

Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACION**

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

“APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y SU RELACIÓN CON LA  
PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA DE TANQUES DE LA EMPRESA HEAP  
LEACHING CONSULTING SAC PERIODO 2011 -2012”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

AUTOR:

VÁSQUEZ ARAUJO MICHAEL HEIDER

ASESOR:

DR. EDWIN COLLAZOS PAUCAR

JURADO:

DR. LUIS HUMBERTO MANRIQUE SUAREZ

DR. JUAN MARIANO HERRERA ABAD

DR. JORGE VICTOR MAYHUASCA GUERRA

LIMA – PERÚ  
2019

## TITULO

“APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA DE TANQUES DE LA EMPRESA HEAP LEACHING CONSULTING SAC PERIODO 2011 -2012”

AUTOR  
MICHAEL HEIDER VASQUEZ ARAUJO

ASESOR  
DR. EDWIN COLLAZOS PAUCAR

:

## INDICE

CARATULA .....	1
TITULO .....	2
AUTOR.....	3
ASESOR .....	4
INDICE .....	5
RESÚMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
I.- INTRODUCCIÓN. ....	9
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2 Descripción del problema (a nivel global y local) .....	11
1.3 Formulación del problema.....	14
Problema General.....	14
Problemas Específicos .....	14
1.4 Antecedentes .....	15
1.5 Justificación de la investigación .....	21
1.6 Limitaciones e Importancia de la investigación .....	22
1.7 Objetivos .....	23
Objetivo general.....	23
Objetivos específicos.....	23
1.8 Hipótesis .....	24
Hipótesis general .....	24
Hipótesis específica .....	24

II: MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 Marco conceptual.....	25
III: MÉTODO.....	49
3.1. Tipo de investigación.....	49
3.2. Población y muestra.....	50
3.3. Operacionalización de variables .....	52
3.4. Instrumentos .....	53
3.5 Procedimiento y análisis de datos.....	54
IV: RESULTADOS.....	56
V DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
VI CONCLUSIONES .....	66
VII RECOMENDACIONES.....	67
VIII REFERENCIAS .....	68
IX ANEXOS .....	75

## RESÚMEN

Esta tesis presenta como objetivo el determinar la relación entre la aplicación de ingeniería de métodos y su relación con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting SAC, con el propósito de analizar la correcta aplicación de las herramientas de la ingeniería de métodos y de esta manera mejorar la productividad para la fabricación de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting SAC. La metodología elegida para la recolección de datos fue la recolección y análisis de datos por medio de instrumentos de observación directa como registros, documentos y listados. El modelo aplicado para la investigación es experimental con un tipo correlacional analítica. Como resultado se determinó que La aplicación de ingeniería de métodos se relaciona significativamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting SAC. Esto debido a la relación entre el estudio de métodos y el estudio de tiempos de la ingeniería de métodos para que se pueda realizar la mejorar la productividad en la línea de tanques.

Palabras clave: Eficacia, Desempeño, Disponibilidad, Proceso, Control y Planeación.

## ABSTRACT

This thesis aims to determine the relationship between the application of engineering methods and its relationship with the productivity of the tank line of the company Heap Leaching Consulting SAC, with the purpose of analyzing the correct application of engineering tools of methods and in this way to improve the productivity for the manufacture of the line of tanks of the company Heap Leaching Consulting SAC. The methodology chosen for data collection was the collection and analysis of data through direct observation instruments such as records, documents and lists. The model applied for the research is experimental with an analytical correlation type. As a result, it was determined that the method engineering application is significantly related to the productivity of the tank line of the Heap Leaching Consulting SAC company. Because of the application of the study of methods and the study of times of engineering methods so that it can be done to improve productivity in the line of tanks.

Key words: Efficiency, Performance, Availability, Process, Control and Planning.

## **I.- INTRODUCCIÓN.**

La presente investigación se refiere al tema de la ingeniería de métodos la cual se encuentra definido como la más importante técnica dentro del Estudio de Trabajo, cuyo objetivo principal es la aplicación de métodos o técnicas más sencillas pero eficientes que permitan elevar y mejorar el nivel de productividad de cualquier proceso de producción para cualquier tipo de empresa.

De igual manera se debe afirmar que la productividad de una empresa puede verse afectada por una mala organización respecto a la realización de sus procesos, y es que muchos de estos no se llevan a cabo con un buen estudio y planificación de sus métodos de trabajo.

Es así como, el interés de esta investigación fue de buscar la mejor manera de aplicar las distintas herramientas de la rama de ingeniería de métodos y así mejorar los procesos de producción con el fin de medir su relación con la productividad.

El capítulo I aborda el planteamiento de la problemática de la tesis, en donde se comprende la definición de variables, el establecimiento de objetivos, la relevancia y justificación de la investigación así como los antecedentes, el alcance y limitaciones.

El capítulo II comprende el marco teórico en donde se presentan los conceptos y las bases teóricas relacionadas a la investigación, asimismo, se aborda la definición de la hipótesis de investigación.

En el capítulo III se describe la metodología empleada. Se presenta el enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación. Además, se presenta la estrategia de prueba de hipótesis, se describe la población y muestra y los instrumentos de recolección de información utilizados para llevar a cabo la investigación.

El capítulo IV aborda el análisis de los resultados y la prueba de hipótesis. Finalmente en el capítulo V se realiza el contraste de la hipótesis y la discusión de los resultados obtenidos para llegar de esta manera a las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## **1.1. Planteamiento del problema**

Heap Leaching Consulting S.A.C., es una empresa peruana que realiza proyectos de Ingeniería, Fabricación y Montaje; y ofrece servicios de consultoría en áreas prioritarias de la industria peruana como Minería, Hidrocarburos, Saneamiento y Agroindustria.

Es una empresa peruana constituida el año 2000; realiza trabajos en ingeniería, equipamiento, construcción y proyectos llave en mano (EPC&M) para lo cual desarrolla las especialidades de procesos, mecánica, tuberías, concreto, civil, eléctrica, instrumentación y automatización orientada a los sectores minero-metalúrgico, hidrocarburos y saneamiento.

Ha desarrollado diversos proyectos para empresas como CIA. MINERA AURIFERA SANTA ROSA “COMARSA”, CIA. MINERA SAN SIMÓN S.A., PETROBRAS ENERGIA PERU S.A., MINERA IRL S.A., CORPORACION MINERA SAN MANUEL, CIA. DE MINAS BUENAVENTURA, CORPORACION RIO ALTO MINING “LA ARENA S.A.”, BEAR CREEK MINING COMPANY, CIA. MINERA COIMOLACHE S.A., VOLCÁN CIA. MINERA S.A.A., MINERA BARRICK MISQUICHILCAS S.A., PETAQUILLA GOLD S.A. y UNITEK entre otras.

HLC cuenta como valor agregado con una amplia experiencia en investigación, diseño, construcción, montaje y puesta en operación de Plantas de extracción de Oro y Plata.

## **1.2 Descripción del problema (a nivel global y local)**

Actualmente el país está pasando por un auge de proyectos, por lo cual las empresas deben ser competitivas, es decir deben vender cada vez más y a la vez deben aumentar su producción. Considerando que los costos de producción disminuyen a medida que la capacidad de la planta aumenta, la visión de cada empresa es aumentar su producción con la misma cantidad de personal; y a la vez se tiene la necesidad de que las empresas industriales en el mercado peruano, deben aplicar los métodos requeridos de aplicación de métodos

simplificados y sofisticados eficazmente para la ejecución eficiente y constructiva de bienes productivos o de proyectos con la exigente calidad requerida.

Se tiene que diversas empresas de rubro de producción industrial en el Perú, aún no priorizan en maximizar o mejorar la gestión productiva de su actividad de fabricación industrial; dado que principalmente las empresas de tipo pequeña o microempresa, en sus áreas de Producción no adaptan y hasta llegan a desconocer los últimos avances en materia de Desempeño de Productividad Industrial; manteniéndose procesos y sistemas retrógrados de producción industrial, y que mantienen por lo tanto criterios o métodos de producción casi desfasados, teniéndose constantemente una fuerte resistencia a los cambios que se requieran para mejorar la productividad industrial.

A nivel de medianas empresas de Construcción, si bien se considera vital el mejoramiento de los métodos de producción y de los diseños de trabajo industrial, pero la falta de una capacitación requerida en cuanto a gestión productiva – estratégica que enfatice en mejorar las capacidades y métodos de producción industrial; también viene representando una fuerte limitación a las posibilidades de que las micro y medianas empresas puedan planificar y ejecutar un conjunto de medidas innovadoras en base a los nuevos criterios y exigencias modernas de la Ingeniería de Métodos, a lo que se considera por parte de diversas empresas del rubro, de que principalmente tienen diversas limitaciones operativas como el limitado presupuesto que se asigna respectivamente; y del personal poco especializado en sí, lo que ha implicado que finalmente no se mejoren o apliquen métodos más innovadores y criterios de diseño de trabajo, lo que llegan a limitar la capacidad de fabricación industrial de las PYMES y Medianas Empresas de Construcción.

Haciendo una evaluación y tomando como muestra a la empresa Heap Leaching Consulting SAC., se tiene que si bien ha podido mantener un cierto nivel positivo de competitividad, en cuanto al desarrollo aplicativo de métodos de producción industrial, más innovadores y eficaces, a efectos de reducirse y hacerse más eficiente los procedimientos de construcción de productos como tanques y equipos, que se pudieran elaborar con la mayor calidad posible y en el tiempo más óptimo requerido; pero que la falta de una gestión más especializada de Ingeniería de Métodos en la mencionada empresa, al no haberse planificado y establecido dentro de un plan de desarrollo técnico de Ingeniería acerca de los métodos, tiempos estándares y diseño de trabajo; esto viene dificultando que la empresa Heap Leaching Consulting SAC., no pueda asegurar de manera permanente la ejecución efectiva de métodos y actividades de trabajo que puedan conseguir un funcionamiento más tecnificado, permanente y eficaz de desarrollo aplicativo de los procesos de producción entre sus áreas de fabricación de dicha empresa.

La carencia de un sistema de gestión que organice y distribuya la ejecución de los métodos, técnicas y actividades de diseño de trabajo; que sean necesarios para mejorarse la eficacia y efectividad de desarrollo de los procedimientos de fabricación de tanques y otros equipos; llega a impedir finalmente así que la empresa referida no pueda mejorar e incrementar el desempeño de su producción industrial, conformándose con el desarrollo productivo en determinadas etapas o momentos de fabricación de los productos, más no priorizándose en una productividad más óptima que pueda ser permanente o constante acorde con los fines de actividad industrial y de proyección de ganancias que la empresa referida gestione durante los periodos anuales y mensuales de actividad productiva a efectuarse al respecto.

Se tiene así que la aplicación de una técnica que pueda mejorar la administración de recursos, que de mejor una oportunidad para ofrecer resultados tangibles para mejora de una empresa y además la posibilidad de explotar un nuevo método para todas las empresas en el rubro que tengan este tipo de problema

### **1.3 Formulación del problema**

#### Problema General

¿De qué manera se relaciona la aplicación de la ingeniería de métodos con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012?

#### Problemas Específicos

- ¿De qué manera se relaciona el estudio de métodos con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012?
  
- ¿De qué manera se relaciona el estudio de tiempos con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012?

## **1.4 Antecedentes**

### 1.4.1 Nacionales

Ulco (2015) Trujillo, en su presente tesis de investigación titulada: “Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias ART PRINT”. Presentada ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, sostiene que:

La autora en la presente investigación tuvo como objetivo aplicar la ingeniería de métodos en la línea de producción de cajas para calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa Industrias Art Print en el año 2015. Se utilizó una metodología experimental, pues se pretende manipular los procesos productivos para observar su efecto en la productividad de mano de obra en una prueba de pre test y post test. La muestra fue tomada por conveniencia en un periodo de 24 días, antes de la aplicación de la ingeniería de métodos y después de la implementación del método propuesto. Con lo que se concluyó que la evaluación del proceso productivo permitió establecer las actividades correspondientes al método inicial así como también determinar la secuencia del recorrido para este. Gracias a él se logró identificar que dentro del proceso de elaboración de cajas de calzado existen actividades que no generan valor. El estudio de métodos permitió mejorar las actividades que estaban afectando la productividad; se identificó que el 47% de actividades eran improductivas en el proceso inicial y mejorando las actividades correspondientes al proceso de Plastificado se identificó que sólo el 6% de actividades eran improductivas.

Davila (2015) Lima, en su presente tesis de investigación titulada: “Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras”. Presentada ante la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, sostiene que:

El autor en la presente investigación tuvo como objetivo mejorar los procesos de producción de una empresa dedicada a la fabricación de jaulas para gallinas ponedoras para sus clientes actuales y potenciales, de acuerdo a sus requerimientos y estándares de los productos. Luego se identificó las mejores herramientas o metodologías a emplear, se procedió a implementar las oportunidades de mejora descritas. Estas propuestas de mejora a implementar estarán en base a la metodología 5S, estudio de tiempos, tiempos y balance de línea. La muestra fue de 10 lecturas. Con lo que se concluyó que las opiniones de los clientes y jefes en el área de producción que las causas principales que generan la demora en la entrega de productos son la mano de obra insuficiente, método de trabajo ineficiente, operarios no polivalentes, operaciones de mucha repetición y falta de manejo de estándares de tiempo. También que la mejor metodología para contrarrestar el desorden y suciedad en el área de trabajo es la aplicación de las 5S. Además, para cumplir los plazos de entrega de productos y mejorar el método de trabajo actual se plantea hacer un estudio de métodos, tiempos y balance de línea de las operaciones.

Tejero (2013) Piura, en su presente tesis de investigación titulada: “Aplicación de productividad a una empresa de servicios”. Presentada ante la Universidad de Piura, sostiene que:

La base de la técnica del muestreo del trabajo es que si el tamaño de la muestra es suficientemente grande y las observaciones se efectúan realmente al azar, existe una buena probabilidad de que dichas observaciones reflejen la situación real, con un margen determinado de error por exceso o por defecto. Con lo que se concluyó que las mejoras implementadas deben ser sólo el inicio de una mejora continua, necesaria para poder seguir en competencia con los nuevos establecimientos de hospedaje que vienen apareciendo.

García (2016) Trujillo, en su presente tesis de investigación titulada: “Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera”.

Presentada ante la Universidad Nacional de Trujillo, sostiene que:

El autor en la presente investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar una mejora de métodos de trabajo en el área de recepción de una empresa esparraguera, para mejorar la eficiencia en el uso de sus recursos. Se utilizó una metodología pre – experimental, con un muestreo estadístico y observaciones aleatorias el porcentaje de aparición de cada actividad del área de recepción. La muestra estuvo constituida inicialmente por 20 observaciones que sirvió para dar una ojeada que hacen los operarios y cada máquina en un determinado momento. Con lo que se concluyó que implantando la mejora de métodos de trabajo en el área de recepción, se mejoraría el uso de la materia prima, ya que no solamente el espárrago pasaría por una etapa de lavado sino también una etapa de enjuague, en la cual eliminaremos completamente la arenilla e insectos que traen de los fondos. También que al realizar el estudio de tiempo en el área de recepción calcule un tiempo estándar que fue de 25.26 minutos, en la cual tomé en

cuenta las tolerancias y factor de valoración que nos da la OIT, actualmente el tiempo actual es de 31.85 minutos en el área de recepción, el cual se disminuye 6.59 minutos.

Ospina (2016) Lima, en su presente tesis de investigación titulada: "Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate Lima, Perú". Presentada ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, sostiene que:

El autor en la presente investigación tuvo como objetivo proponer una adecuada distribución de las áreas para así optimizar movimientos y procesos innecesarios en la línea de producción, generando menos sobrecostos, más seguridad para el colaborador y un rendimiento más dinámico en todos los procesos que se desarrollan a diario. Se utilizaron metodologías como el principio de las 5 S's para generar nuevos métodos que permitieron crear una cultura de orden y limpieza en la organización evidenciando una reducción significativa de accidentes y ausentismo por parte de los operarios. Las herramientas de ingeniería industrial que se implementaron como los diagramas de Pareto, recorrido, actividades, diagrama de causa y efecto y flujogramas en el presente trabajo permitieron hacer una correcta recolección de datos para así analizarlos y dar propuestas a los problemas actuales de la empresa. Con lo que se concluyó que como consecuencia del rendimiento poco dinámico en los procesos y la pérdida de tiempo en los recorridos, manejo de materiales y herramientas, no se cumplen los pedidos de producción programados para entregar el producto final al cliente, esto genera una reducción de ingresos para la empresa. También se determinó que implementando una distribución por

procesos o función la empresa podría resolver los principales problemas expuestos anteriormente, la nueva propuesta genera un flujo de producción más dinámico puesto que el recorrido de los materiales, productos, operarios y herramientas entre las áreas es lineal reduciendo los tiempos muertos.

#### 1.4.2. Internacionales

Cajamarca (2015) Colombia, en su presente tesis de investigación titulada: “Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia Bordados.” Presentada ante la Facultad de Estudios a Distancia de la Universidad Militar Nueva Granada, propuso:

Una alternativa que permita disminuir el número de productos defectuosos en Kaia Bordados a través de estudio de métodos y tiempos, con el fin de aumentar la calidad de los productos y la rentabilidad de la compañía. El Diagrama de Pareto permite mostrar gráficamente las causas o efectos principales del problema planteado, asignando a su vez un orden de prioridades entre las diferentes causas. A su vez nos ayuda a detectar la relevancia que tiene algunas causas frente a otras, brindándonos una visión más clara de porque ocurre este tipo de falencias afectando directamente la producción y/o la calidad del producto. Se tomaron muestras de una producción de escudos. Con lo que se concluyó que la implementación de esta base hace una mejora en la economía de los trabajadores, lo cual implica una ganancia monetaria a mediano plazo, ya que prevenimos enfermedades profesionales y posibles demandas por indemnización. Se genera menos fatiga en el momento de realizar la tarea, lo que compensara

con un trabajo más productivo, adicionalmente generamos un buen ambiente organizacional y se reduciría el número de productos defectuosos.

Fonseca (2015) Ecuador, en su presente tesis de investigación titulada: “Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en “Muebles Fonseca””. Presentada ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional De Chimborazo, sostiene:

El autor en la presente investigación tuvo como objetivo optimizar los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera mediante la Ingeniería de Métodos, para mejorar la productividad, en la microempresa “Muebles Fonseca” de la ciudad de Riobamba. Se utilizó una metodología de estudio descriptivo debido a que describe minuciosamente cada una de las características que se encuentran inmersas en el proceso de fabricación de puertas de madera en Muebles Fonseca así como también, se describe: la distribución física, el origen de los problemas y posibles soluciones, las técnicas usadas en la investigación. La muestra fue de 14 personas que constituyen la microempresa y que se desempeñan en los diferentes procesos que comprende la elaboración de puertas de madera. Con lo que se concluyó que la empresa no cuenta con un tiempo real o estándar, en el proceso de fabricación de las puertas de madera, dando como resultado la mala planificación y el retraso en la entrega de sus obras con el estudio de tiempos estándar se logró reducir en un 22% en los tiempos de fabricación de las puertas de madera.

## **1.5 Justificación de la investigación**

### **Justificación**

La presente investigación se ha realizado, consiguiéndose en primer lugar, un análisis de la aplicación de la ingeniería de métodos en la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 - 2012, con lo que se debe aplicar un reproceso lo cual aumente la producción, calidad eficiencia en el área estudiada. Actualmente el país está pasando por un auge de proyectos, por lo cual las empresas deben ser competitivas, es decir deben vender cada vez más y a la vez deben aumentar su producción. Considerando que los costos de producción disminuyen a medida que la capacidad de la planta aumenta, la visión de cada empresa es aumentar su producción con la misma cantidad de personal. Haciendo una evaluación y tomando como muestra a la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C.

El estudio de los métodos de trabajos y la medición de sus tiempos es una técnica de organización básica necesaria para multitud de aplicaciones. A través de esta técnica se pueden descubrir carencias que de otra forma es difícil detectar.

El desarrollo de la presente investigación se justifica principalmente desde el aspecto teórico, práctico y metodológico, teniéndose que:

### **Justificación Teórica**

La tesis se justifica teóricamente ya que da a conocer de manera profunda los conceptos de la ingeniería de métodos que comprende el estudio de métodos

y estudios de tiempos y por otro lado, la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 - 2012; con el propósito de conocer el comportamiento de las variables la relación entre ambas.

### **Justificación Práctica**

La productividad es la capacidad de trabajo que se realiza en diferentes áreas, en este caso la línea de tanques, en la cual intervienen factores como: la calidad, la producción y los recursos humanos; que es uno de los factores más importantes ya que mide el grado de satisfacción y el cumplimiento con un óptimo tiempo de respuesta.

La justificación práctica de la presente investigación se enfoca en la aplicabilidad de los principios, aportes y beneficios de la ingeniería de métodos , a fin de que puedan contribuir directamente hacia una mayor productividad en la línea de tanques de la empresa, que se efectúan en torno al servicio de desempeño , eficiencia por parte de los trabajadores del area de tanques de Heap Leaching consulting S.A.C.

### **1.6 Limitaciones e Importancia de la investigación**

El desarrollo de esta investigación ha resultado muy importante, porque el estudio y análisis de métodos y tiempos de un trabajo en planta, es una necesidad básica, que traerá efectividad y eficacia a la Empresa; en vista que los recursos humanos son la base principal sobre la que se debe realizar toda mejora, para que ellos una vez comprometidos con la organización sirvan como el recurso de mejora; proponiendo y aportando soluciones que fomenten el mejoramiento continuo. Es importante que cada persona tenga sus funciones

bien definidas y que sepan en conjunto cual es el objetivo por el cual todos trabajan. (Fonseca, 2015)

Con el desarrollo de la presente tesis se ha priorizado en considerar acerca de la importancia de aplicarse criterios, fundamentos y principios esenciales sobre cómo aplicar los métodos y tiempos correctos de las operaciones de la línea de tanques.

## **1.7 Objetivos**

### Objetivo general

Analizar la relación de aplicación de la ingeniería de métodos con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012

### Objetivos específicos

- Analizar la relación del estudio de métodos con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012
  
- Analizar la relación del estudio de tiempos con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012

## 1.8 Hipótesis

### Hipótesis general

La aplicación de la ingeniería de métodos se relaciona positivamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012

### Hipótesis específica

- El estudio de métodos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012
- El estudio de tiempos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012

## II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco conceptual

Eficacia

Según Jiménez (2004):

La eficacia, en la esfera de la Salud Pública, se define como la expresión general del efecto de determinada acción cuyo objetivo fuera perfeccionar la atención médica. Debido a que las relaciones causa-efecto que implica esta definición pueden estar confundidas con diversos factores, la eficacia de un procedimiento suele evaluarse en condiciones experimentales o ideales (p. 17).

“La eficacia se puede formular como la relación entre los resultados obtenidos en las mejores condiciones posibles, y los objetivos pretendidos según la expresión siguiente” (Juez 1995):

$$\text{Eficacia} = \left( \frac{\text{Output obtenido}}{\text{Output propuesto}} \right) \text{en condiciones óptimas}$$

Figura 1 Formula de eficacia

Fuente: Juez (1995)

Desempeño

“El Desempeño Laboral se puede definir como el nivel de ejecución alcanzado por el trabajador en el logro de las metas dentro de la organización en un tiempo determinado” (Bohórquez 2007).

Según Villegas (2016):

Se denomina desempeño al grado de desenvolvura que una entidad cualquiera tiene con respecto a un fin esperado. Una empresa puede tener buen o mal desempeño según la calidad de servicios que brinda en función de sus costos, una máquina tendrá un nivel de desempeño según los resultados obtenidos, Todas estas variantes tienen en común la concreción de determinadas metas u objetivos en una determinada escala. Es por eso que puede utilizarse el término “productividad” como sinónimo de "desempeño", en la medida en que se referencia a una escala para medir una determinada actividad en relación a la concreción de resultados (p. 17).

Disponibilidad

“La disponibilidad es el porcentaje de dividir la diferencia entre el tiempo disponible (horas calendario) con el tiempo utilizado en las intervenciones de mantenimiento (tanto mantenimiento preventivo como mantenimiento correctivo) entre el tiempo disponible de 35 cada ítem” (Rojas 1998).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo de Disponible} - \text{Tiempo de mantenimiento}) \times 100}{\text{Tiempo Disponible}}$$

Figura 2 Disponibilidad

Fuente: Rojas (19996)

## Proceso

Según la norma ISO 9000 (2005):

Se puede afirmar que cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso. Esta descripción de la norma ISO indica que hay un elemento de entrada (Input) que gracias a actividades se transforman en un elemento de salida (Output). Para realizar un proceso se debe tener un propósito u objetivo en específico. De esta manera, la realización del proceso tendrá un fin (p. 3).

“Estas actividades agrupadas entre sí constituyen lo que es un proceso. Por ello, una organización debe centrar su atención sobre áreas en donde se hacen esos procesos de tal manera que en cada una de ellas se consiga los resultados esperados” (Instituto Andaluz de Tecnología, 2013).



Figura 3 Interacción en un sistema productivo

Fuente: Monzón (2009)

## Control

Según Bonilla y Elsie (2010):

Su propósito es garantizar la mejor alternativa de solución que pueda mantenerse a través del tiempo, las principales actividades son: normalizar los procedimientos, proveer de capacitaciones al personal involucrado, establecer técnicas y herramientas de control, reconocer y publicar los resultados de la mejora.

Es claro que no puede faltar el control de los resultados de los métodos y técnicas mejorados, esto con el fin de medir el costo beneficio o bien para detectar si existen variaciones o incoherencias en lo esperado” (Pineda, 2005).

## Planeación

“Es la acción y efecto de planear es decir trazar un plan, implica tener uno o varios objetivos a cumplir, junto con las acciones requeridas para que estos objetivos sean alcanzados” (Checa, 2014).

Según Dávila (2015):

Es el encargado de organizar recursos humanos y materiales en la empresa. Además, entre sus funciones está la de detectar, prevenir y corregir errores de planeación del trabajo de las personas, así como buscar la mejora de los procesos para que el trabajo sea más efectivo. Esto quiere decir que el administrador interactúa constantemente en la planeación neta de la empresa.

## **Bases teóricas especializadas en el tema**

Ingeniería de métodos

Según Niebel (2009):

La ingeniería de métodos es una de las más importantes técnicas del estudio del trabajo, se basa en el registro y examen crítico-sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del estudio de tiempos y movimientos es aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo y por ende de la mano de obra.

Según García (2009):

La ingeniería de métodos persigue diversos propósitos tales como: mejorar los procesos y procedimientos, mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo. También se emplea para economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria, economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra. La ingeniería de métodos aumentar la seguridad, crear mejores condiciones de trabajo y al mismo tiempo hacer más fácil, rápido, sencillo y el trabajo. Esto va de la mano con la aplicación de un programa de administración de personal que dé como resultado más interés por el trabajo y la satisfacción de cada uno de los empleados.

## Estudio de métodos

Según Norman y Frazier (1999):

La productividad de la mano de obra se ve directamente afectada por la maquinaria, herramientas, materiales y los métodos de trabajo utilizados por los trabajadores. El objetivo principal de mejorar estos métodos, es incrementar la productividad al aumentar la capacidad de producción de las distintas operaciones. Para que este proceso sea exitoso, es importante indagar las razones por las cuales un trabajo se hace de una manera determinada y con usos componentes específicos, y cómo podría esto llegar a mejorarse.

Según Gonzales (2004):

El estudio de métodos permite identificar soluciones potenciales de mejora, hacer propuestas para su mejoramiento y seleccionar las que mejor se adecuen. Así mismo, esto implica que es un estudio que siempre se podrá realizar independientemente de cuan mejor se crean que están las cosas. Es algo que permite un mejoramiento continuo de las actividades de la empresa, siempre en busca de un cumplimiento más efectivo de las mismas.

## Nivel de Diagrama de flujo

Según Martínez (2005):

El Diagrama de Flujo o Flujograma, consiste en expresar gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc. Su importancia reside en que ayuda a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este, El flujograma de conocimiento o diagrama de flujo, como su nombre lo indica, representa el flujo de información de un procedimiento. En la actualidad los flujogramas son considerados en las mayorías de las empresas o departamentos de sistemas como uno de los principales instrumentos en la realización de métodos y 11 sistemas, ya que permiten la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo está equilibrada, o sea, bien distribuida en las personas, sin sobrecargo para algunas mientras otros trabajan con mucha holgura. Así mismo, el diagrama de flujo ayuda al analista a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidas, le ayudará a analizar esas etapas, con el fin tanto de mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración.

Según Niebel (1990):

Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es

especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta.

“El diagrama de Flujo de un proceso, es la representación gráfica de la lógica de un proceso. Esta representación, se realiza mediante el uso de símbolos estándares, que identifican la función de cada parte del proceso” (Checa, 2014)

#### Nivel de Diagrama de operaciones

“Se utiliza para analizar las relaciones existentes entre operaciones. Es conveniente para estudiar operaciones e inspeccionar sobre ensambles en que intervienen varios componentes. Es útil en el trabajo de distribución de equipo en la planta” (Niebel, 1990).

Según Ulco (2015):

El diagrama de operaciones del proceso es muy útil cuando se planifica un método o un proceso, ya que es más barato ajustar los cambios en el papel que en la práctica, apoya en la distribución de planta, como una fuente de sugerencias para la compra de nuevos equipos y diseños de herramientas, para tomar decisiones referentes a la aplicación de cambio o de un nuevo procedimiento y modificar el número de operaciones. El esquema del diagrama presenta tres partes: Un título, colocado en la cabecera de la

gráfica, que detallará lo que se procesa; un cuerpo, que va desde el punto en el que comienza el proceso hasta donde termina; y finalmente un cuadro resumen, el cual detalla la cantidad de operaciones e inspecciones y símbolos combinados registrados en el proceso.

Según Checa (2014):

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido

Nivel de Diagrama de análisis de operaciones

Según Ulco (2015):

Se usa principalmente para representar la entrada de todos los componentes al proceso productivo, además ayuda a los analistas a visualizar el método presente con todos sus detalles para poder idear nuevos y mejores procedimientos; muestra al analista qué efecto tiene un cambio en una operación dada en las operaciones precedentes y subsecuentes; así mismo este diagrama representa en forma general el proceso completo de una determinada actividad, utilizando los símbolos de operación y control. Para presentar las operaciones e inspecciones en el diagrama se debe tener presente los símbolos y sus conceptos de cada una de ellas.

## Nivel de Diagrama de recorrido

Según Gonzales (2004):

Muestra sobre un plano a escala de la planta, el desarrollo o recorrido que sigue el proceso físico en la planta. Para esto es necesario tomar el plano arquitectónico de la planta e incorporarle todos los recursos tales como maquinas, equipos, puestos de trabajo dibujados e na la misma escala en la que está el plano. Sus símbolos son los mismos que utiliza el diagrama de flujo.

Entre los objetivos del diagrama de recorrido, se encuentran: lograr que el fluido del proceso sea lo más línea posible, evitando al máximo los reflujos del proceso, y minimizar lo máximo posible todos los cruces de las líneas de flujo.

Según Niebel (1990):

Es una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso. Al elaborar este diagrama se debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama curso de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta

## Nivel de Diagrama hombre maquina

Según Ulco (2015):

El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo. Cuando se elabora el diagrama de procesos hombre-máquina, en primer lugar se debe identificar el diagrama con un título tal como "Diagrama de procesos hombre-máquina". Información adicional acerca de la identificación podría incluir el número de diagrama, la descripción de la operación, el método actual o propuesto, la fecha y el número de la persona que elabora el diagrama. En razón de que los diagramas hombre-máquina se dibujan siempre a escala, se debe seleccionar una distancia en pulgadas, centímetros o metros para estar de acuerdo con una unidad de tiempo tal que el diagrama pueda distribuirse adecuadamente. Una vez que se han establecido los valores exactos de la distancia, en pulgadas, centímetros o metros por unidad de tiempo, el diagrama puede comenzar. El diagrama de proceso hombre-máquina terminado muestra claramente el tiempo ocioso de máquina y el tiempo ocioso del trabajador. Gracias a este análisis se puede comenzar a llevar a cabo mejoras.

Según Pineda (2005):

Diagrama de proceso de hombre y máquina que se emplea para estudiar, analizar o mejorar sólo una estación de trabajo cada vez. Este diagrama

indica la relación exacta en tiempo, entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina.

Estudio de tiempos

Según Heizer (2009):

El estudio de tiempos fue originalmente propuesto por Frederick W. Taylor en 1881 y sigue siendo el método de estudio de tiempos más ampliamente usado. El procedimiento de un estudio de tiempo implica medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador y usarlo para establecer un estándar

Según Vásquez (2011):

Es importante ya que, si un cliente potencial hace el pedido de un determinado producto, la compañía debe estimar el costo de producción, lo que a su vez requiere de una estimación satisfactoria del tiempo que este producto requerirá del sistema productivo.

Nivel de Estudio de tiempos con cronómetros

Según Fernández, Gonzales y Puente (1996):

Los procedimientos del estudio de tiempos se realizan con cronometro (cronometraje), éste es el sistema más utilizado en la industria y calcula el tiempo de trabajo por medio del cronometro y consiste en separar el trabajo en actividades y obtener un registro de cada una de ellas. Luego de varias repeticiones se promedian los tiempos de cada elemento, luego se suman todos los promedios de las actividades, dividiéndolos entre el mismo número de actividades.

Según Riofrío (2012):

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a. Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e. Se encuentran rendimientos bajos o exceso de tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Nivel de Tiempo estándar

“El Tiempo Estándar (TE); la suma de los tiempos elementales da el estándar en minutos por actividad o unidad con un cronometro de decimas de minuto, o en horas por unidad con un cronometro de horas” (Niebel, 2009).

Según Pineda (2005):

Es el tiempo normal más el tiempo normal multiplicado por el porcentaje de pérdidas. En otras palabras, el tiempo estándar, es el tiempo que un operario normal y capacitado ocupa para lleva a cabo una operación a un ritmo normal.

## Nivel de Tiempos muertos

Según Ulco (2015):

Un fenómeno que se presenta muy a menudo en el sistema de flujo es el de actividades que no generan valor en el proceso que se conoce también como tiempo muerto; este problema debe ser analizado a través de herramientas que ayuden a mitigarlo ya que la presencia de tiempos muertos en un sistema productivo genera que la productividad de mano de obra no sea conveniente para la empresa en estudio sino por el contrario represente incrementando sus costos restándole así competitividad

“Es común también que el método de procesamiento de las ordenes de producción sea inadecuado y se esté aumentando el tiempo muerto de algunas máquinas y provocando que las tareas de los trabajadores se conviertan en tediosas” (Pineda, 2005).

## Productividad de la línea de tanques

Según Riofrío (2012):

La productividad no sólo se relaciona con el trabajador, sino también con otros factores, porque en industrias o regiones donde los trabajadores están siendo sustituidos por robots, la productividad del capital o de otros recursos caros y escasos, como la energía o las materias primas tienen mayor interés que la productividad del trabajo. Adicionalmente el principal indicador del mejoramiento de la productividad es una relación decreciente entre el insumo y el producto, así como una calidad constante o mejora (p. 14).

## Producción

Según Koskela (2000):

En la búsqueda de una teoría de producción, hace repaso histórico por los conceptos asociados a la producción durante el siglo XX, y encuentra tres conceptos principales de producción, destacando que no son alternativos, sino parciales y complementarios. A continuación, se presenta de manera resumida los tres conceptos, que se describen en detalle (p. 74):

- a) Producción vista como transformación. Se concibe la producción como un proceso de transformación de un conjunto de entradas en un conjunto de salidas. Es la visión que ha denominado la mayor parte del siglo XX desde el punto de vista científico y práctico.



Figura 4. Producto como transformación

Fuente: Grubbstr (1995)

- b) Producción vista como flujo. Además de la transformación: se reconocen fenómenos como esperas, inspecciones y movimientos de material. Como comenta Kostela, se puede considerar a Ford con su desarrollo de la cadena de montaje, como el precursor de este enfoque. Ford expresó la preocupación por mantener siempre el movimiento de materiales, y planteo aspectos como la eliminación del desperdicio, el diseño en planta

para minimizar el movimiento de piezas, la mejora continua del proceso y del producto y la formación de trabajadores polivalentes; conceptos que fundamentan la posterior teoría del justo a tiempo (JIT, Just In Time).

- c) Producción vista como generación de valor: Su aportación consiste en buscar el aporte de valor desde el punto de vista del cliente. Koskela encuentra el origen de este enfoque en el tratado sobre control de calidad de Shewhart, Shewhart (1931). Shewhart concibe la producción en el marco de la relación cliente-suministrador, y pone énfasis en la tarea de los ingenieros de tratar de satisfacer los deseos de los clientes, mediante su traducción más fiel posible en características físicas de los productos. Sin embargo, sus consideraciones se plasman en un modelo conceptual de caja-negra, que queda insuficiente para ser operativo.

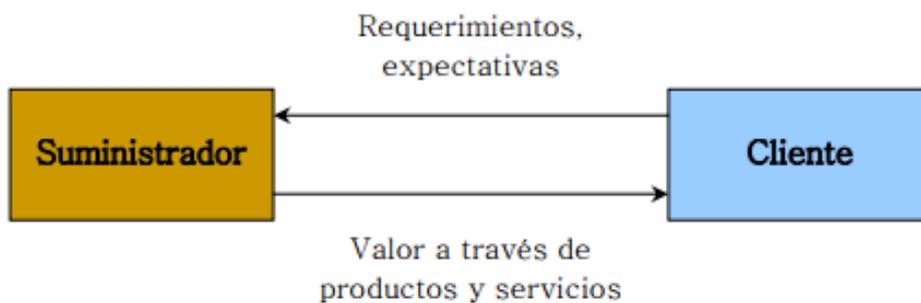


Figura 5 Esquema conceptual de relación suministrador - cliente en el ámbito de la calidad

Fuente: Koskela (2000)

Según Fernández (2006):

La función de producción puede ser considerada como un sistema abierto. Un sistema abierto es un conjunto organizado, formado por dos o más partes interrelacionadas y delimitado por una frontera identificable de su entorno o suprasistema, con el que interactúa intercambiando información y productos para lograr un objetivo determinado.

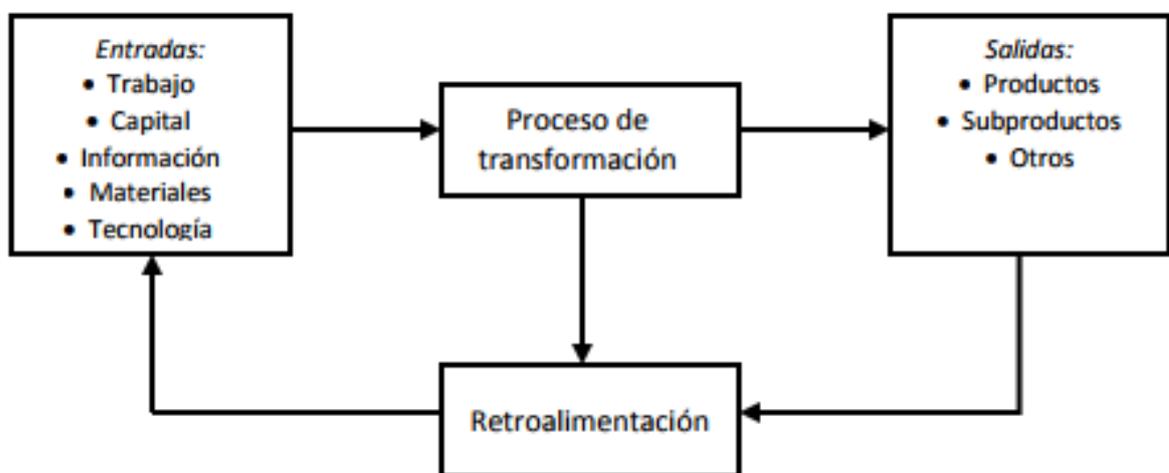


Figura 6 El sistema productivo

Fuente: Fernández (2006)

Nivel de cumplimiento de producción programada

“Es un indicador que mide el Porcentaje de cumplimiento de producción programada: Teniendo como factor a la producción de la empresa” (Estupiñan 2005)

$$\frac{\text{Unidades totales producidas}}{\text{unidades totales programadas}} \times 100\%$$

Nivel de eficiencia

Según Farrell (1957)

Propuso un método para medir la eficiencia teniendo en cuenta varios factores de producción al mismo tiempo, se desarrolló el término de eficiencia técnica (ET) y de eficiencia asignativa (EA), ambas comprenden la Eficiencia Técnica Global. La ET se refiere a la habilidad de una firma para obtener el máximo nivel de output posible con la combinación de inputs empleada, y mide la aproximación con rendimientos constantes (Álvarez-Pinilla, 2001). La EA refleja la habilidad de una empresa para utilizar los inputs en una proporción óptima que minimice sus costos de producción (p. 363).

Según Banker et al., (1984):

Dividen el concepto de eficiencia técnica en eficiencia pura y eficiencia de escala (EE). La ET pura representa un modelo de rendimientos variables para determinar el nivel de eficiencia. La EE la cumple una empresa cuando produce en la escala de tamaño óptimo en la que le es posible obtener un nivel de output con el que se maximiza el beneficio. Es interpretada como la parte de la ineficiencia presente en ET global que obedece a la escala de producción decidida por la empresa que se analiza (p. 1078-1092).

“La eficiencia de cada unidad dependerá de la habilidad de cada productor para mejorar sus resultados o reducir el consumo de recursos, estando

sujeto a unas restricciones que reflejan la actividad del resto de productores”  
(Cordero, 2006).

## Recursos humanos

“Los recursos humanos como base fundamental para el mejoramiento de la productividad, ya que estos son el capital más importante de toda la empresa”  
(Alpuche 2004).

Según Park, Gardner y Wright (2004)

Los recursos humanos han sido considerados como una de las principales fuentes de ventaja competitiva sostenible de la empresa, ya que las características valiosas y únicas de los empleados y, principalmente, sus conocimientos, permiten crear lo que se ha denominado “ventaja del capital humano” o “ventaja a través de las personas” (p. 260).

## Nivel de mano de obra capacitada

Según Monzón (2009):

Productividad Laboral o de Mano de Obra: este es un factor fundamental ya que normalmente es el recurso que determina el ritmo de trabajo de la construcción del cual depende la productividad de otros recursos, y es el objeto de interés de esta tesis (p. 9).

Según (Castiblanco, 2004):

El participante más importante en un proyecto de construcción o en un proyecto cualquiera donde se desempeñe una actividad de tipo constructivo; es el trabajador. Entiéndase lo anterior como la persona que labora

directamente en la producción de las obras, es decir, jornales, carpinteros, albañiles, concreteros, pintores, etc. (p.9).

Según (Martínez, 1995):

La productividad laboral, es una relación entre la producción y la mano de obra ocupada y refleja que tan bien se está utilizando dicha mano de obra en el proceso productivo. Además, permite estudiar las variaciones en el desarrollo del trabajo, en la movilidad ocupacional, en proyección de requerimientos futuros de mano de obra, evaluar el comportamiento de los costos laborales, comparar entre diversos actores los avances de productividad, etc. (p. 10).

Aplicado a la mano de obra, la productividad es representada por la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad M. O.} = \frac{\text{Avances de Obra}}{\text{Horas Hombre}}$$

Figura 7 Formula de productividad de mano de obra

Fuente: Martínez (1995)

Entonces, la productividad laboral o de mano de obra es la medición que relaciona lo producido (avances de obra) por unidad de tiempo, generalmente expresado en horas hombre (HH) u Hombre día (HD). (Martínez, 1995).

## Nivel de absentismo

Según Samaniego (1998):

Llega a expresar que el “absentismo es el incumplimiento por parte del empleado de sus obligaciones laborales, faltando al trabajo de manera imprevista cuando debería acudir al mismo”, señalando además que algunas causas de absentismo son involuntarias, como los problemas médicos, las obligaciones legales o familiares, y otras, por el contrario, son voluntarias (p. 247-256.)

Por otro lado según Danatro (1997):

El ausentismo laboral es un fenómeno de duración variable, por lo cual no existe consenso de cuáles son los indicadores universales para su medición. Sin embargo, los indicadores más utilizados por los organismos e investigadores son los índices de prevalencia, frecuencia y gravedad. Su construcción puede variar según lo que se pretenda medir (p. 101-109).

- Índice de Prevalencia: mide el porcentaje de trabajadores ausentes en un período determinado, en relación al número de trabajadores que tendría que asistir en ese período.
- Índice o tasa de Frecuencia: indica el número de episodios de ausencia en un período determinado en relación al número de trabajadores. Para evitar la ambigüedad en el cálculo deben definirse con precisión los acontecimientos, la determinación del periodo más apropiado de medida, los días omitidos de contabilización y el nivel de análisis.

- Índice o tasa de Gravedad: se refiere a los días de trabajo perdidos por enfermedad o demás causas de ausentismo, en relación al número de episodios de ausentismo, es decir, miden el tiempo perdido por el trabajador durante algún período de tiempo determinado. El tiempo perdido se mide en horas y días.
- Tasa de incapacidad: se aplica en el caso de ausentismo a causa de enfermedad y se refiere a los días de ausentismo por enfermedad en relación a los trabajadores.

## Calidad

La calidad se estima a partir de la producción que cumple con las especificaciones técnicas sobre la producción real, la cual se ve afectada por los productos mal hechos. En la figura queda expresada la ecuación para determinar la calidad.

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{Producción Real} - \text{Producción Rechazada}) \times 100}{\text{Producción Real}}$$

Figura 8 Calidad

Fuente: Rojas (1998)

Según Riveros (2005):

Los índices o factores sirven a los administradores de un proceso, como herramienta de mejoramiento de la calidad de las decisiones que tomen en un proyecto. Para que los índices de gestión aporten valor a los proyectos, los

objetos de medición deben ser cuantificables y comparables, entre los más comunes están:

- Índice de costo: Los indicadores de este grupo miden las actividades que consumen recursos económicos en los diferentes procesos.
- Índice de tiempo: Los indicadores de este grupo miden el tiempo que se consume en una actividad o un proceso, considerando los tiempos desde el inicio hasta el fin del proceso o actividad seleccionado.
- Índice de calidad: Miden la efectividad en la elaboración de las actividades o los procesos, entregando resultados referentes al número de errores cometidos, número de entregas perfectas y sin errores.

#### Grado de satisfacción

Según Tricoti (2015):

La evaluación por parte de los clientes y proveedores, cumple con el objetivo de contribuir a la mejora de un servicio o producto, y por ende, a la mejora continua de la calidad. Los resultados de estas evaluaciones, son tenidos en cuenta para analizar en qué grado se cumplen las metas de la empresa, a través del desempeño y la contribución de cada empleado en relación a dichas metas, y se cotejan además con otras medidas, tales como los CSM, KPL, entre otros indicadores que miden el nivel de satisfacción del cliente en relación al servicio que le fue brindado (p. 77).

Tiempo de respuesta

“Estudios realizados demuestran que ante un menor tiempo de espera aumenta la percepción de satisfacción por parte de los clientes” (Camacho, et al. 2006).

Según (Massip, Ortiz, & Llantá, 2008):

La satisfacción puede definirse como "la medida en que la atención sanitaria y el estado de salud resultante cumplen con las expectativas del usuario". La satisfacción puede referirse como mínimo a 3 aspectos diferentes: organizativos (tiempo de espera, ambiente, etc.); atención recibida y su repercusión en el estado de salud de la población, y trato recibido durante el proceso de atención por parte del personal implicado (p.29).

### **III: MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo experimental porque presentan características propias de este tipo tales como la manipulación intencional de las variables independientes, la medición de sus variables dependientes, se tienen dos o más grupos de comparación y finalmente los participantes asignados se eligen aleatoriamente. (Kerlinger y Lee, 2002)

Además, según lo expuesto por Murillo (2007) es una situación donde el investigador manipula conscientemente las condiciones de una o de diversas situaciones precedentes (variable independiente) para comprobar los efectos que causa dicha variable en otra situación consiguiente (variable dependiente). Cuenta con fases que se resumen en el planteamiento de un problema de conocimiento, la formulación de hipótesis, la realización de un diseño adecuado de hipótesis, seguidos del recojo y análisis de datos para finalmente finalizar con la elaboración de conclusiones.

De acuerdo a (Pitarque, 2010) indico que el Diseño de investigación puede ser experimental, por dos motivos generales uno porque el investigador tiene potestad para manipular directamente las variables (comparando al menos dos tratamientos: grupo control vs grupo experimental) y dos porque la validez interna queda garantizada (generalmente formando grupos equivalentes mediante la asignación aleatoria de los sujetos a las condiciones experimentales). Recordemos que la validez interna se refiere a la seguridad en que la variación observada en la variable dependiente es debida exclusivamente a la manipulación de las variables independiente y no al efecto de otras variables

extrañas. La validez interna es requisito imprescindible de todo experimento. Dicha validez interna nos permitirá garantizar la relación de causa-efecto entre la variable independiente y dependiente.

$$G_1 \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

$$G_2 \quad O_3 \quad O_4$$

Dónde:

- $G_1$  Es el grupo experimental
- $G_2$  Es el grupo de Control
- $O_1, O_3$  Pre Test
- $X$  Tratamiento experimental
- $O_2, O_4$  Post test

### 3.2. Población y muestra

#### Población

La población de estudio está constituida por la productividad anual en la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C. en los periodos 20110-2012 y 2017 el cual es tanques.

#### Muestra

La técnica de muestreo para esta investigación será por conveniencia, dicha técnica es no probabilística puesto que se intenta obtener una muestra con elementos convenientes. Por conveniencia se seleccionará la productividad

de la línea de tanques correspondiente a los meses marzo y abril que corresponde a 16 tanques.

### **Diseño de la investigación**

En la presente investigación se utilizará el diseño cuasi experimental de acuerdo a Valderrama (2014) “donde se manipulan en forma deliberada una o más variables independientes para observar sus efectos en la(s) variable(s) dependiente(s), permite la formación de grupos de control y experimental, empleando la aleatorización de sus integrantes” (pp. 176-177).

Palomino et al. (2015) indico que en los estudios cuasi experimentales “se emplean procedimientos para manipular la variable independiente y medir lo que ocurre en la variable dependiente, para luego observar si ocurre o no la variación que se espera en la variable dependiente al manipular la variable dependiente” (pp.131-132).

En un cuasi experimental se puede medir el comportamiento de las variables dependientes antes (pretest) y despues (postest) de intervencion de las variables independientes, asimismo se debe contar con un grupo de control (no se manipula la variable independiente) y un grupo experimental en el que si se manipulan. (Arbaiza, 2013, p. 52)

Hernandez, Mendez, Mendoza y Cuevas (2017) indicaron que el primer requisito de un experimento es “la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es como la supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto

provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente-consecuente” (p. 99).

Al variar intencionalmente la variable independiente la variable dependiente también variara. En la presente investigación si la falta de un programa de capacitación es causa de una deficiente productividad, al variar la variable independiente por un diseño de programa de capacitación deberá mejorar la productividad, se comparte la idea de los autores Hernández et al. (2017) “en una investigación experimental, la variable independiente resulta de interés para el investigador, porque hipotéticamente, será una de las causas que producen el efecto supuesto” (p. 99).

El según requisito de acuerdo a Hernández et al. (2017) “consiste en medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente” (p. 102).

El tercer requisito de acuerdo a Hernández et al. (2017) es el control de la situación experimental, si en el experimento se observa que una o más variables independientes hacen variar a las dependientes la variación de estas últimas se debe a la manipulación de las primeras y no a otros factores o causas” (p. 103).

### 3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Ingeniería de métodos	V1. Estudio de métodos	Nivel de Diagrama de flujo
		Nivel de Diagrama de operaciones
		Nivel de Diagrama de análisis de operaciones

		Nivel de Diagrama de recorrido
		Nivel de Diagrama hombre maquina
		Nivel de Estudio de tiempos con cronómetros
	V2. Estudio de tiempos	Nivel de Tiempo estándar
		Nivel de Tiempos muertos
		Nivel de cumplimiento de producción programada
Variable dependiente: Productividad de la línea de tanques	V1. Producción	Nivel de eficiencia
		Nivel de mano de obra capacitada
	V2. Recursos humanos	Nivel de absentismo
		Grado de satisfacción
	V3. Calidad	Tiempo de respuesta

Fuente: elaboración propia

### 3.4. Instrumentos

Las técnicas a utilizar serán las de:

Tabla 1. Técnicas de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
Listada de operaciones	Listado de operaciones
Lista de observación directa	Lista de análisis de tiempos
Análisis de documento	Guía de análisis de documentos

Fuente: Elaboración propia

- Primarias: Registros de la observación directa.
- Secundarias: Análisis con la colaboración de los especialistas.

- Instrumentos: Registros de recolección de datos, desarrollo de software y validación de resultados en la computadora

### 3.5 Procedimiento y análisis de datos

La prueba de hipótesis seguirá los siguientes pasos:

1. Se especificará el nivel de significancia, que en la estadística está claramente definida: \*  $p < 5\%$  \*\*  $p < 1\%$  \*\*\*  $p < 0.1\%$
2. Se determinará la prueba estadística a utilizar considerando los resultados del test de Kolgomorov smirnov que nos indicaran si existe o no una distribución normal para, a partir de ello, utilizar estadísticas paramétricas o no paramétricas.
3. Para probar la hipótesis de la presente investigación se elegirá el diseño cuasi experimental. Para esto se manipulará la variable independiente (ingeniería de métodos.) para luego ver el efecto en la variable dependiente (productividad de la línea de tanques). Se utilizará el siguiente esquema:

$$\begin{array}{cccc} G_1 & O_1 & X & O_2 \\ & G_2 & O_3 & O_4 \end{array}$$

Dónde:

- $G_1$  Es el grupo experimental
- $G_2$  Es el grupo de Control
- $O_1, O_3$  Pre Test

- $X$  Tratamiento experimental
- $O_2, O_4$  Post test

Es decir, se aplicara un pre test tanto al grupo experimental como al grupo de control para determinar la homogeneidad de los grupos; luego el grupo experimental se someterá al tratamiento con la aplicación de la ingeniería de métodos, en tanto el grupo de control trabajara con el sistema tradicional. Finalmente se aplicara un post test a ambos grupos para comparar los resultados obtenidos.

4. Se recolectarán los datos del pre y pos test y se llevaran a una base de datos en el paquete estadístico SPSS, luego se efectuará la prueba de hipótesis utilizando la prueba Z, cuyo estadístico es:

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

5. Se contrastarán los resultados con las fuentes teóricas y las investigaciones antecedentes.

## IV: RESULTADOS

### 4.1. Contrastación de hipótesis

#### 4.1.1. Análisis de resultados

- Aplicación de la ingeniería de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012

Ho: Aplicación de la ingeniería de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 siguen una distribución normal.

Ha: Aplicación de la ingeniería de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 no siguen una distribución normal.

Tabla 2. Pruebas de normalidad hipótesis general

	la productividad de la línea de tanques (agrupada)	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Aplicación de la ingeniería de métodos (Agrupada)	Pre test	,499	50	,000	,467	50	,000
	Post test	,535	15	,000	,284	15	,000

Fuente: elaboración propia

*Interpretación:* En la tabla 2 se aprecia una significancia de Shapiro-Wilk entre los cual se interpreta que la aplicación de la ingeniería de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 no siguen una distribución normal. Por lo cual se aplicó la correlación de Spearman en la prueba de hipótesis por tratarse de datos no paramétricos.

- Estudio de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012

Ho: estudio de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 siguen una distribución normal

Ha: estudio de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 no siguen una distribución normal.

Tabla 3: Pruebas de normalidad hipótesis específica 1

	la productividad de la línea de tanques (agrupada)	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
estudio de métodos (Agrupada)	Pre test	,391	8	,001	,641	8	,000
	Post test	,469	45	,000	,534	45	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

*Interpretación:* En la tabla 3 se aprecia una significancia de Shapiro-Wilk entre los datos de 0.000 lo cual se interpreta que el estudio de métodos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 no siguen una distribución normal. Por lo cual se aplicó la correlación de Spearman en la prueba de hipótesis por tratarse de datos no paramétricos.

- Estudio de tiempos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

Ho: estudio de tiempos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 siguen una distribución normal.

Ha: estudio de tiempos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 no siguen una distribución normal.

Tabla 4: Pruebas de normalidad hipótesis específica 2

	la productividad de la línea de tanques (agrupada)	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
estudio de tiempos (Agrupada)	Pre test	,492	41	,000	,485	41	,000
	Post test	,401	24	,000	,616	24	,000

b. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

*Interpretación:* En la tabla 11 se aprecia una significancia de Shapiro-Wilk entre los datos de 0.000 lo cual se interpreta que el conjunto de datos del estudio de tiempos Vs la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012 no siguen una distribución normal. Por lo cual se aplicó la correlación de Spearman en la prueba de hipótesis por tratarse de datos no paramétricos.

#### 4.1.2. Contrastación de hipótesis

##### Hipótesis general.

Ho: La aplicación de la ingeniería de métodos no se relaciona positivamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

Ha: La aplicación de la ingeniería de métodos se relaciona positivamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

Tabla 5. Correlación entre la ingeniería de métodos y la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching S.A.C

		ingeniería de métodos (agrupada)	de	productividad de la línea de tanques (Agrupada)
Rho de Spearman	ingeniería de métodos (agrupada)	Coefficiente de correlación	1,000	,600**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	15	15
	productividad de la línea de tanques (Agrupada)	Coefficiente de correlación	,600**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	15	15

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia

*Interpretación:* Se obtuvo un coeficiente Rho Spearman, que tiene el valor de 0.600\* y un sigma (bilateral) =0.00 menor al valor teórico de 0.05. Por lo tanto, se tiene evidencia estadística suficiente para afirmar se cumple la hipótesis alterna. Es decir, La aplicación de la ingeniería de métodos se relaciona positivamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

a. *Hipótesis específica 1.*

Ho: El estudio de métodos no se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

Ha: El estudio de métodos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

Tabla 6 Análisis de correlaciones entre el estudio de métodos y productividad de la línea de tanques

		El estudio de métodos (agrupada)	productividad de la línea de tanques (agrupada)	
Rho de Spearman	El estudio de métodos (agrupada)	Coeficiente de correlación	1,000	
		Sig. (bilateral)	,708*	
		N	,013	
	productividad de la línea de tanques (agrupada)	Coeficiente de correlación	.	15
		Sig. (bilateral)	,708*	1,000
		N	,013	.
		N	15	

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: elaboración propia

*Interpretación:* Se obtuvo un coeficiente Rho Spearman, que tiene el valor de 0.708\* y un sigma (bilateral) =0.013 menor al valor teórico de 0.05. Por lo tanto, se tiene evidencia estadística suficiente para afirmar se cumple la hipótesis alterna. Es decir, El estudio de métodos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

b. Hipótesis específica 2.

Ho: El estudio de tiempos no se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

Ha: El estudio de tiempos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

*Tabla 7 Análisis de correlaciones entre el estudio de tiempos y la productividad de la línea de tanques*

			Estudio de tiempos (agrupada)	productividad de la línea de tanques (agrupada)
Rho de Spearman	Estudio de tiempos (agrupada)	Coeficiente de correlación	1,000	,750**
		Sig. (bilateral)	.	,002
		N	15	15
	productividad de la línea de tanques (agrupada)	Coeficiente de correlación	,750**	1,000
		Sig. (bilateral)	,002	.
		N	15	15

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia

*Interpretación:* Se obtuvo un coeficiente Rho Spearman, que tiene el valor de 0.750\* y un sigma (bilateral) =0.002 menor al valor teórico de 0.05. Por lo tanto se tiene evidencia estadística suficiente para afirmar se cumple la hipótesis alterna. Es decir, El estudio de tiempos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.

## 4.2. Otros resultados

- Datos de la fabricación de un tanque

Tabla 8. Tiempos para la fabricación de un tanque de 6.5Tn.

DIAGRAMA DE TIEMPOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN TANQUE  $\phi$ 3.0m H:4.0m DE MATEIAL ACERO AL CARBONO ASTM A-36

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO
1,0	Recepción y verificación de material.	02 horas
2,0	Corte y habilitado de planchas	09 horas
3,0	Rolado de planchas	09 horas
4,0	Armado de fondo del tanque	04 horas
5,0	Sodeo de fondo de tanque	09 horas
6,0	Armado de casco de tanque	27 horas
7,0	Armado y soldeo de accesorios del tanque(Manhol, anillo de rigidez y conexiones)	27 horas
8,0	Control dimensional al tanque u pruebas de calidad.	09 horas
9,0	Pruebas neumáticas y de Vacío	09 horas
10,0	Pruebas de estanquidad	09 horas
11,0	Granallado y Pintura	15 horas

Desde la recepción de material hasta el despacho del tanque, el tiempo Equivalente en fabricación es 15 días para un tanque de 6.5Tn.

Tabla 9. Diagrama de flujo de fabricación de tanque

<b>DIAGRAMA DE FLUJO</b>	
DISEÑO DE TANQUE	Se tiene que diseñar el tanque de acuerdo a los requerimientos de necesidad del cliente.
REQUERIMIENTO DE MATERIAL	Se hace el requerimiento de todo el material de acuerdo al plano de diseño.
FABRICACIÓN DEL TANQUE	Armado y soldeo del tanque, de acuerdo a norma API 650
PRUEBAS DE CALIDAD AL TANQUE	Pruebas de calidad: Control dimensional, pruebas neumáticas, pruebas de vacío y pruebas de estanquidad.
GRANALLADO Y PINTURA	El granallado se hará según especificación de ingeniería; ya sea limpieza comercial o al metal blanco. El tipo de pintura y su espesor se realizara en base a especificación.
DESPACHO	El despacho se hará con un packin List

## V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Discusión

Ulco (2015) sostuvo que la evaluación del proceso productivo permitió establecer las actividades correspondientes al método inicial así como también determinar la secuencia del recorrido para este. Gracias a él se logró identificar que dentro del proceso de elaboración de cajas de calzado existen actividades que no generan valor, El estudio de tiempos en el proceso inicial permitió determinar un tiempo estándar de 407.51 minutos/millar y una productividad de 156 cajas/hora. El estudio de métodos permitió mejorar las actividades que estaban afectando la productividad; se identificó que el 47% de actividades eran improductivas en el proceso inicial y mejorando las actividades correspondientes al proceso de Plastificado se identificó que sólo el 6% de actividades eran improductivas. En esa línea se obtuvo un coeficiente Rho Spearman, que tiene el valor de 0.600\* y un sigma (bilateral) =0.00 menor al valor teórico de 0.05. Por lo tanto, La aplicación de la ingeniería de métodos se relaciona positivamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012. Y el tiempo de redujo de 8280 min a 7830 min. Y el tiempo de redujo de 8280 min a 7830 min.

Dávila (2015) sostuvo que se puede concluir según las opiniones de los clientes y jefes en el área de producción que las causas principales que generan la demora en la entrega de productos son la mano de obra insuficiente, método de trabajo ineficiente, operarios no polivalentes, operaciones de mucha repetición y falta de manejo de estándares de tiempo. De acuerdo con esto en la presente investigación Según los resultados obtenidos el coeficiente de correlación de Rho Spearman, que tiene el valor de 0.708\* y un sigma (bilateral) =0.002 que es menor que el parámetro teórico

de 0.05 lo que nos permite afirmar que el estudio de tiempos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012. Así como también que el problema que genera la demora es los tiempos muertos en entrega de materiales.

Checa (2014) sostuvo que confecciones Sol es una organización pequeña donde hasta el momento no se ha aplicado ningún método para mejorar la productividad, todos los procesos son prácticamente empíricos, 90% manuales y mínimamente. Realizado el diagnóstico inicial de la línea de producción de polos cuello redondo de acuerdo a las deficiencias encontradas en la planificación y control de la producción, se llegó a la conclusión que la problemática de esta investigación está sujeta a los excesos de tiempo de espera, tiempos de transporte, movimientos innecesarios, sobre procesamiento e inventario; así como inadecuadas condiciones del ambiente laboral, además de no contar con un área destinada para almacén y no mantener un control adecuado del flujo de materiales; generando actualmente una productividad de 32.64 %, reflejada en una producción semanal de 180 prendas. En esa línea se obtuvo un coeficiente Rho Spearman, que tiene el valor de 0.600\* y un sigma (bilateral) =0.00 menor al valor teórico de 0.05. Por lo tanto, La aplicación de la ingeniería de métodos se relaciona positivamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012.. Y el tiempo de redujo de 8280 min a 7830 min. Y el tiempo de redujo de 8280 min a 7830 min.

## VI CONCLUSIONES

1. El estudio de métodos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012. Debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación de  $0.600^*$  y un sigma (bilateral) =  $0.00$  que es menor al parámetro teórico de  $0.05$ .
- 2.El estudio de tiempos se relaciona de manera significativa con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012. Debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación de  $0.708^*$  y un sigma (bilateral) =  $0.013$  que es menor al parámetro teórico de  $0.05$ .
- 3.La aplicación de la ingeniería de métodos se relaciona positivamente con la productividad de la línea de tanques de la empresa Heap Leaching Consulting S.A.C Periodo 2011 – 2012. Debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación de  $0.750^*$  y un sigma (bilateral) =  $0.002$  que es menor al parámetro teórico de  $0.05$ .

## **VII RECOMENDACIONES**

1. Aplicar la ingeniería de métodos en los procesos debido a que mejora de manera significativa la productividad de la línea de tanques y de aplicarlo en otras líneas se podría tener el mismo resultado.
2. Aplicar el estudio de métodos en los procesos debido a que ayuda a tener un panorama de la situación actual y a identificar los puntos críticos para así mejorar de manera significativa la productividad de la línea de tanques.
3. Realizar el estudio de tiempo de los procesos ya que esto ayuda a encontrar tiempos muertos, ociosos en los que se podría dar un mejor uso para mejorar la productividad de la línea de tanques.

## VIII REFERENCIAS

- Alpuche, R. (2004). *El impacto de la calidad total y la productividad en empresas de construcción* (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas de Puebla, Cholula, Puebla, México
- Álvarez-Pinilla, A. (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Madrid, España: Ediciones Pirámide.
- Banker, R., Charnes, A. & Cooper, E. (1984). Some models for estimating technical and scales inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Manage. Sci.* 30 (9), 1078 - 1092.
- Bohórquez, M. (2007). *Artículo sobre concepto de desempeño laboral con aportaciones de autores varios*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/172846241/Concepto-dedesempeno-laboral#scribd>
- Bonilla y Elsie. (2010). *Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas*. Perú: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Boxall, P. (1996). The strategic HRM debate and the resource-based view of the firm. *Human Resource Management Journal*, 6(3), 59-75.
- Cajamarca, D. (2015). Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia Bordados. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia.
- Camacho, F., Anderson, R., Safrit, A., Jones, A. & Hoffmann, P. (2006). The relationship between patient's perceived waiting time and office-based practice satisfaction. *N. C. Med Journal*, 67(6): 409-413.

- Castiblanco, E. (2004). *Problemática de los trabajadores de la construcción diagnóstico y estrategias de solución. Bogotá, Colombia* (Tesis de Maestría). Universidad de los Andes.
- Checa, P. (2014). Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa confecciones Sol. Universidad Privada del Norte. Perú.
- Checa, P. (2014). *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa Confecciones Sol. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.*
- Cordero, J. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. Una aplicación a la educación secundaria en España* (Tesis de Doctorado). Universidad de Extremadura, España.
- Curillo, M. (2014). Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Ecuador.
- Danatro, D. (1997). Ausentismo laboral de causa médica en una institución pública Montevideo. *Revista médica Uruguay, 13*, 101-109.
- Dávila, A. (2015). Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.
- Dávila, A.(2015). Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

- Estupiñan, A. (2005). *Diseño de indicadores de producción en la industria de alimentos de Barranquilla y Cartagena* (Tesis pregrado). Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.
- Farrell, M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *J. Royal Statistical Society. Series A General.* 3, 253 - 290.
- Fernández, I., González, A. y Puente, J. (1996). *Diseño y medición de trabajos.* Universidad de Oviedo, España.
- Fernández, S. (2006). *Estrategia de producción.* Madrid, España: Mc. Graw Hill.
- Fonseca, I. (2015). Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en "Muebles Fonseca". Universidad Nacional De Chimborazo. Ecuador.
- García, H. (2016). Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- García, R. (2009). *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo.* México: Mc Graw-Hill.
- Gonzales, E. (2004). *Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Servioptica LTDA.* Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia.
- Grubbstr, R. (1995). Modelling production opportunities. A historical overview R. W. Grubbstrom. *International Journal of Production Economics*, vol. 41.

- Heizer, J. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Education
- Hernández, R.; Fernández, C. & Baptista P. (2010). *Metodología de la investigación*. Interamericana editores, S.A. DE C.V. Editorial Mc. Graw Hill. Ed. Quinta. ISBN: 978-607-15-0291-9. México.
- Instituto Andaluz De Tecnología, (IAT). (2013). *Guía para una gestión basada en procesos*. Sevilla, España. Recuperado de <http://bit.ly/1oJPFB4>
- ISO 9000:2005 (2005). *Sistemas de gestión de la calidad-Fundamentos y vocabulario*, Ginebra, Suiza.
- Jimenez, R. (2004). Indicadores de calidad y eficiencia de los servicios hospitalarios. Una mirada actual. *Rev Cubana Salud Pública*, 30(1), 17-36. Recuperado de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol30\\_1\\_04/spu04104.pdf](http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol30_1_04/spu04104.pdf)
- Juez, P. (1995). *Instrumentos de análisis de la eficacia en el Sector Sanitario*. Universidad de Salamanca. Comunicación: Sesión C.1.
- Koskela, L. (2000). *An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*. Espoo, Finland: VTT Publications.
- Martínes, M. (2005). Diagramas: causa – efecto, Pareto y flujogramas. Elementos claves. *Gestiopolis*. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/recursos4/docs/ger/diagraca.htm>.
- Martínez, M. (1995). *El concepto de la productividad en el análisis económico*. México: México, Ed. Recuperado de: [www.redem.buap.mx/acrobat/eugenia1.pdf](http://www.redem.buap.mx/acrobat/eugenia1.pdf)

- Massip, C., Ortiz, R., & Llantá, M. (2008). La evaluación de la satisfacción en salud: un reto a la calidad. *Biblioteca virtual en salud Cuba*. La Habana, Cuba.
- Monzón, R. (2009). *Estimación de pérdidas de productividad laboral en compensación de costos en un proyecto de construcción de la provincia de Llanquihue* (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Morán G. & Alvarado, D. (2010). *Métodos de investigación*. Primera edición. Pearson educación, México.
- Niebel, B. W. (1990). *Ingeniería industrial: Métodos, tiempos y movimientos. Métodos, estudio de tiempos y pago de salarios*. México: Alfaomega.
- Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw-Hill Educación
- Norma, G. & Frazier, G. (1999). *Administración de producción y operaciones*. Brasil: Thompson editores.
- Ospina, J. (2016). Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate Lima, Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Perú.
- Park, H., Gardner, T., & Wright, P. (2004). HR practices or HR capabilities: which matters? Insights from the Asia Pacific region. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 42(3), 260.
- Pineda, A. (2005). *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- Ramírez, A., Ampa, I. & Ramírez K. (2007) .Tecnología de la investigación. Primera edición. Editorial Moshera SRL.
- Ramos, J. (2001). *Optimización de operaciones en la línea de producción para incrementar la productividad y disminuir el desperdicio* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Riofrio, M. (2012). *Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de serpentines de refrigeración en la empresa Confrina*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Riofrío, M. (2012). *Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de Serpentines de refrigeración en la empresa Confrina* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Riveros, C. (2005). *Indicadores de gestión en proyectos de construcción* (Tesis de pregrado) Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Rojas, C. (1998). *Indicadores de Gestión. Calidad & Excelencia*, 3, (14), p.16-23.
- Samaniego, C. (1998). *Absentismo, rotación y productividad. Introducción a la psicología del trabajo y las organizaciones*. Madrid. España: Ediciones pirámide.
- Shewhart, W. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. New York, United States: Van Nostrand.
- Tejero, J. (2013). *Aplicación de productividad a una empresa de servicios*. Universidad de Piura. Perú.

Tricoti, G. (2015). *¿Cómo definen el aporte de la gestión del desempeño a la rentabilidad del negocio, empresas de tecnología en Colombia?* (Tesis de Maestría). Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Ulco, C. (2015). *Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias ART PRINT.* Universidad Cesar Vallejo. Perú.

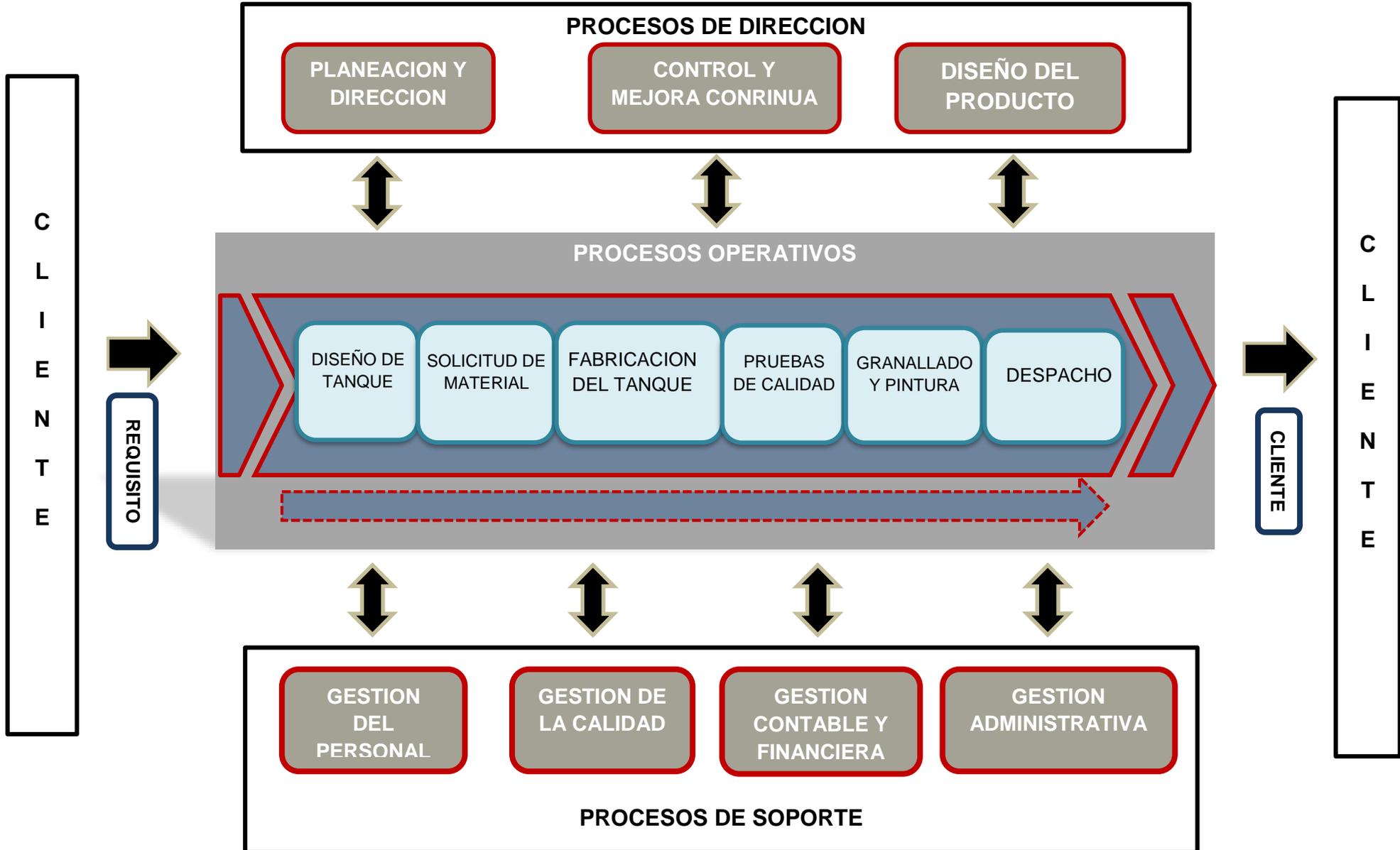
Ulco, C. (2015). *Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias Art Print.* Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

Vásquez, Oscar. 2011. Un mundo de publicaciones. ISSU Recuperado de [http://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier\\_a\\_de\\_m\\_todos](http://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier_a_de_m_todos).

Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer s.r.l. Contratistas Generales, Arequipa 2016* (Tesis de pregrado). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Pe

**IX ANEXOS**

- Mapa de proceso



- DAP inicial de la fabricación de tanque (pre test)

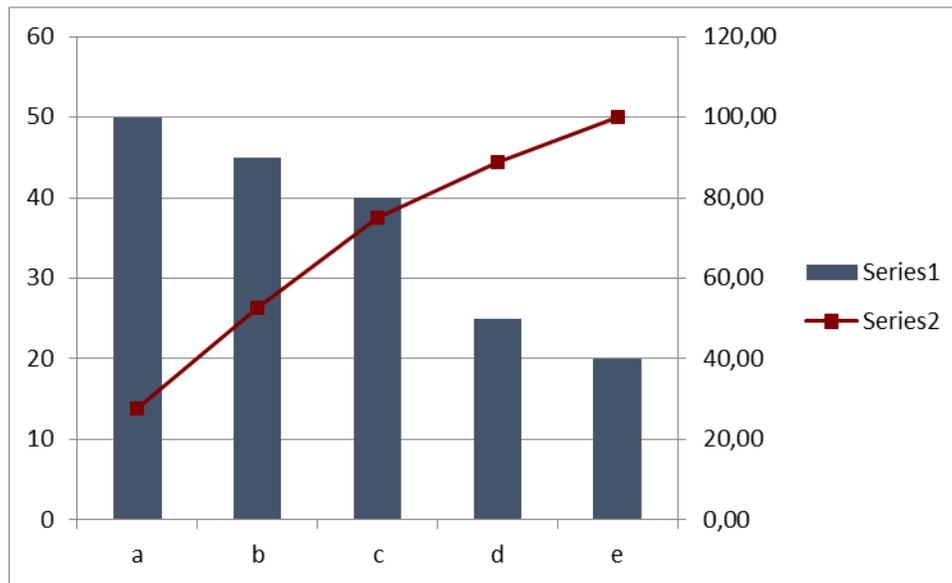


**HEAP LEACHING CONSULTING S.A.C.**  
Ingeniería y Construcción

		REGISTRO 1 - ING. METODOS					RESUMEN					
		PRE TEST					ACTIVIDAD	PRE TEST	POST TEST			
		POST TEST					operación ●	11				
							inspeccion ■	6				
							transporte →	8				
							demora ●	2				
							almacenamiento ▼	1				
							distancia(m)					
							TIEMPO (min)	8280				
		Fecha de elaboracion										
ITEM	ACTIVIDAD	SIMBOLO					DISTANCIA	CANTIDAD	TIEMPO		VALOR	
		OPERACIÓN	INSPECCION	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACEN			(MIN)	SI	NO	
1	Diseño del tanque	●							1440	x		
2	Entrega de diseño y requerimientos	●							120	x		
3	Recepción de material.	●							60	x		
4	Verificación de material.		■						60	x		
5	Se dirige a zona de corte			→					60	x		
6	Corte de planchas	●							240	x		
7	Habilitado de planchas	●							300	x		
8	Se dirige a zona de rolado			→					60	x		
9	Rolado de planchas	●							540	x		
10	Es llevado a zona de armado			→					60	x		
11	Armado de fondo del tanque	●							240	x		
12	Se dirige al sodeo			→					60	x		
13	Sodeo de fondo de tanque	●							540	x		
14	se lleva para el armado del casco			→					60	x		
15	Armado de casco de tanque	●				●			1620	x		
16	Armado de accesorios del tanque (Manhol, anillo de rigidez y conexiones)	●				●			800	x		
17	Soldeo de accesorios del tanque	●							820	x		
18	Se dirige a la zona de calidad			→					60	x		
19	Control dimensional al tanque		■						300	x		
20	Pruebas de calidad.		■						240	x		
21	Pruebas neumaticas		■						200	x		
22	pruebas de Vacio		■						340	x		
23	Pruebas de estanquiedad		■						540	x		
24	Se dirige a zona de Granallado			→					60	x		
25	Granallado del tanque	●							600	x		
26	Se dirige a zona de pintura			→					60	x		
27	Pintado del tanque	●							300	x		
28	Entrega de tanque 6,5 Tn.								60	x		
<b>TOTAL</b>		11	6	8	2	1		1	8280	26	0	

- Diagrama de Pareto

	PROBLEMA	INCIDENCIA	%	ACUMULADO
a	tiempo muerto en entrega de materiales	50	27,78	27,78
b	tiempo muerto en espera de montacarga	45	25,00	52,78
c	equipo defectuoso	40	22,22	75,00
d	consumibles que no llegan a tiempo	25	13,89	88,89
e	planos de fabricación con errores	20	11,11	100,00
TOTAL		180		



En Heap Leachin Consulting .Se han identificado entre otros factores que influyen en una determinada baja productividad industrial de la planta, e influyendo a la vez de que no se llegue a aumentar la capacidad de la planta, siendo los principales problemas los siguientes:

**1. Tiempo muerto en entrega de materiales:** El personal espera aproximadamente 1 hora que se le entregue la materia prima para realizar su trabajo, dado que no se ha dado un buen almacenamiento es dificultoso entregarlo de manera rápida.

En más de una oportunidad se convierte dificultoso el tener que fabricar un equipo o un tanque a destiempo, dos o tres días después de la fecha de inicio sin correr la fecha de entrega, muchas veces se tiene que recuperar con turnos nocturnos.

**2. Tiempo muerto en espera de montacarga:** Dado que la empresa no cuenta con puente grúa, y dada la alta demanda de trabajo, solo cuenta con un montacarga y es difícil satisfacer a todos los grupos de trabajo por lo que hay momentos que tienen que esperar cuadrillas a otras que terminen su trabajo.

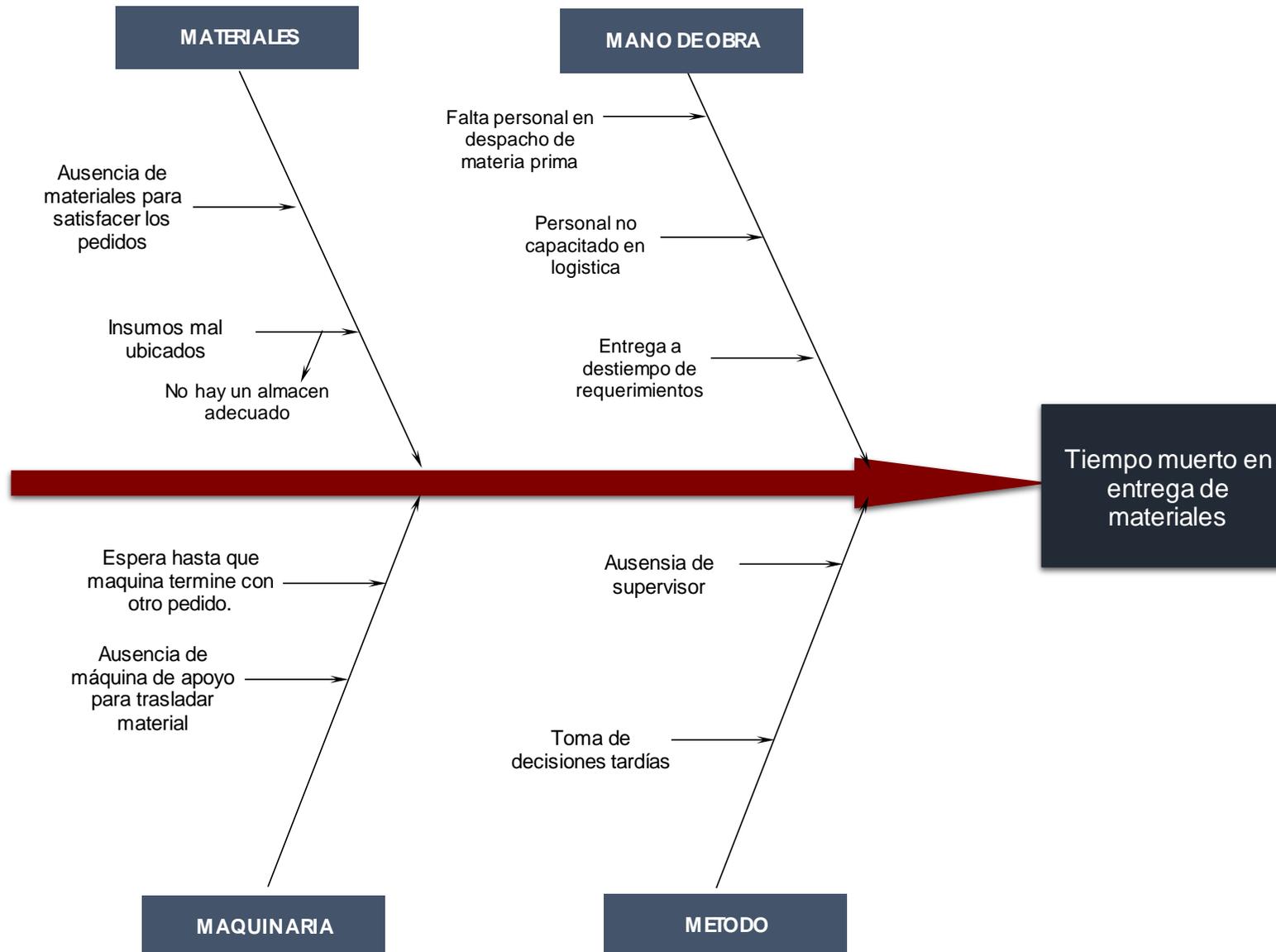
**3. Equipo defectuoso:** Es determinante en el sistema productivo trabajar con equipos en buen estado (máquinas de soldar, amoladoras, taladros, turbinetas, roladoras), el tener que esperar que el electricista repare el equipo es ya un retraso para quien está usando el equipo.

**4. Consumibles que no llegan a tiempo:** En más de una oportunidad se tiene material y los planos y no se puede empezar a fabricar porque no viene los consumibles a tiempo, paralizando la fabricación.

**5. Planos de fabricación con errores:** En reiteradas veces se tiene que hacer consultas innecesarias dadas que han llegado planos con errores paralizando la fabricación mientras la consulta sea absuelta.

Debido a esto los tiempos programados no se llegan a cumplir en cuanto a la entrega de tanques fabricados; por ende se tienden a exceder los tiempos de programación, y en el proceso de obtención de tanques de alta calidad, sin haberse simplificado los principales procesos/procedimientos de fabricación, se tienden a generar productos de tanques defectuosos aunque en cantidad limitada.

- Diagrama de Ishikawa



- DAP final de la fabricación de tanque



		REGISTRO 1 - ING. METODOS					RESUMEN				
		PRE TEST					ACTIVIDAD	PRE TEST	POST TEST		
		POST TEST					operación ●	11	11		
							inspeccion ■	6	6		
							transporte →	8	8		
							demora ●	2	2		
							almacenamiento ▼	1	1		
Puesto de trabajo:							distancia(m)				
Actividades:							TIEMPO (min)	8280	7830		
Lugar:		Fecha de elaboracion									
Operario:											
Elaborado por :											
ITEM	ACTIVIDAD	SIMBOLO					DISTANCIA	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)	VALOR	
		OPERACIÓN	INSPECCION	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACEN				SI	NO
1	Recepción de material.	●							60	x	
2	Verificación de material.		■						60	x	
3	Se dirige a zona de corte			→					10	x	
4	Corte de planchas	●							240	x	
5	Habilitado de planchas	●							300	x	
6	Se dirige a zona de rolado			→					10	x	
7	Rolado de planchas	●							540	x	
8	Es llevado a zona de armado			→					10	x	
9	Armado de fondo del tanque	●							240	x	
10	Se dirige al sodeo			→					10	x	
11	Sodeo de fondo de tanque	●							540	x	
12	se lleva para el armado del casco			→					10	x	
13	Armado de casco de tanque	●				●			1620	x	
14	Armado de accesorios del tanque (Manhol, anillo de rigidez y conexiones)	●				●			800	x	
15	Soldeo de accesorios del tanque	●							820	x	
16	Se dirige a la zona de calidad			→					10	x	
17	Control dimencional al tanque		■						300	x	
18	Pruebas de calidad.		■						240	x	
19	Pruebas neumaticas		■						200	x	
20	pruebas de Vacio		■						340	x	
21	Pruebas de estanquiedad		■						540	x	
22	Se dirige a zona de Granallado			→					10	x	
23	Granallado del tanque	●							600	x	
24	Se dirige a zona de pintura			→					10	x	
25	Pintado del tanque	●							300	x	
26	Entrega de tanque 6,5 Tn.								10	x	
<b>TOTAL</b>		11	6	8	2	1		1	7830	26	0

## Resumen

Se ha identificado algunos factores que determinan la baja productividad de la planta y e influyen que no aumente la capacidad de la planta.

- Tiempo muerto en espera en la entrega de materiales. El personal espera aproximadamente 1 hora que se le entregue la materia prima para realizar su trabajo, dado que no se ha dado un buen almacenamiento es dificultoso entregarlo de manera rápida.
- Tiempo muerto en espera de montacarga. Dado que la, empresa no cuenta con puente grúa, y dada la alta demanda de trabajo, solo cuenta con un montacarga y es difícil satisfacer a todos los grupos de trabajo por lo que hay momentos que tienen que esperar cuadrillas a otras que terminen su trabajo.
- Materiales no llegan a tiempo. En más de una oportunidad se convierte dificultoso el tener que fabricar un equipo o un tanque a destiempo, dos o tres días después de la fecha de inicio sin correr la fecha de entrega, muchas veces se tiene que recuperar con turnos nocturnos.
- Consumibles que no llegan a tiempo. En más de una oportunidad se tiene material y los planos y no se puede empezar a fabricar porque no viene los consumibles a tiempo, paralizando la fabricación.
- Planos de fabricación con errores. En reiteradas veces se tiene que hacer consultas innecesarias dadas que han llegado planos con errores paralizando la fabricación mientras la consulta sea absuelta.
- Equipos defectuosos y en mal estado. Es determinante en el sistema productivo trabajar con equipos en buen estado (máquinas de soldar, amoladoras, taladros, turbinetas, roladoras), el tener que esperar que el electricista repare el equipo es ya un retraso para quien está usando el equipo.

Como consecuencia de los tiempos muertos que se tiene en la fabricación de tanques podemos mencionar

- Esfuerzo y fatiga del personal innecesaria. Dado que el plazo de entrega del tanque o equipo no puede correrse se tiene que recuperar muchas veces con sobretiempos por lo que es fatigado para el personal trabajar fuera de horario de trabajo.
- Aumento de costo de fabricación por sobretiempos dominicales. Con el fin de recuperar el tiempo perdido dado que la fecha plazo no puede correrse se tiene que trabajar sobretiempos, dominicales aumentando el costo de fabricación.
- Incumplimiento en plazo de entrega de los equipos. consecuencia del tiempo muerto mencionado no se cumple con el plazo de entrega según cronograma, dando mala imagen con el cliente, lo quien trae consecuencia en futuras licitaciones.
- Aumento innecesario de personal. Con el fin de recuperar el tiempo perdido en más de una oportunidad se tiene que contratar mayor personal, lo cual se puede evitar optimizando tiempos de fabricación.

- Baja calidad de fabricación de equipos. Como consecuencia de la intención de recuperar el tiempo perdido en fabricación se intenta recuperar acelerando la secuencia de trabajos poniendo en riesgo la calidad, aumentando el riesgo que se fabrique el equipo defectuoso.

<i>CUADRILLAS</i>	<i>OPERARIOS</i>	<i>OFICIALES</i>	<i>AYUDANTES</i>	<i>SOLDADOR</i>	<i>TOTAL</i>
<i>CUDRILLAS 1</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>3.0</i>	<i>1.0</i>	<i>7.0</i>
<i>CUDRILLAS 2</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>3.0</i>	<i>1.0</i>	<i>7.0</i>
<i>CUDRILLAS 3</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.0</i>	<i>6.0</i>
<i>CUDRILLAS 4</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>3.0</i>	<i>1.0</i>	<i>7.0</i>
<i>CUDRILLAS 5</i>	<i>1.0</i>	<i>3.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.0</i>	<i>7.0</i>
<i>CUDRILLAS 6</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>3.0</i>	<i>1.0</i>	<i>7.0</i>
<i>CUDRILLAS 7</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>3.0</i>	<i>1.0</i>	<i>7.0</i>
<i>CUDRILLAS 8</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.0</i>	<i>6.0</i>

TEST INICIAL

CANT. DE TANQUES		PESO PRODUCIDO		DIAS	HORAS HOMBRE	RENDIMIENTO		PRODUCCIÓN	
6.0	und	24000	kg	7	3024	7.94	Kg/hh	3428.57	Kg/día

TEST FINAL

CANT. DE TANQUES		PESO PRODUCIDO		DIAS	HORAS HOMBRE	RENDIMIENTO		PRODUCCIÓN	
6.6	und	26400	kg	7	3116	8.47	Kg/hh	3660.08	Kg/día

Con la implementación de la ingeniería de métodos se logró incrementar en un 6.75% la productividad; estandarizando los métodos a través de procedimientos escritos de trabajo y optimizando los tiempos muertos descritos anteriormente.