la centrifuga y se vierte en un recipiente con agua para retirarle todo el yeso y sacar el mineral fundido que ahora tiene la forma del molde del anillo hecho en cera. Luego es entregado al primer operario que repasara el anillo, una vez terminado el proceso de lijado, pulido y lavado, el gerente de producción recoge el anillo, evalúa el trabajo realizado y por último coloca la piedra correspondiente al anillo, obteniendo así el anillo de grado para luego enviarlo a la oficina de recepción de productos terminados para su posterior entrega.

¿Por qué se hace de ese modo?

Porque así lo considera conveniente el gerente de producción del taller.

¿De qué otro modo debería hacerse?

No se ha puesto en práctica otro método de fabricación que sea más eficiente.

¿Cómo debería hacerse?

La secuencia y el orden en que se ha organizado el proceso hasta ahora, es la mas efectiva, sin embargo se podría hacer un estudio para determinar perdidas de tiempo y movimientos innecesarios.

Enfoques Primarios

Propósito de la operación:

El objetivo es la fabricación de anillos de grado contando con diferentes materiales como oro, plata, bronce, entre otros... cumpliendo con las especificaciones del cliente.

Es recomendable detectar las operaciones productivas e improductivas en el proceso de elaboración de anillos de grado de tal manera que las operaciones improductivas puedan ser combinadas, simplificadas, reducidas y en el mejor de los casos eliminada, para mejorar el método de trabajo.

Diseño de la parte y/o pieza:

El diseño del anillo es complejo y cambiante, ya que hay muchos tipos y formas de diseño según lo requiera el cliente. De forma general el anillo de grado es un diseño cilíndrico u ovalado, el cual se obtiene a través de un proceso mediante diferentes etapas.

Tolerancias y/o especificaciones:

A lo largo del desarrollo del proceso productivo se trabaja con normas de calidad impuestas por la dirección de la empresa. Así como también a medida que va transcurriendo el proceso se dan etapas que determinaran el cumplimiento de las especificaciones establecidas por el cliente, por ello se le da seguimiento constante al producto a lo largo de su elaboración para que la variación entre el producto terminado y lo requerido por el cliente sea mínima.

Enfoques Primarios

Material:

El material utilizado para la fabricación de anillos de grado depende de las especificaciones que quiera el cliente puede ser de (oro, plata, acero inoxidable, entre otros). El operario debe verificar que el material de los anillos sea el idóneo, que esté en condiciones óptimas y que los equipos sean capaces de cumplir con sus ciclos correspondientes, ya que si se pasan por alto estos detalles puede provocar daños en el material, lo que ocasionaría efectos negativos en los costos para la empresa. También es importante acotar que los desperdicios del proceso de fabricación son reutilizables.

Proceso de manufactura:

Los procesos presentes en la fabricación de anillos son los siguientes:

- Inyectado en Cera
- Mezclado
- Fraguado
- Horneado
- Vaciado Cent' rífugo
- Limado
- Lijado
- Terminado

Preparación y Herramental:

Las herramientas están ubicadas en las áreas donde van a ser utilizadas. La máquina-herramienta como la inyectora, vacum, el horno, centrifuga, la lijadora y pulidora no tienen el mantenimiento adecuado, lo que puede ocasionar daños en la maquinaria por desgastes debido al mal mantenimiento, obligando a paradas por reparaciones no previstas, y por ende generando costos para la empresa no estipulados.

Enfoques Primarios

~~Condiciones de Trabajo:~~

Las condiciones de trabajo en el taller son aceptables, hay buena ventilación, ya que se cuenta con aire acondicionado en todas las áreas, la iluminación es buena, debido a que en la mañana ayuda la luz solar por medio de grandes ventanales y en la tarde la luz eléctrica es suficiente para que el operario pueda cumplir su trabajo de manera efectiva. No hay ningún tipo de fugas de agua, sin embargo algunas áreas tienen espacios de manipulación reducido lo que puede ocasionar aglomeraciones en cierto momento, estas condiciones antes expuestas permiten que el operario tenga un buen rendimiento en la jornada de trabajo. Solo se debe mejorar la distribución y del espacio.

~~Manejo de Materiales:~~

Se debe realizar un ordenamiento de las áreas y señalarlas en el taller, para que al momento de ubicar no haya distracciones, y pueda hacerse el proceso de fabricación más eficiente y en menor tiempo. Se recomienda el uso de equipo de seguridad como guantes y lentes para evitar cualquier accidente. Todos los traslados se pueden realizar de forma breve, y el operario puede transportar a mano dicho material, ya que, tienen un peso y un tamaño considerablemente pequeño.

~~Distribución de la Planta y Equipo:~~

El taller no tiene una buena distribución secuencial de sus áreas y por ende de sus equipos. Se deberían mejorar la ubicación y la disposición de las máquinas en relación con los movimientos del operario al momento de fabricar el anillo de grado, de tal manera que esta nueva distribución disminuya las distancias recorridas y le permita al operario desplazarse sin ningún tipo de contratiempo, también se debe evaluar la ubicación de la materia prima almacenada haciendo de esta manera más eficiente el proceso.

Estudio de Tiempos

Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar el tiempo de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida. En este capítulo se desarrollan todos los parámetros estadísticos, cálculos y análisis necesarios para la determinación del tiempo estándar de la operación de inyectado en cera en la fabricación de anillos de grado.

Procedimiento

Selección del Método para la Medición del Tiempo:

Se usó el método de observación vuelta a cero, ya que es la técnica más sencilla para determinar de una forma directa el tiempo de cada elemento y así poder constatar la estabilidad del operario, considerando que la operación se dividió en dos fases.

Fases de la Actividad:

- Retirado e Inspección
- Inyectado en Cera



Formato de Estudio de Tiempo de la operación de Inyectado en Cera (MÉTODO VUELTA CERO)

ESTUDIO DE TIEMPOS												
ÁREA: TALLADO EN CERA SECCIÓN: N/A												
OPERACIÓN: INYECTADO EN CERA PARA LA FABRICACIÓN DE ANILLOS DE GRADO ESTUDIO DE MÉTODOS NÚM: 1 INSTALACIÓN/MÁQUINA: INYECTOR DE CERA NÚM: 1 HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: <u>CRONÓMETRO, TROQUELES</u>												
PRODUCTO/PIEZA: DISEÑO EN CERA PLAN NÚM: 1 MATERIAL: <u>CERA</u> CALIDAD: <u>N/A</u> CONDICIONES DE TRABAJO: <u>ACEPTABLE</u>						ESTUDIO NÚM: 1 HOJA NÚM: 1 COMIENZO: <u>11:30 AM</u> TERMINO: <u>12:30 PM</u> TIEMPO TRANSCURRIDO: <u>1 HORA</u> OPERARIO: <u>CERISTA</u> FICHA: <u>N/A</u> OBSERVADO POR: <u>Arzola Marien, Blanco Alejandra, De Freitas Guadalupe, Meléndez Giolenny, Morales Davey.</u> FECHA: <u>13/09/2016</u> COMPROBADO: <u>MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros</u>						
TIEMPO OBSERVADO (CICLOS)												
ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X
INYECTADO EN T CERA	13.87	16.03	10.85	15.52	13.63	14.49	12.88	11.02	12.20	10.50	(seg)	(seg)
L	13.87	16.03	10.85	15.52	13.63	14.49	12.88	11.02	12.20	10.50	130.99	13.099
RETIRADO EN T	24.38	23.19	26.77	31.95	24.42	13.86	32.94	23.16	12.71	25.19	238.57	23.857
INSPECCIÓN	38.25	39.22	37.62	47.47	38.05	28.35	45.82	34.18	24.91	35.69	369.56	36.956
L	38.25	39.22	37.62	47.47	38.05	28.35	45.82	34.18	24.91	35.69		
TOTAL CICLO												

TP
S1

TP
S2



Cálculo del Tamaño de la Muestra

Determinación del Coeficiente de Confianza (c): se estableció un coeficiente de confianza del 90%.

$$C=0.90$$

Cálculo de alfa (α):

$$C=1-\alpha$$

Despejando α

$$\alpha=1-C$$

$$\alpha=1-0.90$$

$$\alpha=0.10$$

Grados de libertad (v):
conociendo que el tamaño de la muestra es $n=10$ se prosigue a determinar los grados de libertad:

$$v = n-1$$

$$v = 10-1$$

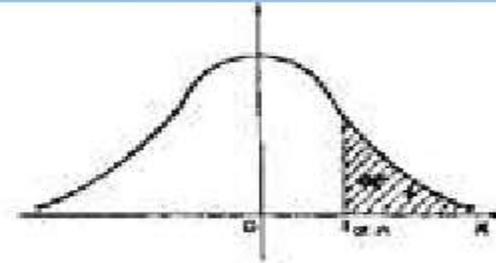
$$v=9$$

Luego, se procede a determinar el estadístico t-student utilizando la tabla t-student:

$$T_c(\alpha; v) = T_c(0.10; 9) = 1.383$$

$$T_c = 1.383$$

Cálculo del estadístico t – student:



$$T_c(0.10; 9) = 1.383$$

$$T_c = 1.383$$

$\alpha/2$	0,40	0,30	0,20	0,10	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001	0,0005
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,60
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,94
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,859
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	0,263	0,549	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,405
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,719	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,863	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,013
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,922
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	0,257	0,532	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819
22	0,256	0,532	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,506	3,792
23	0,256	0,532	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767
24	0,256	0,531	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,648	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551
50	0,253	0,528	0,849	1,298	1,676	2,009	2,403	2,678	3,262	3,495
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460
80	0,254	0,527	0,846	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,415
100	0,254	0,526	0,845	1,290	1,660	1,984	2,365	2,626	3,174	3,389
200	0,254	0,525	0,843	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,151	3,339
500	0,253	0,525	0,842	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	3,106	3,310
∞	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291

Cálculo de la media y la desviación estándar:

Determinación de la Muestra

T: Tiempo total del ciclo

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_i}{n}$$

$$X = 36.956 \text{ seg}$$

Determinación de la Desviación Estándar

$$S = \sqrt{\frac{T_2 - \frac{T_2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = 6.88017 \text{ seg.}$$

Determinación del Intervalo de Confianza (I):

INTERVALO SUPERIOR

$$I_s = X + \frac{(Tc)(S)}{\sqrt{n}}$$

$$I_s = 39.96499 \text{ seg}$$

INTERVALO INFERIOR

$$I_i = X - \frac{(Tc)(S)}{\sqrt{n}}$$

$$I_i = 33.94700 \text{ seg}$$

INTERVALO TOTAL

$$I_T = I_s - I_i$$

$$I_T = (39.96499 - 33.94700) \text{ seg}$$

$$I_T = 6.01799 \text{ seg}$$

Determinación del intervalo y criterio de decisión:



Determinación del Intervalo de la Muestra (I_m):

$$I_m = \frac{2(Tc)(S)}{\sqrt{n}} = \frac{2(1.383)(6.88017 \text{ seg})}{\sqrt{10}}$$

$$I_m = 6.01798 \text{ seg}$$

Criterio de Decisión



Criterio	Decisión
$I_m \leq I$	Se acepta el tamaño de la muestra $n=10$
$I_m > I$	Se rechaza el tamaño de la muestra $n=10$

En Este caso, $I_m \leq I$
 $6.01798 < 6.01799$

Por lo tanto se acepta la muestra ($n=10$)

Cálculo del Tiempo Estándar



Cálculo del Tiempo Promedio Seleccionado (TPS):

$$TPS_{10} = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_i}{n}$$

$$TPS_{10} = 36.956 \text{ seg} = 0.61593 \text{ min}$$

$$TE = \underbrace{TPS * C_v}_{\text{Tiempo Normal}} + \sum tol$$

Tiempo Normal = TN



Cálculo de la Calificación de la Velocidad (Cv): empleando el Sistema Westinghouse

Factor	Categoría	Nivel de aceptación	Rango
Habilidad	B2	Excelente	+0.08
Condiciones de trabajo	C	Buena	+0.02
Esfuerzo	E1	Aceptable	-0.04
Consistencia	E	Aceptable	-0.02
			c=+0.04

$$C_v = 1 \pm C$$

$$C_v = 1 + 0.04$$

$$C_v = 1.04$$

Cálculo del Tiempo Normal

$$\begin{aligned} \text{TN} &= \text{TPS} * C_v \\ \text{TN} &= (36.956) * (1.04) \\ \text{TN} &= 38.43424 \text{ seg} = 0.64057 \text{ min} \end{aligned}$$

Asignación de Tolerancias

❖ **Jornada de trabajo:** 8hr/día = 480 min/día [Discontinua]
(9:00am-1:00pm) / (2:00pm-6:00pm)

❖ **Necesidades personales:** 15min

❖ **Almuerzo:** [60min] (1:00pm-2:00pm)

Nota: no se incluirá como una tolerancia fija dado que la jornada de trabajo es discontinua.



❖ **TPI = 5min.** Durante este tiempo se realiza la preparación del área de trabajo y máquina: se realiza la verificación de la temperatura y presión de la inyectora.

❖ **TPF= 15min.** Cubre la limpieza del área y de la máquina inyectora en general, así como también organiza y guarda las herramientas usadas.

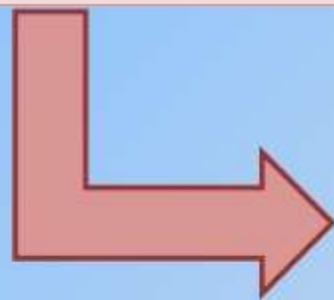
Nota: el taller no tiene estandarizado el tiempo de preparación inicial de la máquina ni el tiempo de preparación final por lo cual fueron estimados durante las visitas para realizar de manera adecuada el estudio de tiempo.

Aplicando el método sistemático para la asignación de fatiga según la definición de la OIT

Tabla de concesiones por fatiga.

Factor	Grado	Puntos
Temperatura	N1	5
Condiciones ambientales	N1	5
Humedad	N1	5
Nivel de ruido	N2	10
Iluminación	N2	10
Duración del trabajo	N1	20
Repetición del ciclo	N2	40
Esfuerzo físico	N1	20
Esfuerzo mental o visual	N2	20
Posición de trabajo	N1	10
Total de puntos		145

Utilizando la tabla de concesiones por fatiga se obtuvieron los siguientes resultados:



A1	0-156	1%	5



Cálculo de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

$$\begin{aligned} \text{Jornada Efectiva de Trabajo} &= \text{jornada de trabajo} - \sum \text{Tolerancias fijas} \\ \text{JET} &= \text{JT} - (\text{TPI} + \text{TPF}) \\ \text{JET} &= 480 \text{ min} - (5 + 15) \text{ min} \\ \text{JET} &= 460 \text{ min} \end{aligned}$$

Normalización de las Tolerancias:

$$\begin{aligned} \text{JET} - (\text{NP} + \text{Fatiga}) &\text{-----} > \text{Fatiga} + \text{NP} \\ \text{TN} &\text{-----} > \text{X} \\ X &= \frac{\text{TN} \times (\text{NP} + \text{FATIGA})}{\text{JET} - (\text{NP} + \text{FATIGA})} \end{aligned}$$

$$X = \frac{(0.64057 \text{ min}) \times (15 + 5) \text{ min}}{460 \text{ min} - (15 + 5) \text{ min}}$$

$$\mathbf{X = 0.02911 \text{ min}}$$



Tiempo Estándar:

$$TE = TN + \text{tol}$$

$$TE = 0.64057 \text{ min} + 0.02911 \text{ min}$$

$$\mathbf{TE = 0.66948 \text{ min}}$$

Análisis de los Resultados



1

- El estándar de tiempo resultante mediante este estudio de tiempo, aplicando las herramientas de ingeniería de métodos puede determinarse como aceptable.

2

- El operario presentó una eficiencia por encima de lo normalmente estimado.

3

- El cálculo del tiempo estándar se realiza con el fin de que se pueda ejecutar la actividad sin sobrecarga mental ni física por cualquier operador promedio.

4

- Es de vital importancia mencionar que las tolerancias obtenidas son relativamente pequeñas, abordando la fatiga solo de 5 min, un valor bastante reducido.

5

- Esfuerzo físico reducido y buenas condiciones de trabajo

Diagrama de procesos propuesto de la fabricación de anillos de grado en el Taller de Joyería Darhian C.A.

Diagrama: Proceso

Proceso: Fabricación de anillos de grado.

Inicio: El gerente de producción recibe el pedido.

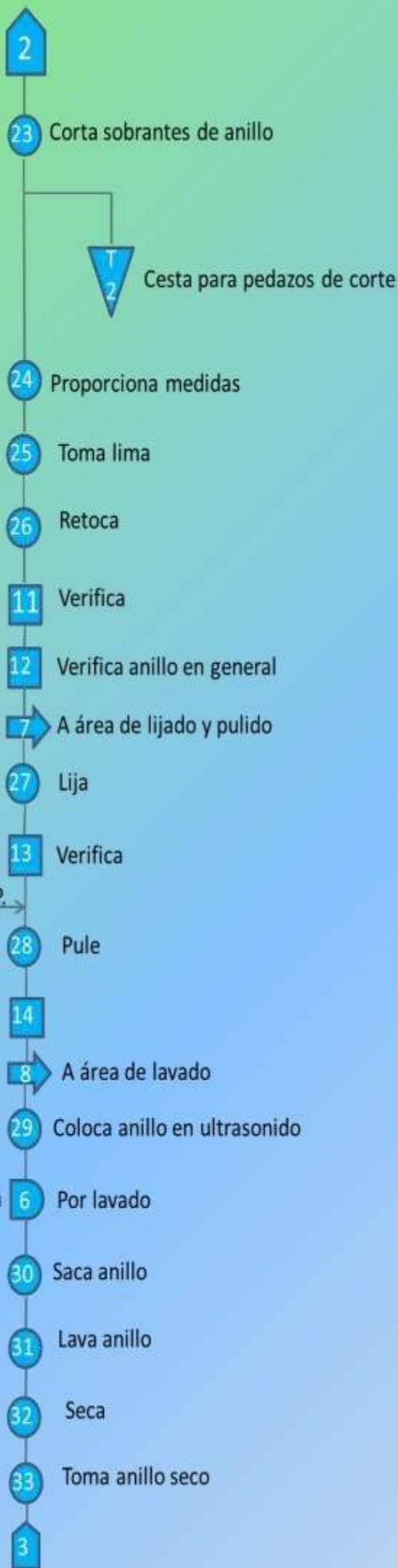
Fin: El operario entrega el anillo de grado en recepción.

Fecha: 07/09/2016

Método: Propuesto

Seguimiento: Operario

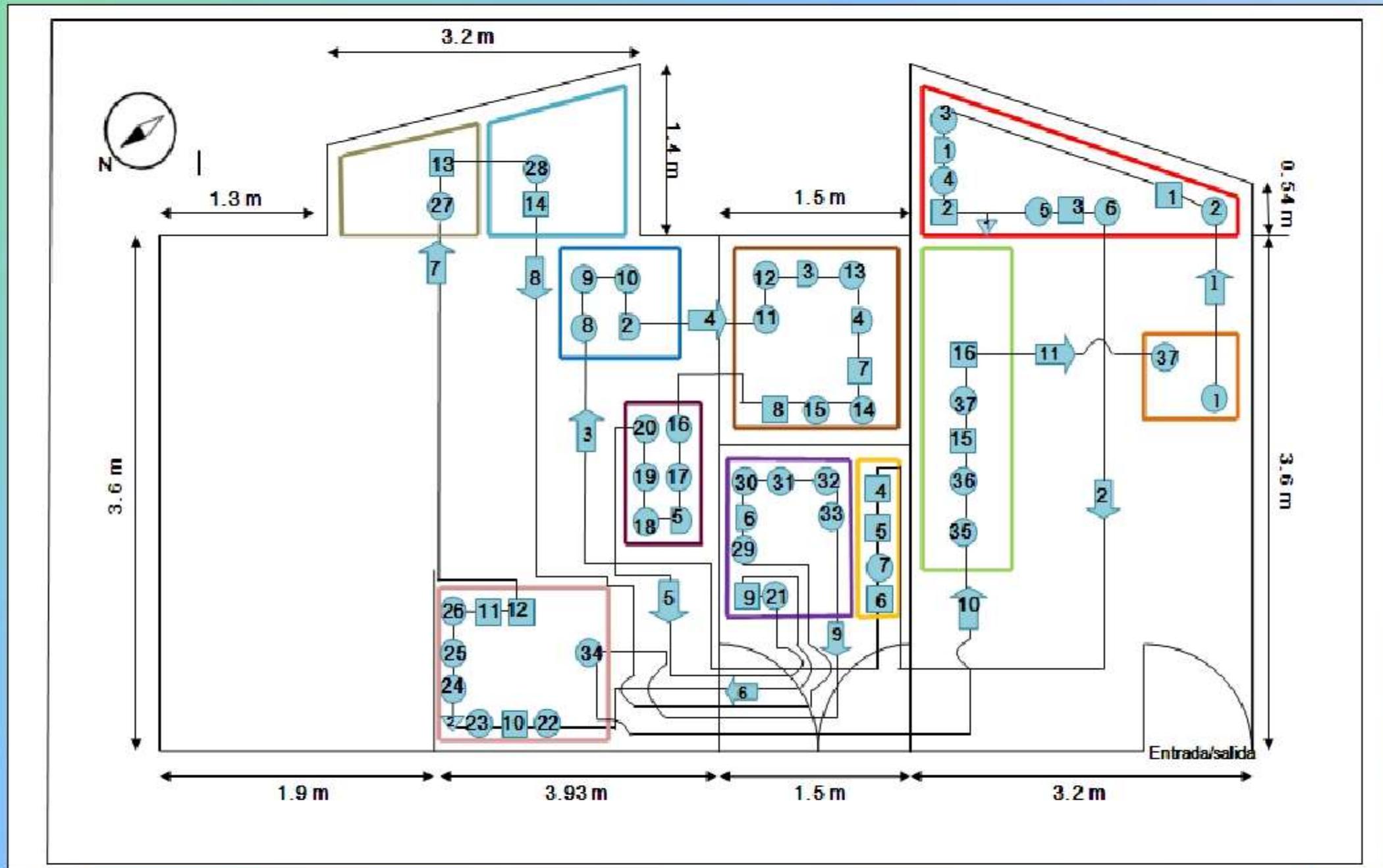




RESUMEN:

SIMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO
●	37	38	1
■	14	16	2
▼	2	2	0
◐	6 (2 h, 87 min)	6 (1 h, 87 min)	1 h
➔	11 (54,3 m)	11 (32,3 m)	22 m
TOTAL	70	73	3

Diagrama de Flujo de Recorrido Propuesto de la Fabricación de Anillos de Grado en el taller de Joyería Darhian C.A.



Título:

Diagrama de flujo y/o recorrido (método propuesto)

Escala:

sin escala

Leyenda

■ Área de Tallado en cera	■ Área de Mezclado	■ Área de Lavado
■ Área de Fraguado	■ Área de Fundición	■ Área de Vaciado
■ Área de Mesas de Trab.	■ Área de Lijado	■ Área de Pulido
■ Área de Acabado	■ Oficina de Recepción	

Alternativas Propuestas para un Mejor Método de Trabajo

Adecuar las áreas de la instalación de la maquinaria.

Estandarización de las operaciones.

Realizar planes de mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria.

Implementación de la seguridad industrial.

Identificación de las áreas y vías de escape.



Conclusiones

1

- **El taller necesita estandarizar el proceso de mezclado, ya que, es sumamente importante porque permite realizar dicho proceso de la mejor manera y siempre siguiendo el mismo método con el fin de evitar variabilidades en la fabricación del anillo.**

2

- **En el diagrama de flujo actual hay una mala organización y ubicación de áreas, por ello, es necesario distribuir de la manera más adecuada dichas áreas de la instalación para evitar que se presenten cuellos de botellas en las etapas desarrolladas en el proceso de fabricación del anillo de grado.**

3

- **Es necesario que el taller implemente la seguridad industrial con cada uno de sus operarios.**

4

- **Al establecer una comparación entre el método actual y el método propuesto se pudo concluir que con sólo hacer una redistribución del área de mezclado y lavado, se reducen las distancias recorridas sin afectar la secuencia de las operaciones principales ni la calidad del producto.**

Conclusiones

5

- Se logró aportar una solución eficiente a la situación de debilidad que presenta la el taller respecto a la solicitud del pedido el cual es realizado de forma manual. La solución sugerida es automatizar el registro de dicho pedido para tener un orden y una cronología de los pedidos que se vayan realizando. La solución sugerida es automatizar el registro de dicho pedido para tener un orden y una cronología de los pedidos que se vayan realizando.

6

- La técnica del interrogatorio, la preguntas de la OIT y los enfoques primarios fueron los medios que se usaron para poder recoger, detallar y analizar información importante.

7

- Las condiciones ambientales es un factor muy positivo en el taller de Joyería Darhian C.A puesto que, se trabaja en condiciones aceptables, lo cual favorece el rendimiento del operario.

8

- Tomar en cuenta factores tales como condiciones ambientales, habilidad, esfuerzo, consistencia y fatigas permiten obtener un tiempo estándar representativo del proceso.

~~Conclusiones~~

9

- El tiempo estándar calculado indica el tiempo requerido que necesita un operario promedio que trabaja con una destreza y esfuerzo aceptable para ejecutar una operación a un ritmo que pueda mantener durante toda la jornada de trabajo.

10

- La actividad seleccionada fue la operación de inyectado de cera en el proceso de fabricación de anillos de grado.

11

- Se utilizó un nivel de confianza de 90% debido a que el proceso en general, no presenta mayor complejidad, salvo de cualquier inconveniente con la máquina inyectora o el troquel seleccionado.

12

- Se aplicó el procedimiento estadístico para confirmar el tamaño correcto de la muestra, con el que se demostró que la muestra inicial $n = 10$ lecturas es adecuado, confirmando así la veracidad de los datos.

Conclusiones

13

- El tiempo promedio seleccionado (TPS) calculado fue de **0.61593 min.**

14

- Se determinó en base a los principios del sistema Westinghouse la calificación de velocidad del operario obteniendo un valor de **1.04**, es decir, que dicho operario presenta un **4%** de eficiencia por encima del promedio de un operario normal, debido a la habilidad y condiciones en las que trabaja.

15

- El tiempo normal (TN) requerido por el operario promedio para realizar la actividad de tallado en cera, cuando éste trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables, es de **0.64057 min.**

16

- Al realizar el cálculo de concesiones por fatiga, se obtuvo un valor de **(5min)**, lo que refleja que el operario trabaja en condiciones buenas, donde no requiere ni tiene cualquier tipo de limitación o deficiencia.

17

- Realizando el cálculo para determinar la jornada efectiva de trabajo (JET), se determino una jornada de trabajo (JT) discontinua, lo que influyo en la suma de tolerancias fijas, tomando solo (TPI "Tiempo de Preparación Inicial" y TPF "Tiempo de Preparación Final"), obtenido un valor de **JET=460 min.**

18

- El tiempo estándar dio como resultado **0.66948 min** para la operación de inyectado en cera para la fabricación de anillos de grado.

Recomendaciones

1

- Se plantea hacer una redistribución de la ubicación de las maquinarias para aprovechar el espacio.

2

- Realizar planes de mantenimientos preventivos a las máquinas.

3

- Plan estratégico para mejorar la gestión de higiene y seguridad industrial.

4

- Se recomienda que el taller fije una meta cuantitativa de producción de anillos en un determinado tiempo, para que no dependan exclusivamente de la solicitud del cliente.

5

- Mejorar el método actual de la fabricación de anillos de grado para elevar sus ganancias.

~~Recomendaciones~~

6

- **Implementar un sistema automatizado en la recepción del pedido.**

7

- **Adquirir una balanza para mejorar el proceso de mezclado, ya que, es fundamental realizar la operación con una excelente exactitud en las medidas del yeso y agua.**

8

- **Evaluar la adquisición de un nuevo horno con más capacidad en cuanto a elevar su temperatura de trabajo.**

9

- **Señalar las distintas áreas del taller.**

10

- **Establecer una técnica para medir la eficiencia de sus operarios.**

Recomendaciones

11

- **Estandarizar los tiempos de ejecución de las actividades tomadas como base en este estudio.**

12

- **Realizar estudios de tiempo a todo el conjunto de operaciones que integran la fabricación de anillos de grado así como el de otras piezas. Es necesario que se realicen estudios de movimientos previos a los estudios de tiempo.**

13

- **Se recomienda estandarizar los tiempos de preparación inicial y final con cierta minuciosidad de manera tal que, sea de ayuda para estudios de tiempo posteriores.**