



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRÁCTICA PROFESIONAL**



# **OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL HORNO N° 1 EN ALLOYS METALS C. A.**

**AUTOR:  
Edwin Castillo R.**

**Tutor Académico: MSc. Ing. Iván J. Turmero A.**

**Tutor Industrial: Ing. Celiana Lorenzo**

---

**CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2007**



# EL PROBLEMA



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Alloys Metals, C.A, es una empresa dedicada a la producción de aleaciones de aluminio en presentación de alambros y lingotes, obtenidas mediante la fusión de aluminio primario o secundario.

Uno de los equipos utilizados para el proceso productivo de lingotes es el Horno N° 1, horno fusor a gas de 12 Toneladas de capacidad, que logra fundir el aluminio, por medio de dos quemadores tipo boquilla utilizando un sistema Venturi .

Debido a las características de funcionamiento de dichos quemadores, el tiempo de fusión de aluminio es muy largo (10 a 14 horas), por lo que se alcanza una sola colada diaria. Razón por la cual, la empresa ha decidido invertir en nuevos quemadores más sofisticados, que disminuyan el tiempo de fusión y así, poder maximizar la capacidad de obtención de lingotes.

Sin embargo, existen actividades llevadas a cabo en el horno N° 1, por el operador de horno y los operadores de montacargas, como: carga de aluminio y descoriado, que si no se realizan según una práctica operativa, que muestre detalladamente las tareas a realizar para lograr cada actividad, también pueden ocasionar retrasos en la producción de lingotes.

Es por ello, que aunado a la adquisición de los nuevos quemadores, la empresa se trazó como plan estratégico, estandarizar y optimizar el proceso productivo del horno para así, aprovechar al máximo la instalación de dichos quemadores.



De igual manera, al llevar a cabo este estudio, se desea actualizar los parámetros de las actividades efectuadas en el Horno N° 1, establecidos en las instrucciones de trabajo, ya que desde la fecha de arranque de la empresa (mayo 2004), no se ha hecho una evaluación de los parámetros existentes en ellas y por tanto, hay ciertas posibilidad de omisiones de movimientos, acciones y tiempos, que son necesarios asentar, para que los operadores conozcan los estándares y tolerancias para realizar su labor de una manera eficiente.



### **OBJETIVO GENERAL**

Optimizar y estandarizar el proceso productivo del Horno N° 1 en Alloys Metals, C.A.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar las actividades que forman parte del proceso productivo del Horno N° 1.
2. Realizar un estudio de los tiempos de carga y descoriado del Horno N° 1.
3. Calcular tiempo estándar de carga y descoriado del Horno N° 1
4. Comparar parámetros del proceso productivo del Horno N° 1 establecidos en las instrucciones de trabajo de la empresa con los realizados actualmente.
5. Diseñar y establecer un plan de mejora.
6. Actualizar los métodos y estándares de tiempos de actividades del Horno N° 1 de las instrucciones de trabajo existentes en la empresa.



## JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es realizada, debido a que la empresa necesita la optimización del proceso productivo del Horno N° 1, y así, pueda alcanzar los planes estratégicos que se tiene trazado.

Además de esto, el estudio es de gran importancia, ya que por medio de la actualización de los métodos y parámetros establecidos en las instrucciones de trabajo de preparación de aleaciones y descoriado en el Horno N° 1, los operadores que llevan a cabo dichas actividades, tendrán una guía para efectuar sus labores de una manera eficiente.



## ALCANCE

El análisis que se va a llevar a cabo, está enfocado concretamente, en las actividades que forman parte del proceso productivo del Horno N° 1 para la fabricación de lingotes A-1060 (Descoriado, fusión y carga de aluminio), situado en la planta de la empresa Alloys Metals, C.A.

## LIMITACIONES

Debido a que la empresa trabaja por turnos (7:00 am a 3:00 pm, 3:00 pm a 11:00 pm y 11:00 pm a 7:00 am), muchas veces las actividades del proceso productivo del Horno N° 1 se realizan en turnos diferentes al dispuesto por el investigador, por lo que el número de tomas de ciclos de tiempo para dichas actividades se ve afectado grandemente.

Por otra parte, en el tiempo de estadía en planta del investigador, la producción por la línea de lingotes, en su gran mayoría fue aleación A-1060, por lo que no se tomaron datos suficientes para el estudio del proceso productivo de Horno N° 1, al fabricar las distintas aleaciones en la empresa. Por ello, se limita el estudio a las actividades de carga, fusión y descoriado de aluminio en el Horno N° 1 sin tomar las actividades de carga de aleantes y homogenizado del Horno.



# GENERALIDADES DE LA EMPRESA



## NOMBRE DE LA EMPRESA

ALLOYS METALS C.A. (AMCA)

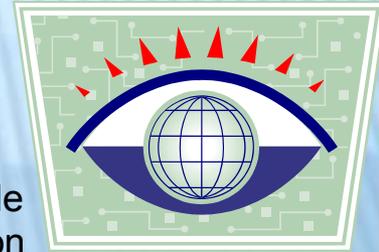
## RESEÑA HISTÓRICA

Alloys Metals C.A es una compañía venezolana, privada, perteneciente al sector de las PYMES, concebida de clase mundial, con sede en Venezuela, dedicada a la producción y comercialización, mayoritariamente internacional, de aleaciones de aluminio.

La constitución de la empresa Alloys Metals, C.A., es producto de la consolidación de una iniciativa que surge de un grupo de profesionales e industriales con una amplia experiencia en las áreas de Metalurgia, Ingeniería, Fabricación Instalación y Puesta en marcha de importantes Complejos Industriales, específicamente del sector Aluminio, y su Industria relacionada, establecidos en el mes Marzo del año 2004 en la Ciudad de Puerto Ordaz, UD-321, Manzana 15, Parcelas 5 y 6 que se eligieron como sede para su instalación.

## MISIÓN:

Nuestra misión es contribuir a que nuestros clientes eleven su rendimiento y la calidad de sus productos, mediante el suministro confiable de aleaciones de aluminio que satisfagan sus expectativas y sean acordes a sus procesos. Todo ello de manera que se obtenga una rentabilidad que fortalezca nuestra viabilidad, promueva nuestro crecimiento, proporcione mayor bienestar al personal, contribuya al desarrollo social y aporte atractivos retornos a la inversión de nuestros accionistas.





## VISIÓN:

Ser un competitivo y confiable productor y proveedor de aleaciones de aluminio, según estándares de clase mundial. Con proveedores confiables, personal, clientes y accionistas satisfechos. Con seguridad, y apego a la normativa ambiental.

### PRODUCTOS: LINGOTES ALEADOS

- Lingotes de Fundición de Aluminio Aleado.
- Uso: Insumo en la fabricación de partes y piezas de aluminio destinadas a la industria automotriz, eléctrica, construcción y manufactura de artículos del hogar.
- Presentación: Lingotes de 10Kg.  $\pm$  0,5Kg y 450  $\pm$  10 Kg.

### ALAMBRÓN

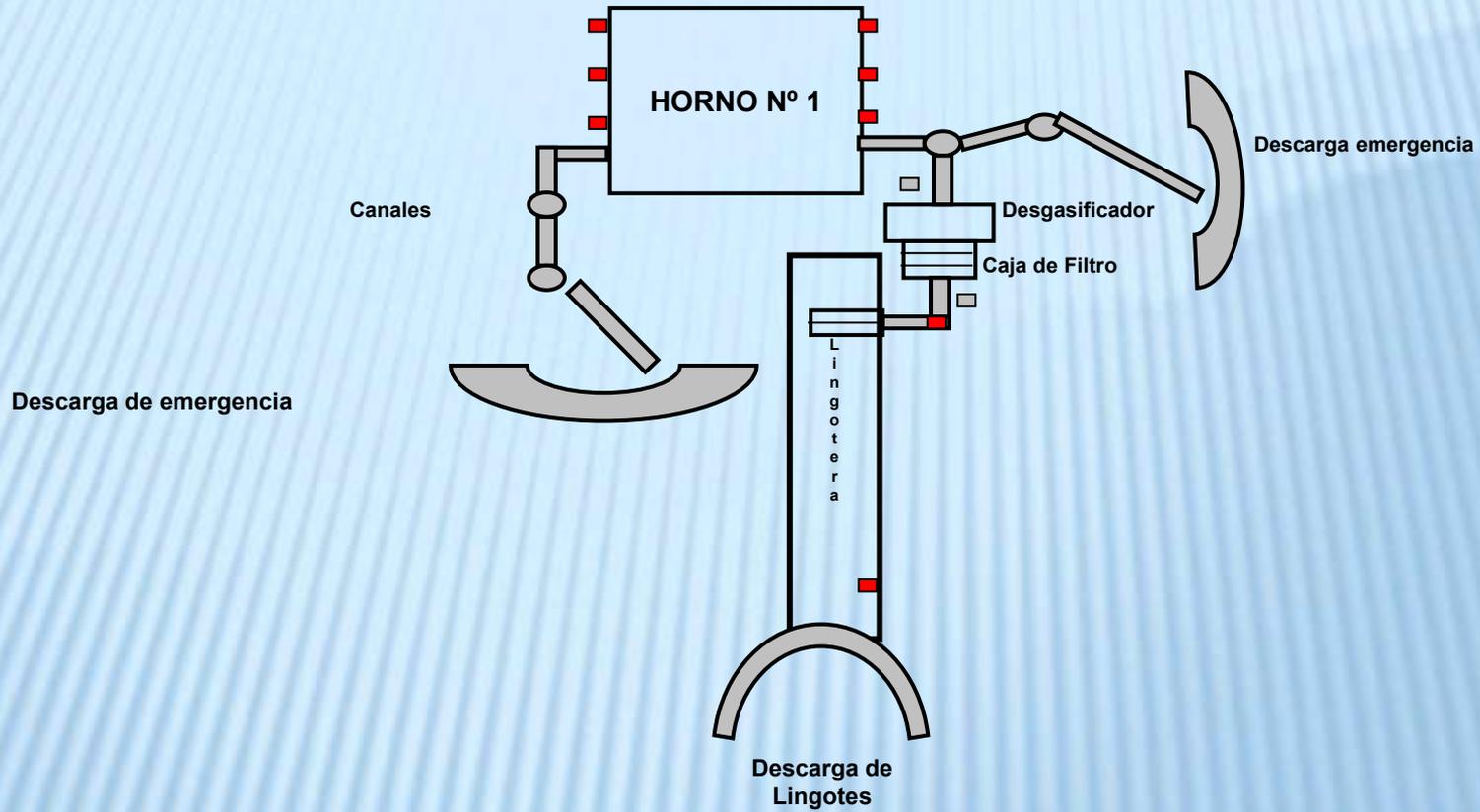
- Alambrón de aluminio
- Uso: sector eléctrico y mecánico.
- Presentación: bobinas de 2 Ton.  $\pm$  100 Kg.

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO: LINGOTES ALEADOS PARA REFUSIÓN

El proceso productivo se inicia en el Horno Fusor con la fusión de la materia prima, aluminio primario. Una vez fundido el metal, se prepara la aleación requerida mediante la adición de los aleantes que correspondan, en proporciones adecuadas. Luego se adicionan los fundentes de superficie y se retira la escoria formada en el horno. Una vez cumplido los pasos anteriores, se procede a la colada permitiendo la salida del aluminio aleado a través de los canales, para ser desgasificado y filtrado antes de pasar a la línea lingotera, en donde se solidifica en forma de lingotes. Luego de su etapa de enfriamiento, son empacados, pesados y etiquetados para su despacho.



# Diagrama de Producción de Lingotes



## TIPO DE INVESTIGACIÓN

- Según el propósito o la finalidad perseguida:  
**Aplicada:** Debido a que con la puesta en marcha del estudio realizado, se busca optimizar las actividades realizadas en el Horno N° 1.
- Según el nivel de conocimiento:  
**Descriptiva:** Ya que se describe, el proceso de obtención de lingotes y específicamente, las actividades llevadas a cabo en el Horno N° 1.
- Según los medios de recolección de datos:  
**De campo:** Porque la investigación se realiza, por medio de la observación directa del proceso productivo, en la planta de la empresa.



## POBLACIÓN

La población está conformada por todos los trabajadores destinados a la producción de lingotes en la empresa, dentro de los cuales están: Operadores de montacargas, de embalaje, Hornero, operadores de máquina lingotera y embalado.

## MUESTRA

La muestra objeto de este estudio está conformado por el operador de Hornos y los operadores de montacargas de la empresa Alloys Metals, C.A.



## METODO DE TRABAJO DETALLADO

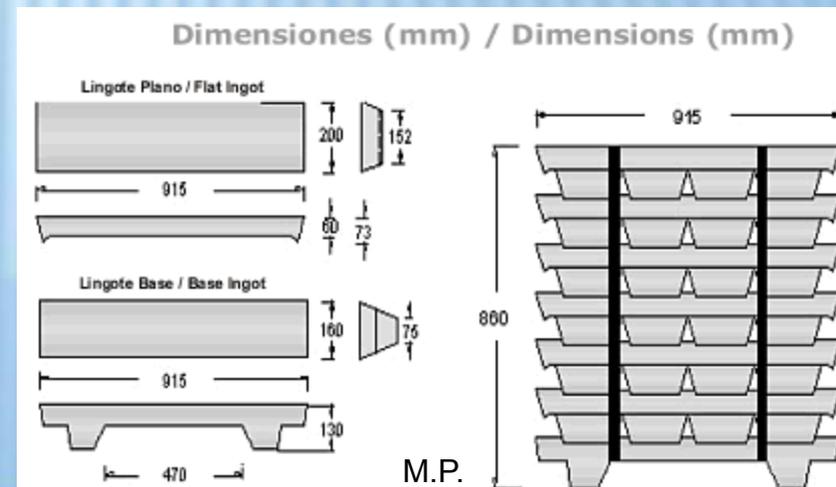
El proceso de producción del Horno N° 1 está conformado por las actividades que se explican a continuación:



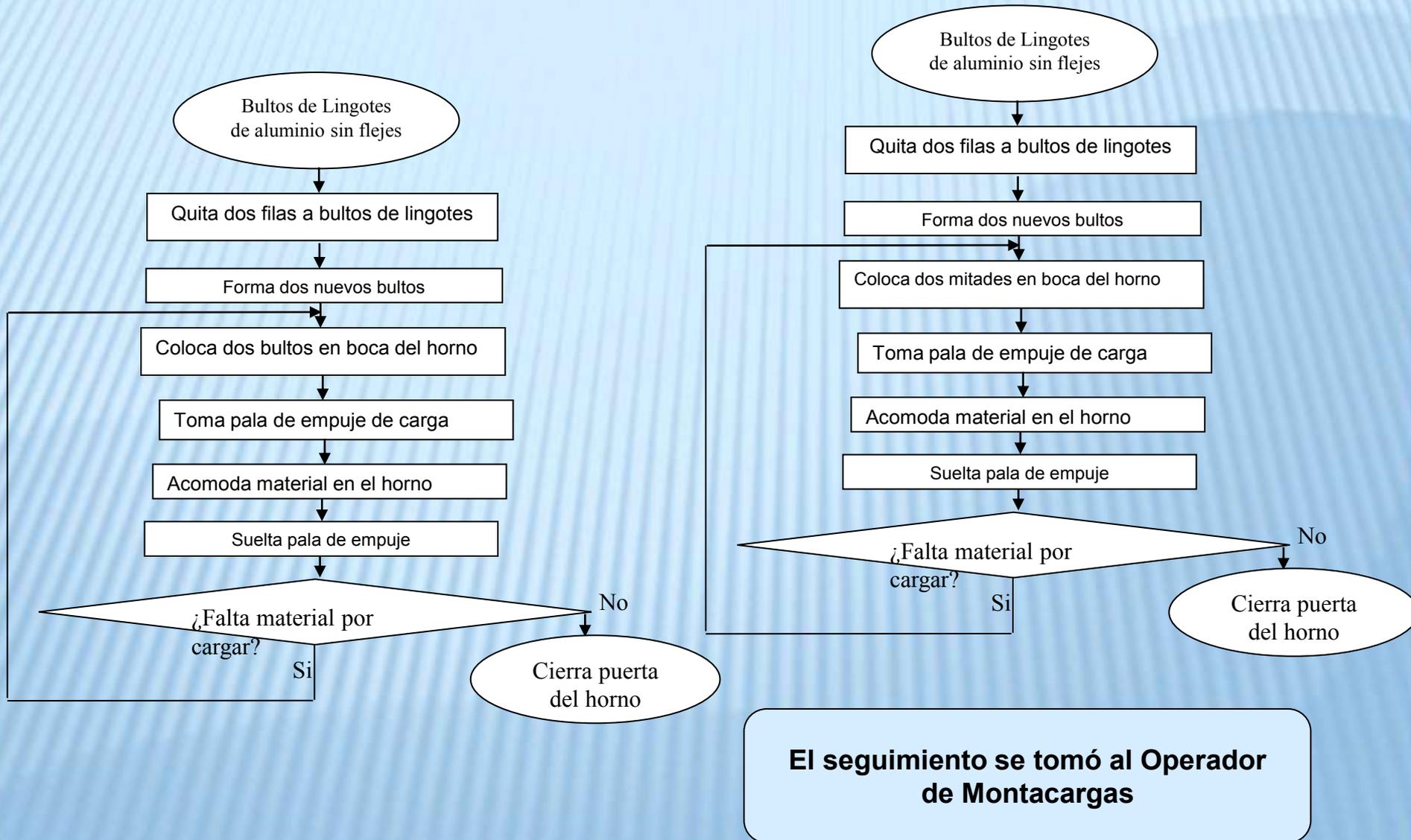
### 1. Carga de Aluminio:

Actualmente se tienen los quemadores tipo boquilla y por ello, la carga se hace completa, es decir se carga todo el material presentado en el formulario OUTFO-001 de Planificación y Control de la Producción, en un solo ciclo, para que la fusión del aluminio se realice en menor tiempo. También es de gran importancia resaltar que debido a que en la empresa no existe un estándar del método de carga de hornos, cada operador de montacargas tiene su manera propia de realizar esta actividad. Seguidamente se explican las diferentes maneras de carga utilizados en la actualidad :

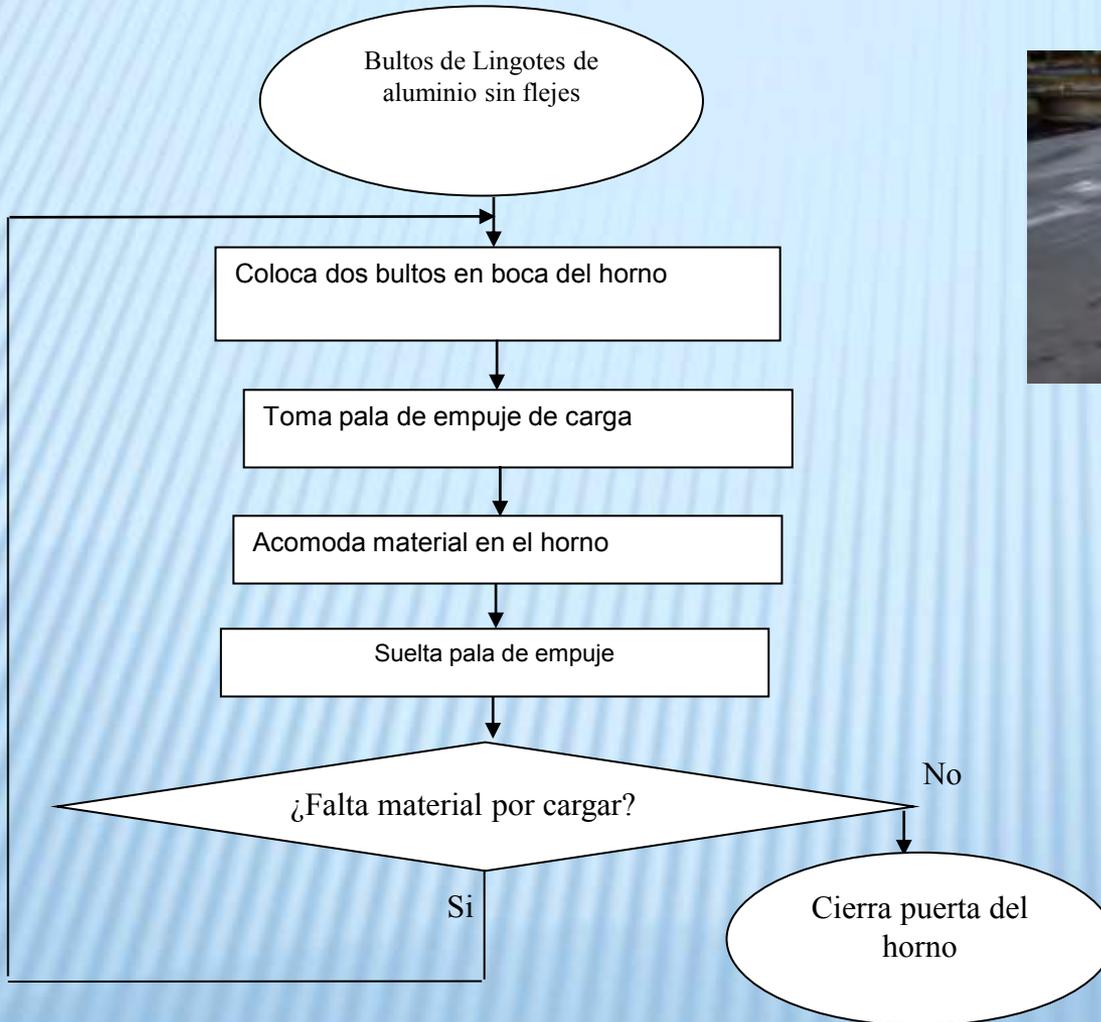
■ Ya que algunos Operadores de Hornos consideran que los bultos de lingotes P1020, suministrados por VENALUM, chocan con la puerta del Horno por su tamaño ellos preparan dichos bultos para ser cargados en el horno. Para dichos operadores, el procedimiento de carga es el siguiente:



# DIAGRAMAS DE FLUJO DE MÉTODOS DE CARGA CON PREPARACIÓN DE MATERIAL



■ Otro Operador de Horno, no considera que se deba preparar la materia prima para cargar, por lo que para ellos, el procedimiento de carga es el siguiente:



Pala de Empuje de Carga



Para el caso de la materia prima suministrada por ALCASA, las pailas (lingotes de 450Kg) se apilan en dos unidades, se colocan dos de estas pilas en la boca del Horno y luego se acomodan en el Horno con la pala de empuje. Se repite esta operación, sí en el formulario de carga, se presenta más material de este tipo.



Es de resaltar, que muchas veces en el formulario OUTFO-001 de Planificación y Control de la Producción, se indica la carga con una cantidad de lingotes de aluminio P1020, pailas P1020 y otra de material reciclado en planta (trozos de barra y productos no aprobados). En este caso, en reiteradas ocasiones, los operadores de Montacargas no cargan el material en un orden específico, sino cargan primero el material que creen conveniente.

Para el material reciclado en planta, el procedimiento de carga es el siguiente:



Lingotes No Aprobado



Pailas No Aprobado

Alambrón No Aprobado



Bobinas no aprobadas:



Se repiten las operaciones hasta completar el total de cada material a cargar

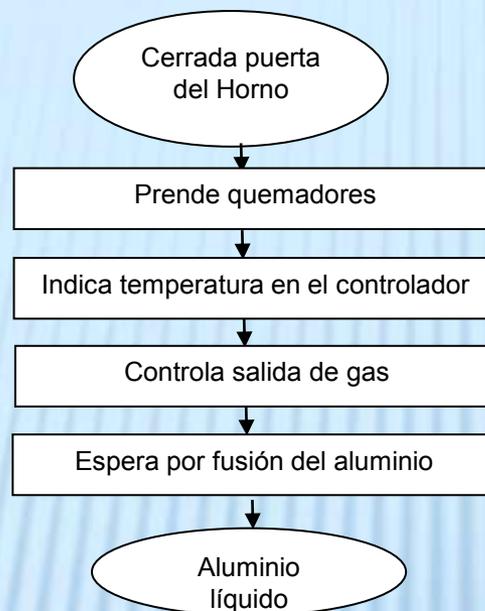
Pailas y Lingotes no Aprobados:



Las Operaciones las realiza el Operado de Montacargas

## 2) Fusión de Aluminio

En la actualidad el Horno N° 1 cuenta con los quemadores tipo boquilla. Las actividades que realiza el Operador de Hornos son las siguientes:

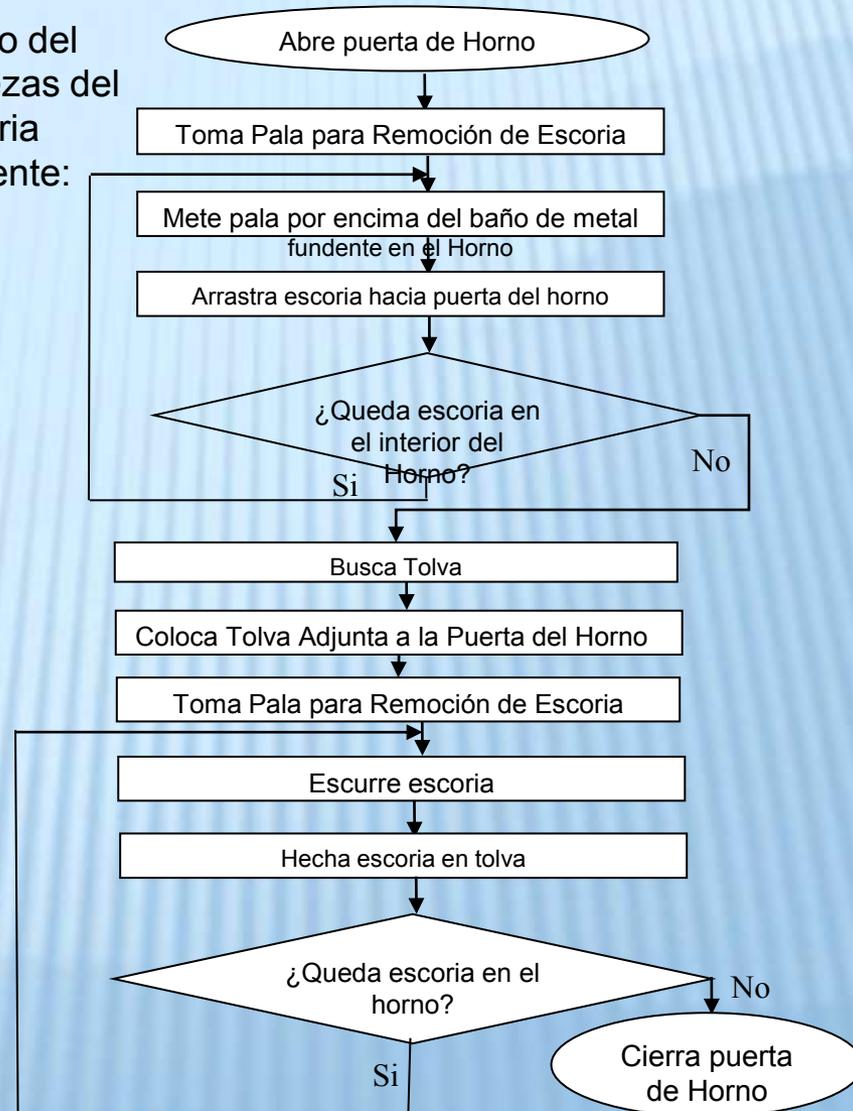


Luego de que se logra la fusión del aluminio (Temperatura del baño: 660 °C), se mete el termo pozo en el baño para control de la temperatura y se espera para que el mismo, alcance la temperatura requerida para comenzar la transferencia por canales a la línea Lingotera. Justo antes de dar inicio a la transferencia, se procede a la operación de descoriado.



### 3) Descoriado

Luego de haber adicionado el fundente al baño del horno y este haya reaccionado con las impurezas del aluminio, se procede a la remoción de la escoria producida. El procedimiento actual es el siguiente:



Es importante mencionar que dicho procedimiento no cumple con las instrucciones de trabajo OUPIT-006 de la empresa (descoriado de Hornos N° 4 y N° 1), ya que en ella se indica, que primero se debe colocar la tolva adjunta al horno y así, proceder a la remoción de escoria. Las operaciones se realizan de esta manera, debido a que la paleta de remoción de escoria no es lo suficientemente larga (Longitud paleta: 6,30 m y del interior del Horno: 640 m), sí se coloca la tolva adjunta ( 1,23 m) a la puerta del horno, no se alcanza a remover la escoria que esta en la pared posterior del Horno.

Además de lo mencionado anteriormente, la tolva que se está utilizando para almacenar la escoria, en el proceso de descoriado, es la misma para almacenar la producción de lingotes de la línea lingotera generándose así, un rápido deterioro de la misma y trabajos extras de limpieza de la tolva para evitar que se pegue la escoria a los lingotes producidos. Además dicha tolva, no cubre en su totalidad el ancho del horno (Ancho del Horno: 3,78 m. y longitud de la tolva: 1,62 m.) por lo que al efectuar el descoriado del mismo, mucha escoria cae por fuera de la tolva, creando contaminación en el área y trabajos adicionales de limpieza.



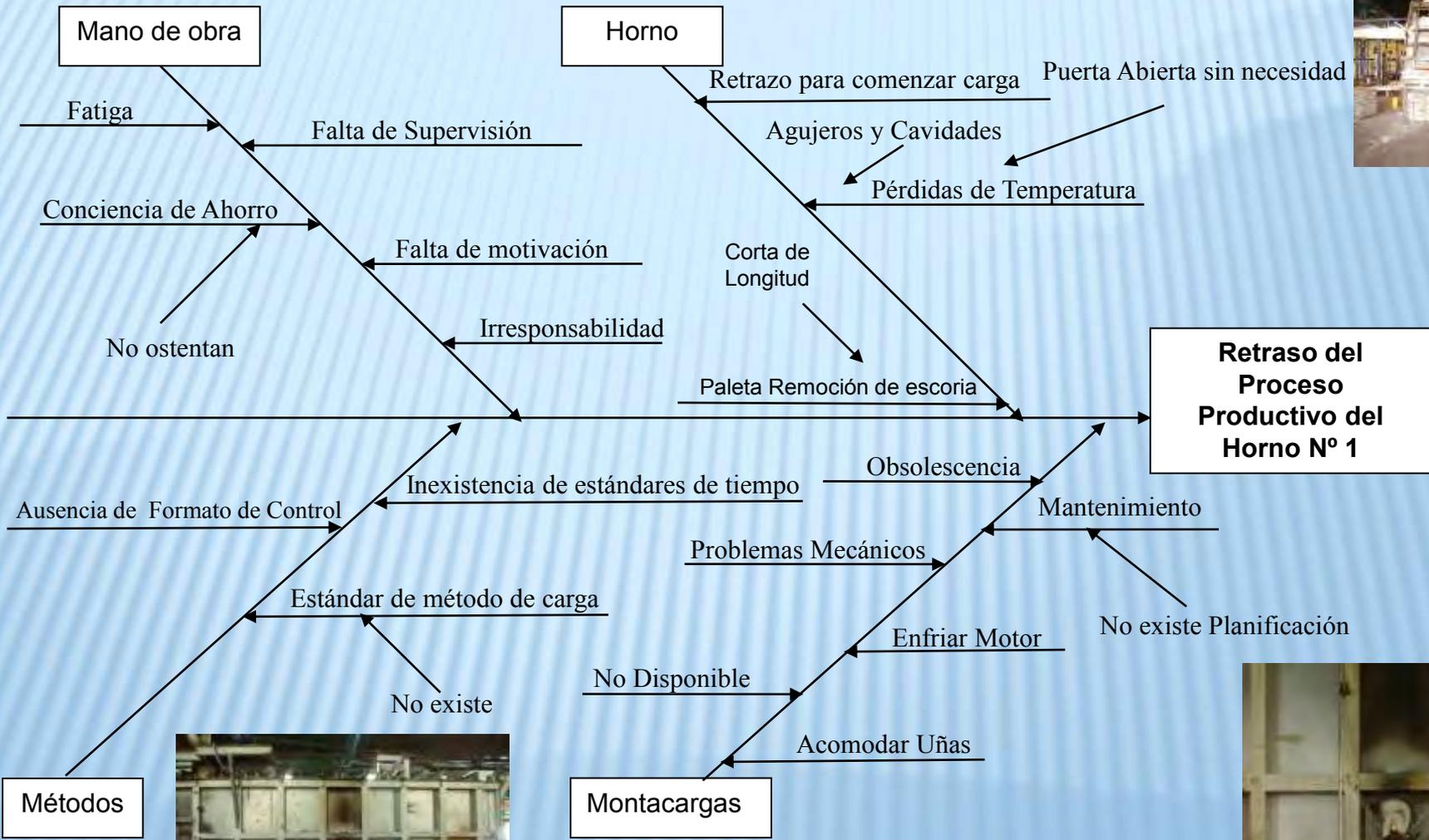
Lograda la operación de descoriado, se espera a que el horno alcance nuevamente la temperatura requerida (850 °C aproximadamente), para dar inicio a la producción de lingotes y así, proceder a quitar el tapón de la piquera de Horno, para que el aluminio sea transferido por el canal que se dirige a la línea Lingotera.

## ANÁLISIS GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Luego del análisis efectuado a través de la observación directa, entrevistas al personal de la empresa y al realizar los respectivos diagramas de flujo, se deduce que en la actualidad, existen situaciones, actividades y operaciones críticas, que retrasan el tiempo del proceso productivo del Horno N° 1 afectando así, la eficiencia de producción de aleaciones por medio de este Horno. A manera esquematizada, se presenta a continuación el diagrama causa y efecto del problema antes mencionado



# DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO DEL RETRASO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL HORNO N° 1



## DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN E IDENTIFICACION DE LOS ELEMENTOS

Las actividades escogidas para la realización del estudio de tiempo corresponden a las que forman parte del proceso productivo del Horno N° 1 para obtención de lingotes A-1060 (carga de aluminio y desescoriado).

La toma de tiempos de Carga del Horno es tomada, desde que el Operador de Montacargas toma el primer material de carga, hasta que todo el material este dentro del horno y debidamente acomodado dentro de él.

Debido a que la adición de fundente por lo general, es efectuada en el turno de 11:00pm a 7:00am, no se incluye esta operación en la toma de tiempo por ello, para el caso de Descoriado de Horno, la toma de tiempo es desde que el Operador de montacargas toma la paleta para descoriado, hasta que se logre la remoción de escoria total del Horno y se deje en su lugar la pala utilizada para esta labor.



### REGISTRO DE LECTURAS

Actividad	Ciclos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Desescoriado	6,35	7,8	6,85	5,87	5,55	8,38	7,85	8,08	9,4	11,1	11
Carga	50,4	48,7	71,1	54,17	47,75	48,9	56,65	79,63	53,9	49,9	

Para demostrar que el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempos de cada actividad del proceso productivo del Horno N° 1, se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

El Tamaño de la muestra en el caso de Carga son 10 y para el de Descoriado es 11.

➤ Para la actividad de Carga se obtiene un tiempo de:

$$\text{T.P.S} = 56,106 \text{ min.}$$

$$s = 10,7236$$

Definición del coeficiente de confianza (c):

$$c = 95\% \Rightarrow 0.95$$

$$\alpha = 1 - c \Rightarrow \alpha = 0,05$$

$$v = n - 1 \Rightarrow v = 9$$

Determinación de la distribución "t"

Student:

$$t(\alpha, v) = t(0.05; 9) = 1.833$$

Cálculo del intervalo de confianza (I):

$$I = \bar{x} \pm \frac{t_c \cdot S}{\sqrt{n}} \quad \text{(I)} = 62,3218 \text{ min.}$$

Cálculo del intervalo de la muestra

$$\text{(Im)} \quad \text{Im} = \frac{2t_c \cdot S}{\sqrt{n}} \quad \text{Im} = 12,4318 \text{ minutos}$$

$$I_m \leq I \Rightarrow 12,4318 \leq 62,3218$$

• Se acepta el tamaño de la muestra para la actividad de Carga.

➤ Para la actividad de Descoriado se obtiene:

$$\text{T.P.S} = 7.723 \text{ min.}$$

$$s = 1.6821$$

Definición del coeficiente de confianza (c):

$$c = 95\% \Rightarrow 0.95$$

$$\alpha = 1 - c \Rightarrow \alpha = 0,05$$

$$v = n - 1 \Rightarrow v = 10$$

Determinación de la distribución "t"

Student:

$$t(\alpha, v) = t(0.05; 10) = 1.812$$

Cálculo del intervalo de confianza (I):

$$I = \bar{x} \pm \frac{t_c \cdot S}{\sqrt{n}} \quad \text{(I)} = 9,0408 \text{ min.}$$

Cálculo del intervalo de la muestra

$$\text{(Im)} \quad \text{Im} = \frac{2t_c \cdot S}{\sqrt{n}} \quad \text{Im} = 1,8380 \text{ minutos}$$

$$I_m \leq I \Rightarrow 1,8380 \leq 9,0408$$

Se acepta el tamaño de la muestra para la actividad de Descoriado.

# TIEMPO ESTANDAR DE CARGA ( $T E = T N + \sum \text{tolerancias}$ )

## Cálculo del Tiempo Normal

TN: TPS x Cv

**T.P.S = 56,106 min.**

Calificación de la velocidad (Cv):

**HABILIDAD:** Para efecto de la operación de carga del horno, es excelente, ya que el operador requiere de cierta habilidad para manejar el montacargas y lograr que el material cargado quede organizado uniformemente dentro del horno.

**ESFUERZO:** El esfuerzo que ejerce el operador de montacargas es bueno, porque a pesar de que el operador no ejerce mucha fuerza, si precisa de mucha atención mental y visual.

**CONDICIONES:** Se calificó como deficiente, pues en el área de trabajo existen factores como polvo, excesivo calor y ruido que afectan el desempeño del trabajador.

**CONSISTENCIA:** Es buena, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez dicha actividad no varía notablemente. A modo de resumen, se muestra la siguiente tabla:

<b>HABILIDAD</b>	Excelente	B2	+0.08
<b>ESFUERZO</b>	Bueno	C1	+0.05
<b>CONDICIONES</b>	Deficiente	F	-0.07
<b>CONSISTENCIA</b>	Buena	E	+0.01
		TOTAL	0.07

Se emplea la siguiente fórmula:

$C_v = 1 + C$

$C = 0.07$

$C_v = 1.07$

$T.N = T.P.S * C_v$

$T.N 56,106 \text{ min.} * 1,07$

**T.N= 60,0334**





## Cálculo de las Tolerancias:

Las condiciones de trabajo donde se lleva a cabo dicha operación (área de hornos), presenta un ambiente de trabajo con una temperatura mayor de 40 °C, con circulación normal de aire, con condiciones ambientales de polvo y emanaciones de humo. Aunado a esto se evidenció una humedad característica de ambiente seco, no se trabaja bajo la lluvia, no existen salas de vapor, humedad relativa menor del 30%. El nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa y porque al momento de acomodar dentro del Horno el material con la pala para empuje de carga, se generan ruidos de alto nivel. Con respecto a la iluminación se presencié luz sin resplandor e iluminación fluorescente, con resplandores ocasionales.

Por otro lado, en cuanto a la repetitividad y esfuerzo aplicado se tiene que la duración del trabajo, puede completarse en una hora o menos. La repetición del ciclo para la operación es regular, una sola vez al día en el Horno N° 1.

No se necesita de gran esfuerzo físico ya que la actividad es realizada con ayuda del montacargas. Se requiere de atención mental y visual, concentración y de gran destreza para que la organización del material en el horno sea uniforme. Por último la posición de trabajo para que el operador realice su trabajo es sentado, con movimientos de brazos y piernas para el manejo del montacargas.

A continuación se resume lo anteriormente dicho, con su respectiva puntuación según las concesiones por fatiga.



## Concesiones por Fatiga del Operador de Montacargas para efectuar carga del Horno N° 1.

FACTOR	NIVEL	PUNTOS
TEMPERATURA	IV	40
CONDICIONES AMBIENTALES	III	20
HUMEDAD	II	10
RUIDO	IV	30
ILUMINACION	I	5
DURACION DEL TRABAJO	III	60
REPETICION DEL CICLO	II	40
ESFUERZO FISICO	I	20
ESFUERZO MENTAL	IV	50
POSICION DE PIE	I	10
<b>TOTAL</b>		<b>285</b>



CLASE = D5  
 RANGO: 283-289  
 % CONCESIONES POR FATIGA =20%  
**FATIGA = 80 min.**

## Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Para efectuar el cálculo de la JET, es significativo indicar que la jornada de trabajo del personal de producción es de tres turnos de 8 hrs. continuas cada uno (7:00am a 3:00pm, 3:00pm a 11:00pm y de 11:00pm a 7:00am), con solamente media hora (30 min.) de descanso para comida y/o necesidades personales.

Por concepto de Tiempo de preparación inicial para carga el operario toma trece (13) minutos aproximadamente para llenar de combustible y realizar revisiones mecánicas.

Para efectos de la actividad de carga, no hay tiempo de preparación final, ya que una vez efectuada, se espera a que el aluminio logre fundirse.

Es de importancia mencionar, que por la alta temperatura del lugar de trabajo, la duración de la actividad de carga y por las características de los montacargas actuales, el motor del mismo se recalienta, ocasionando una demora para enfriarlo. Por lo general, se enfría dos veces el motor de montacargas, utilizando cinco (5) minutos cada vez, dando un total de 10 min. de demora para la actividad de carga.

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 15 minutos

TPf= 0 minutos

Demora= 10 minutos

$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$

$JET = JT - (30 + 15 + 10)$

$JET = 480 \text{ min.} - (55) \text{ min.}$

$JET = 425 \text{ min.}$

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales, retrasos y la fatiga, de la siguiente manera:



JET – (Fatiga + NP)      →      (Fatiga + NP)

TN                              →              X

425 min – (80 + 30)min      →      (80 + 30) min

60,0334 min.      →              X

$X = 20,9640 \text{ min.} = \sum \text{Tolerancias fijas}$

Finalmente el Tiempo Standard de la operación carga del Horno N° 1 es:

$TE = TN + \sum \text{Tolerancias fijas}$

$TE = (60,0334 + 20,9640) \text{ min.}$

**TE = 80,9970 min.**

## TIEMPO ESTÁNDAR DE DESCORIADO

Cálculo del Tiempo Normal

TN:  $TPS \times Cv$

**T.P.S = 8,017 minutos.**



## Calificación de la velocidad (Cv):

**HABILIDAD:** Para efecto de la operación de desescoriado del Horno N° 1, la calificación es Buena, ya que la operación no tiene mayor dificultad y por ende, no requiere de mucha habilidad.

**ESFUERZO:** El esfuerzo que ejerce el operador de montacargas es bueno, no efectúa un esfuerzo notable.

**CONDICIONES:** Se calificó como deficiente, pues en el área de trabajo existen factores como polvo, excesivo calor y ruido que afectan el desempeño del trabajador.

**CONSISTENCIA:** Es buena, ya que al igual que para la operación de carga, la variación del tiempo con que se realiza cada vez esta actividad no varía notablemente.

A modo de resumen:

<b>HABILIDAD</b>	Buena	C2	+0,03
<b>ESFUERZO</b>	Bueno	C2	+0,02
<b>CONDICIONES</b>	Deficiente	F	-0,07
<b>CONSISTENCIA</b>	Buena	E	+0,01
		TOTAL	-0,01

Se emplea la fórmula:

$$C_v = 1 + C$$

$$C = -0.01$$

$$C_v = 1 - 0,01 \Rightarrow$$

$$C_v = 0.99$$

$$T.N = T.P.S * C_v$$

**T.N= 7,94 minutos.**



Cálculo de las Tolerancias:

Como la operación de descoriado, se efectúa en el área de hornos, las condiciones de trabajo son las mismas que las de carga; existiendo diferencia solamente en la duración del trabajo de esta operación (puede completarse en quince minutos o menos) y la atención mental y visual es constante por razones de calidad. En forma de resumen se presenta los valores:

FACTOR	NIVEL	PUNTOS
TEMPERATURA	IV	40
CONDICIONES AMBIENTALES	III	20
HUMEDAD	II	10
RUIDO	IV	30
ILUMINACION	I	5
DURACION DEL TRABAJO	II	40
REPETICION DEL CICLO	II	40
ESFUERZO FISICO	I	20
ESFUERZO MENTAL	III	30
POSICION DE TRABAJO	I	10
<b>TOTAL</b>		<b>245</b>



CLASE = C4  
 RANGO 241-247  
 % CONCESIONES POR FATIGA = 14%  
 FATIGA = 59 min.



## Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Por concepto de Tiempo de preparación inicial para descoriado el operario toma quince (15) minutos aproximadamente para llenar de combustible y enfriar el motor del montacargas. Además, el Operario de Montacargas se toma dos (2) minutos para buscar la tolva y colocarla adjunta al Horno. Aunque dicha operación, actualmente se está realizando una vez llevada toda la escoria hacia la puerta del Horno, debido a la longitud de la pala de descoriado, se tomará dicho valor como tiempo de preparación inicial, ya que en la instrucciones de trabajo se indica que esta actividad se debe realizar antes de comenzar con la operación de descoriado y al realizar los ajustes pertinentes a dicha pala, se podrá efectuar esta operación según las instrucciones. Una vez terminada la operación, el operador se toma dos (2) minutos para descargar la escoria de la tolva y dejarla en su lugar.

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 15 minutos + 2 minutos = 17 minutos

TPf= 2 minutos

La jornada efectiva de trabajo se determina mediante:

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = JT - (30+17+2)$$

$$JET = 480 \text{ min.} - (49) \text{ min.}$$

$$JET = 431 \text{ min.}$$

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales y la fatiga:

$$TN \longrightarrow X$$

$$JET - (\text{Fatiga} + NP) \longrightarrow (\text{Fatiga} + NP)$$

$$X = 1,9966 \text{ min.} = \sum \text{Tolerancias fijas}$$

Finalmente el Tiempo Estándar de la operación de Descoriado es:

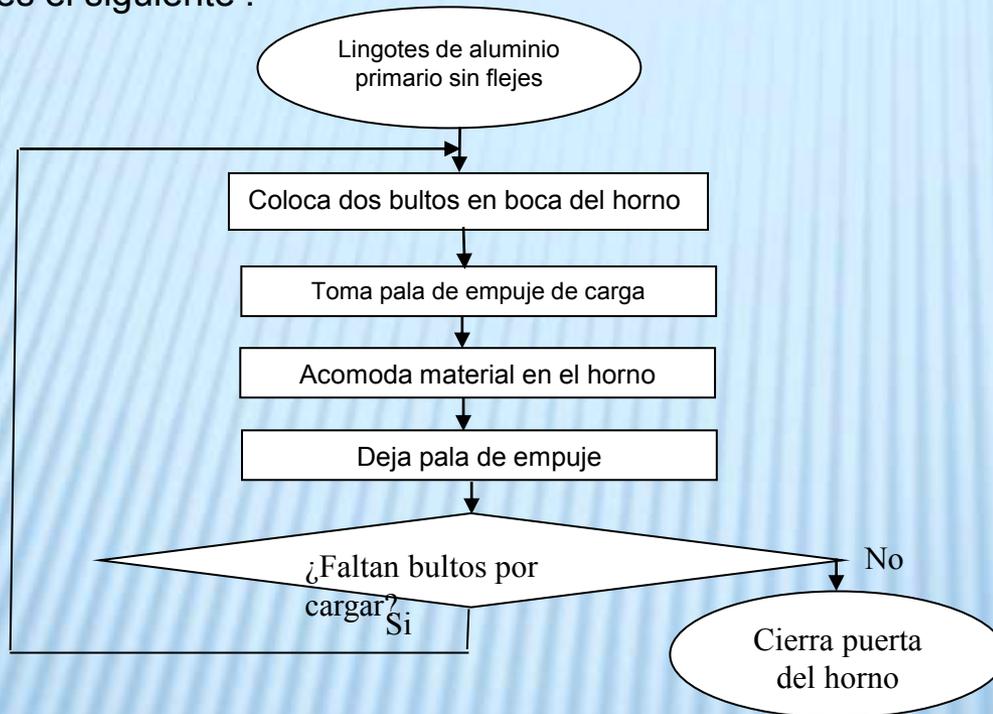
$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$TE = 7,94 + 1,9966 \text{ min.}$$

$$\mathbf{TE = 9,9366 \text{ min.}}$$

## CARGA DEL HORNO N° 1:

Al haber evaluado los diversos métodos de carga realizado en la empresa, mediante los diagramas de flujo y el estudio de tiempo se determina que el método de carga de los Lingotes P1020 suministrados por VENALUM más óptimo, es el siguiente :



Los bultos de Lingotes caben en la boca del horno (Altura de bulto: 86 cm y altura de boca del Horno N° 1: 96 cm)

No es necesario preparar el material para ser cargado, lo cual se tarda 20 segundos en dividir cada bulto por la mitad y 100 segundos para crear los dos nuevos bultos.

Cuando en el formato P.C.P, se indica cargar el Horno con lingotes P1020, acompañado de material reciclado en planta, se debe cargar primero, el material de menor volumen y por ende, que fusione más rápido. Por ello, el proceso de carga es el siguiente:

1. Lingotes no Aprobados: El procedimiento de carga de este tipo de materia prima es el siguiente: El Operador de Montacargas coloca dos (2) bultos en la boca del horno y los acomoda en el fondo del Horno con la pala de empuje de carga. Se recomienda utilizar la pala de descoriado, una vez encontrado el material dentro del Horno, ya que por su mayor longitud, se hace más sencillo llevar este material a la pared posterior del Horno. Se repiten estas operaciones hasta completar lo indicado de este material en el formato P.C.P.

2. Lingotes P1020: El procedimiento de carga, es como se mostró en el diagrama anterior. Por otra parte, aunque en la actualidad no se ha cargado el Horno N° 1 con lingotes P1020 suministrados por ALCASA, en el momento que sea indicado por el formato P.C.P., por su altura (1,08 metros), se recomienda que el montacargas tome la mitad de un bulto y lo coloque en la boca del horno, luego toma la otra mitad faltante y ya posicionados en la boca del horno se procede a empujarlos con la pala de empuje. Repetir estas operaciones hasta completar lo indicado en el formato. Para los primeros bultos, si no se cargaron lingotes no aprobados, también se recomienda utilizar la pala de descoriado para así, llevar los lingotes a la pared posterior del Horno.



3. Pailas No aprobadas: Se apilan dos pailas y se colocan dos de estas pilas en la boca del Horno. Se acomodan con la pala de empuje en el interior del Horno, dejando espacio para el siguiente material a cargar. Se repiten estas operaciones hasta cargar todo el material de este tipo presentado en el formato.



4. Pailas P1020: Se procede al mismo procedimiento que las pailas no aprobadas.



5. Bobinas no aprobadas: Este material se cargará, sí existe un remanente de aluminio líquido en el interior del Horno, para que facilite la fusión de este material y no se produzca excesiva pérdida por fusión. Su procedimiento es el siguiente: El Operador de Montacargas coloca acostada la bobina en la boca del Horno y con la pala de empuje la introduce en el interior del Horno, con el mayor cuidado posible para evitar que se produzcan salpicaduras de aluminio al exterior.



## FUSIÓN DE ALUMINIO:

La empresa tomó como plan estratégico de mejora del tiempo de fusión en el Horno N° 1, la instalación de dos quemadores marca Eclipse, de nueva tecnología. Sin embargo, existen eventualidades que estableciendo mejoras en ellas, ayudarán grandemente en los tiempos de fusión del aluminio cuando los nuevos quemadores, ya estén instalados en el Horno N° 1. Seguidamente se presentan las mejoras a los problemas del Horno que afectan en la fusión del aluminio:



- 1) Sellar los agujeros existentes en los laterales del Horno con material refractario.
- 2) Tapar la cavidad que deja la puerta del Horno al estar cerrado.
- 3) Implementar mejoras en el mantenimiento de los montacargas.
- 4) Concientizar a los Operadores de Horno, mediante charlas y campañas, de lo importancia de mantener la puerta del horno cerrada y del ahorro de la energía utilizada en él.



## DESCORIADO

Como se mencionó anteriormente, no se está cumpliendo las instrucciones de trabajo existentes en la empresa para Descoriado del Horno N° 1, ya que debido a la longitud de la pala de Descoriado, la tolva para almacenar la escoria, no se coloca antes de comenzar la actividad, sino luego de que el Operador de Montacargas arrastra la escoria hacia la puerta del horno, lo que produce retraso y pérdidas de temperatura del Horno. Por lo que se recomienda, fabricar una nueva pala de 7,50 metros de longitud, para que así, la pala pueda remover toda la escoria existente en el Horno, estando situada la tolva adjunta al Horno y de esta manera los Operadores de Montacargas cumplan con las instrucciones de trabajo existentes en la empresa.

También, se recomienda la fabricación de una tolva de 3,78 metros de largo y 1,20 metros de ancho, específicamente para esta labor, para no seguir deteriorando la tolva para almacenaje de lingotes y también para evitar que caiga escoria en las adyacencias del Horno.







## ACTUALIZACIÓN DE INSTRUCCIONES DE TRABAJO

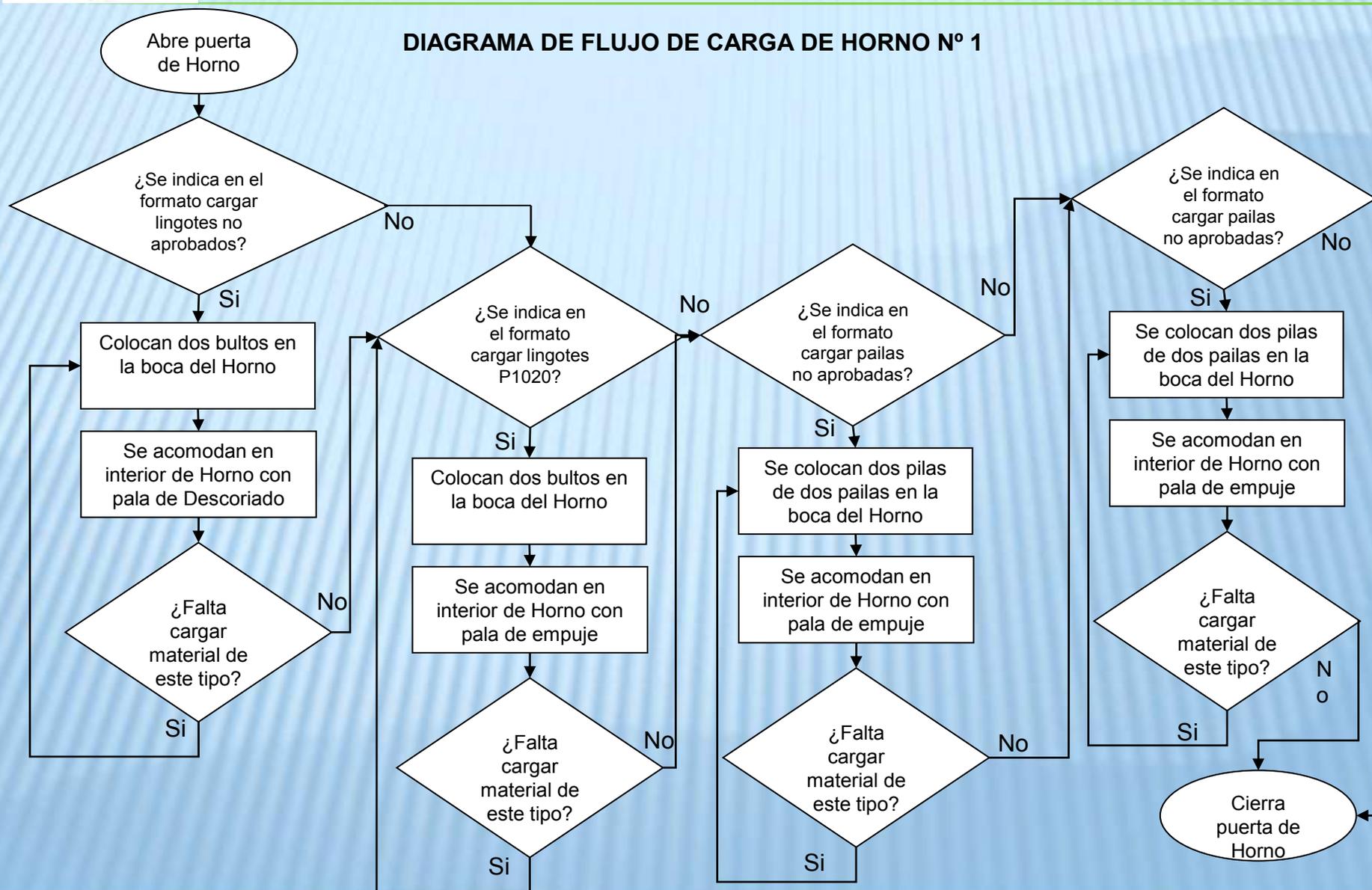


Luego de haber realizado la comparación de las instrucciones de trabajo existentes con los métodos de trabajo efectuados por los Operadores de Carga y de Montacargas, se deduce que:

Para la operación de Desescoriado, no se están siguiendo los pasos señalados en las instrucciones de trabajo, debido a la longitud de la pala de Descoriado. Por ello, se ha establecido como propuesta, fabricar una nueva pala para tal fin. Una vez fabricada se podrá efectuar la labor cumpliendo con las instrucciones existentes en la empresa.

En cuanto a la carga de materia prima en el Horno N° 1, se actualizó las instrucciones de trabajo OUPIT-015 (Preparación de las aleaciones 3xxxx), según lo descrito anteriormente, debido a que en dichas instrucciones no se explica detalladamente el proceso de carga del Horno N° 1.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE CARGA DE HORNO N° 1





## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, luego de haber efectuado el estudio de tiempo y la evaluación al proceso productivo del Horno N° 1, se concluye lo siguiente:

- 1) No se siguen las instrucciones de trabajo de descoriado, debido que al colocar la tolva adjunta al Horno, la pala de descoriado no alcanza a remover toda la escoria del interior del Horno.
- 2) La tolva para descoriado es la misma que se utiliza para almacenar los lingotes luego de salir de la línea Lingotera, lo que produce rápido deterioro de la misma y trabajos extras de limpieza.
- 3) La tolva utilizada para la operación de descoriado, no cubre en su totalidad el ancho del Horno, por lo que cae escoria en el área, ocasionando contaminación y trabajos extras de limpieza.
- 4) Cada operador de Montacargas realizaba la carga a su manera, debido a que no existían estándares de métodos ni de tiempo en la empresa.
- 5) Se demostró que los lingotes P1020 comprados a VENALUM, no necesitan preparación para ser cargados, ya que la altura de ellos es 86 cm y la de la boca del horno es 96 cm.
- 6) Los operarios destinados a las actividades de carga y descoriado, reciben grandes tolerancias por concepto de fatiga de trabajo, que fueron normalizadas para obtener el tiempo estándar de cada actividad.
- 7) El tiempo estándar de carga y descoriado, es **80,9970 min. y 9,9366 min.** respectivamente.

- 8) Las tolerancias fijas para la actividad de carga del Horno N° 1, dio como resultado **20,9640 min.**, debido a las demoras que se producen por la obsolescencia del montacargas y por la fatiga que presenta el operario debido a las condiciones de trabajo.
- 9) El tiempo que se toma el Operador de Montacargas para el enfriamiento del motor del montacargas al realizar la actividad de carga, es una demora que se puede evitar realizando las pertinentes mejoras al equipo, logrando así, la disminución del tiempo para realizar la actividad de carga del Horno.
- 10) El método de carga óptimo, es cargar primero el material de menor volumen, es decir primero lingotes no aprobados, seguido de lingotes comprados a proveedores y por ultimo las pailas almacenadas en planta y las adquiridas por los proveedores, ya que así se logra reducir el tiempo de fusión.
- 11) Existen agujeros en los laterales del Horno y una cavidad que deja la puerta al estar cerrada, produciendo pérdidas de temperatura y retrasos en el proceso productivo del Horno.
- 12) Los montacargas padecen continuos problemas mecánicos que atrasan el proceso productivo del Horno.
- 13) No existe control ni supervisión constante por parte de los supervisores, que demuestre que las actividades se realicen en el momento indicado y de manera eficiente.



## RECOMENDACIONES

Después de analizar todos los aspectos del estudio realizado en el Horno N° 1, se plantean las siguientes recomendaciones:

- 1) Tapar los agujeros y cavidades del Horno N° 1 con materia refractario, para evitar pérdidas de temperaturas y evitar costos, por utilizar manta o conos de fibra para dicho fin.
- 2) Efectuar campañas y charlas promotoras de responsabilidad de trabajo y del buen uso de los equipos existentes en planta.
- 3) Presentar a la empresa contratada para el servicio de montacargas, todos los problemas presentados con los equipos, para formular posibles soluciones.
- 4) Realizar un estudio de factibilidad técnico y económico de adquisición de nuevos montacargas.
- 5) Supervisar constantemente las actividades que forman parte del proceso productivo del Horno N° 1, para verificar que se realicen cumpliendo las instrucciones de trabajo y en el tiempo establecido.
- 6) Fabricar la tolva y la pala de descoriado propuestas, para facilitar el desarrollo de la actividad de descoriado y evitar el deterioro de la tolva de almacenaje de lingotes.
- 7) Implantar el formato de tiempo del proceso productivo del Horno N° 1 propuesto en el capítulo VI, con el fin de llevar un control de los tiempos de ejecución de cada actividad.