

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**

**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**“Optimización del Proceso de Descarga y Traslado  
de los Tubos de 6” de Diámetro y 6m. de largo de la  
Empresa *ENDURIDE VENEZUELA C.A.* ubicada en  
Puerto Ordaz, Edo. Bolívar”**

**ASESOR:**

Ing. Iván Turmero Astros MSc

**BACHILLERES:**

ALVARADO, Christopher  
CASTILLO, Paula  
MARCHÁN, Sahara  
OLIVIER, Joanny

Ciudad Guayana, Marzo de 2006

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el ámbito industrial gira entorno a la firme idea de mejorar la calidad, productividad y competitividad de las empresas manufactureras a nivel mundial, siendo cada una de ellas responsables de la mejora continua en su proceso productivo.

Con el fin de ahondar en la búsqueda de estas mejoras, se a dado inicio al análisis a fondo de los diferentes procesos de producción desarrollados en las empresas establecidas en la región del estado Bolívar; todo esto a través de la aplicación de un Estudio de Método, que permita detectar las deficiencias (ocultas o no) en dichos procesos, que posteriormente serán reducidos, modificados o en el mejor de los casos eliminados, dándole paso a la introducción de nuevos cambios que los optimicen.

La empresa **Enduride Venezuela, C.A** se encuentra ubicada en la Zona Industrial Los Pinos - Manzana 25 - Transversal 7 con calle 7, No 10, Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Ésta tiene como actividad fundamental la fabricación, ensamblaje y mantenimiento de rodillos, que se utilizan en correas transportadoras.

En esta oportunidad le abre las puertas al cambio y permite que se puedan hacer estudios y mejoras de métodos en sus instalaciones.

La realización del siguiente proyecto tiene como objetivo fundamental dar a conocer el proceso de fabricación y mantenimiento de rodillos por el cual se rige **Enduride Venezuela, C.A**, enfocando el estudio desde un punto de vista más específico en:

- Descripción del proceso de descarga y traslado de materia prima.
- Análisis operacional del proceso.
- Determinación del tiempo estándar.
- La determinación del porcentaje de eficiencia de los operarios involucrados en el proceso, mediante el uso de muestreo.

El proceso de fabricación en sí del rodillo en **Enduride Venezuela, C.A**, se da a conocer mediante los métodos de trabajo que ponen en práctica los empleados de producción, a través del uso de diagramado con enfoque en el diagrama de procesos y el diagrama de flujo o recorrido; los cuales proporcionan información detallada acerca del proceso en estudio, facilitando el análisis de cada una de las actividades realizadas y permitiendo así detectar las fallas e irregularidades presentadas, para luego mejorarlas aplicando las recomendaciones pertinentes.

Por otro lado, se presentará información relacionada con el análisis de las operaciones que se llevan a cabo, así como una descripción del método propuesto mejorado para agilizar la secuencia de las operaciones, movimientos que debe hacer el operario, mejorar las condiciones de trabajo, minimizar los costos de operación e incrementar el volumen de producción. También se presenta el correspondiente diagrama de proceso y layout propuesto a esta situación, efectuándose un análisis general que describe tanto las deficiencias del método actual que se lleva en la fábrica como las bondades que proporciona el nuevo método propuesto.

La aplicación del estudio de tiempos surge por la necesidad de desarrollar un centro de trabajo eficaz, mediante la determinación de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo por un obrero tipo promedio trabajando a un ritmo normal, empleando técnicas que determinen el tiempo que invierte el operario calificado en llevar a cabo la tarea. Los pasos a seguir en el proceso para desarrollar un centro de trabajo eficiente es la determinación del tiempo estándar, fijado mediante la ayuda de las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo; pues, en este proyecto se presentará la búsqueda de la normalización del proceso productivo. Esta investigación es importante porque permitirá analizar y considerar cada detalle del trabajo y su relación con el tiempo normal requerido para realizar el ciclo completo mediante el manejo de las técnicas de medición del trabajo.

Otros de los objetivos, es la mejora de los métodos de trabajo empleados por **Enduride Venezuela, C.A**, por medio de la determinación de tiempos basados en la estadística matemática, con el fin de determinar las proporciones del tiempo total, dedicadas a las diversas operaciones que comprenden el proceso de fabricación y mantenimiento del rodillo, enfocando el estudio en el almacenamiento e inventario de la materia prima, abarcando esta etapa, el proceso de descarga y almacenamiento de la misma, para así determinar las tolerancias aplicables al trabajo para evaluar los equipos y establecer estándares de producción.

Este aspecto es importante debido a que permitirá establecer el nivel de utilización de las máquinas usadas en el proceso, también permitirá estimar las demoras involucradas, medir la eficiencia del trabajador, y la determinación del porcentaje de uso de las máquinas y herramientas; todo esto, hace posible el incremento de la eficiencia de los equipos y el personal operativo, además de tener numerosas aplicaciones que pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de la empresa.

Por medio de estudio se presentan nueve (9) capítulos: En el capítulo I se exponen las generalidades de la empresa, en el capítulo II se hace referencia al problema, en el capítulo III se expone el Marco teórico, en el capítulo IV se habla del marco metodológico, el capítulo V trata de la situación actual, en el capítulo VI se hace referencia al método propuesto, el capítulo VII habla de la aplicación del estudio de tiempos, el capítulo VIII trata sobre la aplicación del muestreo de trabajo y por último el capítulo IX engloba un análisis general de los temas ya tratados; aunado a esto, se presentan conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, apéndices y anexos.

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES DE LA EMPRESA

#### I.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa **Enduride Venezuela, C.A** se encuentra ubicada en la Zona Industrial Los Pinos - Manzana 25 - Transversal 7 con calle 7, No 10, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

#### I.2 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

**Enduride Venezuela, C.A**, es una franquicia de la empresa **Enduride Development, Inc.** ubicada en *Québec, Canadá*. Esta se desenvuelve en el ámbito manufacturero/distribuidor de rodillos y/o polines para correas transportadoras de óptima calidad; éstos incluyen: Estaciones completas, Rodillos para reemplazo de tipo convencional (acero) o para aplicaciones específicas junto con rodillos resistentes a los impactos, para ser usados en rubros minero, de transporte, de cargamento de barcos, sistemas de cargas al igual que en industrias de transporte de materias sólidas.

En lo que respecta a ocupaciones de la empresa en el diseño de rodillos, abordó los problemas de contaminación, de fiabilidad, de durabilidad y de rentabilidad con un acercamiento totalmente innovador.

El resultado es un avanzado Rodillo de calidad superior que protege completamente los rodamientos, con el sistema patentado "Sistema de Protección por Encaje" (S.P.E.).

El sistema Enduride tiene 2 características únicas. En primer lugar, aísla por completo el rodamiento de todo contacto externo y enseguida lo provee de una

protección suplementaria contra las vibraciones. Siendo éstas últimas una fuente muy frecuente de rupturas o de un mal funcionamiento del transportador.

Los componentes del sistema son sellados en fábrica con poliuretano inyectado bajo presión controlada, éste procura una barrera protectora suplementaria y un cojín antivibraciones extremadamente eficaz.

Actualmente, por ser una empresa pequeña se cuenta con un personal obrero conformado por seis operarios calificados, destinados a cubrir todas y cada una de las operaciones inherentes al proceso por medio del manejo de las maquinarias y equipos importados de tecnología extranjera, a excepción de una de ellas (prensa) la cual es innovación de estos experimentados obreros.

Este proceso, se da gracias al suministro de la materia prima por parte de empresas nacionales e internacionales, entre las que cabe mencionar: Sumindu, Hierro San Félix, H. Welle S.A., Skf, Gomainca, Enduride Development Inc., Industrias Metalúrgicas Rex C.A, Metal Caroní C.A, Diseca, Ferrufalca, Ferretería la Llovizna C.A, entre otros.

### **I.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN**

Este proceso inicia sus actividades una vez obtenidos los tubos de acero de 6" de diámetro máximo y una longitud de 6 metros, los cuales son inspeccionados, seleccionados y almacenados. En vista de que el proceso de producción esta dedicado a la fabricación y ensamblaje de Rodillos, se selecciona en primer lugar el eje (dependiendo de sus especificaciones), se corta y se lleva a prensar; luego se le colocan los rodamientos en el eje; acto seguido se colocan los laberintos y las tapas correspondientes.

Una vez realizado este proceso, se emprende el ensamblaje del conjunto con el cilindro, el cual es previamente seleccionado y cortado (dependiendo de las

especificaciones técnicas solicitadas por los clientes). Posteriormente, el rodillo ensamblado pasa por una etapa de limpieza con un producto químico (tiner) para eliminar las impurezas que pueden causar daños en el mismo, para luego ser sellado con poliuretano; y finalmente es llevado al área de pintura para darle el acabado final.

Por otra parte, en vista de que la empresa tiene poco tiempo laborando en la zona, no se tiene una estimación de producción diaria, debido a que trabajan por cotizaciones; es decir, su proceso de producción no se da bajo régimen permanente sino por lote; sin embargo, su capacidad instalada destinada a la fabricación de Rodillos abarca aproximadamente 200 rodillos diarios.

Cabe destacar, que la compañía labora en instalaciones compartidas con otra empresa (**Comeso C.A**), contando así con un conjunto de máquinas y equipos entre los cuales se pueden mencionar:

- 1 Fresadoras.
- 2 Tornos.
- 1 Taladro de mesa (vertical).
- 1 Lijadora.
- 1 Cortadora horizontal.
- Esmeriles.
- 2 Máquinas de soldar.
- 1 Prensa hidráulica.
- 2 Pistolas para inyección de poliuretano.

Actualmente, la empresa cuenta con distintas áreas de trabajo entre los que se pueden referir: almacén y depósito, soldadura, corte, mecanizado, prensado, ensamblaje, aparte de un área destinada a las labores administrativas, baños y comedor.



## I.4 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura organizativa de la empresa **Enduride Venezuela, C.A**, se presenta de la siguiente forma en la figura 1.1.

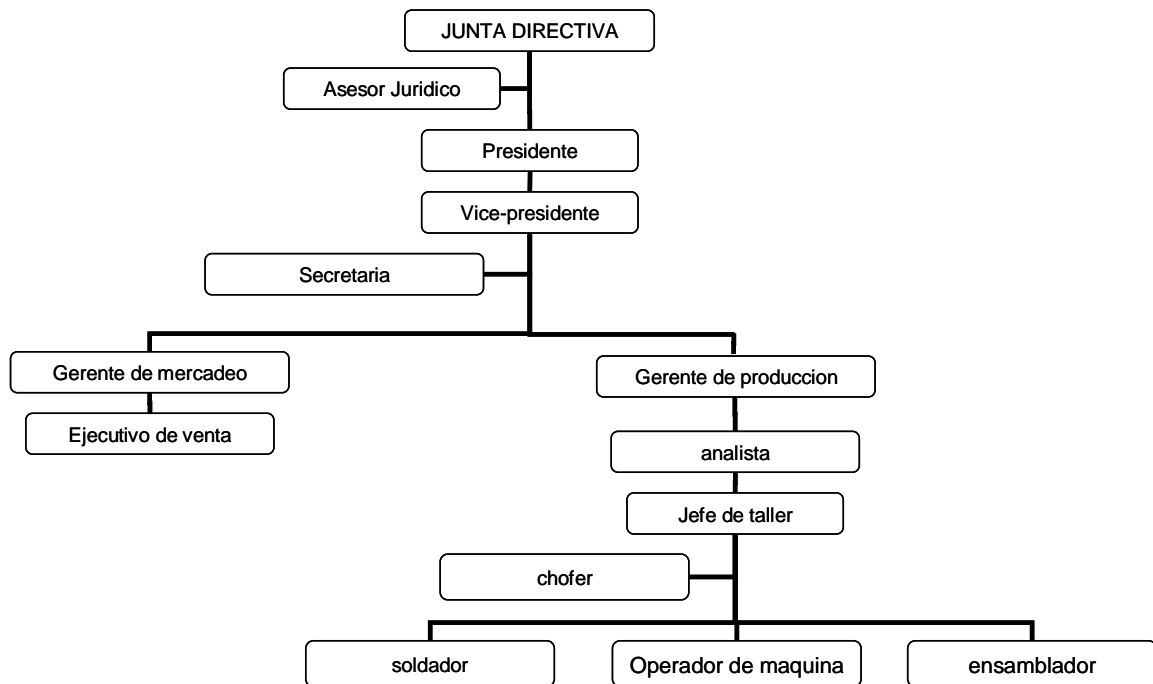


Fig. 1

## CAPÍTULO II

### EL PROBLEMA

#### II.1 ANTECEDENTES

En el transporte de materiales, materias primas, minerales y diversos productos se han creado diversas formas; pero una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas y rodillos transportadores, ya que estos elementos son de una gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento.

Las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

En el año 2004 se instala en Puerto Ordaz la empresa **Enduride Venezuela, C.A.**, como franquicia de una empresa Canadiense ubicada en la ciudad de Québec, bajo la sociedad de Juan Zurita y Dobelis Marchán, ambos ingenieros mecánicos quienes innovaron con la implantación de esta nueva tecnología *Enduride* en la zona, con el fin de satisfacer la demanda del mercado nacional al solucionar los problemas causados por los rodillos de sistemas transportadores, que no resisten a las condiciones extremas a las cuales son sometidos , y esto al mejor costo posible, como resultado de una tecnología que no solamente hace del rodillo *Enduride* uno de los elementos más resistentes del transportador, sino que también hace que sea el elemento cuyo sistema de ensamblaje es el más fácil.

Las economías de los gastos de mantenimiento y funcionamiento derivadas de la utilización de los rodillos *Enduride* hacen que el costo de adquisición sea el más

bajo de toda la industria. *Enduride* está orientado hacia el servicio y la satisfacción del cliente a largo plazo.

## II.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los rodillos son los elementos que se deterioran con más facilidad, ocasionando la suspensión de la producción. Estos deterioros aumentan considerablemente los gastos de mantenimiento y funcionamiento, que en muchos casos superan los costos de adquisición, reduciendo ampliamente la inversión del transportador.

Con base a lo dicho anteriormente y haciendo énfasis en la reciente instalación de la empresa en Guayana, se pudo determinar que existen muchas deficiencias dentro de la misma, tanto a nivel organizacional como productivo; una de ellas, es el hecho de que la empresa comparte su personal, instalaciones y equipos con otra empresa (**Comeso C.A.**) lo cual resulta un verdadero problema al momento de realizar las actividades destinadas a la producción de Rodillos.

Por otro lado, se pudo apreciar la ineficiencia en el proceso de descarga de la materia prima (tubos de 6" de diámetro y 6 mts. de longitud), debido a la ausencia de tecnologías y/o maquinarias enfocadas a esta labor, por esta razón es necesario que los operarios abandonen sus puestos de trabajo para dedicarse al proceso de descarga de material, para luego reintegrarse a sus puestos de trabajo.

El hecho de la inexistencia de los equipos indispensables para descargar el material trae como consecuencia la realización de esta actividad de forma manual por el personal obrero, lo cual genera agotamiento excesivo en los trabajadores y afecta a su vez en la continuidad de su jornada de trabajo, además de incluir la posibilidad de ocasionar enfermedades ocupacionales a largo plazo.

Con vistas a mejorar la ejecución de las operaciones necesarias para la descarga de la materia prima y el traslado de la misma hasta el área de almacén, es necesario realizar un análisis minucioso y sistemático, a través de la descripción del proceso con sus respectivos diagramas, para poder detectar cada una de las fallas y deficiencias existentes en el proceso en cuanto a la eficiencia del operario, tiempo de ejecución de las actividades, movimiento del operario y/o materiales, entre otros. De ésta manera se podrá analizar de forma detallada cada una de las irregularidades observadas y así se podrán presentar mejoras o recomendaciones que ayuden a que el proceso de descarga de la materia prima sea más eficiente y cause menos demoras en la producción de los rodillos, y de igual manera reducir los posibles daños en los operarios por el exceso de carga que reciben al trasladar los tubos de forma manual ; lo cual a su vez arrojaría un mayor porcentaje de ganancias para la empresa.

No obstante, también, es necesario que se realice de un examen crítico, destacando y considerando detalles en las operaciones mas significativas del proceso. Por otro lado es de gran importancia determinar el tiempo de ejecución en que los operarios deben realizar su trabajo y evaluar los tiempos que invierten actualmente en ejecutarlo, mediante el uso de las herramientas adecuadas para llevar a cabo el estudio; a pesar de todas estas técnicas, es recomendable no dejar de lado la realización de un muestreo de trabajo para determinar el porcentaje de eficiencia de los trabajadores que se ven involucrados en la fabricación de los rodillos.

### II.3 JUSTIFICACIÓN

Dentro del gran cúmulo de factores que afectan la empresa **Enduride Venezuela, C.A.**, se canalizó el estudio en el proceso de descarga de material, al cual se le aplicaron las técnicas que permitieron mejorar el método de trabajo actual

por el cual se rige la empresa. Este es uno de los factores que incide directamente en el proceso productivo, ya que, el hecho de que los operarios tengan que abandonar el puesto de trabajo para dedicarse a la descarga de la materia prima, genera una gran demora en la etapa de fabricación y ensamblaje de los rodillos; además de afectar el óptimo desarrollo de las operaciones por motivo del desgaste físico que se produce en el operario, como consecuencia de la excesiva carga que tienen que soportar durante el traslado de la materia prima (tubos de 6m de largo por un máximo de 6" de diámetro) hasta el área de almacén; de igual forma se realiza el traslado desde el almacén hasta la cortadora.

La aplicación de todas las técnicas ya mencionadas incrementará la eficiencia del personal operativo, permitirá comparar métodos alternativos, así como balancear la fuerza de trabajo con el trabajo disponible, controlar la producción, implantar nuevos incentivos e instituir costos estándar y controles de presupuestos. Es importante señalar que no se contó con información acerca de estándares de tiempos anteriores con los cuales se pudieran hacer comparaciones sobre el proceso en estudio.

Mediante la técnica de muestreo se podrá investigar las proporciones de tiempo total dedicadas a las diversas actividades que componen el proceso de fabricación de rodillos, y sus resultados sirven para determinar tolerancias aplicables al trabajo, evaluación del uso de las máquinas, también establece estándares de producción, proporciona la información con mayor rapidez a menor costo, establece el porcentaje de eficiencia de todos los equipos involucrados en el proceso como son las máquinas: tornos, fresadora, prensa, equipo de oxicorte entre otros.

## II.4 OBJETIVOS

### II.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el proceso de descarga y traslado de la materia prima ( tubos de 6" de diámetro y 6 mts. de largo) hasta el almacén de la empresa **Enduride Venezuela, C.A.**, aplicando las técnicas de muestreo, estudio de tiempo y estudio de movimientos, con miras a proponer mecanismos y procedimientos de mejoras.

### II.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los elementos que inciden en el proceso de descarga y traslado de la materia prima hasta el almacén.
- Obtener información sobre la situación actual por la cual se rige la empresa, en cuanto a los procesos de trabajo.
- Describir los procesos de carga y descarga de los tubos de acero y presentar los hechos e información en forma ordenada para su estudio y análisis.
- Elaborar diagramas de procesos y flujo de material.
- Presentar mediante los diagramas, los movimientos del operario, con la finalidad de representar en forma gráfica, clara y sencilla el método actual.

- Analizar la técnica actual por la cual se rige la empresa para llevar a cabo el proceso de descarga y traslado de los tubos de acero.
- Realizar un estudio con una visión crítica de las actividades mencionadas anteriormente, encaminadas a lograr mejoras en el proceso; haciendo uso de las preguntas que sugiere la técnica del interrogatorio, el interrogatorio que propone la OIT y de los enfoques primarios.
- Plantear propuestas que den lugar a mejoras en el proceso de descarga de los tubos de acero y sus respectivos traslados hasta el área de almacenamiento temporal.
- Elaborar el diagrama propuesto para el nuevo método de trabajo.
- Determinar el tamaño de la muestra mediante el procedimiento estadístico.
- Establecer los tiempos de cada operación a través del cronometraje vuelta a cero, y vaciarlos en los formatos correspondientes.
- Aplicar el procedimiento señalado para la determinación de los estándares de tiempo.
- Determinar la calificación de la velocidad del operario, haciendo uso del método westinghouse.

- Calcular el tiempo promedio seleccionado (TPS) para cada elemento de las operaciones en estudio.
- Estimar las tolerancias fijas que influyen en la jornada de trabajo, tomando en cuenta el tipo de jornada de trabajo (continua, discontinua).
- Estimar la jornada efectiva de trabajo, las necesidades personales y las concesiones por fatiga para normalizarlas.
- Determinar el tiempo estándar del proceso de descarga y traslado de los tubos al almacén.
- Determinar el número de observaciones a realizar y las necesarias en 5 días de estudio.
- Generar números aleatorios que indiquen los horarios en que se tomarán las observaciones.
- Diseñar la hoja de observaciones.
- Determinar el porcentaje de ocurrencia en el que los operarios son eficientes o están trabajando.
- Determinar el número de observaciones necesarias para garantizar la confiabilidad del muestreo.



- Realizar un gráfico de control que permita obtener las observaciones que se encuentran fuera de los límites de control y determinar las causas.
- Calcular la exactitud al final del estudio.
- Preparar las conclusiones y recomendaciones resultantes.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### III.1 BASES TEÓRICAS

**ENDURIDE Development Inc.** desarrolló una nueva tecnología que abre un nicho exclusivo en el mercado de rodillos para sistemas transportadores: la solución **ENDURIDE**.

**¿Qué es la solución *ENDURIDE*?**

#### **Máxima protección para un rendimiento óptimo**

El rodillo *ENDURIDE* es por su diseño un producto único y exclusivo en el mercado.

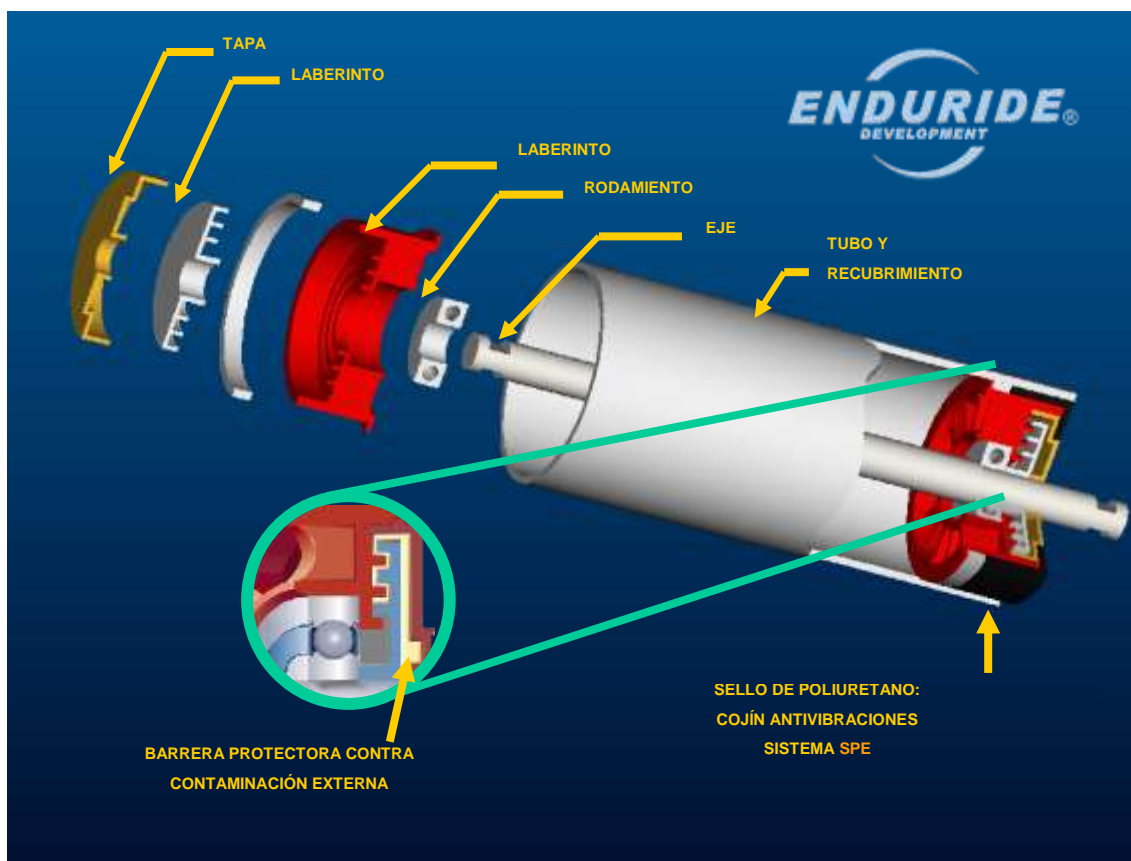
Se originó de una idea muy simple: diseñar un rodillo que ofrezca una protección superior a los rodamientos y que sepa responder a los criterios de rendimiento más exigentes de la industria.

#### **El resultado es:**

Una nueva generación de rodillos con un "Sistema de Protección por Encaje" (SPE) patentado y revolucionario junto a diferentes opciones en función del problema por resolver.

*ENDURIDE* redefine la norma actual de calidad y de rendimiento.

## Características del sistema SPE (Sistema de Protección por Encaje) patentado



- **Rodamientos**

Con el sistema SPE, conseguimos que los rodamientos se conserven en su estado inicial, como si nunca salieran de su caja original.

De ésta manera sus propiedades se conservan brindando un servicio óptimo al rodillo ENDURIDE.



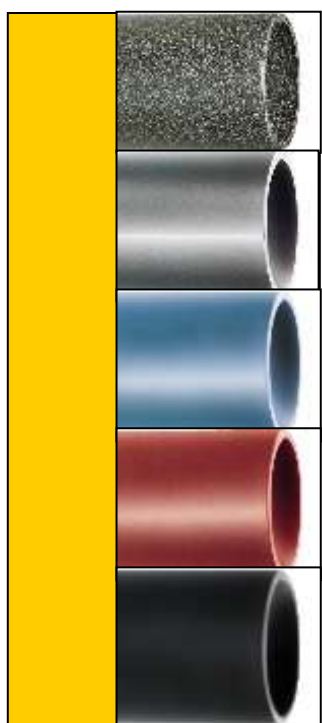
*ENDURIDE* escoge un rodamiento de esferas, lubricado de por vida y provisto de doble empaquetadura, de muy buena calidad y sin necesidad de mantenimiento entregándole así, una garantía de funcionamiento óptimo.

El rodamiento de esferas da mejores resultados porque:

- Reduce la fricción.
- El torque de arranque es más débil.
- Elimina los sistemas de antibloqueo

Puesto que *ENDURIDE* respeta todas las condiciones de usos que impone el fabricante de rodamientos, la vida útil del rodillo depende directamente de la vida del rodamiento.

#### Las opciones de recubrimientos *ENDURIDE*.



**Compuestos de cerámica**

**Acero + aleaciones**

**Poliuretano, HDPE**

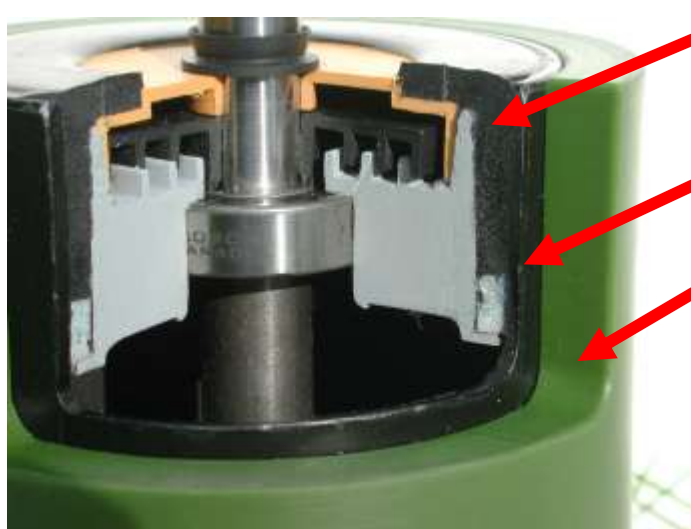
**Plástico aprobado para alimentos**

**Caucho, PVC y otros**

## Ejemplo de opciones de recubrimiento

Para el uso de rodillos en medios altamente corrosivos y/o abrasivos, **ENDURIDE** le ofrece recubrimientos de HDPE.

El recubrimiento tradicional es de color negro.

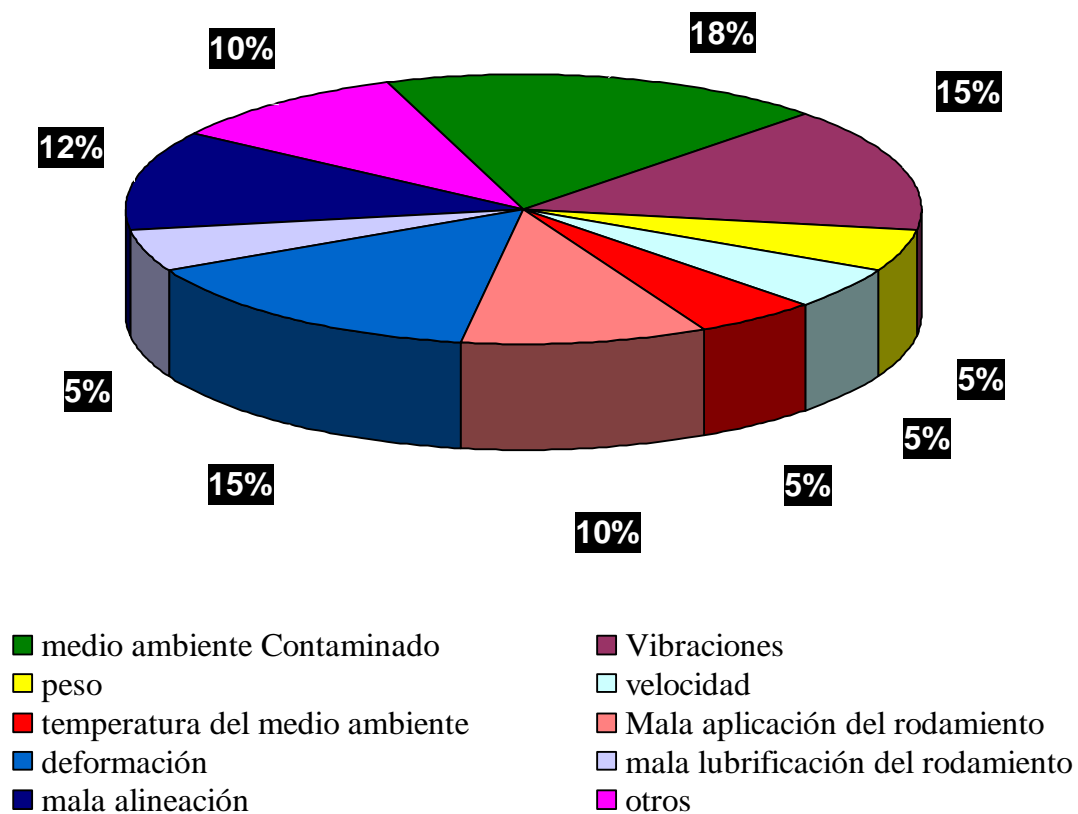


Sello de  
poliuretano

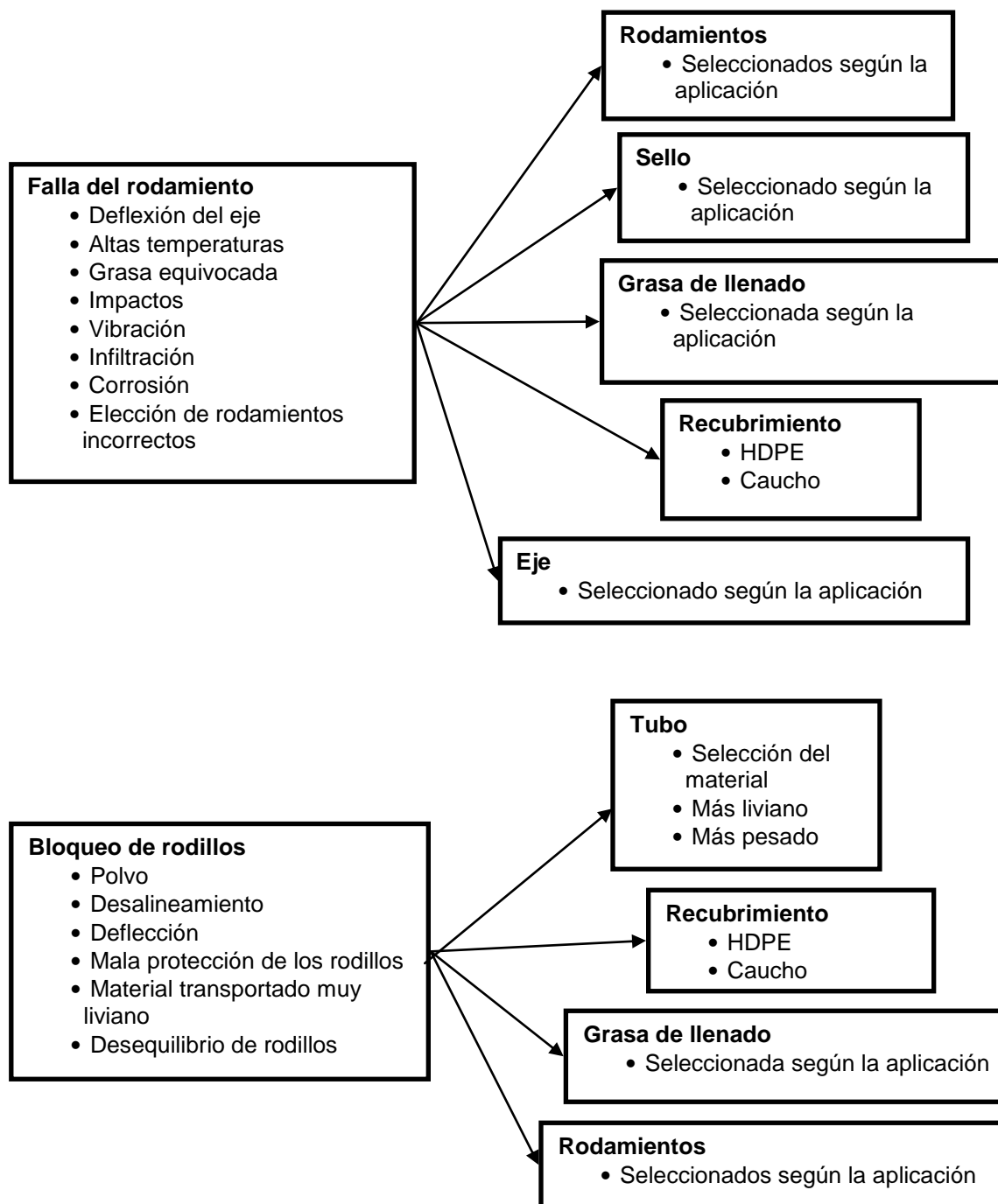
Tubo de acero

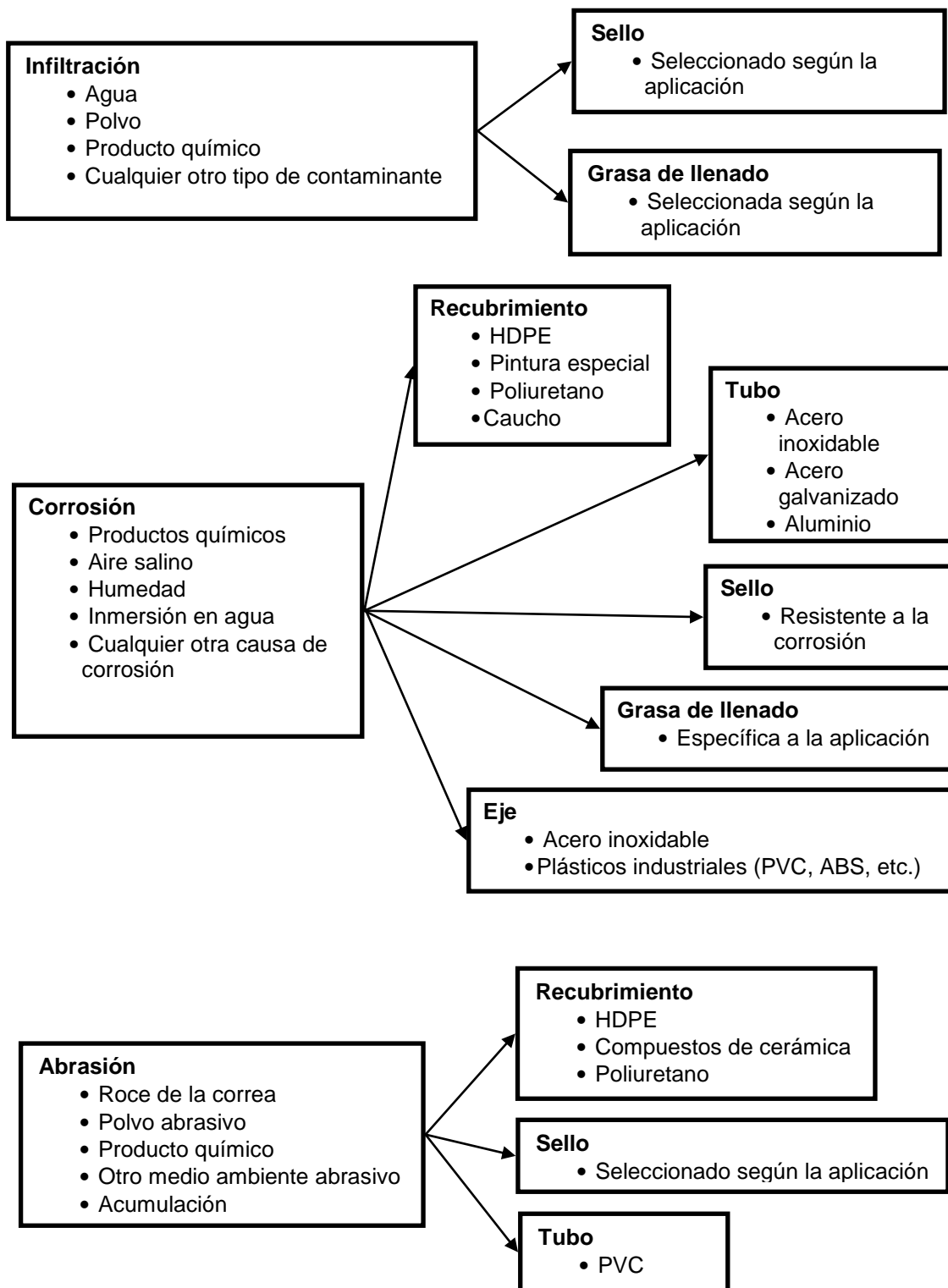
Recubrimiento  
de HDPE

### Principales causas de ruptura de un rodillo convencional

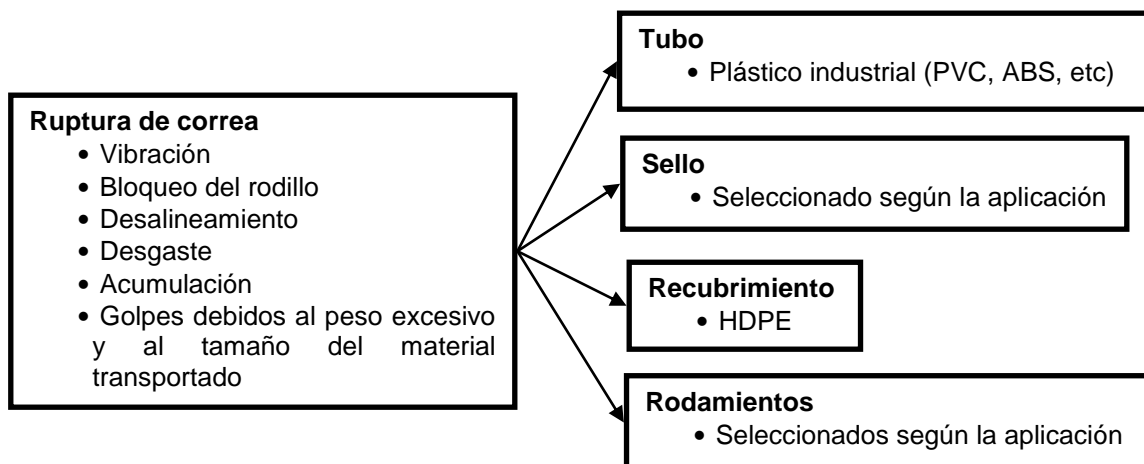
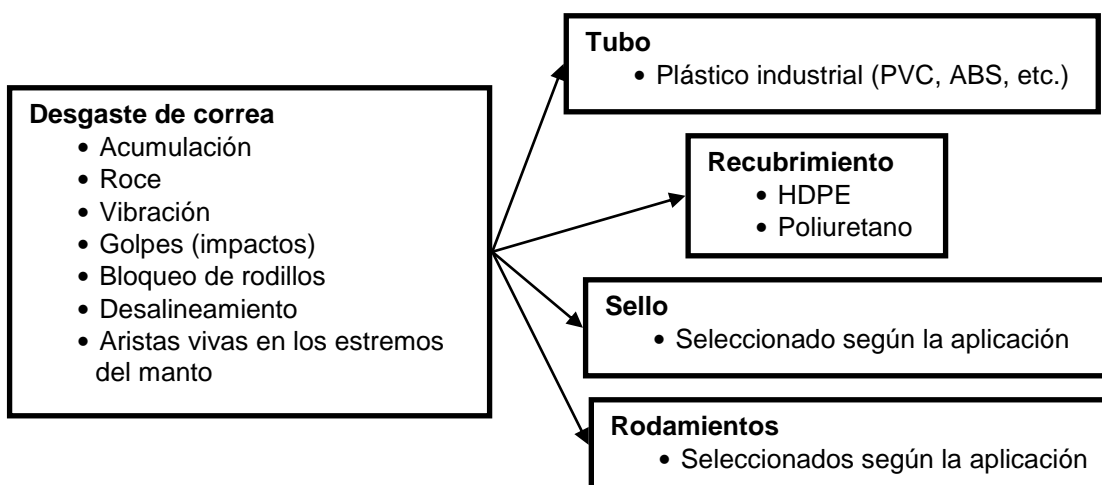
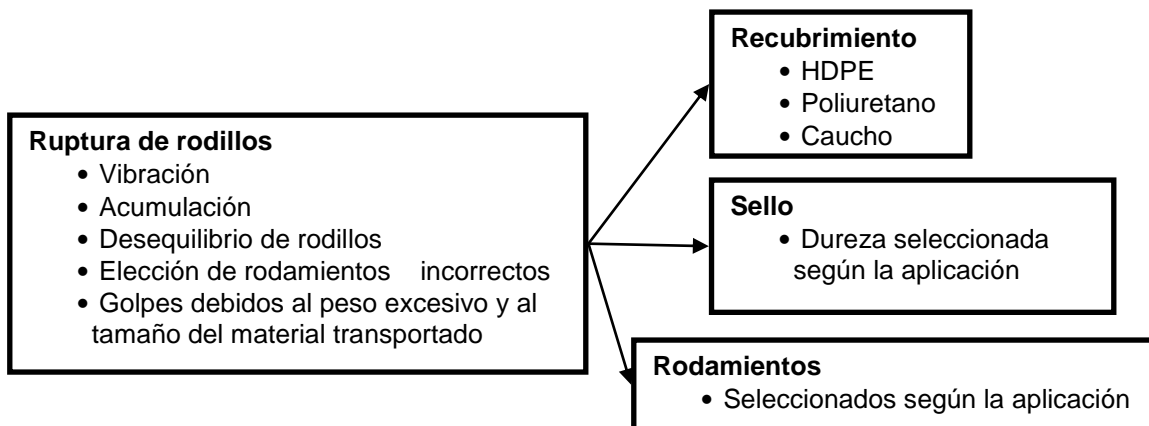


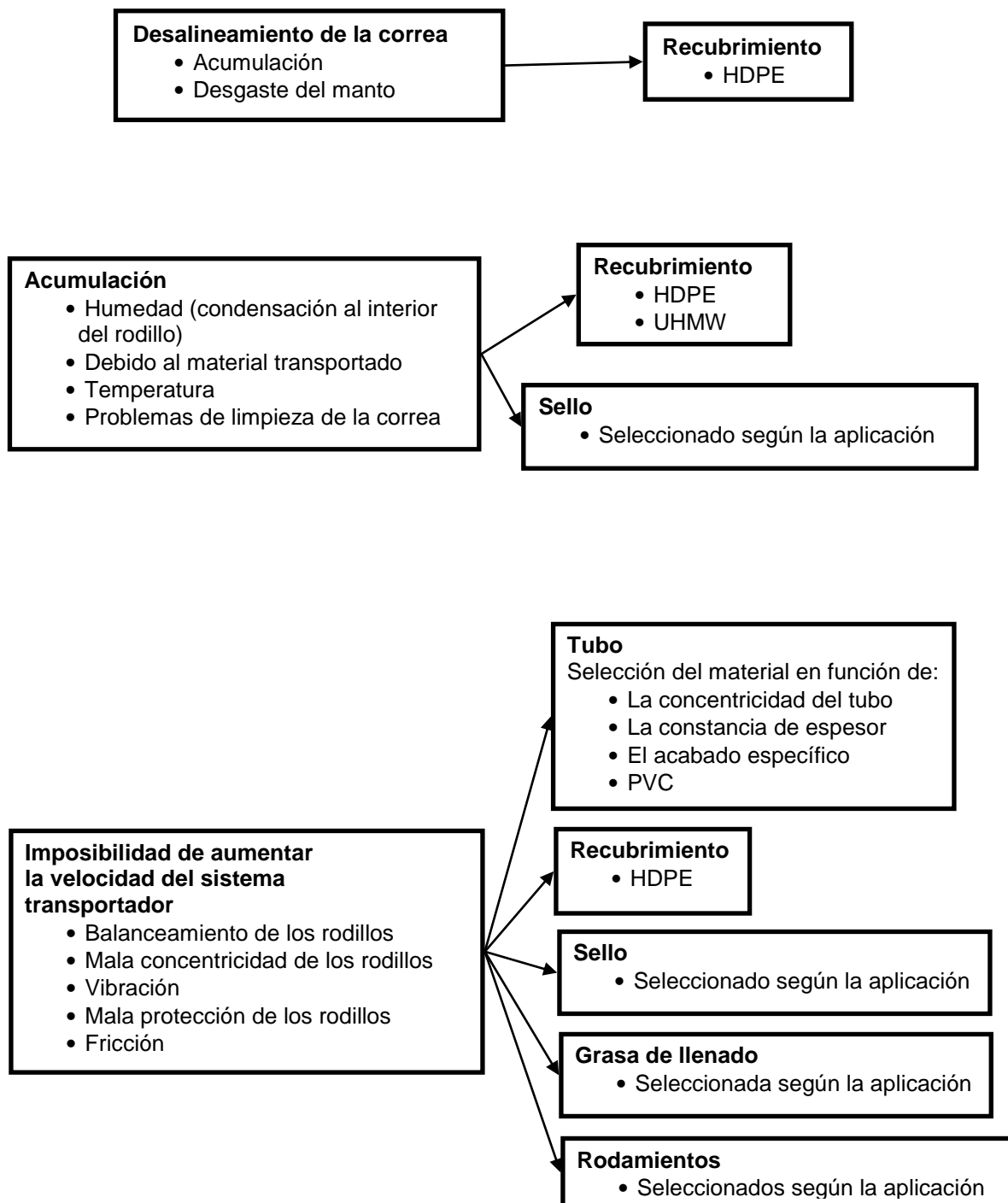
## Solución ENDURIDE patentado S.P.E:

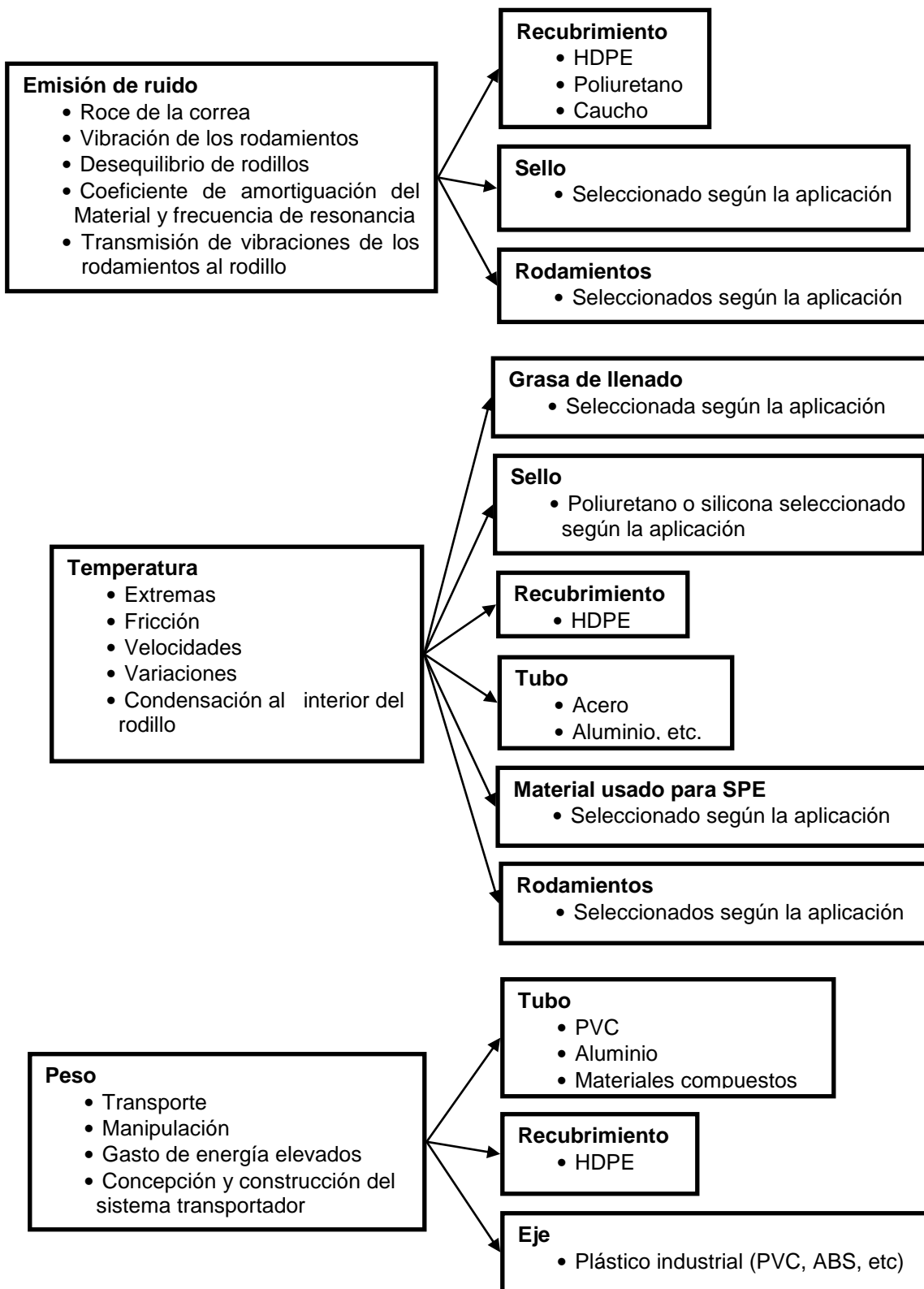


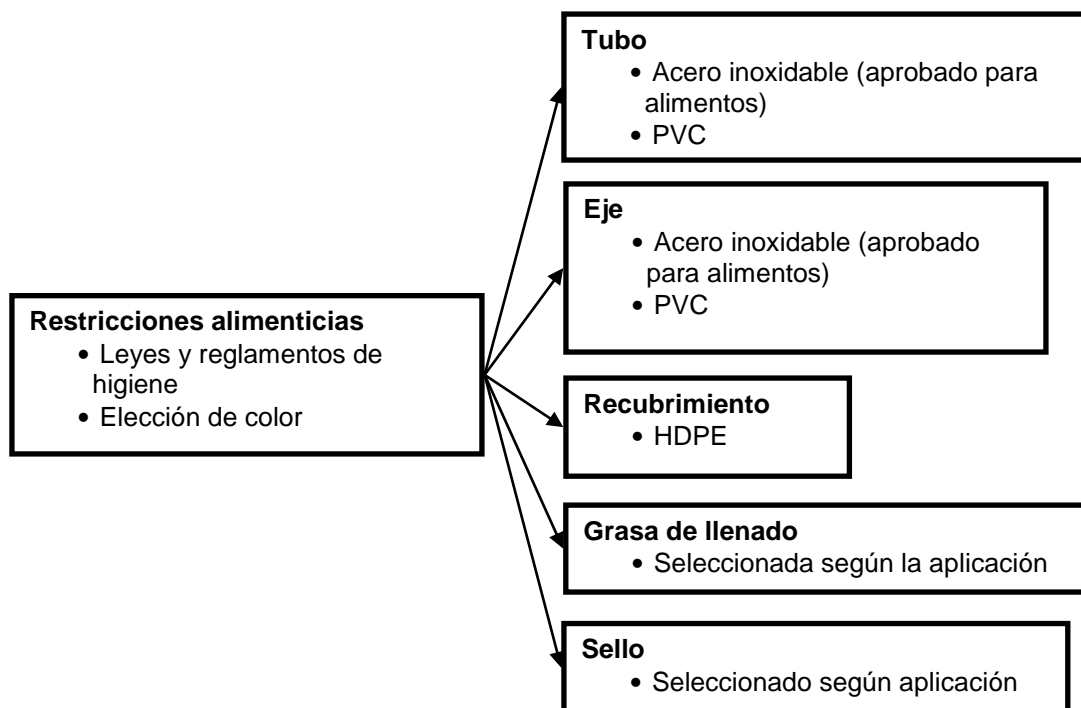
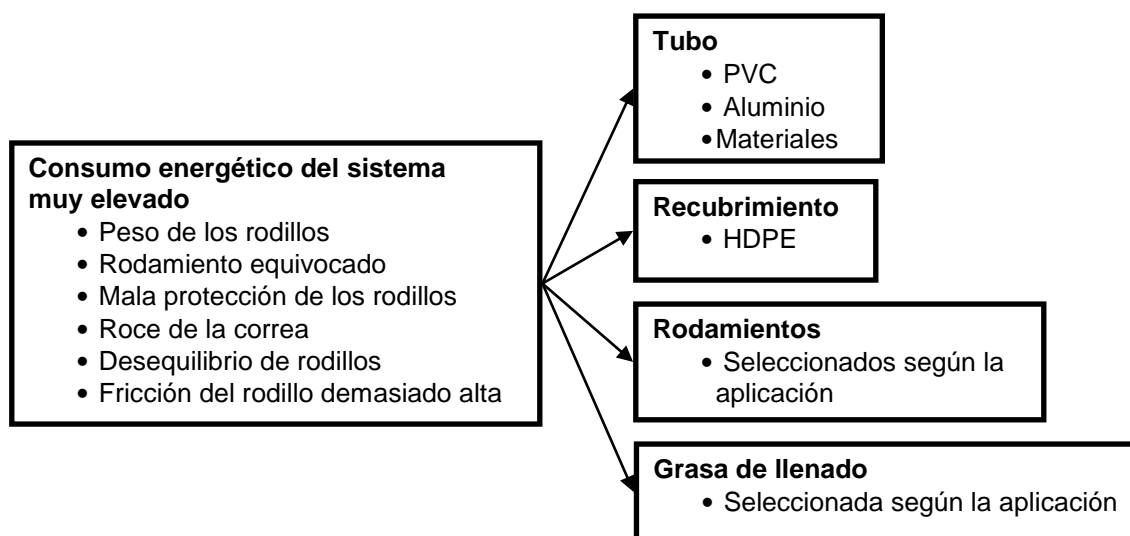


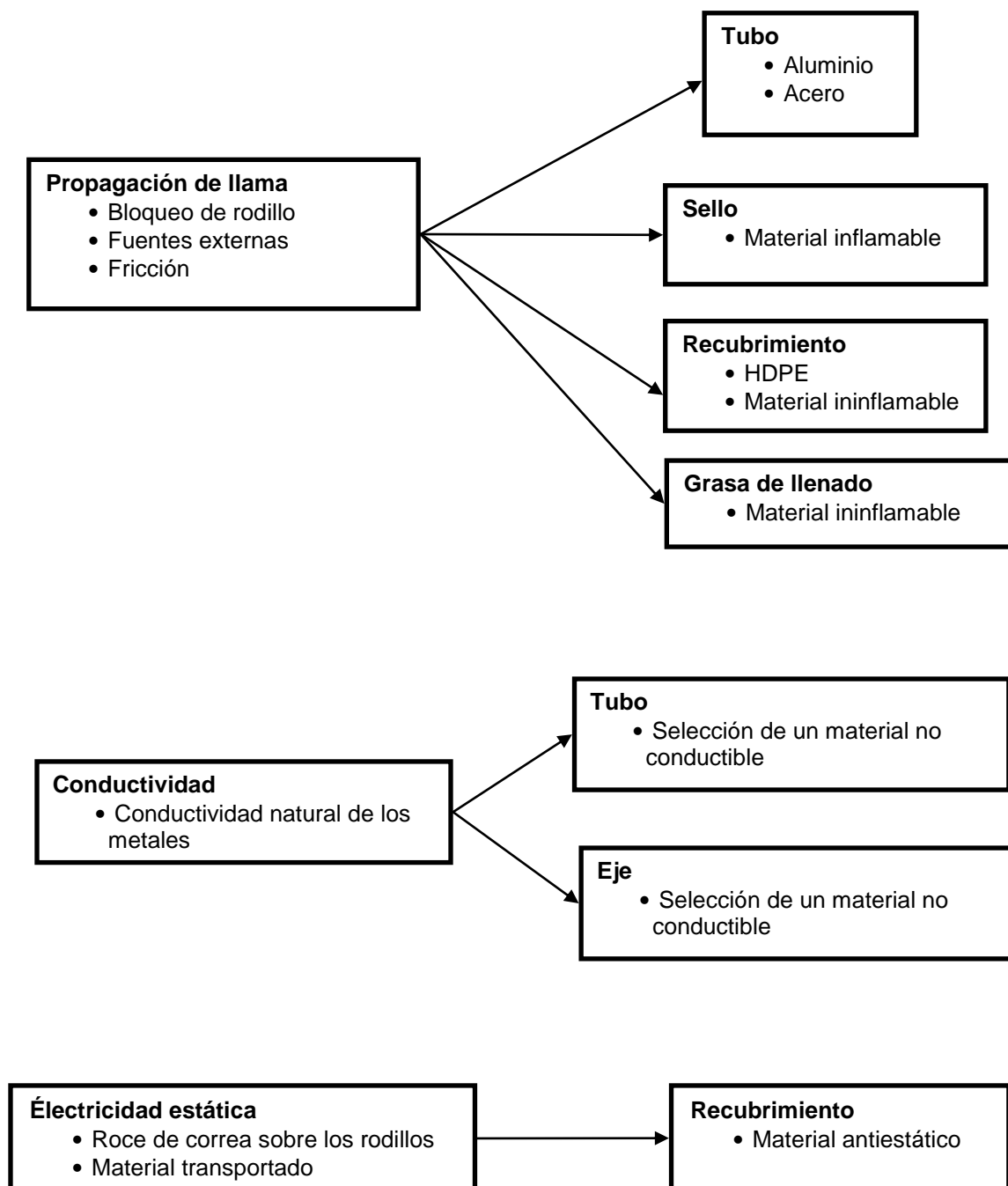












## Las opciones **ENDURIDE**

Los rodillos **ENDURIDE** se hacen a la medida para dar respuesta a un problema preciso.

Los rodillos **ENDURIDE** son la solución a los diversos problemas de transportadores.

**ENDURIDE** a la vanguardia y único en el mercado.

## Las ventajas **ENDURIDE**

### Un rodillo de mejor calidad

- Que protege los rodamientos en un 100% (SPE – Sistema de protección por encaje).
- Que elimina el bloqueo del rodamiento.
- Incluso en bajas temperaturas.
- Que no necesita mantenimiento.
- Resistente a productos químicos.

### Otras ventajas

- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia a la abrasión.
- Silencioso.
- Resistencia a los impactos.
- Elimina el desalineamiento.
- Más ligero.

- Elimina el atasco con el soporte.
- Da respuesta a todas sus necesidades.

### **Ventajas económicas**

- Ahorro de energía.
- Disminución de paradas de producción.
- Reducción de costos de operación.
- Protección de la correa.
- Durabilidad.

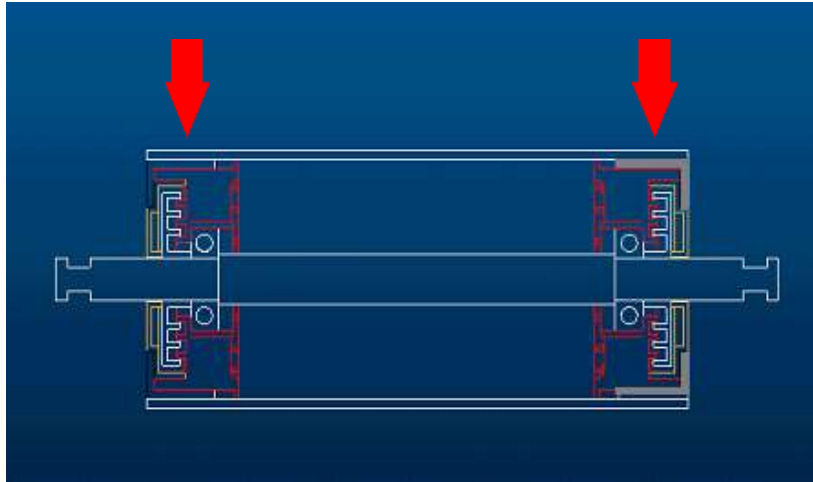
### **Versátil y adaptable a sus necesidades**

Opciones según sus condiciones de uso:

- Facilidad de instalación.
- Facilidad de reemplazo.

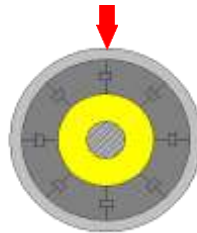
### **Ventajas del sello de poliuretano**

- Cumple la función de cojín anti-vibración y da resistencia a los choques.
- Elimina el desalineamiento.
- Garantiza el trabajo en las peores condiciones de medio ambiente (polvo, tierra, aserrín, productos químicos, agua, etc.).
- Protege el rodamiento en un 100%, garantizándole una mayor duración al rodillo.



### Ventajas del sello de poliuretano

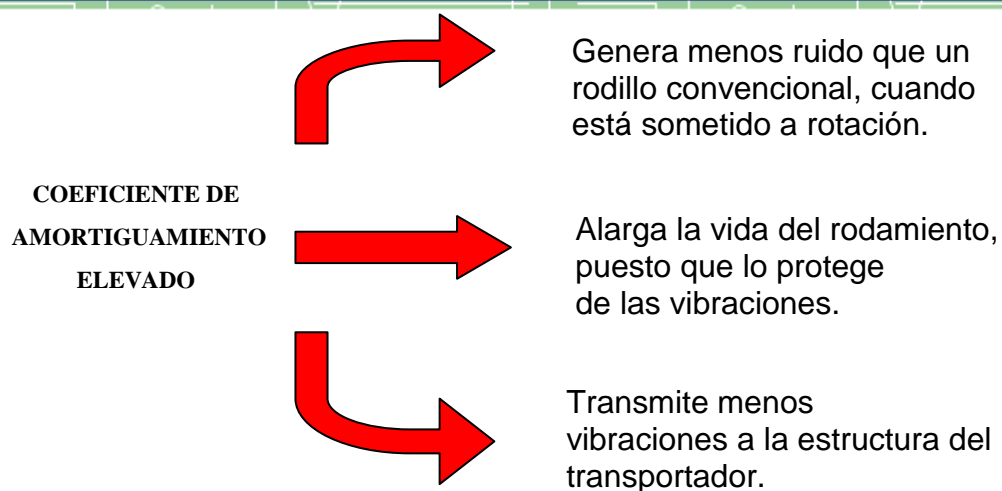
El poliuretano actúa como amortiguador y atenúa la frecuencia de resonancia cuando el rodillo está sometido a su propia rotación o a impactos.



Los rodillos *ENDURIDE* tienen un coeficiente de amortiguamiento que es aproximadamente 1,5 a 8,5 veces superior a sus competidores, en las frecuencias que se encuentran entre 0 y 1600 Hz.

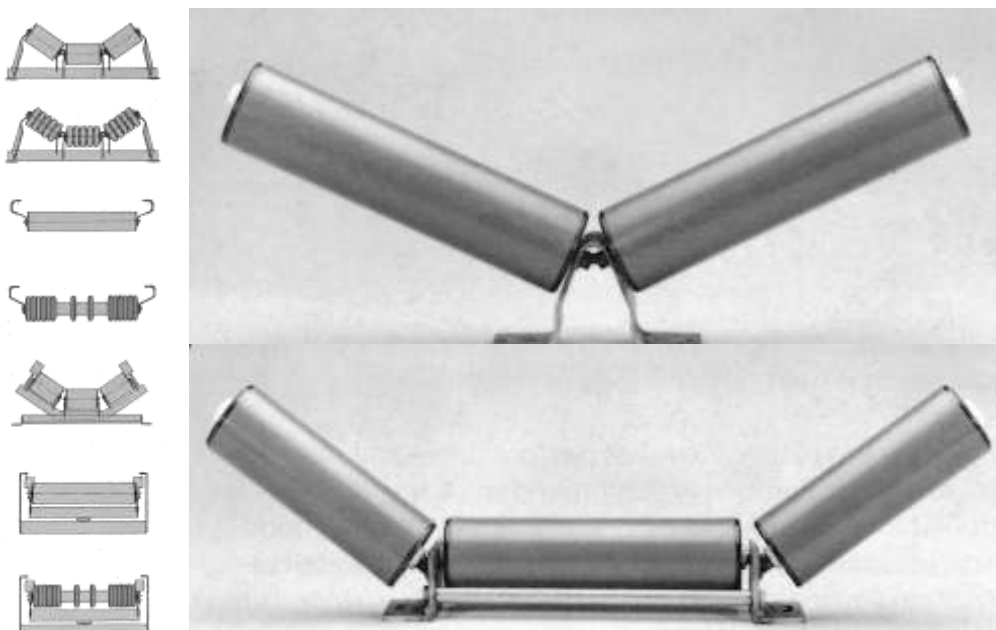






## Adaptabilidad

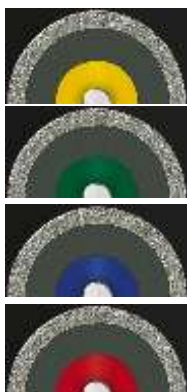
**ENDURIDE** se adapta a cualquier tipo y marca de soporte.



Generalmente en la industria los diseñadores tienden a escoger rodillos de diámetro más grande que sus necesidades para proporcionar un mejor arranque (aceleración) al transportador y para dar una duración de vida más larga. El diseño **ENDURIDE** permite usar un rodillo de dimensión adecuada. **ENDURIDE** la solución al sobredimensionamiento.

## Disponibilidad de una gran variedad de dimensiones

### Clasificación según el estándar CEMA y clasificación métrica



La tapa **SPE** lleva un color en función del tipo de rodillo, según una equivalencia CEMA. La interpretación es la siguiente :

Clasificación		ENDURIDE			
clase	CEMA	uso	diametro	Ancho de correa	serie
B		uso ligero	4" (10 cm)	18 a 48"	400B
B		uso ligero	5" (12,5 cm)	18 a 48"	500B
C		uso robusto	4" (10 cm)	18 a 60"	400C
C		uso robusto	5" (12,5 cm)	18 a 60"	500C
C		uso robusto	6" (15 cm)	18 a 60"	600C
D		uso robusto	5" (12,5 cm)	24 a 72"	500D
D		uso robusto	6" (15 cm)	24 a 72"	600D
E		uso intenso	6" (15 cm)	36 a 96"	600E
E		uso intenso	7" (17,5 cm)	36 a 96"	700E

## Tests

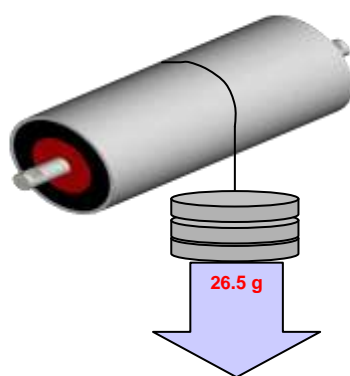
- "Rim Drag Test",
- Infiltración de agua y de polvo,
- Rotación,
- Vibración,
- Abrasión y corrosión,
- Emisión de ruido,
- Conductividad,
- Deflexión y alineamiento,
- Absorción de impacto,
- Coeficiente de fricción,
- Cualquier otro test requerido por la situación.

## **Test de arrastre «Rim Drag Test»**

Estudio comparativo de un rodillo ENDURIDE de clase CEMA «C» (5" de Diámetro y 11" de largo) versus dos rodillos convencionales:

Fabricante	Rodillos nuevos primera medida	Segunda medida*
A	353.0	265.5
B	293.5	261.0
ENDURIDE	62.0	26.5

**Prueba después de un período de 20 minutos a 500 rpm**



Los rodillos *ENDURIDE* tienen una resistencia a la rotación que es inferior, lo que se traduce en ahorro de energía. Según el tipo de carga, comparamos el rodillo *ENDURIDE* vs. el convencional para escoger el motor del transportador.

Condiciones de carga	<i>ENDURIDE</i>	Rodillo convencional
	HP	HP
vacío	1,71	6,82
un cuarto	1,73	6,92
a la mitad	1,75	7,01
tres cuarto	1,78	7,11
100%	1,80	7,21

Elección  
del motor

**2 HP**

**7.5 HP**

Un sistema transportador asociado a rodillos *ENDURIDE* experimenta menos fricción.

**Menos fricción = ahorro de energía**

### **Garantía prolongada *ENDURIDE***

Los fabricantes de rodillos convencionales se ven muchas veces en la incapacidad de garantizar sus productos tras un estudio profundizado sobre el uso de los rodillos y/o según un mandato específico entregado por el cliente, junto al control de la calidad total y la elección apropiada de los materiales de fabricación de los rodillos, *ENDURIDE* puede ofrecer una garantía prolongada equivalente a la duración de vida de los rodamientos.

El escoger un rodillo *ENDURIDE* adecuado le garantiza que el arranque de la correa transportadora será tan bueno o mejor que con un rodillo convencional y la vida del rodamiento será respetada según la norma Bu (useful bearing life). Ofreciéndole un rodillo más ligero y una duración de vida superior.

*ENDURIDE* garantiza la vida útil de su rodillo afirmando que su producto es superior a toda competencia utilizándolo adecuadamente, puesto que el rodillo *ENDURIDE* protege los rodamientos de las vibraciones, de la contaminación, de la deflexión así como del recalentamiento.

### **Sectores de aplicación**

- Industria minera.
- Siderúrgicas y empresas metalúrgicas.
- Canteras, cementeras.
- Papeleras.

- Aserraderos.
- Productos químicos.
- Empresas portuarias.
- Productos a granel.
- Industria alimenticia.

### **III.2 DIAGRAMAS**







Se conocen como representaciones gráficas de todas las actividades inherentes al proceso; estos permiten obtener una observación óptima de la relación entra las operaciones, así como también de los pequeños y grandes detalles que se logran de la observación directa dependiendo del proceso en estudio.

Cuando se trabaja en el diseño de un puesto de trabajo o de mejorar uno existente, los diagramas son una excelente herramienta para el analista de Métodos, ya que presentan de manera sencilla, clara y lógica la información actual de los hechos que tienen que ver con el proceso, por lo que se deben tomar en cuenta si se quiere hacer un mejor trabajo en un menor tiempo.

Debido a la gran utilidad de estos diagramas se ha estandarizado una variedad de ellos, entre los cuales se tiene:

- Diagrama de Operaciones.
- Diagrama de Proceso.
- Diagrama de Flujo y/o Recorrido.
- Diagrama Hombre-Maquina.
- Diagrama Bimanual.

La forma utilizada para describir las actividades dentro de los diagramas, se basa en una serie de símbolos que indican por ejemplo: todas aquellas etapas por la que pasa el material, los pasos dados por el operario de una estación a otra así como también las distancia que recorre, las operaciones por maquinaria utilizada, entre otras; dependiendo del diagrama utilizado. Actualmente los símbolos que más se usan a nivel empresarial son los siguientes:

Símbolo	Evento	Características
	Operación	Modificación intencional que se le hace a un objeto.
	Inspección	Verificación de calidad y/o cantidad.
	Transporte	Indica movimiento de los trabajadores, equipos o material de un lugar a otro.
	Demora	Ocurre cuando existen retrasos o pérdidas de tiempo (evitable o inevitable).
	Almacenaje	Tiene lugar cuando un objeto se mantiene o protege contra un traslado no autorizado, puede ser temporal o permanente.
	Combinado	Indica actividades realizadas conjuntamente por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.

Por ahora, sólo se utilizarán los diagramas de Operaciones, Proceso y el de Flujo y/o Recorrido.

### III.2.1 DIAGRAMA DE OPERACIONES

Es un gráfico que muestra la secuencia lógica de todas la operaciones del puesto de trabajo, taller, maquinas o área en estudio, así como los márgenes de tiempo, inspecciones y materiales a utilizar en un proceso de fabricaron o administrativo, desde la llegada de la materia prima, hasta el empaque o arreglo final del producto terminado (ver fig. N° 1). Es usado para revisar cada operación en inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones.


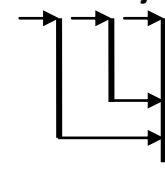
<b>Identificación</b>				
Nombre del Diagrama: _____				
Nombre del Proceso: _____				
Inicio: _____				
Fin: _____				
Seguimiento: _____				
Método: _____				
<b>Diagrama en Estudio</b>				
Pueden ser de forma:				
<b>Lineal</b> 	o	<b>Ensamblaje</b> 		
<b>Resumen</b>				
Operaciones	Cantidad	Tiempo	Distancia	
○				
□				
➡				
D				
▽				
<b>Total:</b>				

Fig. N° 1 Estructura Gráfica de los Diagramas de Operaciones y Proceso

### **III.2.2 DIAGRAMA DE PROCESO**

Este diagrama se caracteriza por mostrar las trayectorias de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos mediante el símbolo correspondiente.

Es más detallado que el anterior y se emplea para representar lo que hace el operario que ejerce la labor, o cómo se manipula el material o el equipo. Es aplicable a un conjunto de ensamblaje (componentes) para lograr una mayor economía en la fabricación o en los procedimientos (ver fig. N° 1).

Otro aspecto importante desde el punto de vista del analista se refiere a la detección a través de este diagrama de costos ocultos dentro del proceso en estudio como los retrasos, distancias recorridas y almacenamientos temporales.

### **III.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO Y/O RECORRIDO**

La característica más importante de este diagrama es la representación del plano del área estudiada, hecha a escala con sus máquinas y áreas de trabajo, guardando correcta relación entre sí. Es un complemento útil del diagrama de proceso.

En este diagrama de flujo se trazan trayectorias de los desplazamientos de los materiales, piezas, productos u operarios; basados en las observaciones hechas en la planta, usando algunas veces los símbolos del diagrama de proceso para identificar las actividades que se realizan en las diversas etapas a estudiar. (ver Fig. N° 1).



### III.3 ANÁLISIS OPERACIONAL

Procedimiento sistemático utilizado para analizar todos los elementos productivos e improductivos de una operación con vistas a ser mejoradas, permitiendo así incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios sin perjudicar la calidad. Es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración y servicios.

En el análisis operacional se deben considerar los siguientes aspectos:

- Los hechos deben examinarse como son y no como parecen.
- Rechazar ideas preconcebidas.
- Reto y escepticismo.
- Atención continua y cuidadosa.

Entre las bondades que permite esta técnica están:

- Origina un mejor método de trabajo.
- Simplifica los procedimientos operacionales.
- Maximiza el manejo de los materiales.
- Incrementa la efectividad del equipo.
- Aumenta la producción y disminuye los costos unitarios.
- Mejora la calidad del producto final.
- Reduce los efectos de la impericia laboral.
- Mejora las condiciones de trabajo.
- Minimiza la fatiga del operario.

### **III.3.1 ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los hechos deben examinarse como son y no como aparentes.
- Rechazar ideas preconcebidas.
- Atención continua y cuidadosa.

### **III.3.2 UTILIDAD**

- Origina un mejor método de trabajo.
- Simplifica los procedimientos operacionales.
- Maximiza el manejo de materiales.
- Incrementa la efectividad de los equipos.
- Aumenta la producción y disminuye el precio unitario.
- Mejora la calidad del producto final.
- Reduce los efectos de impericia laboral.
- Mejora las condiciones de trabajo.
- Minimiza la fatiga del operario.

### **III.3.3 APLICACIONES Y LIMITACIONES DEL ANÁLISIS CRÍTICO OPERACIONAL**

La creencia que, a menudo prevalece en la mente de los directivos que solamente están enterados de un modo general de las técnicas de ingeniería industrial es que, aunque el análisis general puede ser capaz de producir realizaciones meritorias en algunas líneas de trabajo o cierta industria, su trabajo es diferente y esas técnicas son de poco o nulo valor para él.

Los principios de análisis operacional son fundamentales y pueden ser aplicados a cualquier tipo de clase de trabajo. No hay diferencia entre el problema de

costo que el directivo pueda tener en el área de mantenimiento o en una línea de producción de alto volumen parcialmente mecanizado.

Esta aplicación tan amplia es posible porque todo trabajo puede ser descompuesto en elementos que son más o menos básicos. Los métodos de trabajo usados en tareas muy distintas presentan puntos de notable similitud cuando son analizados detalladamente.

Una mirada a las etapas del análisis operacional, resalta el hecho de que la técnica puede ser aplicada a cualquier tarea y que los principios del análisis operacional no están limitados en modo alguno por la naturaleza del trabajo que se está haciendo.

Para aplicar los enfoques del análisis operacional para la mejora y la automatización, se debe:

- Observar o visualizar la operación.
- Preguntar.
- Estimar grados de mejora o automatización posible.
- Investigar los diez enfoques de mejora o automatización posible:
- Diseño de una parte o de todo el conjunto.
- Especificación del material.
- Proceso de fabricación.
- Objetivo de la operación.
- Exigencias de tolerancias.
- Herramienta y velocidad, avances y profundidad de corte.
- Análisis de corte.
- Distribución del puesto de trabajo.
- Flujo del material.
- Distribución de planta.

### **III.3.4 COMPARACIÓN DEL MÉTODO ANTIGUO CON EL NUEVO**

El rápido progreso que se está haciendo en todos los campos (materiales, herramientas y proceso de fabricación), requieren que cada directivo y cada ingeniero industrial busque continuamente la mejora de tareas. Nunca hablarán del mejor método, sin usar alguna cláusula calificativa que implique que alguna mejora es posible, aun cuando razones económicas puedan hacer impracticable al realizar la mejora en el momento actual. Este principio se aplica a todos los tipos de trabajo. Como resultado, el análisis operacional no esta limitado al trabajo de producción en masa, sino que puede ser aplicado a producir economías en cualquier línea de trabajo en la cual se gasten un gran número de horas-hombre. Recíprocamente, es probable que no sea beneficioso estudiar otra línea de trabajo si en ella sólo está ocupado un hombre, una parte de su tiempo.

### **III.3.5 ANÁLISIS DE LOS DETALLES**

Una vez registrado todos los detalles de que consta el trabajo, el siguiente paso es analizarlos para ver que acciones se pueden tomar.

Para analizar un trabajo de forma completa, el estudio de métodos utiliza una serie de preguntas que deben aplicarse en cada detalle con el objeto de justificar la existencia, el lugar, el orden, la persona y la forma en que se ejecuta.

Las preguntas mencionadas y su forma de usarla es la siguiente:

¿Por qué se hace cada detalle?, ¿Para que sirve cada detalle?, la respuesta a éstas dos preguntas no justifica el propósito de cada detalle; esto es, no viene a decir la razón de su existencia. Si éstas preguntas no se pueden contestar razonablemente, no es necesario seguir analizando el detalle, pues es ilógico pensar

que si no se justifica su existencia si pueden justificarse las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el detalle.

Suponiendo que estas preguntas: ¿por qué? y ¿para qué? pudieran contestarse razonablemente, el siguiente paso es cuestionarse: ¿Dónde debe hacerse el detalle?, ¿Cuándo debe hacerse el detalle?, ¿Quién debe hacer el detalle?

La pregunta ¿dónde? lleva a pensar y a investigar si el lugar, la máquina, etc., en que se hace el trabajo es el más conveniente.

La pregunta ¿cuándo? conduce a investigar el tiempo, es decir, si el orden y las secuencias en que se ejecutan los detalles más adecuados.

La pregunta ¿quién? hace pensar e investigar si la persona que esta ejecutando el detalle es la más indicada.

Después de haber tratado de justificar el lugar, secuencia y persona se debe de tratar de justificar que la forma en que se esta haciendo el detalle es la más correcta. Por lo tanto, debe contestarse la pregunta ¿Cómo se hace el detalle? Esta pregunta llevará a buscar una mejor forma de hacerlo. Esta serie de preguntas proporciona la forma de sistematizar la actitud inquisitiva característica del estudio de métodos.

Sin embargo, es muy difícil que la persona encargada del análisis conozca todas las respuestas a las preguntas mencionadas sin consultar con otra persona. Así que aquí es donde interviene otra de las características de la simplificación, que es la de tener una mentalidad abierta y receptiva para toda aquella información que

pueda obtener, ya sea mediante la observación o la comunicación. Además de este criterio estrictamente analítico, el estudio del método exige que ésta mentalidad investigue las causas y no los efectos; registren los hechos, no las opiniones y tome en cuenta las razones, no las excusas.

### **III.3.6 DESARROLLO DE UN NUEVO MÉTODO PARA HACER EL TRABAJO**

Para desarrollar un mejor método para ejecutar el trabajo, es necesario considerar las respuestas obtenidas. Las respuestas conducen a tomar las siguientes acciones:

- Eliminar: si las primeras preguntas ¿por qué? y ¿para qué? no pudieron contestarse en forma razonable, quiere decir que el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser eliminado.
- Cambiar: las respuesta a las preguntas ¿cuándo?, ¿dónde? y ¿quién? pueden lograr que se cambien las circunstancias del lugar; tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo.
- Cambiar y reorganizar: si se tuvo la necesidad de cambiar alguna de las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente surgirá la necesidad de cambiar algunos detalles y reorganizarlos para obtener una secuencia más lógica.
- Simplificar: todos aquellos detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta a la pregunta ¿cómo?, llevará a simplificar la forma de ejecución.

### III.3.7 APLICACIÓN DEL NUEVO MÉTODO

Antes de instalar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica bajo las condiciones de trabajo en que se va operar. Para no olvidar nada se debe hacer una revisión de la idea. Esta revisión deberá incluir como partes fundamentales todos los aspectos económicos y de seguridad, así como otros factores: calidad del producto, cantidad de fabricación del producto, etc.

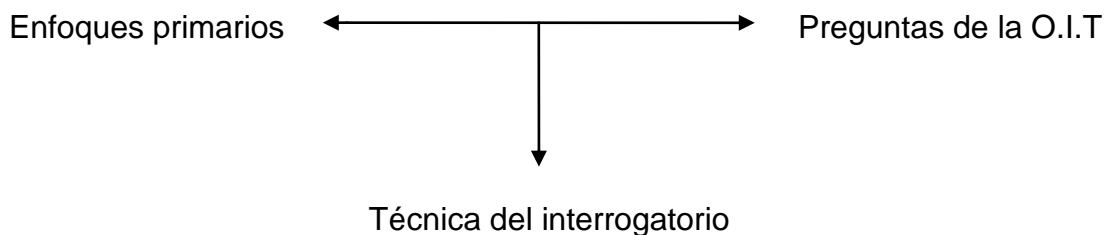
Si una vez considerados estos aspectos se ve que la proposición es buena y funcionará en la práctica, hay que ver si se van efectuar a otros departamentos o a otras personas. Cuando esto sucede, hay que tener cuidado de vigilar todos los aspectos humanos y psicológicos, pues generalmente son de mayor importancia y trascendencia que los otros. Si se logra el entendimiento y la cooperación de la gente, disminuirán enormemente las dificultades de implantación y prácticamente se asegura el éxito. Recuérdese que la cooperación no se puede exigir, se tiene que ganar.

Los intereses de los individuos afectados favorables o desfavorablemente por una modificación deben tenerse siempre en mente. Por lo tanto, es conveniente, mantener informada con anticipación a la gente de los cambios que la afectarán. Tratar al personal con la categoría y dignidad que se merece su calidad de humanos. Promover que todos den sugerencias. Dar reconocimiento por su participación a quien lo merezca. Ser honesto en el uso de las sugerencias ajenas, explicar las razones por las que una idea sugerida resulta impráctica y hacer sentir a la gente que forma parte del esfuerzo común por mejorar las condiciones de trabajo en la fábrica.

### III.3.8 EXAMEN CRÍTICO

Es una etapa que se caracteriza por la revisión exhaustiva, minuciosa y detallada de todas las actividades inherentes al problema, con el objetivo de escudriñar a través del escrutinio en la realización de las operaciones debe realizarse de forma crítica, eliminando todas aquellas situaciones preconcebidas o predeterminadas, esto permitirá poner a prueba la información existente para buscar alternativas orientaciones y posibles soluciones al problema.

Esta etapa consta de tres sub-etapas, las cuales son:



#### III.3.8.1 ENFOQUES PRIMARIOS

##### III.3.8.1.1 PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN

Consiste en justificar el objetivo, el ¿para qué? y ¿por qué?, determinando así la finalidad de la tarea. Es recomendable evaluar para así determinar si es posible eliminar de lo contrario, combinar, simplificar, reducir o mejorar, en base a la operación más crítica.



La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores, sin costo adicional

#### **III.3.8.1.2 DISEÑO DE LA PARTE O PIEZA**

Considerar al diseño como algo importante, su complejidad, y evaluar si es posible mejorarlo a través de:

- Disminución de número de partes o piezas.
- Reducción del número de operaciones, longitud de recorridos, uniando partes, haciendo maquinados y ensamblajes más fáciles.
- Utilización de un mejor material.

#### **III.3.8.1.3 TOLERANCIAS Y/O ESPECIFICACIONES**

La tolerancia es el margen entre la calidad lograda en la producción, y en la deseada (rango de variación). Las especificaciones es el conjunto de normas o requerimientos impuestos al proceso para adecuar el producto terminado respecto al producto diseñado.

Este enfoque se refiere a las tolerancias y las especificaciones que se relacionan con la calidad de producto, es decir, su habilidad para satisfacer una necesidad dada, por tal razón se debe seleccionar el mejor método o técnica de inspección que implique control de calidad, menor tiempo y ahorro de costo.

#### **III.3.8.1.4 MATERIALES**

Presentan un porcentaje alto de costos total de la producción y su correcta selección y uso adecuado es muy importante. Los costos se reducirán a medida que:

- Si se sustituir por uno más barato.
- Si es uniforme, y de acuerdo a las condiciones en que llega al operario.
- Si se pueden reducir los almacenamientos, demoras y material en proceso.
- Si se utiliza el material hasta el máximo.
- Si se encuentra utilidad a los desperdicios y piezas defectuosas.

#### **III.3.8.1.5 ANÁLISIS DE PROCESOS DE MANUFACTURA**

Referida a la planificación y eficiencia del proceso de manufactura:

- Posibilidad de cambiar operaciones, evaluando la posibilidad de reorganizarlas o combinarlas.
- Mecanizar al trabajo manual pesado.
- Emplear el mejor método de maquinado.
- Utilización eficiente de las instalaciones mecánicas.

#### **III.3.8.1.6 PREPARACIÓN Y HERRAMENTAL**

Las actividades de preparaciones deben estar estandarizadas; éstas son necesarias para el proceso; se enfocaría en evitar perder tiempo por este concepto que traduciría en disminución de costos significativos. Para esto se debe considerar:

- Mejorar la planificación y control de la producción.
- Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc. al inicio de la jornada de trabajo.
- Programar trabajos similares en secuencia
- Entregar por duplicado las herramientas de corte.
- Implantar programas de trabajo para cada operación.

Las herramientas, deben tener la calidad adecuada, deben corresponderse con la actividad que se realiza, y hacer de su uso el correcto, para ello se recomienda:

- Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada preparación.
- Diseñar las herramientas que pueda utilizar las máquinas a su máxima capacidad.
- Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
- Introducción una herramienta más eficiente.

#### **III.3.8.1.7 CONDICIONES DE TRABAJO**

Se consideran tanto las condiciones que afectan al operario, como las que afectan a la operación en sí. Es necesario proveer al operario un ambiente de trabajo adecuado considerando su entorno:

- Adoptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
- Mejorar las condiciones climáticas hasta hacerlas óptimas.
- Control de ruidos y vibraciones.
- Ventilación.
- Promover orden, limpieza y buen cuidado de instalaciones.

- Evitar desechos de polvos, humos, gases y nieblas irritantes y dañinas.
- Proporcionar al personal la protección adecuada.
- Organizar y promover un buen programa de buenos auxilios.

#### **III.3.8.1.8 MANEJO DE MATERIALES**

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión del dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro, es por ello que hay que tratar en primera instancia de eliminar o reducir la manipulación de productos en base a los siguientes indicadores:

- Demasiadas operaciones de carga y descarga.
- Transporte manual de carga pesada.
- Largos trayectos de materiales.
- Congestionamientos de algunas zonas.

Y en segunda instancia, mejorar los procedimientos de transporte y su manipulación, en base a los siguientes indicadores:

- Incrementar el número de unidades a manipular cada vez.
- Aprovechar la fuerza de la gravedad.
- Disponer de los medios que faciliten el transporte.
- Utilizar equipos de manipulación de materiales que tengan usos variados.
- Realizar una buena selección del equipo de manejo de los materiales.

### III.3.8.1.9 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA Y/O EQUIPOS

Implica la reorganización física de los elementos del proceso en cuanto a:

- Espacio necesario para el movimiento de materiales.
- Áreas de almacenamiento.
- Trabajadores indirectos.
- Equipos y maquinarias de trabajo.
- Puestos de trabajo.
- Personal de taller.
- Zonas de carga y descarga.
- Espacios para transportes fijos.

Una buena y correcta distribución, acarrea las siguientes ventajas:

- Reducción de riesgo y aumento de seguridad.
- Aumento de la moral y satisfacción del trabajador.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos en la producción.
- Ahorro del área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.

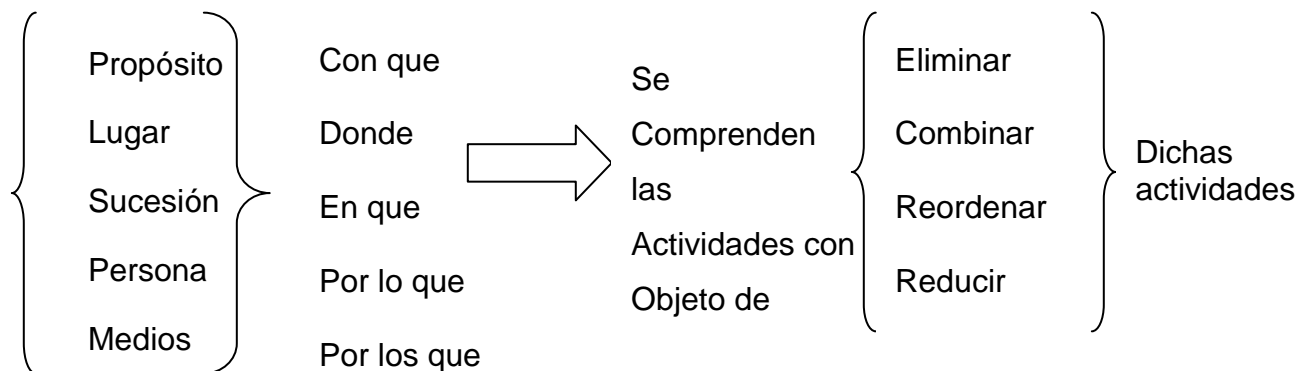
### III.3.8.1.10 PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

Relacionado con los movimientos que ejecuta el operario, los cuales deben ser: mínimos, simultáneos, simétricos, naturales, rítmicos, habituales, continuos, etc.

### III.3.8.2 TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

El medio para efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Se tienen a su vez dos fases:

- **Fase I:** Consiste en averiguar los cinco elementos básicos.



Consiste en averiguar los cinco elementos básicos.

#### Las preguntas que se cuestionan son:

- Propósito:
  - ¿Qué se hace?
  - ¿Por qué se hace?
  - ¿Qué otra cosa podría hacerse?
  - ¿Qué debería hacerse?

- Lugar:
  - ¿Dónde se hace?
  - ¿Por qué se hace allí?
  - ¿En qué otro lugar podría hacerse?
  - ¿Dónde debería hacerse?
  
- Sucesión:
  - ¿Cuándo se hace?
  - ¿Por qué se hace entonces?
  - ¿Cuándo podría hacerse?
  - ¿Cuándo debería hacerse?
  
- Persona:
  - ¿Quién lo hace?
  - ¿Por qué lo hace esa persona?
  - ¿Qué otra persona podría hacerlo?
  - ¿Quién lo debería hacer?
  
- Medios:
  - ¿Cómo se hace?
  - ¿Por qué se hace de ese modo?
  - ¿De qué otro modo podría hacerse?
  - ¿De qué otro modo debería hacerse?
  
- **Fase II:** Preguntas de fondo

Estas preguntas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona, el medio o todos.

### III.3.8.3 PREGUNTAS QUE SUGIERE LA OIT (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO)

Existe una lista indicativa de preguntas utilizables al aplicar el interrogatorio previsto en el estudio de métodos que sugiere la Organización Internacional del Trabajo.

Estas preguntas están enumeradas y se presentan según de qué se trate:

- **Operaciones.**
  1. ¿Qué propósito tiene la operación?
  2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?
  3. ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
  4. ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
  5. Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
  6. ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
  7. ¿No podría el proveedor de material efectuarla en forma más económica?
  8. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto? ó ¿se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?
  9. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
  10. ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?
  11. ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior? ó ¿de una operación posterior?



12. ¿Fue añadida por el departamento de ventas como suplemento fuera de serie?
13. ¿Puede comprarse la pieza a menor costo?
14. Si se añadiera una operación, ¿se facilitaría la ejecución de otras?
15. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?
16. Si la operación se implantó para rectificar una dificultad que surge posteriormente, ¿es posible que la operación sea más costosa que la dificultad?
17. ¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
18. ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?

○ **Modelo.**

1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
2. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?
3. ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?
4. ¿No puede utilizarse una pieza de serie en vez de ésta?
5. ¿Cambiendo el modelo se facilitaría la venta?, ¿se ampliaría el mercado?
6. ¿No podría convertirse una pieza de serie para reemplazar a ésta?
7. ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?
8. ¿El costo suplementario que supondría mejorar el aspecto y la utilidad del producto que darla compensado por un mayor volumen de negocios?
9. ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se pueden presentar en plaza por el mismo precio?
10. ¿Se utilizó el análisis del valor?

○ **Condiciones exigidas por la inspección.**

1. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
2. ¿Todos los interesados conocen esas condiciones?

3. ¿Qué condiciones se exigen en las operaciones anteriores y posteriores?
4. Si se modifican las condiciones exigidas a esta operación, ¿será más fácil de efectuar?
5. Si se modifican las condiciones exigidas a la operación anterior, ¿ésta será más fácil de efectuar?
6. ¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?
7. ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
8. ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
9. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
10. ¿Las normas aplicadas a este producto (u operación) son superiores, inferiores o iguales a las de productos (u operaciones) similares?
11. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
12. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
13. Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentaría o disminuiría las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?
14. ¿Las tolerancias aplicadas en la práctica son las mismas que las indicadas en el plano?
15. ¿Concuerdan todos los interesados en lo que es la calidad aceptable?
16. ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
17. ¿La norma de calidad está precisamente definida o es cuestión de apreciación personal?

- **Manipulación de materiales.**

1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?

2. En caso contrario, ¿podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación les sirva de distracción?
3. ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadores de horquilla?
4. ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
5. ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
6. ¿Se justifica un transportador?, y en caso afirmativo, ¿qué tipo sería el más apropiado para el uso previsto?
7. ¿Es posible aproximar entre ellos los puntos donde se
8. efectúan las sucesivas fases de la operación y resolver el problema de la manipulación aprovechando la fuerza de gravedad?
9. ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?
10. ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
11. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
12. ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?
13. ¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?
14. ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
15. ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
16. ¿Podría utilizarse con provecho un chigre eléctrico o neumático o cualquier otro dispositivo para izar?
17. Si se utiliza una grúa de puente, ¿funciona con rapidez y precisión?
18. ¿Puede utilizarse un tractor con remolque?, ¿podría reemplazarse el transportador por ese tractor o por un ferrocarril de empresa industrial?

19. ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
20. ¿Se podrían utilizar canaletas para recoger el material y hacerlo bajar hasta unos contenedores?
21. ¿Se resolvería más fácilmente el problema del curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?
22. ¿Está el almacén en un lugar cómodo?
23. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?
24. ¿Pueden utilizarse transportadores de un piso a otro?
25. ¿Se podrían utilizar en los puestos de trabajo recipientes de materiales portátiles cuya altura llegue a la cintura?
26. ¿Es fácil despachar las piezas a medida que se acaban?
27. ¿Se evitaría con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?
28. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
29. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
30. ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utilizaran recipientes estandarizados?
31. ¿Se eliminarían las operaciones con grúa empleando un montacargas hidráulico?
32. ¿Podría el operario entregar las piezas que acaba al puesto de trabajo siguiente?
33. ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el sitio?
34. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
35. ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?
36. ¿Se evitarían agolpamientos con una mejor programación de las etapas?

37. ¿Se evitarían las esperas de la grúa con una mejor planificación?
38. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

○ **Análisis del proceso.**

1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra?, ¿no se puede eliminar?
2. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
3. ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
4. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?, ¿o mejoraría si se le modificara el orden?
5. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
6. ¿No sería conveniente hacer un estudio conciso de la operación estableciendo un cursograma analítico?
7. Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
8. Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificaría el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
9. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?
10. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?
11. Si hubiera giras de inspección, ¿se eliminarían los desperdicios, mermas y gastos injustificados?
12. ¿Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?

○ **Materiales.**

1. ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?
2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
3. ¿No se podría utilizar un material más ligero?
4. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
5. ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
6. ¿El material es entregado suficientemente limpio?
7. ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?
8. ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborado?
9. ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, agua, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad?, ¿se controla su uso y se trata de economizarlos?
10. ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?
11. ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?
12. ¿Se reduciría el número de materiales utilizados si se estandarizara la producción?
13. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?
14. ¿Se podrían utilizar materiales nuevos: plástico, fibra prensada, etc.?
15. ¿El proveedor de material lo somete a operaciones que no son necesarias para el proceso estudiado?
16. ¿Se podrían utilizar materiales extruidos?
17. Si el material fuera de una calidad más constante, ¿podría regularse mejor el proceso?

18. ¿No se podría reemplazar la pieza de fundición por una pieza fabricada, para ahorrar en los costos de matrices y moldeado?
19. ¿Sobra suficiente capacidad de producción para justificar esa fabricación adicional?
20. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
21. ¿Se altera el material con el almacenamiento?
22. ¿Se podrían evitar algunas dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
23. ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?
24. ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

○ **Organización del trabajo.**

1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?
2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?
3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
4. ¿Cómo se consiguen los materiales?
5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
6. ¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y fin de la tarea?
7. ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, el almacén de herramientas, el de materiales y en la teneduría de libros del taller?
8. ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?
9. ¿Los materiales están bien situados?
10. Si la operación se efectúa constantemente, ¿cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?
11. ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?

12. ¿Existe un control preciso entre las piezas registradas y pagadas?
13. ¿Se podrían utilizar contenedores automáticos?
14. ¿Qué clases de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas?
15. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
16. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
17. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
18. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajarán y se les dan suficientes explicaciones?
19. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?
20. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?
21. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

○ **Disposición del lugar de trabajo.**

1. ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?
3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
4. ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?
5. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?
6. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
7. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?
8. ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
9. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?



10. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
11. ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
12. ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
13. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

○ **Herramientas y equipo.**

1. ¿Podría idearse una plantilla que sirviera para varias tareas?
2. ¿Es suficiente el volumen de producción para justificar herramientas y dispositivos muy perfeccionados y especializados?
3. ¿Podría utilizarse un dispositivo de alimentación o carga automática?
4. ¿La plantilla no se podría hacer con material más liviano o ser de un modelo que lleve menos material y se maneje más fácilmente?
5. ¿Existen otros dispositivos que puedan adaptarse a esta tarea?
6. ¿El modelo de plantilla es el más adecuado?
7. ¿Disminuiría la calidad si se utilizara un herramental más barato?
8. ¿Tiene la plantilla un modelo que favorezca al máximo la economía de movimientos?
9. ¿La pieza puede ponerse y quitarse rápidamente de la plantilla?
10. ¿Sería útil un mecanismo instantáneo mandado por leva para ajustar la plantilla, la grapa o la tuerca?
11. ¿No se podrían instalar eyectores en el soporte para que la pieza se soltara automáticamente cuando se abriera el soporte?
12. ¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?
13. Si el trabajo tiene que ser exacto, ¿se dan a los operarios calibradores y demás instrumentos de medida adecuados?

14. ¿El equipo de madera está en buen estado y los bancos no tienen astillas levantadas?
15. ¿Se reduciría la fatiga con un banco o pupitre especial que evitara la necesidad de encorvarse, doblarse y estirarse?
16. ¿Es posible el montaje previo?
17. ¿Puede usarse un herramental universal?
18. ¿Puede reducirse el tiempo de montaje?
19. ¿Las herramientas están en posiciones calculadas para el uso a fin de evitar la demora de la reflexión?
20. ¿Cómo se reponen los materiales utilizados?
21. ¿Sería posible y provechoso proporcionar al operario un chorro de aire accionado con la mano o con pedal?
22. ¿Se podría utilizar plantillas?
23. ¿Se podrían utilizar guías o chavetas de punta chata para sostener la pieza?
24. ¿Qué hay que hacer para terminar la operación y guardar las herramientas y accesorios?

○ **Condiciones de trabajo.**

1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
2. ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario ¿no se podrían utilizar ventiladores o estufas?
4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?
7. Si los pisos son de hormigón, ¿se podrían poner enrejados de madera o esterres para que fuera más agradable estar de pie en ellos?
8. ¿Se puede proporcionar una silla?

9. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en los lugares cercanos del trabajo?
10. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
11. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
12. ¿Se enseñó al trabajador a evitar accidentes?
13. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?
14. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
15. ¿Con cuánta minucia se limpia el lugar de trabajo?
16. ¿Hace en la fábrica demasiado frío en invierno o falta el aire en verano, sobre todo al principio de la primera jornada de la semana?
17. ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

○ **Enriquecimiento de la tarea de cada puesto.**

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?
2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?
3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
4. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
7. ¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?
8. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
9. ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo el trabajo a su manera?
10. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?
11. ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?
12. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?
13. ¿Es posible y deseable el horario flexible?
14. ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?

15. ¿Se puede prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
16. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

### **III.4 MEDICIÓN DEL TRABAJO**

#### **III.4.1 DEFINICIÓN**

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado o una máquina, en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. Se utiliza también para establecer tiempos tipo para la realización de un trabajo.

##### **III.4.1.1 PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO**

1. Selección del trabajo que se va a estudiar.
2. Registro de todos los datos, los métodos y los elementos de trabajo pertinentes.
3. Examen de los datos registrados y preparación de una clasificación detallada para asegurarse de que se están utilizando los métodos y movimientos más eficaces, separación de los elementos improductivos de los productivos.
4. Medición de la cantidad de trabajo que corresponde a cada elemento en tiempo.
5. Compilación o cálculo del tiempo tipo o normal de operación.
6. Definición exacta de la serie de actividades y los métodos de funcionamiento con respecto a los cuales se ha compilado el tiempo y se ha calculado el tiempo normal para las actividades y los métodos especificados.

### III.4.1.2 REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

- Estudio a realizar.
- Producto/servicio.
- Proceso, método, instalación, equipo.
- Operario.
- Duración del estudio.
- Condiciones físicas de trabajo.
- Ejecución del estudio.

### III.4.1.3 ELEMENTOS GENERALES

- **Selección del operario:** Es el primer paso a realizarse. Debe ser un operario promedio consistente y sistemático con un ritmo de trabajo promedio normal, que permita aplicar adecuadamente el factor de la actuación. Debe estar entrenado, familiarizado con el método de trabajo.
- **Análisis del trabajo:** Consiste en realizar análisis y registros suficientes para poder comenzar el estudio de tiempos. Analizar a través de croquis o diagramas los recorridos, la secuencia de los movimientos, la ubicación de los materiales y los diagramas en general. Determinar los elementos básicos, los movimientos fundamentales, tipo de material a usar y analizar el método, para verificar que no existen deficiencias, antes de realizar el cronometraje.
- **Descomposición del trabajo en elementos:** Consiste en subdividir el ciclo de trabajo en fases de actividad moderadamente cortas.
- **Registro de los valores elementales transcurrido:** Consiste en identificar la operación, el operario y el producto estudiados. Debe anotarse toda la información

relacionada con las máquinas, herramientas de mano, dispositivos, materiales, operaciones ejecutadas, información del operario, departamento, etc.

- Calificación de la actuación del operario (subjetivo).
- Asignación de los márgenes apropiados (tolerancias).
- Ejecución del estudio.

### **III.4.2 TÉCNICAS MÁS UTILIZADAS EN LA MEDICIÓN DEL TRABAJO**

#### **III.4.2.1 MUESTREO DEL TRABAJO**

Es una técnica para determinar el porcentaje de aparición de una actividad determinada o una estimación del tiempo que se dedica al desempeño de ésta, basándose en los resultados de una serie de observaciones, de corta duración y al azar, que se llevan a cabo durante cierto periodo. Las observaciones, además de ser realizadas en momentos escogidos al azar, deben ser muchas para aumentar el nivel de seguridad de resultados de la encuesta.

#### **III.4.2.2 ESTUDIO DE TIEMPOS**

Es una técnica que permite determinar el tiempo de realización de una actividad en condiciones normales de trabajo para un operario promedio y con un ritmo fácil o una velocidad normal, para disminuir o retardar la fatiga, considerando los retrasos personales e inevitables (atribuidos al proceso).

Realizar el estudio de tiempos requiere el siguiente material básico:

- Un cronómetro.
- Un tablero de observaciones.

- Formularios de estudios de tiempo.
- Calculadora e instrumentos de medir, según el trabajo a estudiar.

### **III.4.2.2.1 ETAPAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

#### **TIEMPO ESTÁNDAR**

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método o equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para que el operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en estándares de tiempo. El tiempo estándar tiene los siguientes propósitos:

1. Base para el pago de incentivos.
2. Denominador común para la comparación de diversos métodos.
3. Medio para asegurar una distribución de espacio disponible.
4. Medio para determinar la capacidad de la planta.
5. Base para la compra de equipos nuevos.
6. Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
7. Mejoramiento del control de la producción.
8. Control exacto y determinación del costo de la mano de obra.
9. Base para primas y bonificaciones.
10. Base para el control presupuestal.
11. Cumplimientos de las normas de calidad.
12. Simplificaciones de los problemas de dirección de la empresa.

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las etapas siguientes:

- a. **Obtener y registrar la información:** obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- b. **Comprobar el método:** antes de emprender el estudio es importante comprobar el método empleado por el operario. Se debe realizar una descripción completa del método utilizado y luego comparado con lo que se especifica en la hoja de instrucciones, para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos.
- c. **Descomponer la operación en elementos:** después de comprobar que el método que se utiliza es adecuado o el mejor en las circunstancias existentes, se debe descomponer la operación en elementos. Se debe tomar en cuenta que el ciclo de trabajo empieza al comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad.
- d. **Determinar el tamaño de la muestra:** se trata de determinar el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados. Es importante que las observaciones se hagan durante cierto número de ciclos, a fin de tener la seguridad de que podrán observarse varias veces los elementos causales.
- e. **Realizar cierto número de observaciones basadas en un método estadístico:** las observaciones a realizarse deben estar basadas en un método estadístico que permita determinar la validez del estudio.



- f. **Medir el tiempo de cada elemento:** utilizar un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario o la máquina en llevar a cabo cada elemento de la operación.

Existen dos procedimientos principales para tornar el tiempo con cronómetro:

- **Cronometraje acumulativo:** el reloj funciona de forma ininterrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al principio del primer elemento y no se lo detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronómetro, y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio. Con este procedimiento se tiene la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación.
  - **Cronometraje con vuelta a cero:** los tiempos se toman directamente; al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente.
- g. **Determinar la velocidad de trabajo efectiva del operario (Cv):** se debe disponer de algún medio para evaluar el ritmo de trabajo del operario en estudio y situarlo con relación al ritmo normal. De esta manera se tiene que valorar el ritmo de trabajo; es justipreciarlo no por correlación con la idea que se tiene de que es el ritmo tipo. La valoración tiene como fin determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo tipo que el trabajador calificado medio puede mantener, por consiguiente lo que debe determinar el analista es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal. La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, etc. la coordinación y efectividad deben ajustarse a los resultados o a la actuación normal.

La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempos observados en forma tal que corresponda con los tiempos requeridos para que el operario normal, ejecute una tarea.

Métodos par la determinación de la calificación de la velocidad:

g.1. **Westinghouse (más utilizado):** consiste en evaluar de manera visual y objetiva como es la actitud y aptitud del operario en la realización de sus actividades mediante cuatro factores, descritos a continuación determinando así la categoría, la clase y la puntuación respectiva, el valor total corresponderá a la suma algebraica de dichos factores.

- **Habilidad:** pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo.
- **Esfuerzo:** demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, rapidez con la que se aplica la habilidad, está bajo control del operario.
- **Condiciones:** aquellas que afectan al operario, los elementos incluidos en este aspecto son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.
- **Consistencia:** se evalúa mientras se realiza un estudio, al final, los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

La evaluación de todos estos factores tienen dos componentes, uno cualitativo y otro cuantitativo.

- Westinghouse modificado.
- Calificación sistemática.

- Calificación por velocidad.
- Calificación objetiva.

h. **Convertir los tiempos observados en tiempo normal:** el tiempo normal es el requerido por un operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables:

$$TN = TPS * Cv$$

TPS: tiempo promedio seleccionado

Cv: calificación de velocidad del operario

$$TPS = \frac{\sum I}{n}$$

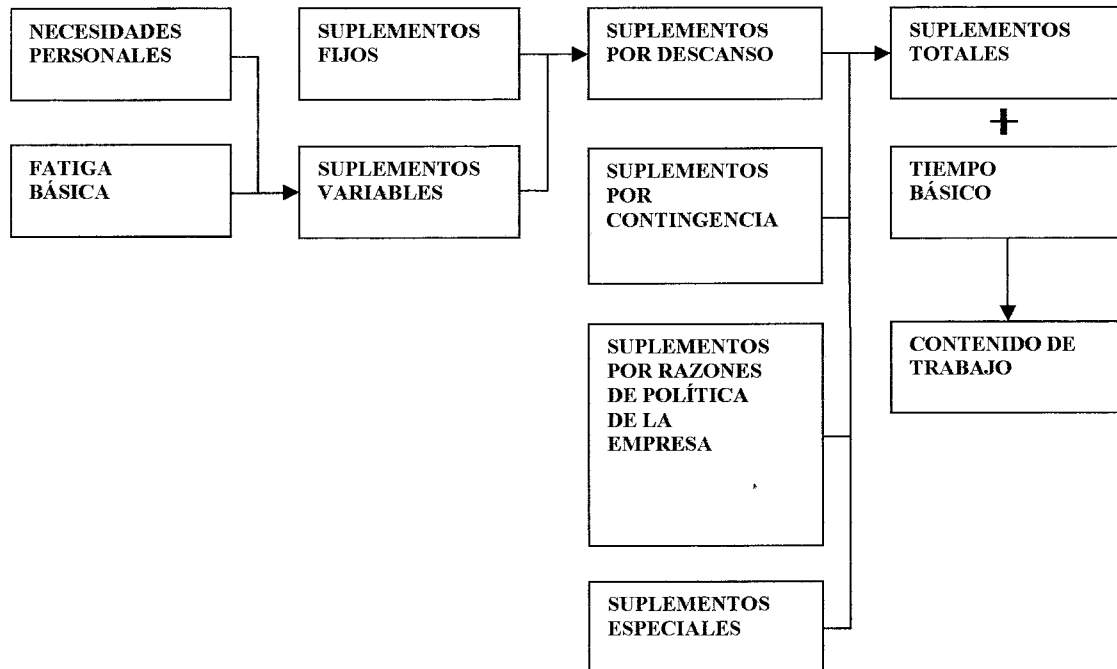
### III.4.2.3 DETERMINAR LOS SUPLEMENTOS QUE SE AÑADIRÁN AL TIEMPO BÁSICO DE LA OPERACIÓN (TOLERANCIAS)

La determinación de los suplementos quizás es la parte del estudio del trabajo más sujeta a controversia, debido a que es sumamente difícil calcular con precisión

los suplementos requeridos para determinada tarea, por lo que se debe procurar evaluar de manera objetiva los suplementos que pueden aplicarse uniformemente a los diversos elementos de trabajo o a las diversas operaciones.

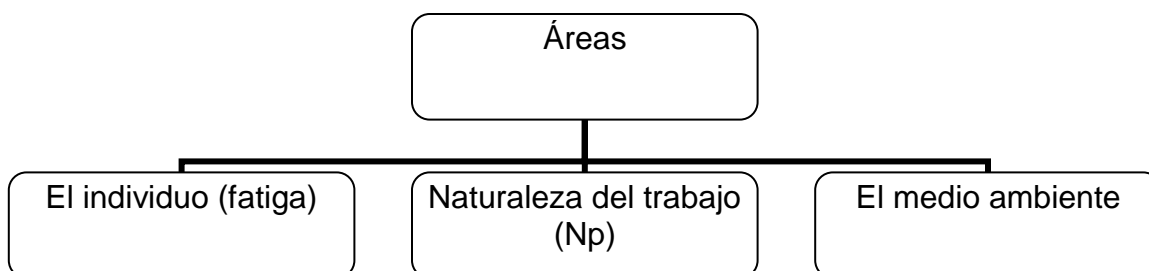
De acuerdo al modelo básico para el cálculo de los suplementos se tiene que los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única

parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de política de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.



Los suplementos por descanso son los que se añaden al tiempo básico, para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de una actividad en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo. Los suplementos por fatiga se añaden elemento por elemento a los tiempos básicos, de modo que se calcula por separado el total de trabajo de cada elemento, y los respectivos tiempos se combinan para hallar el tiempo tipo de toda la tarea u operación. Se entiende por fatiga el cansancio físico y/o mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien lo siente. El contenido de trabajo de una tarea u operación es el tiempo básico más el suplemento por descanso, más un suplemento por trabajo adicional, o sea la parte del suplemento

por contingencia que representa trabajo.



- **Propósito:** Agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar a ritmo normal; se expresa como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen.

Si las tolerancias son demasiadas altas, los costos de producción se incrementan indebidamente y si los márgenes fueran demasiados bajos, resultarán estándares muy estrechos que causarán difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.

Se le debe asignar una tolerancia o margen al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente manejable por la actuación del operario medio a un ritmo normal y continuo.

- Tipos** {
- Almuerzos, merienda, necesidades personales, retrasos evitables
  - Adicionales/extras, orden y limpieza, tiempo total de ciclo, fatiga

- **Método sistemático para asignar las tolerancias:** evaluar la forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas

por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación

según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase en (%) a que pertenece, según la jornada de trabajo que aplique, para asignarle un (%) del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

- **Asignación de tolerancias:** los suplementos son variables porque dependen del comportamiento y características del trabajo, mientras que las fijas ya están permanentemente definidas bien sea por la empresa, gobierno o contrato colectivo.

Las categorías contingencia, política de la empresa, y especiales generalmente se expresa en porcentajes del tiempo normal.

- **Normalización de las tolerancias:** deducir de la jornada de trabajo, los tiempos por conceptos de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, y luego se determina cual es el porcentaje que representa las tolerancias por fatiga y necesidades personales (por regla de tres).

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

### III.4.3 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras ( $\bar{X}$ ) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la media de la población ( $\mu$ ).

- Determinar el nivel de confianza (c)
- Determinar los intervalos de confianza (I)

$$I = \bar{X} \pm \frac{tc * S}{\sqrt{n}}$$

Tal expresión supone que se conoce la desviación estándar de la población. En general, lo anterior no se cumple, sin embargo la desviación estándar puede ser estimada mediante la desviación estándar de la muestra S, donde:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

Calcular el intervalo de la muestra (Im)

$$Im = \frac{2 * tc * S}{\sqrt{n}}$$

Criterios de decisión

- Si  $Im \leq I$ , aceptar
- Si  $Im > I$ , rechazar

Nuevo tamaño de la muestra (N')

$$N' = \frac{4 * tc^2 * S^2}{I^2}$$

Contabilizar las lecturas adicionales

$$N = N' - n$$

#### III.4.4 CRONOMETRAJE

- **Continuo:** sus ventajas son, que los elementos regulares y extraños se siguen etapa por etapa, y hay mayor exactitud. Sus desventajas es que existen restas sucesivas que prolongan el estudio.
- **Vuelta a Cero:** entre sus ventajas se cuenta que, se obtienen directamente el tiempo de cada elemento, y comprueba la estabilidad del operario. En sus desventajas se cuenta con que existe pérdida de tiempo por la reacción mental, y no se registran elementos extraños.

Entre los tipos de elementos que se pudieran encontrar en la medición de tiempo se tienen: repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, extraños, y dominantes.

#### III.5 MUESTREO TRABAJO

##### III.5.1 ESTUDIO DE MUESTREO DE TRABAJO

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que componen

una tarea o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción. Esta misma información se puede obtener mediante procedimientos de estudios de tiempos. El muestreo de trabajo es un método que con frecuencia proporcionará la información con mayor rapidez y a un costo considerablemente menor que por técnicas cronométricas.



Al llevar a cabo un estudio de muestreo de trabajo el analista realiza un número de observaciones comparativamente grande a intervalos al azar. La relación del número de observaciones de un cierto estado de actividad al número total de observaciones efectuadas, dará aproximadamente el porcentaje de tiempo que el proceso está en ese estado de actividad.

La exactitud de los datos determinados por muestreo de trabajo depende del número de observaciones, y a menos que el tamaño de la muestra sea de la magnitud suficiente, ocurrirán resultados inexactos e incorrectos.

### **III.5.2 VENTAJAS DEL MUESTREO DEL TRABAJO**

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos. Tales ventajas son:

1. No requiere observación continua por largo tiempo por parte del analista.
2. El tiempo de trabajo de oficina disminuye.
3. Produce poca interferencia con la rutina normal del operario.
4. El operario no está expuesto a largos periodos de observaciones cronométricas.
5. Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente.
6. Es más económico que la técnica de la observación continua.
7. Puede ser aplicado por observadores con poco entrenamiento y sin habilidad especial.
8. El número de observaciones puede ser ajustado para alcanzar los niveles deseados de precisión.
9. Es un medio efectivo de obtener hechos que no podrían ser recogidos por otros medios.
10. Produce menos angustia y agitación en la persona que esta siendo observada.

### III.5.3 TEORÍA DEL MUESTREO DE TRABAJO

La teoría del muestreo de trabajo se basa en las leyes fundamentales de la probabilidad. Si en un momento dado un cierto evento puede ser existente o inexistente, estadísticos han deducido la siguiente expresión que determina la probabilidad x ocurrencias de un evento en n observaciones:

$$(p + q)^n = 1$$

p = Probabilidad de una ocurrencia o suceso.

q = (1 - p) probabilidad de que no haya ocurrencia.

n = Número de observaciones.

Si la expresión anterior  $(p + q)^n = 1$  se desarrolla por el teorema del binomio de Newton, el primer término del desarrollo dará la probabilidad de  $x = 0$ , el segundo término, la de  $x = 1$ , y así sucesivamente. La distribución de estas probabilidad se conoce como distribución binomial. Los estadísticos han demostrado también la media de esta distribución es igual a  $np$  y que la variancia es igual a  $npq$ . La desviación estándar es, desde luego, igual a la raíz cuadrada de la variancia.

La estadística elemental dice que a medida que  $n$  aumenta, la distribución binomial tiende a la distribución normal. Puesto que los estudios de muestreo de trabajo implican tamaños de muestra bastante grandes, la distribución normal es una aproximación satisfactoria de la distribución binomial.

Las hipótesis fundamentales de la teoría binomial son que  $p$ , la probabilidad de que se presente el evento (la ocurrencia de un tiempo muerto), es constante para cada momento al azar en que se observa el proceso. Por consiguiente, siempre es necesario llevar a cabo observaciones al azar cuando se efectúa un estudio de

muestreo de trabajo. Por tanto, se reduce la predisposición o sesgo introducido por la anticipación de tiempos de observación por el trabajador.

#### **III.5.4 PRESENTACIÓN DEL MUESTREO DE TRABAJO PARA SU APROBACIÓN**

Antes de iniciar un programa de muestreo de trabajo, es conveniente que el analista logre que se apruebe el empleo y la confiabilidad de este medio, por todas las personas miembros de la organización que será afectada por los resultados. Si el programa ha de ser utilizado para establecer tolerancias, se deberá tener la aceptación del sindicato y del supervisor, así como de la dirección de la compañía. Esto se puede lograr realizando varias breves sesiones de exposición del sistema a representantes de las diversas partes interesadas, donde se expliquen ejemplos de la ley de la probabilidad, ilustrando así por qué son válidos los procedimientos de proporción de demoras. Los organismos sindicales, así como los trabajadores, verán favorablemente las técnicas de muestreo de trabajo una vez que el método se haya explicado en su totalidad, puesto que el muestreo de esta clase es completamente impersonal, en él no se utiliza el cronómetro y está basado en métodos estadísticos y matemáticos aceptados.

En la sesión en la que se exponga inicialmente el muestreo de trabajo, se puede utilizar el estudio simple relativo a la tirada o volado de monedas sin 'sesgo' alguno.

#### **III.5.5 PLANEACIÓN DEL ESTUDIO DE MUESTREO DE TRABAJO**

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar la planeación detallada, que es esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que se busca información. Esta estimación puede abarcar una o más actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar a partir de datos históricos. Si el analista no cree que pueda hacer una estimación razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un periodo corto (dos o tres días) y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que se desea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido.

Habiendo realizado una estimación preliminar de las ocurrencias en porcentaje de los elementos que se estudian, y habiendo determinado la exactitud deseada a un nivel de confianza dado, el analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Sabiendo cuántas observaciones se necesitan tornar y el tiempo de que se dispone para efectuar el estudio, es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma (o tarjeta) para muestreo de trabajo a la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

### **III.5.6 DETERMINACIÓN DE LAS OBSERVACIONES NECESARIAS**

Para hallar el número de observaciones que se necesitan, el analista ha de saber cuan precisos deben ser sus resultados. Cuanto mayor sea el número de observaciones tanto más válida será la respuesta final.

En procedimientos de muestreo al azar, existe siempre la posibilidad de que el resultado final de las observaciones que de fuera de la tolerancia aceptable. No obstante, los errores de muestreo disminuirán a medida que crezca el tamaño de la muestra. El error estándar de una proporción o porcentaje de muestra, como se indica en la mayor parte de los textos de estadística, se puede expresar por la ecuación.

Donde:

$S$  = Desviación estándar de un porcentaje.

$p$  = Proporción verdadera de ocurrencias del elemento que se busca, expresada como decimal.

$n$  = Número total de observaciones al azar en las que se basa  $p$ .

### **III.5.7 DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE LAS OBSERVACIONES**

Esta frecuencia depende principalmente del número de observaciones requeridas y del límite de tiempo para el desarrollo de los datos. Desde luego, el número de analistas disponible y la naturaleza del trabajo a estudiar influirán también en la frecuencia de las observaciones.

Para obtener una muestra representativa es importante que se tomen las observaciones en todo momento del día laboral. Con frecuencia los analistas de muestreo de trabajo realizan observaciones a intervalos fijos. Este se denomina muestreo sistemático. Cuando los tamaños de muestreo son adecuados y los datos se obtienen sobre el intervalo total de datos, el muestreo sistemático dará resultados válidos. Por el hecho de que en su mayor parte el trabajo indirecto no tiene un ritmo fijo que pueda coincidir con el intervalo de muestreo y que los tiempos de éste no ocurrirán con gran precisión, el muestreo sistemático es suficientemente aleatorio para producir información confiable. Esto es especialmente cierto cuando se estudia un trabajo no repetitivo de ciclo relativamente largo, como el de mantenimiento.

### **III.5.8 DISEÑO DE LA FORMA TABULAR PARA MUESTREO DE TRABAJO**

El analista necesitará idear una forma de registro de observaciones para anotar de la mejor manera posible los datos que serán recopilados durante el estudio de muestreo de trabajo. No es posible utilizar una forma estándar, puesto que cada estudio es único desde el punto de vista del número total de observaciones necesarias, de los momentos al azar en que se harán las observaciones, y de la información que se busca. La mejor forma para el registro es la que se ajuste a los objetivos del estudio.

Algunos analistas prefieren usar una tarjeta especialmente diseñada para obtener datos de muestreo de trabajo, que permite observaciones sin el esfuerzo de atención requerido cuando se lleva un tablero de notas (clipboard).

Las tarjetas pueden ser de un tamaño tal que puedan llevarse convenientemente en un bolsillo de la carnia, o de un saco o chaqueta.

### **III.5.9 EMPLEO DE LOS DIAGRAMAS DE CONTROL**

Las técnicas de los diagramas de control se utilizan tan ampliamente en las actividades de control estadístico de calidad, que se pueden adaptar fácilmente para estudios de muestreo de trabajo. Como tales estudios tratan exclusivamente con porcentajes o proporciones, el diagrama 'p' se emplea con mucha frecuencia.

El primer problema encontrado en la elaboración de un diagrama de control es la elección de los límites. En general, se busca un equilibrio entre el costo de localizar una causa asignable cuando no existe ninguna, y el de no buscarla cuando existe. Como una elección arbitraria se utilizarán en todo lo que sigue los límites de tres sigmas para establecer límites de control en el diagrama 'p'.

En el trabajo de control de calidad se dice que tal diagrama indica si el proceso está en control o no. En forma semejante, el analista que efectúa un muestreo de trabajo considera a los puntos fuera de los límites de tres sigmas de  $p$  como fuera de control. Así, una cierta muestra que produce la valor de  $p'$  se supone que ha sido tomada de una población con un valor esperado de  $p$  si  $p'$  cae dentro de los límites de más o menos tres sigmas de  $p$ . Expresado de otra manera, si una muestra tiene un valor de  $p'$  que cae fuera de dichos límites de tres sigmas, se supone que la muestra proviene de una población diferente o que ha sido cambiada la población original.

### **III.5.10 OBSERVACIÓN Y REGISTRO DE LOS DATOS**

Al acercarse el analista al área de trabajo, no debe anticipar los registros que espera hacer. Debe caminar hasta un punto o una cierta distancia del equipo, efectuar su observación y registrar los hechos. Podría ser útil hacer una marca directamente en el piso para indicar dónde debe situarse el analista antes de realizar sus observaciones. Si el operario o la máquina en estudio está inactiva, el analista debe determinar el motivo de la inactividad, comprobando dicha razón con el supervisor de la línea antes de hacer la anotación apropiada. El analista debe aprender a efectuar observaciones o verificaciones visuales y hacer las anotaciones después de haber abandonado la zona de trabajo. Esto reducirá al mínimo la sensación de ser observado que experimenta un operario, el que continuará trabajando en la forma acostumbrada.

Para tener la seguridad de que los operarios actúan como de costumbre, es aconsejable informarlos de los propósitos del estudio. El hecho de que no se utilice cronómetro tiende a eliminar de los operarios una cierta tensión mental, y se tendrá así poca dificultad en obtener su plena colaboración.

### **III.5.11 MUESTREO DE TRABAJO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE MÁRGENES O TOLERANCIAS**

Uno de los usos más extensos del muestreo de trabajo es en el establecimiento de tolerancias a emplear junto con los tiempos normales para determinar tiempos asignados. Sin embargo, la técnica se usa también para establecer estándares de producción, determinar la utilización de máquinas, efectuar asignaciones de trabajo y mejorar métodos.

La determinación de tolerancias de tiempo debe ser correcta si han de obtenerse estándares justos. Antes de la introducción del muestreo de trabajo, las tolerancias por motivos personales y demoras inevitables se determinaban frecuentemente efectuando una serie de estudios de todo el día sobre varias operaciones, y promediando luego los resultados.

### **III.5.12 APLICACIONES DEL MUESTREO DE TRABAJO**

- Establecimiento de tolerancia.
- Establecimiento de estándares de tiempo en trabajos indirectos.
- Determinación del porcentaje de utilización de las máquinas.
- Estimación de demoras evitables e inevitables.
- Estimación del porcentaje de utilización de herramientas.
- Medir la eficiencia de trabajos en departamentos.
- Determinación de la eficiencia del operario.
- Establecimientos de incentivos.



### III.5.13 METODOLOGÍA DEL MUESTREO DE TRABAJO

1. Definir el problema.
2. Especificar los objetivos del proyecto a estudiar.
3. Descripción de los elementos a medir.
4. Aprobación del supervisor y conocimiento por parte de todos los objetivos.
5. Establecer la exactitud deseada así como el nivel de confianza.
6. Estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia de la actividad a medir.
7. Diseñar el estudio.
8. Determinar el número de observaciones.
9. Determinar el número de observaciones necesarias.
10. Determinar el número de días o turno para el estudio.
11. Hacer planes detallados para efectuar las observaciones.
12. Diseñar la hoja de observaciones.
13. Efectuar las observaciones de acuerdo al plan, analizar y resumir los datos.
14. Hacer observaciones y anotar los datos.
15. Resumir los datos al final del día.
16. Determinar los límites de control.
17. Representar los datos en los gráficos.
18. Comprobar la exactitud al final del estudio se compara con la preliminar.
19. Conclusión y recomendación resultante.

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### IV.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio realizado es de tipo exploratorio y/o de campo, es decir, la investigación tiene como propósito conocer: la planta física de la empresa para observar como se da el proceso de fabricación de rodillos, en cuanto al flujo del proceso y los métodos de trabajo empleados por los operarios, los equipos utilizados para tal fin, la distribución de los puestos de trabajo, las relaciones administrativas empleadas, las condiciones de mantenimiento del lugar de trabajo, las instalaciones eléctricas, etc., todo esto con el fin de realizar un diagnóstico de la situación en la empresa; por otro lado se deseaba realizar el examen crítico para conocer la forma como se llevan a cabo las actividades dentro de la empresa **Enduride Venezuela, C.A.**, todo esto con la finalidad de plantear soluciones a una situación determinada, en este caso la etapa de descarga y almacenaje de materia prima; también el estudio permitió obtener un estándar de tiempo de esta etapa del proceso, para así, mejorarlo mediante el estudio y análisis de los datos recolectados previamente del proceso actual. Además se realizó un estudio para establecer el porcentaje de eficiencia de una parte del personal que interviene en el proceso de fabricación de rodillos elaborados por **Enduride Venezuela, C.A.** Básicamente el estudio se fundamentó en la observación directa y análisis de los equipos que intervienen en el proceso, esto implica explorar, describir, explicar y presentar alternativas de cambios para mejoras, más no – obligatoriamente – llevar a cabo la propuesta planteada.

Además se considera que el estudio es:

- **Aplicado**, porque se busca la mejora de un proceso mediante el diseño de estrategias, instrumentos y herramientas totalmente prácticas y directamente relacionadas con una situación real en el ambiente de trabajo.
- **Longitudinal**, debido a que se estudia el proceso de fabricación del rodillo en un período de tiempo dado por la duración del desarrollo de la práctica de laboratorio.
- **Descriptiva**, porque a partir de él se logró mencionar, analizar e interpretar la naturaleza actual de los problemas presentados en **Enduride Venezuela, C.A.**, para así lograr un correcto diagnóstico de la situación de la empresa y realizar una correcta interpretación.
- **De Campo**, a causa de que el estudio fue realizado en su ambiente natural, es decir, en las instalaciones de la empresa **Enduride Venezuela, C.A.**
- **De valoración de necesidades**, puesto que proporciona información a quien toma decisiones para emprender acciones.
- **Primario**, ya que la práctica de laboratorio se basa en datos y hechos recogidos por el investigador.

## IV.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio posee un diseño de investigación experimental, y debido a que las condiciones de trabajo no son modificadas sino observadas concuerda con las características de un diseño de campo.

### **IV.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población está constituida por toda la materia prima que ingresa a la empresa (ejes, rodamientos, laberintos, empaquetaduras, tapas, tubos, tiner, y poliuretano) y de los cuales se consideraron como muestra los tubos (6 pulg. de diámetro por 6m de largo), debido a que estos son los que requieren de un mayor esfuerzo por parte de los operarios a la hora de descargarlos.

### **IV.4 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la obtención de datos e información que permitieron el planteamiento del procedimiento adecuado se utilizaron las siguientes estrategias y/o instrumentos:

- Información detallada sobre los equipos utilizados en el proceso de producción a través de enciclopedias virtuales, libros, etc., además de explicaciones directas del fabricante.
- Observación directa, natural y participante, es decir, cuando el individuo observa al trabajador en plena labor de lo que se está analizando.
- Cronómetro para estudio de tiempos, con pantalla digital (electrónico), para tomar las mediciones del tiempo, bien sea por concepto de demoras o para medir el tiempo de operación.
- Tablero de apoyo con sujetador que sujeta los formatos para el estudio de tiempos.

- Formato para el estudio de tiempos que permite apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Formato para concesiones por fatiga.
- Tabla Método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- Tabla t-student.
- Tabla Westinghouse.
- Tabla de números aleatorios.
- Bibliografía relacionada con los diferentes temas.
- Calculadora, cámara, etc.

Todos los hechos registrados, en gran porcentaje fueron obtenidos mediante observación directa y objetiva de los investigadores y cualquier detalle necesario o pasado por alto fue proporcionado por los dueños y/o trabajadores de la empresa.

## CAPÍTULO V

### SITUACIÓN ACTUAL

#### V.1 SITUACIÓN ACTUAL

La empresa **Enduride Venezuela, C.A.** tiene como función la fabricación, ensamblaje, mantenimiento y distribución de rodillos para cintas transportadoras. Este proceso comienza cuando la materia prima llega a la empresa, la cual esta comprendida por los ejes, rodamientos, laberintos, empaquetaduras, tapas, tubos, tiner y poliuretano; todas estas inspeccionadas en el momento de su llegada de la siguiente forma:

Materia	Tiempo de Inspección (min.)
Ejes	5
Rodamiento	2
Laberinto	2
Tapa	2
Tubos	10

En el caso de la descarga de los ejes; son tomados de la gandola de uno en uno y trasladados al almacén, para luego ser almacenados. Al momento de ser utilizados, son seleccionados (dependiendo de las especificaciones requeridas por los clientes) y llevados al área de corte, en dicha área son medidos y cortados; luego son llevados al área de esmerilado donde se obtiene un mejor acabado del corte para luego ser llevado al área de maquinado (tornos, Fresadoras, lijadoras). Por otra parte, tanto los rodamientos, como las tapas y los laberintos son descargados y llevados al almacén donde permanecerán hasta el momento de ser utilizados; llegado el momento de su uso son seleccionados y trasladados al área de ensamblaje. De igual manera las empaquetaduras después de ser descargadas y almacenadas son cortadas previamente a su traslado al área de ensamblaje.

Una vez que se tiene todas estas piezas en el área de ensamblaje (ejes, rodamientos, laberintos, empaquetaduras y tapas), se procede al preensamblado, el cual es inspeccionado, previo al ensamblaje con el cilindro (tubo); éste luego de ser descargado y almacenado, es seleccionado (dependiendo de las especificaciones técnicas del cliente) y trasladado al área de corte donde pasa por el proceso de cortado para luego ser llevado a esmerilar, luego de finalizada esta etapa se procede al traslado al área de maquinado, donde se le dan ajustes y tolerancias necesarias; acto seguido el cilindro es transportado al área de ensamblaje donde finalmente se acopla esta pieza con el conjunto anteriormente armado.

Luego de una exhaustiva inspección el rodillo se limpia con tiner para eliminar todas las impurezas que se hayan adicionado a lo largo del proceso; luego se le vacía poliuretano para crear el sello que evite la contaminación interna del mismo y se seca. El conjunto ensamblado se gira 180° para repetir una vez la operación las operaciones de la limpieza con tiner.

Por último se inspecciona el sellado del rodillo y luego se pinta, en la misma área; y se seca, también se espera por que el rodillo se termine de secar completamente, luego se almacena temporalmente en dicha área.

Para las especificaciones de distancias y tiempos del proceso antes descrito (ver apéndice 1).

Entre los problemas generales que **Enduride Venezuela, C.A.**, presenta se encuentran los siguientes:

- La empresa comparte su espacio físico con otra compañía (**Comeso C.A.**).

- Actualmente, por motivo del compartimiento de las instalaciones ambas empresas laboran con un mismo personal, razón por la cual, a la hora de satisfacer las exigencias más inmediatas en los pedidos, los obreros se ven en la obligación de suspender sus actividades actuales para cumplir con la nueva labor; por estas circunstancias se generan demoras en los procesos de producción y mantenimiento.
- Ausencia de ventilación en el área de trabajo.

No obstante, una de las deficiencias más importantes encontradas en el proceso de producción de rodillos se encuentra muy relacionada con la etapa de descarga de material, donde los operarios sufren fatiga laboral con el gran peso que deben soportar al realizar la actividad antes mencionada. Habiendo identificado el problema mayor se procede a describirlo de manera más detallada sus características: en primer lugar al momento de llegar el cargamento con la materia prima (tubos) el operario procede a verificar que es la correcta, luego se sube a la gandola para proceder a soltar las amarras (eslingas) y liberar los tubos. Una vez liberados los tubos, el operario procede a tomar uno de ellos en compañía de otros obrero, y los trasladan de forma manual hasta el almacén, luego los almacenan dependiendo del tamaño (diámetro) de los mismos, esta operación se repite hasta descargar completamente la gandola; al la hora de fabricar los rodillos, el operario debe abandonar su puesto de trabajo para tomar uno de los tubos y llevarlos a la cortadora, todo este paso se realiza igualmente de forma manual, (ver Apéndice 2) en donde se presentan las especificaciones de las actividades realizadas en esta área, de igual forma (ver Apéndice 4) en la cual se representa el diagrama de flujo de movimiento del operario en la planta a la hora de realizar todas estas operaciones antes mencionadas.



## CAPÍTULO VI

### MÉTODO PROPUESTO

#### ANÁLISIS OPERACIONAL

##### VI.1 PREGUNTAS PRELIMINARES

- **Propósito:**

- ¿Qué se hace?

Se descargan los tubos de forma manual, se trasladan y se almacenan temporalmente.

- ¿Por qué se hace?

Porque esta materia es indispensable para iniciar el proceso de fabricación de rodillos.

- ¿Qué otra cosa podría hacerse?

Bajar los tubos del medio de transporte y dejarlos en la zona de trabajo pendiente. (Ver apéndice 2).

- ¿Qué debería hacerse?

Continuar con la descarga y su inmediato almacenamiento en la zona prevista para tal fin.

- **Lugar:**

- ¿Dónde se hace?

En la zona de descarga de la empresa, ubicada frente al almacén de trabajo pendiente. (Ver apéndice 2).

- ¿Por qué se hace aquí?

Porque es el lugar dispuesto por el jefe de la empresa.

- ¿En qué otro lugar podría hacerse?

Por la otra entrada de acceso al galpón.

- ¿Dónde debería hacerse?

En la zona donde se realiza actualmente, pues de realizarse por la otra entrada se estaría incrementando el traslado hacia el almacén.

- **Sucesión:**

- ¿Cuándo se hace?

En el momento en que llega la materia prima al galpón.

- ¿Por qué se hace entonces?

Porque el medio de transporte debe ser desocupado con la brevedad posible.

- ¿Cuándo podría hacerse?

En el momento en que los operarios terminen sus actividades de producción.

- ¿Cuándo debería hacerse?

De manera Inmediata a la llegada de la unidad de transporte, para evitar incrementos en los costos.

- **Persona:**

- ¿Quiénes lo hacen?

Todo el personal de género masculino que se encuentre laborando en la empresa para el momento de la llegada de la gandola (incluyendo el propietario de la empresa).

- ¿Por qué lo hacen esas personas?

Porque ese es el personal con el que cuenta la empresa actualmente.

- ¿Qué otras personas podrían hacerlo?

Un nuevo personal contratado para ejecutar la actividad.

- ¿Quiénes deberían hacerlo?

Dos personas que pertenezcan a la nómina de obreros.

- **Medios:**

- ¿Cómo se hace?

El proceso de descarga se realiza de forma manual.

- ¿Por qué se hace de ese modo?

Porque no se ha tomado en cuenta la opción de implementar un medio más práctico que facilite la descarga.

- ¿De qué otro modo podría hacerse?

Implementando el polipasto móvil con el que cuenta la empresa, adicionándole un mecanismo adaptado a las necesidades de traslado de los tubos.

- ¿Cómo debería hacerse?

Tomando en cuenta la propuesta anterior de la utilización del polipasto.

## VI. 2 EXÁMEN CRÍTICO

En esta etapa, se dará respuesta a las preguntas pautadas anteriormente, de manera de analizar con espíritu crítico la situación, seguida de una propuesta que conlleve a la mejor inmediata del proceso.

- Materiales

- ¿Puede fabricarse en la empresa?

No pueden fabricarse en la empresa porque no se cuenta con las tecnologías necesarias para la fabricación de la materia prima (ejes, rodamientos, laberintos, empaquetaduras, tapas, tubos, tiner, y poliuretano), sin embargo, en caso de querer hacerlo, se requiere de una gran inversión para adecuar las instalaciones de la empresa a las especificaciones del proceso de fabricación de la materia prima necesaria.

- ¿Pueden sustituirse por otro mejor, más barato o menos escaso?

No pueden sustituirse, debido a que las sustituciones que se podía hacer en cuanto a materia prima se refiere ya fue reemplazado, como es el caso de las empaquetaduras, el resto de las materias primas deben cumplir

con las especificaciones exigidas por el cliente, para lograr cubrir los márgenes de calidad requeridos.

- ¿Se han reducido los desperdicios?

Si, la empresa cuenta con método adaptado para disminuir al máximo la cantidad de desperdicios.

- ¿Pueden usarse los desperdicios?

Si, **Enduride Venezuela C.A.** almacena temporalmente los residuos de los procesos de fabricación, los cuales posteriormente son vendidos representando así una entrada extra de dinero.

- Máquinas y herramientas:

- ¿Están en buenas condiciones las máquinas?

Tanto las maquinas utilizadas para el corte, el maquinado y el ensamblado final, se encuentran en buen estado, gracias al cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo que se les realizan a las maquinarias.

- ¿Son las adecuadas?

Si, son las adecuadas para la realización del proceso de fabricación de rodillos.

- ¿Están colocadas apropiadamente?

Resaltando el hecho de que no se había realizado un estudio de métodos en la empresa, ésta cuenta con una distribución apropiada en relación con la secuencia de actividades.

- ¿Se puede aprovechar el tiempo libre de operaciones y máquinas?

Si, debido a que el proceso de fabricación es por lote, las máquinas se utilizan estrictamente cuando se necesitan, generando así un tiempo libre para el operario el cual es utilizado en limpieza de las máquinas y herramientas y a su vez en ordenar el taller.

- Distribución y consideraciones de lugar:

- ¿Se han reducido al mínimo los transportes?

No, por el hecho de que la empresa cuenta con una zona de almacenamiento para tubos y ejes, y un depósito para los laberintos, ejes, tapas, empaquetaduras y el poliuretano; en el momento de realizar el ensamble de rodillos el operario que esta ejecutando esta actividad se debe realizar un traslado largo para dirigirse al depósito (ver apéndice 2) a buscar únicamente la materia necesaria para realizar este proceso, repitiendo así esta operación cada vez que se necesite, lo que se traduce en demoras inevitables para el proceso de producción.

- ¿Está limpio y ordenado el lugar?

Si ya que en el tiempo libre de los operadores estos se dedican a limpiar y ordenar el área de trabajo.

- ¿Se usa el espacio disponible?

Se puede observar en el apéndice 2 que existe una zona disponible entre el almacén de trabajo pendiente y el almacén de tubos, pero al mismo no se le puede dar una utilidad pues se interpone en la ruta de traslado de los tubos y ejes hacia el almacén, es decir si se asignara algún área de trabajo en esta zona entorpecería en el cumplimiento de las actividades de almacenamiento.

- Seguridad:

- ¿Es el método más seguro y más fácil?

No; en base a que la descarga de los tubos es de forma manual, el operario se expone constantemente a posibles accidentes laborales; pues los obreros manipulan los tubos tanto al momento de bajarlos de la gándola (dando cabida a posibles peripecias) como a la hora de trasladándolos hasta el almacén.

- ¿Entiende el operario las reglas de seguridad?

A pesar de que la empresa cuenta con normas y equipos de seguridad, los operarios no hacen uso de las mismas, es decir realizan las actividades bajo su criterio, tomando ellos mismos sus propias prevenciones.

- ¿Qué requisito o aptitudes debe reunir el trabajador?

Debe tener un alto nivel de capacitación para desempeñar todas las actividades inherentes al proceso.

- ¿Cuenta con el equipo de seguridad necesario?

Si, sin embargo los operarios no toman en cuenta el uso de los mismos para desempeñar sus labores diarias.

- Diseño:

- ¿Puede variar la calidad cambiándolo?

Si, pues el hecho de cambiar algunos de sus componentes afecta el rendimiento del mismo.

- ¿Son necesarias y apropiadas las tolerancias?

Si, porque si se desprecian estas consideraciones de diseño se estaría originando una variación en las especificaciones técnicas exigidas por el cliente.

- ¿Se reduce el tiempo y materiales cambiándolos?

Existe una variación tanto del tiempo como de materiales de fabricación, pues los diseños son exclusivos dependiendo del pedido, por ende no se puede hablar de reducción de estos factores.

### VI. 3 ANÁLISIS OPERACIONAL

Como se ha mencionado anteriormente la empresa **Enduride Venezuela C.A.** fabrica y distribuye rodillos de impacto y polines para cintas transportadoras a las diferentes empresas del sector industrial de Guayana que requieran este producto. Por lo que su enfoque principal es todo lo relacionado con el proceso de almacenamiento, producción y distribución.

Las actividades más críticas para nuestro caso se encuentran ubicadas en la etapa de descarga de la materia prima (bajar los tubos de la gandola, trasladarlos hasta el almacén y almacenarlos).

#### VI.3.1 PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN

El objetivo de esta actividad es disminuir y reorganizar los tiempos y traslados desde el área de descarga hasta el almacén, de manera de reducir la fatiga del operario y las demoras producidas en dichas actividades y a su vez hacer más factible el proceso de fabricación de rodillos.



### **VI.3.2 DISEÑO DE LA PARTE O PIEZA**

En nuestro caso, en cuanto a diseño de las dimensiones de los tubos (materia prima) se refiere, no se le pueden hacer modificaciones al mismo para no incurrir en la rentabilidad que estos ofrecen en el proceso fabricación.

### **VI.3.3 TOLERANCIAS Y/O ESPECIFICACIONES**

En cuanto a las especificaciones técnicas de longitudes y tolerancias de los rodillos **Enduride Venezuela C.A.**, debe trabajar bajo parámetros establecidos por los clientes; razón por la cual, no se le pueden hacer modificaciones para no perturbar la calidad del producto.

### **VI.3.4 MATERIALES**

En referencia a los materiales que se utilizan (Tubos, ejes, entre otros – materia prima), no es recomendable realizar cambios, pues afecta de forma directa la calidad del producto, es decir, si se modifican las especificaciones en el tipo de material (acero), éstas no tendrían las características adecuadas y entorpecerían la calidad actual que posee el producto.

### **VI.3.5 ANÁLISIS DE PROCESOS**

La actividad de descarga es de tipo manual, ya que el operador debe bajar los tubos de la unidad de transporte y posteriormente trasladarlos hasta el almacén sin hacer uso de ninguna máquina que facilite este trabajo; es por esto que se recomienda hacer un estudio económico para evaluar la posibilidad de optimizar el proceso, además de disminuir el esfuerzo realizado por el operario.

### **VI.3.6 PREPARACIÓN HERRAMENTAL**

Para este caso, se recomienda a la empresa hacer una adaptación del polipasto ya existente, pues en base a las observaciones y entrevistas previas realizadas se determinó que el operario implementa su capacidad física al máximo para bajar los tubos y trasladarlos al almacén, lo cual influye en la rapidez y rendimiento del proceso de fabricación de rodillos.

### **VI.3.7 CONDICIONES DE TRABAJO**

Para que el operario logre su trabajo plenamente, es necesario proveerle un ambiente de trabajo adecuado a su entorno, para ello:

- Hay que mejorar las condiciones climáticas del sitio de trabajo hasta hacerlas óptimas, viendo la posibilidad de instalar ventiladores industriales para activar la circulación del aire dentro del taller y además disminuir la fatiga del operador durante la jornada de trabajo.
- Recomendar la aplicación de mejoras a los programas donde se integren acciones de orden y limpieza dentro del taller, incluyendo la zona de descarga, para así mantener cuidados continuos logrando la optimización del lugar de trabajo y hacerlo más agradable.

### **VI.3.8 MANEJO DE MATERIALES**

El manejo de la materia prima es de forma manual aunado a los traslados realizados para llegar hasta ésta, por ello se recomienda reubicar ciertos materiales para así disminuir los traslados y tiempos en un mayor porcentaje.

### VI.3.9 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y/O EQUIPOS

Los equipos se encuentran distribuidos alrededor de todo el espacio físico de la planta en forma de **S** (ver apéndice 3), por esta razón se puede concluir que se aprovechan al máximo el espacio cúbico que conforma el local.

### VI.4 MÉTODO PROPUESTO

Proponiendo una solución al problema planteado para el análisis operacional, referido a las deficiencias que presenta el proceso de traslado de materia prima, lo cual origina una gran inversión del personal obrero para realizar este conjunto de actividades, se presentan las siguientes sugerencias:

- Incorporar al proceso de descarga el polipasto con el que cuenta la empresa, con un mecanismo que facilite tanto las actividades que conforman el bajar los tubos del medio de transporte como el traslado de los mismos hasta el almacén.
- Dicho mecanismo debe estar conformado por una barra maciza de acero soldada a un gancho dispuesto para ensamblarse con el polipasto, ésta barra estará dotada de 2 mosquetones industriales en ambos extremos a través de los cuales se adosarán eslingas diseñadas para agrupar por cada envío 3 tubos como mínimo (ver apéndice 5).

Con la implementación de este método propuesto, se garantiza a la empresa la reducción de los tiempos por concepto del traslado de los tubos (materia prima) hasta el almacén (ver apéndice 6 y apéndice 7), de igual forma se disminuyen los riesgos de accidentes en los operarios, así como también se elimina la posibilidad de fatiga en los mismos por soportar el gran peso de los tubos. Cabe destacar que si se

implementa un polipasto móvil que soporte mayor carga que la del actual, el proceso de traslado se realizará en menor tiempo, puesto que se pueden transportar más tubos por viaje.

Además, al aplicar este nuevo método solo se requerirá de la labor de dos obreros, lo que trae como beneficio la continuidad permanente del proceso de fabricación de los rodillos, al mismo tiempo que se realizan las actividades de descarga y traslados de la materia prima.

## CAPÍTULO VII

### DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

#### VII. 1 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Este paso permite determinar el número de observaciones que deben hacerse a la hora de la recolección de datos, es decir, la cantidad de ciclos que deben ser observados y registrados.

Cabe destacar que para este proyecto de investigación se registraron un total de 15 observaciones, sin importar la cantidad de lecturas adicionales que podría arrojar este procedimiento.

Previamente se estableció un nivel de confianza ( $N_c$ ) de 95%, lo cual garantiza que los datos registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza, y por consiguiente se tiene una precisión ( $s$ ) de un 5%.

A continuación se presentan un grupo de datos importantes para el cálculo del estadístico “*t student*”:

- Grados de libertad  $\square \nu = n - 1$

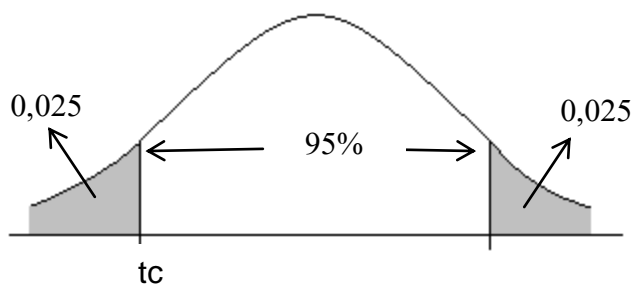
$$\nu = 15 - 1$$

$$\nu = 14$$

- $\alpha = 1 - N_c$

$$\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$$

$$\alpha/2 = 0,025$$



$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,796$$

Continuando con el procedimiento estadístico para determinar el tamaño de la muestra, se aplican los pasos del mismo para cada uno de los elementos.

- **Elemento 1:** Carga de tubos

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7
Tiempos (seg.)	10,11	9,30	10,15	10,07	9,59	11,01	9,80

Observaciones	8	9	10	11	12	13	14	15
Tiempos (seg.)	10,30	10,42	11,50	10,28	12,31	11,78	12,04	11,66

$$\bar{X} = 10,688 \text{ seg.}$$

$$S = 0,94156$$

$$t_c = 1,796$$

$$I = 10,688 \pm 1,796 \times 0,95146$$

$$n = 15$$

$$(15)^{1/2}$$

$$I_s = 11,13046 \text{ seg.}$$

$$I_i = 10,24678 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 0,88367 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,796 \times 0,95146}{(15)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,88243 \text{ seg.}$$

Debido a que  $I_m < I$ , se aceptan las 15 observaciones realizadas (n), para la operación de cargar los tubos.

- **Elemento 2:** Traslados de los tubos hasta el almacén

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7
Tiempos (seg.)	26,38	27,02	30,10	29,51	32,03	30,40	33,50

Observaciones	8	9	10	11	12	13	14	15
Tiempos (seg.)	31,88	34,12	34,63	32,26	35,01	35,89	34,70	36,04

$$\bar{X} = 32,23 \text{ seg.}$$

$$S = 3,04138$$

$$t_c = 1,796$$

$$n = 15$$

$$I = 33,23 \pm \frac{1,796 \times 3,04138}{(15)^{1/2}}$$

$$I_s = 34,64036 \text{ seg. } I_i = 31,81963 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 2,82070 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,796 \times 3,04138}{(15)^{1/2}}$$

$$I_m = 2,82072 \text{ seg.}$$

Como  $I_m < I$ , se aceptan las 15 observaciones realizadas (n), para la operación de traslados de los tubos hasta el almacén.

- **Elemento 3:** Descarga de Tubos en el almacén

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7
Tiempos (seg.)	28,66	26,35	26,70	27,43	28,12	28,55	30,10

Observaciones	8	9	10	11	12	13	14	15
Tiempos (seg.)	29,18	29,90	31,21	30,82	30,73	30,20	31,45	31,33

$$\bar{X} = 29,382 \text{ seg.}$$

$$S = 1,68595 \text{ seg.}$$

$$\begin{aligned}
 t_c &= 1,796 & I &= 29,382 \pm \frac{1,796 \times 1,68595}{(15)^{1/2}} \\
 n &= 15 & I_s &= 30,16381 \text{ seg.} & I_i &= 28,60018 \text{ seg.} \\
 & & I_{\text{total}} &= 1,56363 \text{ seg.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_m &= \frac{2 \times 1,796 \times 1,68595}{(15)^{1/2}} & \text{Por ser } I_m = I, \text{ se aceptan las 15 observaciones} \\
 I_m &= 1,56363 \text{ seg.} & \text{realizadas (n), para las descargas de los tubos} \\
 & & \text{en el almacén.}
 \end{aligned}$$

Una vez realizado todo el procedimiento estadístico para determinar el número de muestras necesarias para continuar con el estudio, se puede afirmar, que la muestra de 15 observaciones (cronometraje vuelta a cero) son las adecuadas para todo el estudio.

## VII.2 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Para hacer el estudio fue necesario tomar los tiempos respectivos de cada operación que conforman el contenido de trabajo. Para esto, se usó el método del cronometraje vuelta a cero debido a que, así, se obtiene directamente el tiempo empleado para cada operación, de igual forma se vaciaron los datos en el formato destinado para ello (ver anexo 1) y además, se puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de su trabajo.

No obstante, se debe tomar en cuenta que este método puede no ser tan preciso, pues se pierde algún tiempo por la reacción mental del analista en el uso del cronómetro; así mismo, no se registran posibles elementos extraños que pudieran influir en el ciclo de trabajo.



En primer lugar esta operación fue separada en varios elementos, los cuales son:

1. Carga de tubos.
2. Traslado de los tubos hasta almacén.
3. Descarga de tubos en el almacén.

Los tiempos registrados para cada elemento durante los ciclos medidos se presentan en cada etapa. Teniendo como base dichos datos y las observaciones directas realizadas de las condiciones del entorno que afectan al operario, se realizan los siguientes cálculos.

$$TE = (TPS \times Cv) + \Sigma Tol$$

## **VII. 2.1 CÁLCULO DEL TIEMPO NORMAL**

El cálculo del tiempo normal viene dado por la formula:

$$TN = TPS \times Cv$$

### **VII.2.1.1 CÁLCULO DEL TIEMPO PROMEDIO SELECCIONADO (TPS).**

Los datos que se presentan a continuación representan los tiempos medidos por cada ciclo para los elementos antes mencionados:

- **Elemento 1:** Carga de Tubos

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7
Tiempos (seg.)	10,11	9,30	10,15	10,07	9,59	11,01	9,80

Observaciones	8	9	10	11	12	13	14	15
Tiempos (seg.)	10,30	10,42	11,50	10,28	12,31	11,78	12,04	11,66

TPS = 10,688 seg.

- **Elemento 2:** Traslados de los tubos hasta el almacén

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7
Tiempos (seg.)	26,38	27,02	30,10	29,51	32,03	30,40	33,50

Observaciones	8	9	10	11	12	13	14	15
Tiempos (seg.)	31,88	34,12	34,63	32,26	35,01	35,89	34,70	36,04

TPS = 32,23 seg.

- **Elemento 3:** Descarga de Tubos en el almacén

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7
Tiempos (seg.)	28,66	26,35	26,70	27,43	28,12	28,55	30,10

Observaciones	8	9	10	11	12	13	14	15
Tiempos (seg.)	29,18	29,90	31,21	30,82	30,73	30,20	31,45	31,33

TPS = 29,382 seg.

## VII.2.1.2 CALIFICACION DE LA VELOCIDAD

Basándonos en la tabla de sistema Westinghouse (ver anexo 2), se estableció que:

FACTOR	NIVEL	CALIFICACION	JUSTIFICAION
Habilidad	Buena C1	+0,06	Facilidad de seguir el método. El proceso es sencillo y no requiere de gran habilidad
Esfuerzo	Excesivo A1	+0,13	El operador requiere de mucha energía. Debe poseer mucha fuerza para levantar y trasladar los tubos (6" de diámetro y 6mts. De largo, y un peso de 113,5kg.) hasta el almacén.
Condiciones	Aceptables E	-0,03	El operario se encuentra afectado por cierto nivel de ruido y la temperatura es una de las condiciones que mas afectan, se considero la ventilación y la iluminación.
Consistencia	Aceptable E	-0,02	Los valores a medida que se repite la operación van aumentando, lo cual indica un margen considerable en los valores al comenzar la jornada, y al terminar.

Sumando las calificaciones algebraicamente se obtuvo que:

$$c = +0,14$$

$$Cv = 1 \pm 0,14 = 1,14$$

Este valor indica que el operario estudiado se encuentra trabajando un 14% superior a la eficiencia del trabajador promedio.

Con estos datos se obtiene el tiempo normal para cada uno de los elementos

- **Elemento 1:** Carga de Tubos

$$TN_1 = 10,688 \text{ seg.} \times 1,14$$

$$TN_1 = 12,18432 \text{ seg.}$$

- **Elemento 2:** Traslado de los tubos hasta el almacén

$$TN_2 = 32,23 \text{ seg.} \times 1,14$$

$$TN_2 = 36,7422 \text{ seg.}$$

- **Elemento 3:** Descarga de tubos en almacén

$$TN_3 = 29,382 \text{ seg.} \times 1,14$$

$$TN_3 = 33,49548 \text{ seg.}$$

## VII.2.2 DETERMINACIÓN DE LA FATIGA

Un paso importante es la normalización de las tolerancias variables, como lo es la fatiga o sentimiento de cansancio del operario. Para esto se utiliza el método sistemático, el cual provee una tabla, a través de la cual se puntualizan las condiciones que perturban al operario durante la jornada de trabajo (ver Anexo 3)

FACTOR	GRADO	PUNTOS	JUSTIFICACIÓN
Temperatura	2	10	Trabajo en interiores. Temperatura medida igual a 27°C, la cual esta dentro del rango tabulado ( $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29,5^{\circ}\text{C}$ ).
Condiciones Ambientales	2	10	Se presenta un ambiente de planta, sin aire acondicionado, ocasionalmente se presenta mala ventilación.
Humedad	3	15	Se percibe alta humedad en el área de operaciones, así como también la ropa de los operarios humedecida.
Nivel de Ruido	3	20	A pesar de ser tranquilo el ambiente, los sonidos de las maquinarias se dan de forma intermitente, tornándose molestos.
Iluminación	1	5	Se considera óptima para realizar cualquier operación, las luces no presentan resplandor y se utiliza iluminación fluorescente.
Duración del Trabajo	2	40	Operación la cual se puede completar en 15min. o menos.
Repetición del Ciclo	4	80	El trabajador debe realizar la operación por lo mínimo 100.
Esfuerzo Físico	4	80	Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30Kg.
Esfuerzo Mental o visual	3	30	Por su seguridad, el operario debe permanecer atento en sus maniobras de traslados.
Posición del trabajo	3	30	Por el tipo de operación que realiza, el trabajador esta obligado a un continuo agacharse y levantarse, así como también trasladarse, por lo que requiere del uso constante de sus piernas.

De la tabla anterior se obtuvo que el total de puntos, fue de 320 haciendo uso de la tabla de concesiones por fatiga (ver Anexo 4), obtuvieron los siguientes datos:

- Limite de clases: 318 – 324
- Clase: E5
- Concesión por fatiga: 25%

Para calcular los minutos concedidos por razones de fatiga se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Minutos concedidos} = \frac{\text{Concesión\%} \times \text{Jornada Efectiva de Trabajo}}{1 + \text{Concesión\%}}$$

Donde JET = JT –  $\Sigma$  Tolerancias Fijas.

Cabe destacar que la empresa tiene establecida una jornada de trabajo de 7:30am – 12:00pm y de 1:00pm – 5:30pm lo que representa un total de 9 horas/diarias de trabajo, que equivalen a 540 minutos/diarios. Por otra parte se estima que el operario cuenta con 15 minutos para merendar, 30 minutos para sus necesidades personales (NP); de igual forma dispone de 15 minutos para prepararse para la jornada de trabajo (TPI), y de 30 minutos una vez finalizada la jornada para acondicionar el área para la jornada el día siguiente (TPF).

Haciendo uso de los datos antes mencionados se procede a calcular la jornada efectiva de trabajo.

$$\text{JET} = \text{JT} - (\text{Merienda} + \text{TPI} + \text{TPF})$$

$$\text{JET} = 540 - (15 + 15 + 30)$$

$$\text{JET} = 480 \text{ min.} = 28800 \text{ seg.}$$

Utilizando los datos provistos por la tabla del método sistemático y la jornada efectiva de trabajo se calculan los minutos concedidos por fatiga.

$$\text{Minutos concedidos} = \frac{0,25 \times 480\text{min}}{1 + 0,25}$$

$$\text{Minutos concedidos} = 96 \text{ min.} = 5760 \text{ seg.}$$

### VII.2.1 NORMALIZACIÓN DE LAS TOLERANCIAS

Para realizar la normalización de las tolerancias en función del tiempo normal se utiliza la formula:

$$\begin{array}{ccc} \text{JET} - (\text{NP} + \text{Fatiga}) & \longrightarrow & (\text{NP} + \text{Fatiga}) \\ \text{TN} & \longrightarrow & X \end{array}$$

- **Elemento 1:** Carga de tubos

$$\begin{array}{ccc} 28800 - (1800 + 5760) & \longrightarrow & (1800 + 5760) \\ 12,18432 & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = 0,072279 \text{ seg. (T}_1\text{)}$$

- **Elemento 2:** Traslado de tubos al almacén

$$\begin{array}{ccc} 28800 - (1800 + 5760) & \longrightarrow & (1800 + 5760) \\ 36,7422 & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = 13,077732 \text{ seg. (T}_2\text{)}$$

- **Elemento 3:** Descarga de tubos en el almacén

$$\begin{array}{rcl} 28800 - (1800 + 5760) & \longrightarrow & (1800 + 5760) \\ 33,49548 & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = 11,92212 \text{ seg. } (T_3)$$

Como ultimo paso, una vez obtenidos todos lo datos necesarios para calcular los tiempos estándares de los elementos, procedemos a calcular su valor.

- **Elemento 1:** Carga de tubos

$$\begin{aligned} TE_1 &= TN_1 + T_1 \\ TE_1 &= 12,18432 + 0,072279 \\ TE_1 &= 12,25659 \text{ seg.} \end{aligned}$$

- **Elemento 2:** Traslado de tubos al almacén

$$\begin{aligned} TE_2 &= TN_2 + T_2 \\ TE_2 &= 36,7422 + 13,077732 \\ TE_2 &= 49,819932 \text{ seg.} \end{aligned}$$

- **Elemento 3:** Descarga de tubos en el almacén

$$\begin{aligned} TE_3 &= TN_3 + T_3 \\ TE_3 &= 33,49548 + 11,92212 \\ TE_3 &= 45,4176 \text{ seg.} \end{aligned}$$

El tiempo estándar total de esta operación, es la suma de todos los tiempos estándares de cada elemento. Por tanto, el tiempo empleado por el operario para cargar un tubo, trasladarlo hasta el almacén y luego descargarlo en el mismo es:



$$TE_{TOTAL} = TE_1 + TE_2 + TE_3$$

$$TE_{TOTAL} = 12,25659 + 49,810032 + 45,4176$$

$$TE_{TOTAL} = 107,484222 \text{ seg.} = 1,7914037 \text{ min.} \approx 2 \text{ min.}$$

Luego de realizar el estudio de tiempos para el proceso de descarga y traslado de materia prima (tubos de acero) hasta el almacén, se obtuvieron los siguientes resultados:

- De acuerdo a las mediciones de tiempo, tomadas en el área de trabajo se puede concluir que el  $TPS_1 = 10,688 \text{ seg}$ ,  $TPS_2 = 32,23 \text{ seg}$ , mientras que el del elemento 3 es  $TPS_3 = 29,382 \text{ seg}$ .
- De igual forma como fueron separados los elementos para permitir que el estudio sea más fácil, se obtuvieron los tiempos normales en el que el operario ejecuta las tarea de cargar, trasladar hasta el almacén y descargar en el mismo, los tubos de acero,  $TN_1 = 12,18432 \text{ seg}$ ,  $TN_2 = 36,7422 \text{ seg}$ ,  $TN_3 = 33,49548 \text{ seg}$ . respectivamente. Éste valor representa el tiempo necesitado por operario para ejecutar las operaciones cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales ni circunstancias inevitables.
- Al emplear el método sistemático para asignar tolerancias por fatiga, y éste sumado al tiempo por necesidades personales, condujo a la atribución de concesiones por concepto de tolerancias de 96 min., lo cual, representa un valor muy significativo en comparación con el tiempo normal empleado por el operario para ejecutar toda la tarea, esta razón es debido a que la actividad requiere de un gran esfuerzo por parte del operario para realizar su labor.

En síntesis el cálculo del tiempo estándar para la operación de descarga y traslado de tubos al almacén una vez normalizadas las tolerancias por fatiga y

necesidades personales proyectó un valor de 1,7914037 min.  $\approx$  2 min., lo cual representa el tiempo en el que el operario debe desarrollar las actividades estudiadas para un tubo.

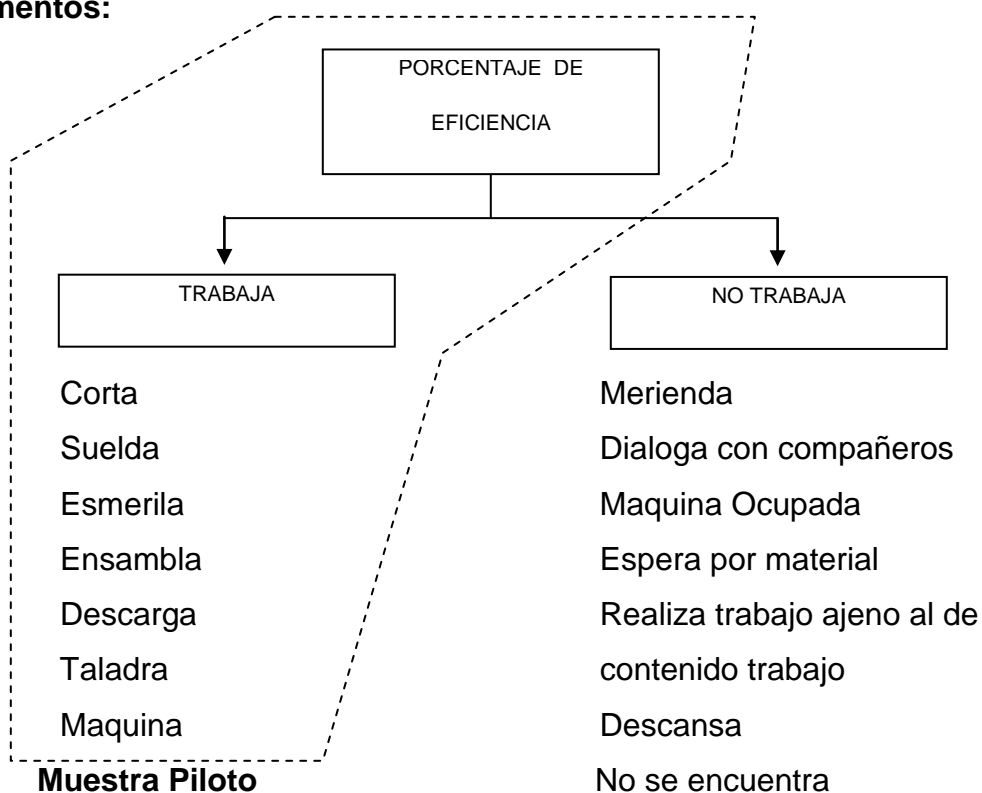
## CAPÍTULO VIII

### APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE MUESTREO DE TRABAJO

#### Objetivo:

Determinar la eficiencia de los operarios involucrados en el proceso de fabricación de Rodillos, elaborados en la empresa **Enduride Venezuela, C.A.**

#### Elementos:



Para iniciar el estudio se tomó una muestra piloto de noventa (90) observaciones, con el fin de obtener mayor exactitud, ya que el número de operadores en estudio es pequeño.

Para la muestra piloto se consideraron 6 observaciones por operario, lo que hace un total de 18 observaciones por día.

Antes de proceder a la realización del estudio, se elaboró un formato; el cual fue de gran ayuda para vaciar la información preliminar que indicara las observaciones de la muestra piloto a determinadas horas. (ver apéndice 8). En dichos formatos, la nomenclatura usada fue la siguiente:

Para la representación de los elementos que trabajan se tiene:

**T<sub>1</sub>:** Corta.

**T<sub>2</sub>:** Suelta.

**T<sub>3</sub>:** Esmerila.

**T<sub>4</sub>:** Ensambla.

**T<sub>5</sub>:** Descarga.

**T<sub>6</sub>:** Taladra.

**T<sub>7</sub>:** Maquina.

Para la representación de los elementos que no trabajan se tiene:

**NT<sub>1</sub>:** Merienda.

**NT<sub>2</sub>:** Dialoga con compañeros.

**NT<sub>3</sub>:** Maquina ocupada.

**NT<sub>4</sub>:** Espera por material.

**NT<sub>5</sub>:** Realiza trabajo ajeno al contenido de trabajo.

**NT<sub>6</sub>:** Descansa.

**NT<sub>7</sub>:** No se encuentra.

### Definición del nivel de confianza

$$\left. \begin{array}{l} Nc = 90 \% \\ S = 10 \end{array} \right\} K = 1,64$$

## Números aleatorios

Para la realización de este estudio se tomaron en cuenta las horas comprendidas entre la jornada de trabajo.

Los números aleatorios (ver tabla 1) se generaron haciendo uso de la calculadora; el procedimiento para obtener la hora de las observaciones es el siguiente:

- En la calculadora se pulsa Shift + RAN# obteniéndose un numero aleatorio.
- Los minutos se obtienen sumando los dos últimos dígitos.
- Para la hora se tomo el antepenúltimo dígito de los números aleatorios.
- Si el primer número es impar corresponderá a las horas de la tarde, y si es par corresponderá a las horas de la mañana.

0.28129	0.55698	0.96447	0.33214	0.28146
0.98745	0.32146	0.71927	0.21471	0.93777
0.36537	0.48252	0.20742	0.16063	0.26586
0.15825	0.64570	0.01141	0.39750	0.54813
0.42745	0.65478	0.32772	0.18158	0.29014
0.53883	0.32178	0.55478	0.99862	0.87432

Tabla 1. Números Aleatorios

## Realización del estudio

A continuación se presenta la siguiente tabla que contiene datos necesarios para el estudio, obtenidos del **apéndice**

DÍA	ACTIVIDADES															TOTAL DIARIA
	TRABAJA							NO TRABAJA								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	NT6	NT7		
1	1	0	2	4	0	1	6	1	2	0	0	0	1	0	18	
2	2	0	6	5	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	18	
3	2	2	1	3	0	1	6	1	0	1	0	0	1	0	18	
4	4	2	4	0	0	1	3	1	0	0	1	0	1	1	18	
5	2	1	3	2	0	1	2	1	1	1	1	0	2	1	18	
TOTAL	11	5	16	14	0	4	19	5	3	2	2	1	6	2	90	
	69							21								

## Porcentaje de ocurrencia preliminar

$\bar{p}$  = número de veces que trabaja / número de observaciones totales

$$\bar{p} = (11 + 5 + 16 + 14 + 0 + 4 + 19) / 90 = 0,7666 = 76,66 \%$$

Este valor corresponde al porcentaje de veces que los operarios se encontraban trabajando, o siendo eficientes; sin embargo es importante verificar si el muestreo es confiable.

### Cálculo de la exactitud

$$S' = K * \sqrt{\frac{(1 - \bar{p})}{\bar{p} * N}} = 1,96 * \sqrt{\frac{(1 - 0,766)}{0,766 * 90}} = 0,11399 \approx 11,399 \%$$

$$S' > S \longrightarrow 11,399 \% > 5\%$$

Como  $S' > S$ , se concluye que el estudio no es confiable, por esta razón es necesario recalcular N

### Recálculo de N

$$N = \frac{K^2 * (1 - \bar{p})}{S^2 * \bar{p}} \longrightarrow N = \frac{(1,96)^2 * (1 - 0,7666)}{(0,05)^2 * 0,7666} = 467,847 \approx 468 \text{ Observaciones}$$

$$N' = 468 - 90 = 378 \text{ Observaciones adicionales}$$

Se requiere que se realicen 378 observaciones adicionales, lo que implica que se necesitan 21 días más para tomar las observaciones necesarias logrando así que el muestreo sea confiable, las cuales no fueron tomadas por falta de tiempo para completarlas. Para efectos de la continuidad del estudio se mantendrán las observaciones realizadas aunque éstas no sean del todo confiables.

### Gráfico de Control

$$Lc = \bar{p} \pm K * \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{N_{diarias}}}$$

$$Lc_s = 0,7666 + 1,96 * \sqrt{\frac{0,7666(1 - 0,7666)}{18}} \longrightarrow Lc_s = 0,81265$$

$$Lc_I = 0,7666 - 1,96 * \sqrt{\frac{0,7666(1 - 0,7666)}{18}} \longrightarrow Lc_I = 0,72054$$

Los valores de los porcentajes de ocurrencias para los días en estudio son los siguientes:

$$\bar{p} = \frac{\text{observaciones}_{\text{diarias}}}{\text{Total}_{\text{diario}}}$$

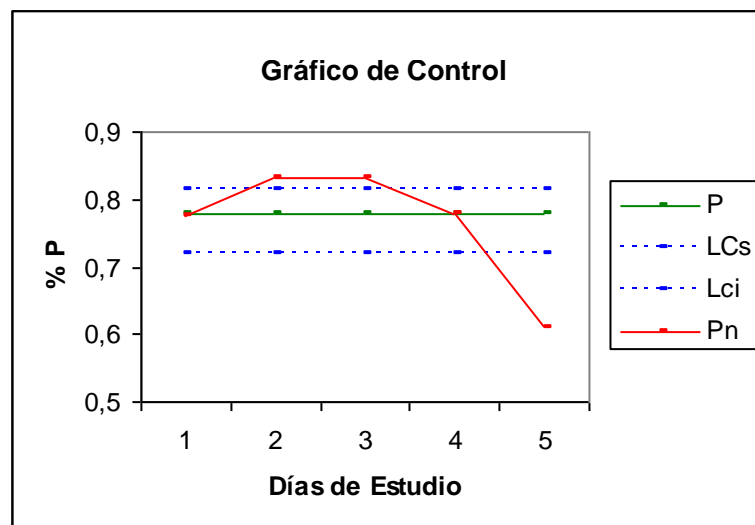
$$\text{Día 1: } \bar{p} = \frac{1+0+2+4+0+1+6}{18} = 0,7777$$

$$\text{Día 2: } \bar{p} = \frac{2+0+6+5+0+0+2}{18} = 0,8333$$

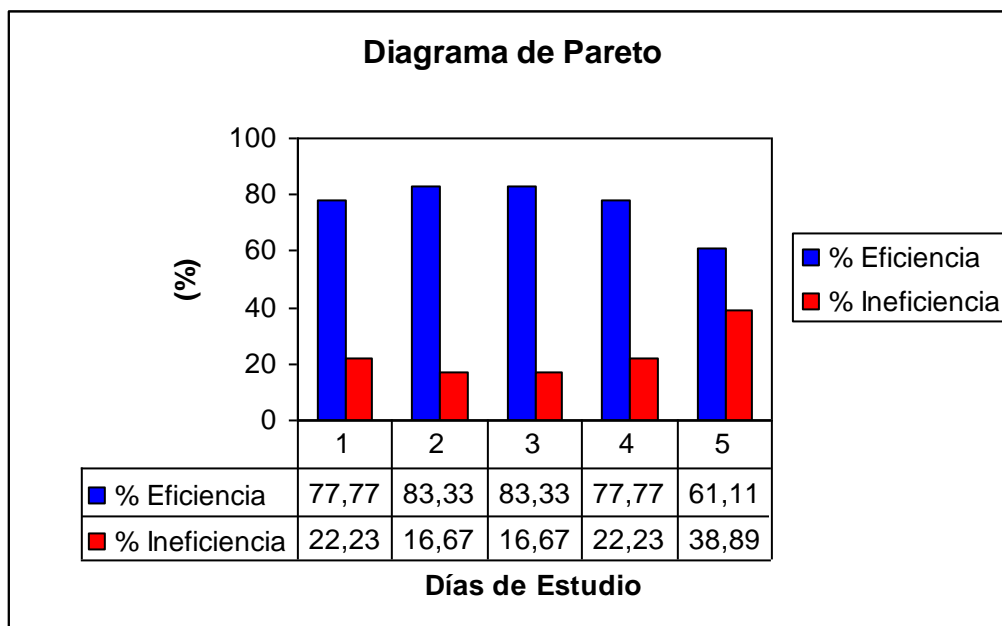
$$\text{Día 3: } \bar{p} = \frac{2+2+1+3+0+1+6}{18} = 0,8333$$

$$\text{Día 4: } \bar{p} = \frac{4+2+4+0+0+1+3}{18} = 0,7777$$

$$\text{Día 5: } \bar{p} = \frac{2+1+3+2+0+1+2}{18} = 0,6111$$





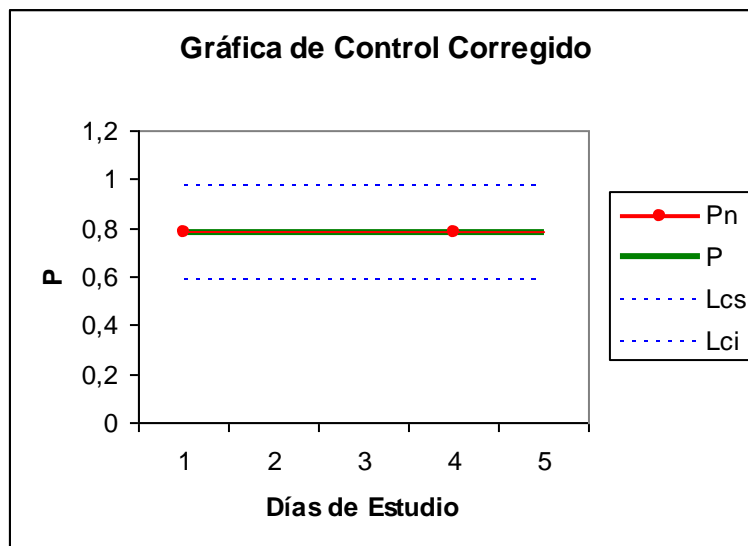


Analizando el gráfico de control se puede concluir que el estudio no esta dentro de los niveles de control, lo que quiere decir que gráficamente queda demostrado que el estudio no es confiable, por lo tanto se recomienda eliminar las observaciones para los días 2, 3 y 5, recalcular N, aumentar los días de estudio y la nueva exactitud.

Porcentaje de ocurrencia preliminar corregido.

$$\bar{p} = \frac{[11 - (2 + 2 + 2)] + [5 - (0 + 2 + 1)] + [16 - (6 + 1 + 3)] + [14 - (5 + 3 + 2)] + [4 - (0 + 1 + 1)] + [19 - (2 + 6 + 2)]}{[90 - (18 + 18 + 18)]}$$

$$\bar{p} = 0,7777 \approx 77,77 \%$$



Cálculo de la exactitud

$$S' = K * \sqrt{\frac{(1 - \bar{p})}{\bar{p} * N}} = 1,96 * \sqrt{\frac{(1 - 0,7777)}{0,777 * 36}} = 0,1750 \approx 17,50 \%$$

$$S' > S \longrightarrow 17,50 \% > 5\%$$

Como  $S' > S$ , se concluye que el estudio no es confiable, por esta razón es necesario recalcular N

**Recálculo de N corregido**

$$N = \frac{K^2 * (1 - \bar{p})}{S^2 * \bar{p}} \longrightarrow N = \frac{(1,96)^2 * (1 - 0,7777)}{(0,05)^2 * 0,7777} = 439,237 \approx 440 \text{ Observaciones}$$

$$N' = 440 - 90 = 350 \text{ Observaciones adicionales}$$

Según los resultados arrojados por los cálculos realizados anteriormente, se puede concluir que aun trabajando con las observaciones diarias que se encuentran

bajo control, el estudio no es confiable para las muestras tomadas, por lo tanto son necesarias 350 observaciones adicionales, las cuales representan 18 días más de estudio. Quedando demostrado con el estudio realizado no es confiable para establecer conclusiones a cerca de la eficiencia de los operadores que laboran en el proceso de fabricación de rodillos de **Enduride Venezuela, C.A.**

### **Análisis de los resultados**

Luego de realizar el estudio de muestreo del trabajo al proceso de fabricación de rodillos en la empresa **Enduride Venezuela, C.A.**, específicamente en cuanto a la determinación de la eficiencia de los obreros se obtuvieron los siguientes resultados:

- A través de la aplicación de la técnica de muestreo de trabajo se determinó que el porcentaje de eficiencia de los trabajadores es 76,66 %.
- Al llevar a cabo la técnica del muestreo de trabajo, se pudo conocer que el estudio, no es confiable y su grado de exactitud es 11,399 %, debido a la falta de observaciones.
- El estudio efectuado al porcentaje de eficiencia de los obreros, se muestra fuera de control; ya que la gráfica de control presenta tres puntos que se comportan fuera de los límites de control, como lo son los días 2, 3 y 5.
- Una vez recalculado la eficiencia corregida de los operarios, la cual permita mantener los datos dentro de los límites de control, esta obtuvo un valor de 77,77 %.
- De igual forma la exactitud corregida obtuvo un valor de 17,50 %, que de igual forma es mayor que la exactitud preliminar para realizar el estudio.

- El muestreo de trabajo puede ser muy útil para establecer los estándares de tiempo en las operaciones de mano de obra directa e indirecta. Es útil, en especial para determinar la cantidad de tiempo que debe asignarse por retrasos inevitables, interrupciones y situaciones parecidas.

## **CAPÍTULO X**

### **ANÁLISIS GENERAL**

Luego de cuestionar cada uno de los aspectos considerados en ciertas actividades, en especial la operación de descarga y traslado de de tubos hasta el almacén, se logró determinar las eficiencias que presenta el método actual, así como las mejoras que representaría la implementación del nuevo método propuesto, solventando así las principales fallas que exhibe el proceso actual.

En el método propuesto se recomendó, la aplicación de mejoras a los programas donde se integren acciones de orden y limpieza dentro del taller, incluyendo la zona de descarga, para así mantener cuidados continuos logrando así la optimización del lugar de trabajo y hacerlo más agradable.

Además se debe considerar las mejoras de las condiciones climáticas del sitio de trabajo hasta hacerlas óptimas, viendo la posibilidad de instalar ventiladores industriales para activar la circulación del aire dentro del taller y logrando así la disminución de la fatiga del operador durante la jornada de trabajo.

En el área de descarga se observó excesivo congestionamiento, lo cual incide de manera directa en el proceso de descarga y traslado hasta el almacén de tubos, afectando así el proceso total de fabricación de rodillos, por tal motivo se debe considerar la implementación de una programación de reubicación de trabajos pendientes de la empresa para lograr el despeje de esta zona, para optimizar el proceso, considerando que la programación no afecte la jornada de trabajo.

Luego de realizar el estudio de tiempos y muestreo para el proceso de de fabricación de rodillos de Enduride Venezuela, específicamente la etapa de descarga

y traslado de tubos hasta el almacenaje de los mismos, y de lo cual se puede realizar las siguientes acotaciones:

Las condiciones de trabajo no son óptimas, pero podría decirse que son buenas para la realización general de todo el proceso, siendo uno de los principales factores incidentes en este, el factor humedad y ventilación, los cuales son determinantes en la incidencia de la fatiga del operario. Con respecto a la iluminación, se considera q es la necesaria, sin embargo podría mejorarse, para disminuir el cansancio visual que se pueda causar al operario, por la incidencia de este factor en las jornadas de trabajo nocturnas.

## CONCLUSIONES

Después de la observación detallada y análisis del proceso de descarga y traslado de la materia prima (Tubos de acero de 6" de diámetro y 6 mts. de largo), se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Durante el proceso, afecta de manera directa el hecho de que estén laborando dos empresas (**Enduride Venezuela, C.A** y **Comeso C.A**) en un mismo espacio físico.
2. Existe poco personal laborando en la empresa, razón por la cual el personal existente no es capaz de cubrir todas las actividades a la vez, lo cual incide en el proceso de producción de la empresa, y se refleja en demora para la misma.
3. Excesivos traslados, tanto del operario como del material, caso crítico el de los tubos y al igual que el anterior también se traduce en demora.
4. La temperatura en el área de trabajo es poco agradable para el desempeño de los operarios en su jornada de trabajo, produciendo cansancio a los mismos y a su vez incidiendo en el rendimiento del proceso.
5. La distribución de las maquinas dentro del taller presenta ciertas deficiencias, de acuerdo a la continuidad del proceso, impidiendo así, la fluidez del mismo.
6. El espacio físico con el cual se dispone es utilizado al máximo, a pesar que la empresa **Enduride Venezuela C.A**, lo comparte con **Comeso C.A**.

7. Existe poco personal laborando en el sitio de trabajo, razón por la cual el personal existente debe realizar sus actividades de trabajo diarias en ambas empresas, lo cual incide en el proceso de producción, y se refleja en demoras en el mismo.
8. Los tiempos de traslados y almacenamientos del proceso de descarga son elevados, lo cual afecta de manera directa el proceso de fabricación, por la necesidad de la atención de todos los operarios.
9. La temperatura en el área de trabajo es poco agradable, para el desempeño de los trabajadores en su jornada de trabajo, produciendo cansancio a los mismos y a su vez incidiendo en el rendimiento del proceso.
10. La distribución de las máquinas dentro del taller presenta ciertas deficiencias, de acuerdo a la continuidad del proceso, impidiendo así, la fluidez del mismo.
11. La técnica del tiempo estándar permite fijar el espacio de tiempo necesario para llevar a cabo un trabajo, haciendo breve evaluación de los factores que intervienen en el proceso.
12. El tiempo que duró desde la preparación desde la descarga hasta el traslado al almacén fue de:  $TE = 107,484222 \text{ seg.} = 1,7914037 \text{ min.} \approx 2 \text{ min.}$
13. Se usó un nivel de confianza del 95% debido a que el proceso general, no constituye de mucha complejidad, y a medida del transcurso de la investigación, se pudo adquirir los conocimientos necesarios y suficientes, como para conocer el proceso a plenitud.



- 
- 14.** Con los resultados arrojados se pudo notar que la muestra inicial, es aceptable por lo que el proceso se lleva a cabo de una manera eficiente.
- 15.** Las condiciones de trabajo no son óptimas, pero podría decirse que son buenas para todo el proceso.

## RECOMENDACIONES

Una vez concluido el estudio, y realizadas las observaciones pertinentes, a continuación se presentan una serie de recomendaciones que permitirán mejorar las irregularidades existentes, y en el mejor de los casos eliminarlas:

1. Buscar otro espacio físico para el desempeño neto del proceso de Enduride Venezuela C.A.
2. Iniciar la contratación de personal que permita optimizar las actividades que comprende el proceso de fabricación de rodillos, específicamente el proceso de descarga.
3. Realizar una distribución de las maquinarias dentro de la planta, así como también los espacios destinados a la material prima (su recepción, almacenaje y traslado).
4. Efectuar un estudio de las distancias recorridas por el material durante el proceso, a fin de acortar trayectoria y reducir los tiempos.
5. Instalar extractores de aire en puntos específicos del área de trabajo para lograr una mejor circulación del aire.
6. Para minimizar la humedad en el taller, se recomienda la instalación de ventiladores industriales que gradúen el nivel de temperatura en el ambiente, esto garantiza un cómodo desempeño por parte de los operarios.
7. No se observó la demarcación respectiva de las maquinas de herramientas así como también de las zonas transitorias de los operarios, es recomendable

pintar el rayado color amarillo de tal forma que sean fácilmente visibles las diferentes zonas de trabajo del taller.

8. Con respecto a la iluminación, podrían adaptarse un número de lámparas previamente calculados para optimizar la proporción de luz durante el horario nocturno, lo que permite reducir la fatiga en la visión del operario.
9. Llevar a cabo la implementación del nuevo mecanismo planteado para ser adaptado al polipasto de la empresa, debido a que el mismo facilita la realización del proceso de descarga, y disminuye la causa de accidentes laborales por motivo del peso de la materia prima. De igual forma disminuye considerablemente los tiempos que se emplean para la realización de dicha actividad.
10. Redistribuir el área de trabajo, colocando el almacén de trabajos pendientes, y al área de trabajos a gran volumen de forma que no interrumpa el paso del transporte e igualmente de los tubos a la hora de ser trasladados, con el fin de evitar congestionamiento y recorridos excesivos.
11. Planificar y repartir de forma equitativa y responsable las actividades a realizar en las jornadas.
12. Hacer la limpieza constantemente para evitar la acumulación de suciedad en las máquinas y en el área en general.
13. Realizar planes de concientización y capacitación a los operarios para evitar al máximo o en el mejor de los casos eliminar las demoras.

14. Limpiar el área de trabajo, incluyendo instrumentos, materiales y equipos antes de iniciar la jornada, la persona que realice esta actividad debe hacerlo antes de la hora de inicio del proceso de fabricación de pan francés.
15. Colocar extractores en los lugares que se crea convenientes dentro del área de trabajo.
16. Estandarizar los tiempos de duración de las operaciones que se realizan en la empresa.
17. Implementar programas de capacitación y bonificación para los trabajadores que permitan obtener rendimiento de estos mismos y, a su vez, logren motivar al trabajador de manera tal que se preocupe por los intereses de la empresa.
18. Continuar el estudio del muestreo del trabajo, pero esta vez incrementando el número de observaciones y adicionar dieciocho días más de estudio que significan 350 observaciones adicionales, para de esta manera aumentar la confiabilidad del mismo; todo esto para lograr un estudio mas confiable, puesto que no es posible detectar de forma clara y precisa la eficiencia de los trabajadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Burgos, F. (1995) Ingeniería de Métodos: Tomo I (5ta edición).Caracas: UNA.
- Garcia Criollo, Roberto. Ingeniería de Métodos. Estudio del Trabajo. Editorial Mc-Graw Hill. Interamericana Editores, S.A de C.V. Primera Edición. México 1998.
- Hodson, William. Manual del Ingeniero Industrial. Editorial Mc-Graw Hill. Cuarta Edición. Tomo I y IV. México. 1998.
- Krick, E (1993) Ingeniería de Métodos. (5ta edición) Madrid. Mc Graw-Hill.
- Murray R. Spiegel; Probabilidad y Estadística; 1ª edición; Editorial Mc. Graw Hill.
- Myers, R., Walpole. (1992) R. Probabilidad y Estadística (4ta edición) México. Mc Graw-Hill.
- Niebel, B (1990) Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempo y Movimientos (3ra edición). México: ALFAOMEGA
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT) (1990).Introducción al Estudio del Trabajo. Caracas: (OIT).
- Rojas de Narváez, Rosa. Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación. Ediciones UNEXPO. Segunda Edición. Venezuela 1997.

- Thurman, J.E y A.E. Louzinek, Kogi. Ingeniería de Métodos. Mayor Productividad y un Mejor Lugar de Trabajo. Ediciones Alfaomega, S.A de C.V. México, D.F.

## ANEXOS

### DIAGRAMA DE PROCESO (Apéndice

1/  
2

0 PROCESO: FABRICACION DE RODILLOS DE ENDURIDE VENEZUELA C.A

1 INICIO: INSPECCION DE LA LLEGADA DE LOS EJES

6 FIN: ALMACENAJE DEL PRODUCTO TERMINADO

m FECHA: 06/ 03/ 06

n METODO: Actual

SEGUIMIENTO: Material

0

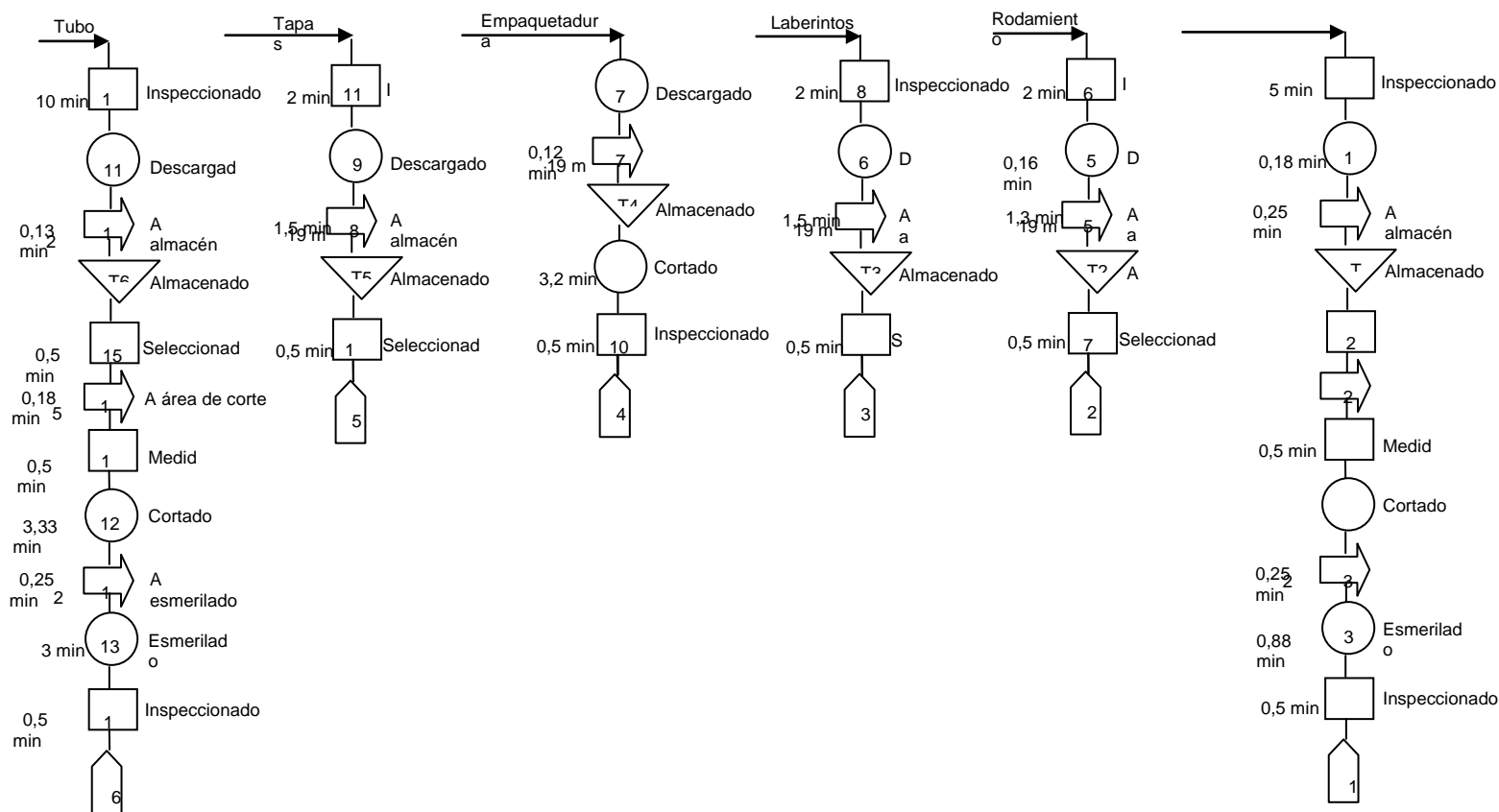
1

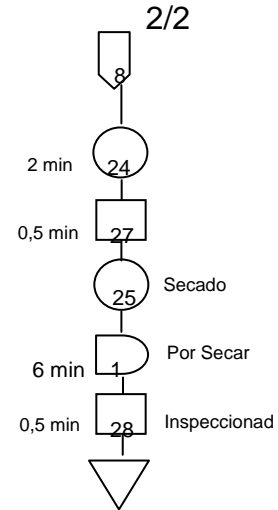
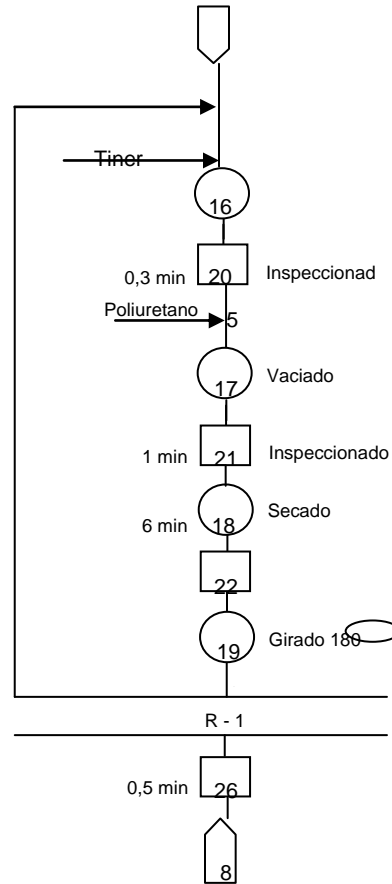
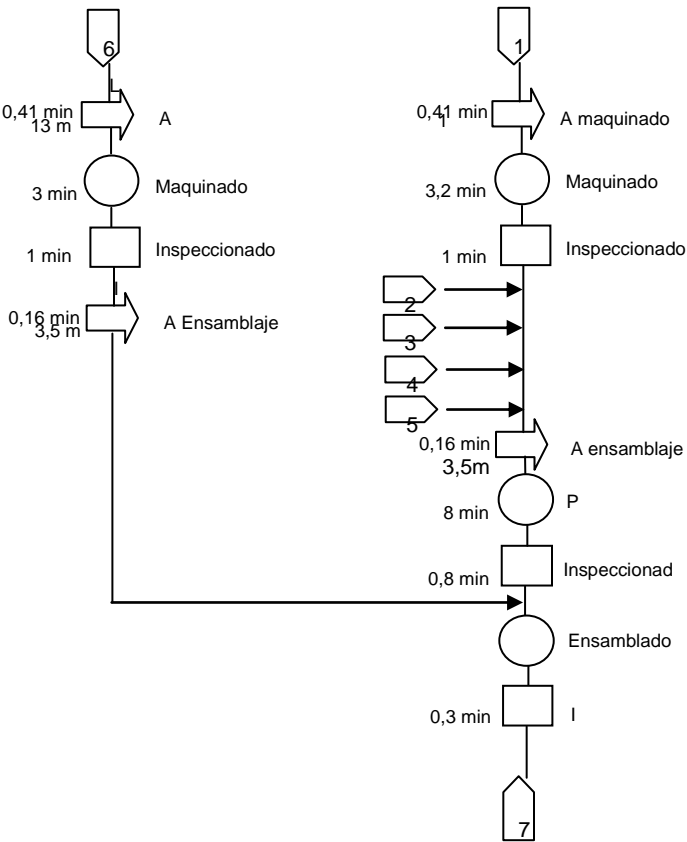
2

m

i

n





# RESUMEN

SIMBOLOS	ACTIVIDADE	TIEMPO	DISTANCI
1 4	25	3 40,52 min	1 0
0,5	28	22,56	
3	14	9,78 min	
0,5	7	—	
2	1	6 min	
TOTAL	75	78,86 min	163 mts

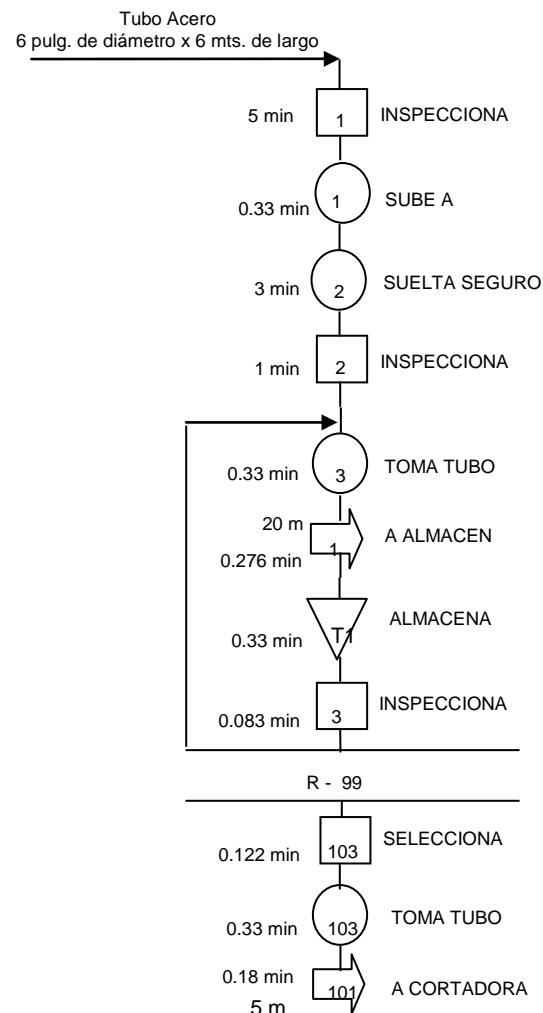


## DIAGRAMA DE PROCESO (Apéndice 2)

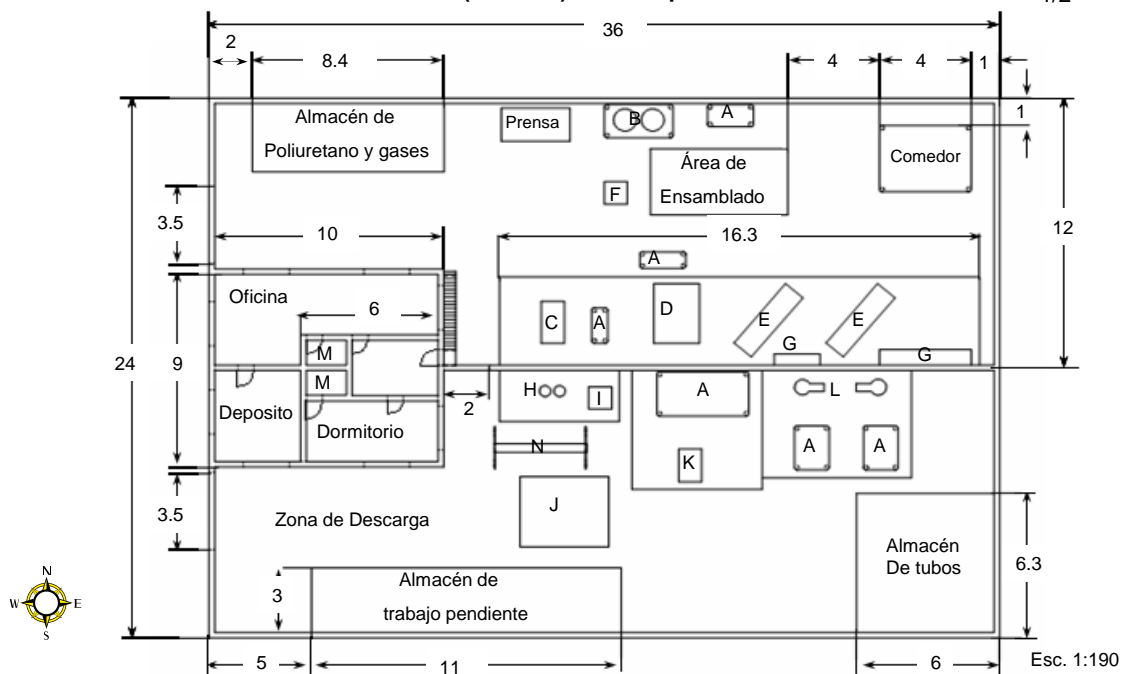
PROCESO: DESCARGA Y TRASLADO DE TUBOS DE ACERO DE ENDURIDE VENEZUELA C.A  
 INICIO: INSPECCION DE LA LLEGADA DE LOS TUBOS  
 FIN: A CORTADORA  
 FECHA: 06/ 03/ 06  
 METODO: Actual  
 SEGUIMIENTO: Operario

### RESUMEN

SIMBOLOS	ACTIVIDADE	TIEMPO	DISTANCI
○	103	36.66 min.	
□	103	14.422 min.	
→	101	27.78 min.	2005 mts.
▽	100	33 min	
TOTAL	407	111.862 min.	2005 mts.



**Distribución Planimétrica (LAYOUT) de la Empresa Enduride Venezuela C.A** 1/2



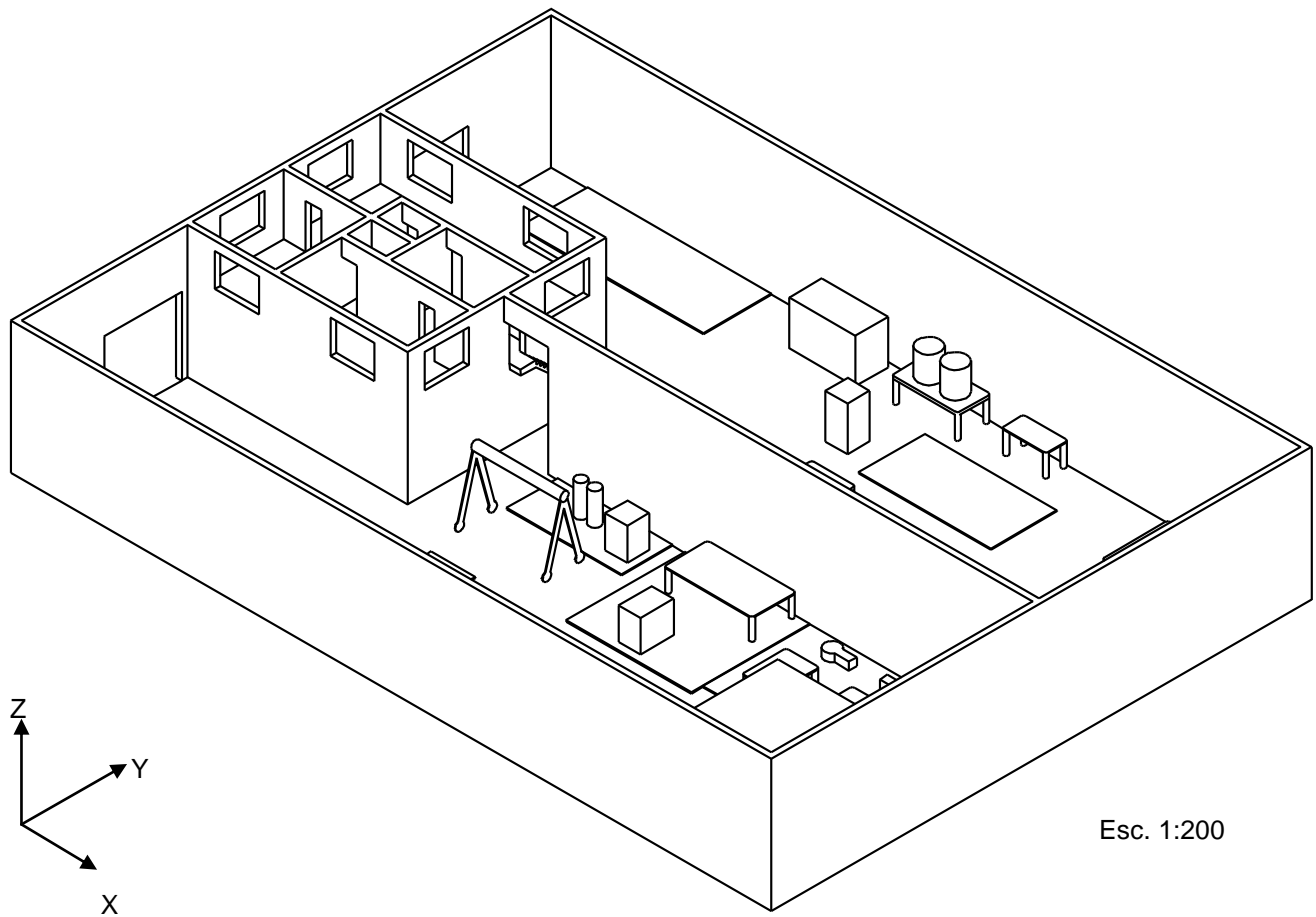
**LEYENDA:**

A: Mesa	B: Poliuretano	C: Lijadora	D: Fresadora	E: Tornos	F: Taladro	G: Estantes
H: Equipo de Oxicorte	I: Equipo de Arco Eléctrico	J: Área de trabajos a gran volumen	K: Cortadora Horizontal	L: Esmeriles	M: Baños	N: Polipasto Móvil

Apéndice 3 Nota: las medidas están en metros

**Apéndice**  
**Plano de Perspectiva Isométrica de la Empresa *Enduride Venezuela***

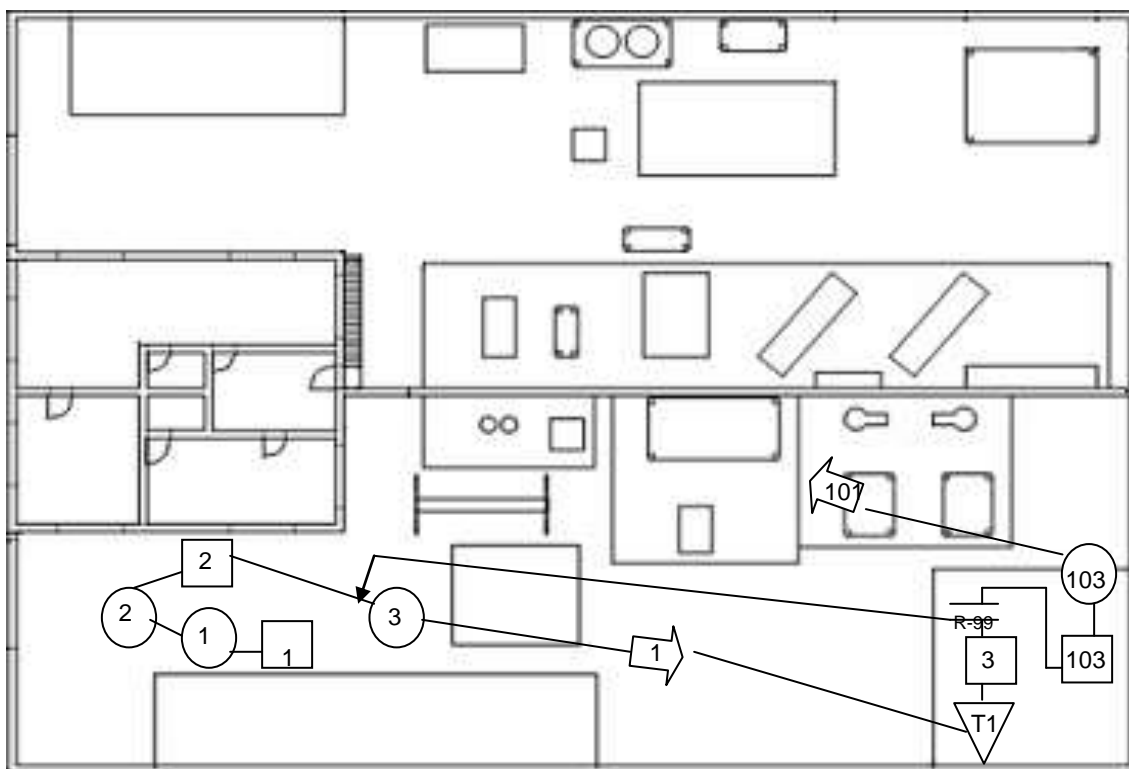
2/2



Apéndice 3

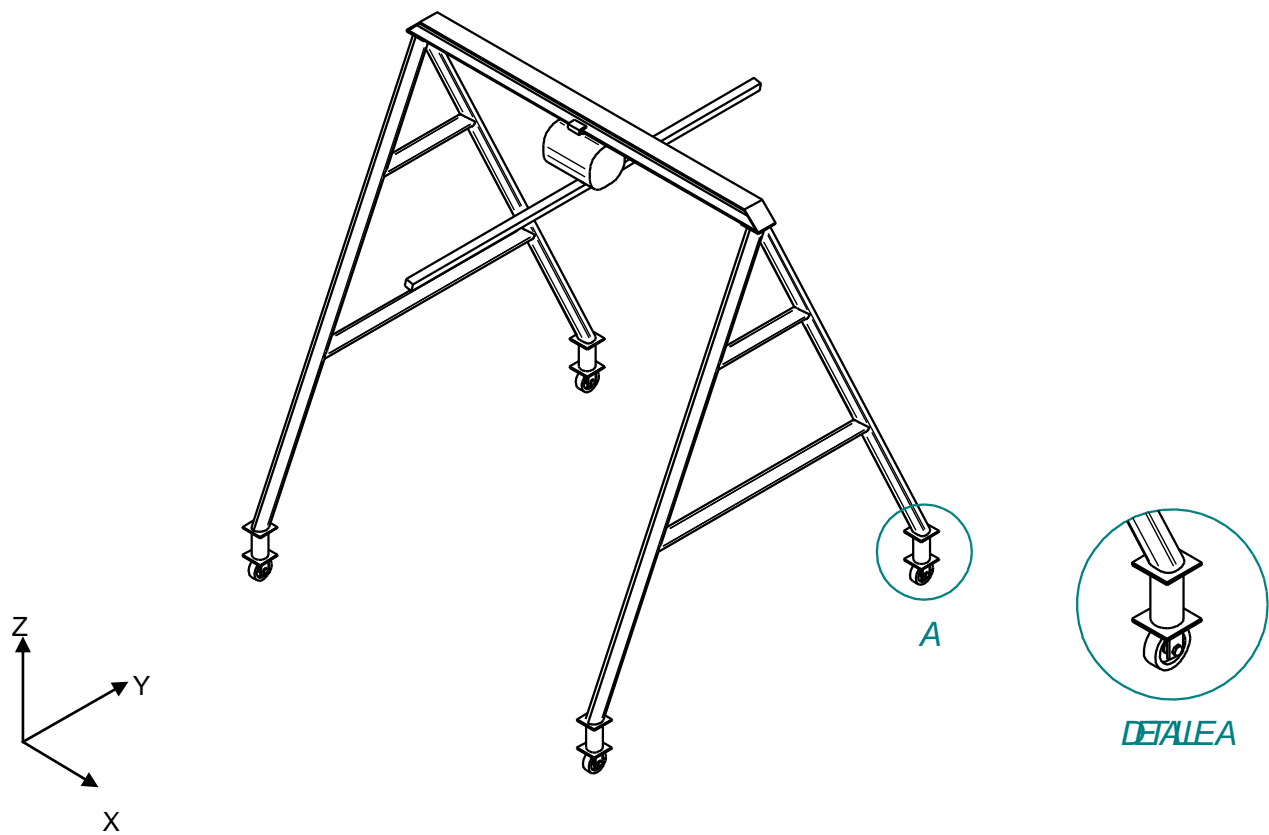
## Apéndice

### Distribución Planimétrica (LAYOUT) del proceso de descarga de Materia Prima en la Empresa *Enduride Venezuela C.A*



Esc. 1:190

**Apéndice**  
**Plano de Perspectiva Isométrica del Polipasto Móvil (Propuesto).**



Esc. 1: 25

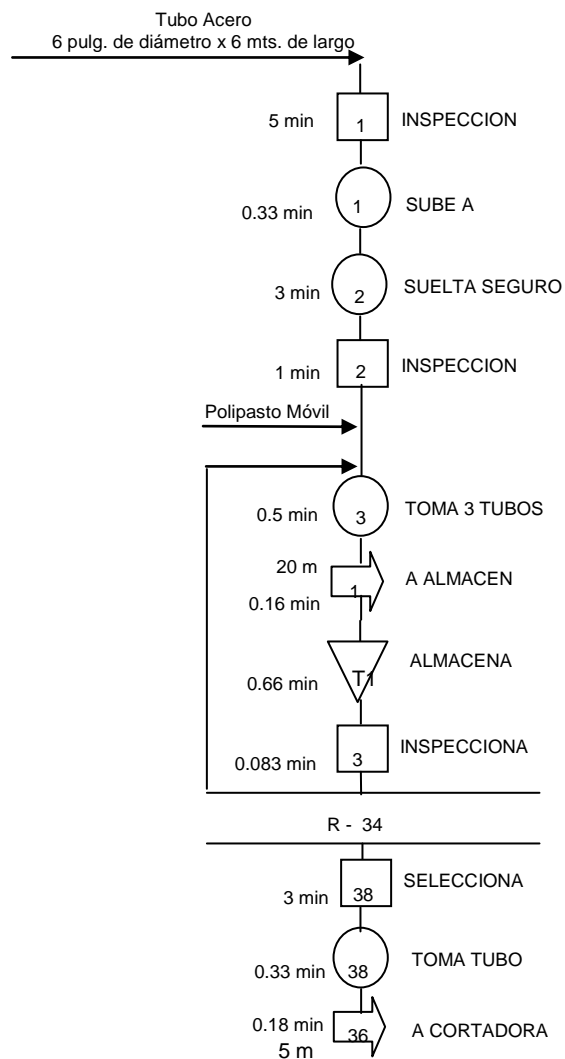
Apéndice 5

## DIAGRAMA DE PROCESO (Apéndice 6)

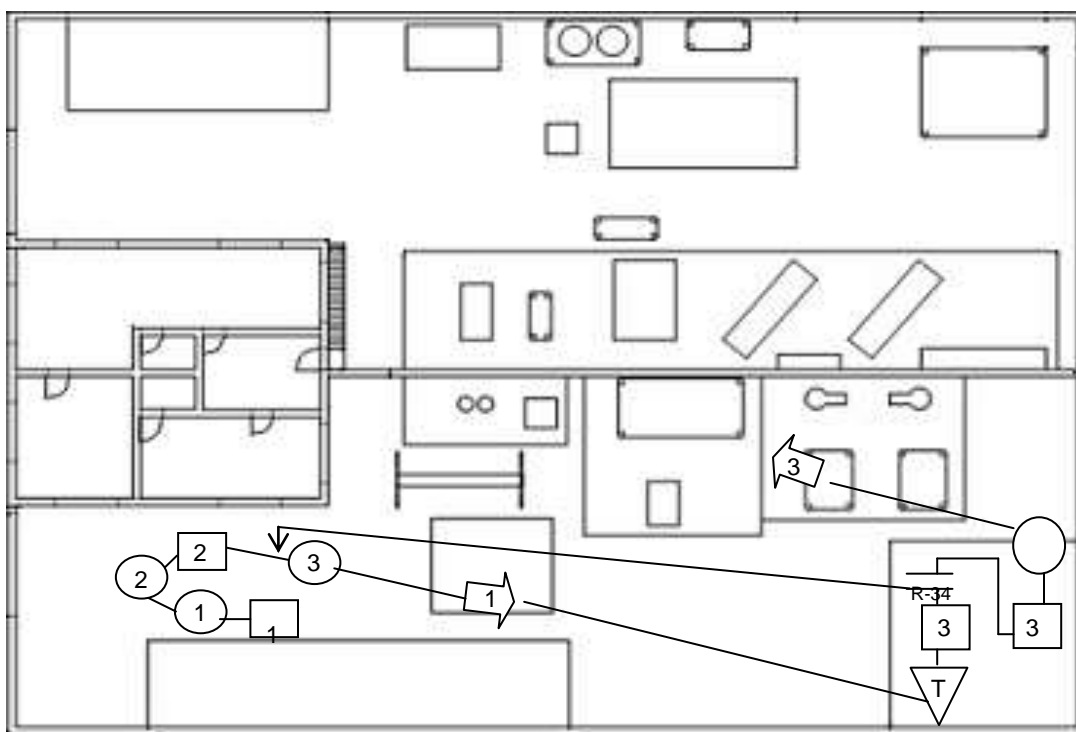
PROCESO: DESCARGA Y TRASLADO TUBOS DE ACERO DE ENDURIDE VENEZUELA C.A  
 INICIO: INSPECCION DE LA LLEGADA DE LOS TUBOS  
 FIN: A CORTADORA  
 FECHA: 06/ 03/ 06  
 METODO: Propuesto  
 SEGUIMIENTO: Operario

### RESUMEN

SIMBOLOS	ACTIVIDADE	TIEMPO	DISTANCI
○	38	21.16 min.	
□	38	11.905 min.	
→	36	5.78 min.	705 mts.
▽	35	23.1 min	
TOTAL	147	61.945 min.	705 mts.



### Distribución Planimétrica (LAYOUT) del proceso de descarga de Materia Prima en la Empresa *Enduride Venezuela C.A* (Propuesto)



Esc. 1:190

Anexo 1

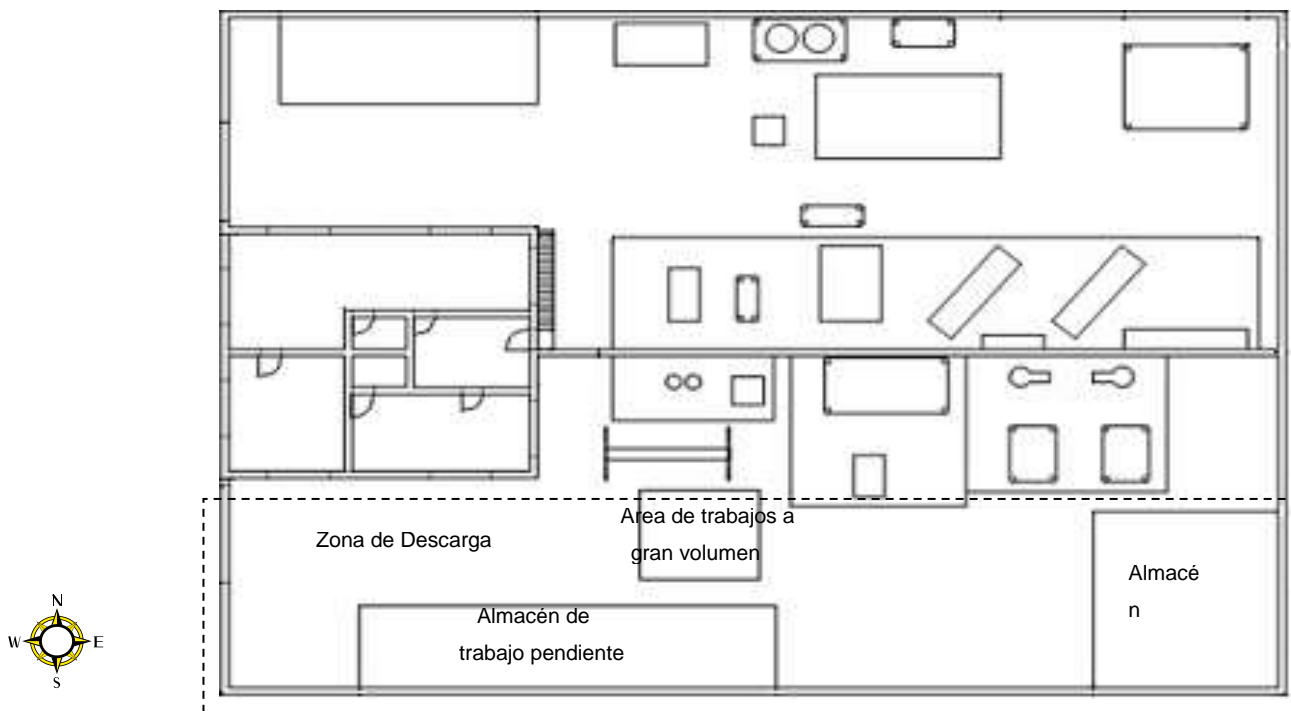
ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE

DEPTO. : <u>INGENIERÍA INDUSTRIAL</u> SECCIÓN: _____	ESTUDIO núm. : <u>1</u>
OPERACIÓN: <u>DESCARGA Y TRASLADO DE TUBOS HASTA ALMACÉN</u> Estudio de métodos núm. : <u>1</u>	HOJA núm. : <u>1/1</u>
INSTALACIÓN / MÁQUINA: _____ Núm. : _____	COMIENZO: <u>10:12 am</u>
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: _____	TIEMPO TRANSC.: <u>51 min</u>
PRODUCTO / PIEZA: <u>Tubos de acero de 6" de diámetro y 6 mts de longitud</u> Núm. : _____	OPERARIO: <u>Cargador de tubo (2)</u>
PLANO Núm. : _____ MATERIAL: _____	FICHA: _____
CALIDAD: _____ CONDICIONES TRABAJO: <u>Aceptables</u>	OBSERVADO POR: <u>Alvarado, Castillo, Marchán, Olivier</u>
	FECHA: <u>11/02/2006</u>
	COMPROBADO: <u>Alvarado, Castillo, Marchán, Olivier</u>

ELEMENTO		Tiempo Observado (ciclos)															ΣT	T(s)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Carga	T	10,11	9,3	10,15	10,07	9,59	11,01	9,8	10,3	10,42	11,5	10,28	12,31	11,78	12,04	11,66	160,32	10,688
	L	10,11	9,3	10,15	10,07	9,59	11,01	9,8	10,3	10,42	11,5	10,28	12,31	11,78	12,04	11,66	160,32	10,688
Traslado	T	26,38	27,02	30,1	29,51	32,03	30,4	33,5	31,88	34,12	34,63	32,26	35,01	35,89	34,7	36,04	483,47	32,23
	L	36,49	36,32	40,25	39,58	41,62	41,41	43,3	42,18	44,54	46,13	42,54	47,32	47,67	46,74	47,7	643,79	42,918
Descarga	T	28,66	26,35	26,6	27,43	28,12	28,55	30,1	29,18	29,9	31,21	30,82	30,73	30,2	31,45	31,33	440,63	29,382
	L	65,15	62,67	66,85	67,01	69,74	69,96	73,4	71,36	74,44	77,34	73,36	78,05	77,87	78,19	79,03	1084,42	72,30

**Nota:** los tiempos tomados, fueron obtenidos una vez transcurridas 2 horas de la jornada de trabajo. El tiempo transcurrido, incluye los tiempos de descanso de los operarios durante el proceso de descarga del número de muestras

Distribución Planimétrica (LAYOUT) de la Empresa **Enduride Venezuela C.A**



Esc. 1:190

**Nota:** El área comprendida dentro del recuadro de línea punteada es la zona donde se realizó la toma de tiempo de los elementos.