



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**“APLICACIÓN DE LA INGENIERIA DE METODOS PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS OPERACIONES DE UNA
EMPRESA QUE PRODUCE CONCRETO PRE MEZCLADO EN LA
CIUDAD DE LIMA.”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jorge Luis Cortez Alache

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

Asesor:

Mg. Ing. Jose Carlos Lira Guzman

Lima – Perú

2018

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de tesis desarrollado por el (la) Bachiller **Kelvin Gregory Gastelo Gastelo y Jorge Luis Cortez Alache**, denominada:

**"APLICACIÓN DE LA INGENIERIA DE METODOS PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LAS OPERACIONES DE UNA EMPRESA QUE PRODUCE
CONCRETO PRE MEZCLADO EN LA CIUDAD DE LIMA."**

Ing. José Carlos Lira Guzmán

ASESOR

Ing. Ulises Piscocoya Silva

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Anaya Raymundo Mario

JURADO

Ing. Vega Rivera Gerson

JURADO

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mi novia por el apoyo incondicional a lo largo de la carrera. A mi hija por su paciencia, comprensión y mucha alegría ha permitido que yo llegue a esta etapa. A mi hermano por los consejos y el gran ejemplo de una persona trabajadora. A mis compañeros de estudios por el gran equipo que formamos ha permitido llegar hasta el final del camino. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

Dedicado a mi familia, por el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria, por sus palabras de motivación en los momentos difíciles.

Jorge Luis Cortez Alache

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres Ricardo y Zoila, que con su demostración de padres ejemplares me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi novia Josselyne por ayudarme a dar este paso tan importante y darme todo su apoyo incondicional a lo largo de la carrera.

A mi hija Charlotte que con su paciencia, comprensión y toda su alegría me han dado fuerzas de seguir adelante en este arduo camino.

A mi hermano Jorge Adan por el ejemplo de cómo conseguir las cosas a base de esfuerzo y mucho trabajo.

A mi asesor José Carlos Lira Guzmán por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

Agradezco a Dios por ser el faro que ilumina mi vida, por la fortaleza en las horas difíciles y por ser siempre el camino de perseverancia.

A mis docentes de la Universidad Privada del Norte, por su incondicional apoyo a lo largo de mi carrera universitaria, por ser consejeros y sobre todo por brindarme herramientas para mi crecimiento académico y profesional.

A nuestro asesor de proyecto de tesis, el Ing. José Carlos Lira Guzmán, por su apoyo y dedicación para la materialización de nuestra investigación.

Jorge Luis Cortez Alache

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1.	INTRODUCCIÓN	14
1.1.	Antecedentes	14
a.	<i>Breve descripción histórica del concreto como material de la construcción.</i>	14
b.	<i>En el Peru</i>	15
c.	<i>Misión</i>	16
d.	<i>Visión</i>	16
e.	<i>Indicadores de producción de cemento</i>	16
f.	<i>Los principales proveedores de cemento</i>	20
d.	<i>Principales productos de la empresa</i>	22
e.	<i>Mapeo del proceso de la empresa que produce concreto premezclado .</i>	28
1.2.	Realidad Problemática	30
1.3.	Formulación del Problema	31
1.3.1.	<i>Problema General</i>	31
1.3.2.	<i>Problema Específico</i>	31
1.4.	Justificación	31
1.4.1.	<i>Justificación Teórica</i>	31
1.4.2.	<i>Justificación Práctica</i>	31
1.5.	Objetivo	32
1.5.1.	<i>Objetivo General</i>	32
1.5.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	32
CAPÍTULO 2.	MARCO TEÓRICO	33
2.1.	Antecedentes	33
2.1.1.	<i>En el ámbito nacional</i>	33
2.1.2.	<i>En el ámbito Internacional</i>	34

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

2.2.	Bases Teóricas	36
2.2.1.	<i>La Doctrina de la Administración de la Producción</i>	36
2.2.2.	<i>Producción</i>	36
2.2.3.	<i>Administración</i>	37
2.2.4.	<i>Administración de operaciones o producción</i>	37
2.2.5.	<i>El objetivo de la Administración de la Producción</i>	38
2.2.6.	<i>El Alcance de la Administración de Operaciones</i>	39
2.2.7.	<i>Enfoque del proceso de producción</i>	39
2.2.8.	<i>Diagrama de Recorrido (DR)</i>	40
2.2.9.	<i>Optimización de Procesos</i>	40
2.2.10.	<i>Productividad</i>	41
2.2.11.	<i>Diagrama Causa Efecto</i>	43
2.2.12.	<i>Diagrama de Pareto</i>	44
2.2.13.	<i>Concreto Premezclado</i>	45
2.2.14.	<i>Estudio de métodos y selección de trabajos</i>	48
2.2.15.	<i>Estudio de tiempos</i>	49
2.3.	Delinición de términos básicos	52
CAPÍTULO 3.	DESARROLLO	55
3.1.	Descripción de la situación actual	55
3.1.1.	<i>Justificación</i>	55
3.2.	Situación encontrada que dará lugar a la mejora.	55
3.2.1.	<i>Consecuencias por los problemas en la organización.</i>	55
3.3.	Desarrollo del objetivo 1	56
3.3.1.	<i>Diagrama De Ishikawa Por Fenómenos</i>	56
3.3.2.	<i>Matriz causa - efecto por fenómenos</i>	57
3.3.3.	<i>Tabla de distribución por fenómenos.....</i>	57
3.3.4.	<i>Diagrama de Ishikawa por Hechos</i>	59
3.3.5.	<i>Matriz causa - efecto por hechos</i>	60
3.3.6.	<i>Tabla de distribución del Diagrama de Pareto por Hechos.</i>	60
3.4.	Desarrollo del objetivo 2.....	62

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

3.4.1.	<i>Diagrama de operaciones del proceso.</i>	62
3.4.2.	<i>Índice de la productividad de la planta en el mes de Junio</i>	64
3.4.3.	<i>Propuesta de mejora para el proceso de producción de concreto</i>	64
3.4.4.	<i>Diagrama de análisis del proceso propuesto.</i>	66
3.4.5.	<i>Índice de la productividad de la planta con la mejora del proceso</i>	67
3.5.	Desarrollo del objetivo 3	67
3.5.1.	<i>Costo de la mejora</i>	67
3.5.2.	<i>Demanda insatisfecha</i>	68
3.5.3.	<i>Valorización de la demanda insatisfecha</i>	68
3.5.4.	<i>Flujo de caja de la mejora propuesta.</i>	69
3.5.5.	<i>Periodo de recuperación de la inversión</i>	70
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS	71
4.1.	CONCLUSIONES.....	73
4.2.	RECOMENDACIONES	74
4.3.	BIBLIOGRAFÍA	75

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Despacho Nacional Acumulado de Cemento	17
Figura N° 2. Producción de cemento mensual	18
<i>Figura N° 3. Despacho Nacional de Cemento</i>	<i>19</i>
Figura N° 4. Imagen empresa Unacem.	20
Figura N° 5 Imagen empresa Química Suiza.	21
<i>Figura N° 6. Imagen empresa Química Suiza</i>	<i>22</i>
Figura N° 7 Concreto unibase	22
Figura N° 8. Ficha técnica concreto unibase.....	23
Figura N° 9 Concreto Uniplaca	24
Figura N° 10. Ficha técnica concreto uniplaca	25
Figura N° 11. Concreto unitecho	26
Figura N° 12 Ficha técnica concreto unitecho.....	27
Figura N° 13. Mapeo del Proceso	28
Figura N° 14. Como se descompone el tiempo de trabajo.	43
Figura N° 15 Diagrama de Ishikawa	44
Figura N° 16 Diagrama de Pareto	45
Figura N° 17 Estudio de tiempos.....	49
Figura N° 18 Cronometro de minuto decimal	50
Figura N° 19 Cronometro electrónico	50
Figura N° 20 Tablero para formulario de estudio de tiempos tipo corriente	51
Figura N° 21 Tablero para formulario de estudio de tiempos de ciclo breve	51
Figura N° 22. Diagrama de Ishikawa Causa y Efecto	56
Figura N° 23 Diagrama de Ishikawa por Hechos	59
Figura N° 24 Diagrama de Pareto por Hechos.....	61
Figura N° 25 Diagrama de Operaciones DOP	62
Figura N° 26 Diagrama de Análisis del Proceso Actual	63
Figura N° 27 Implementación del Silo	65
Figura N° 28 Implementación de la Balanza	65
Figura N° 29 Diagrama de Análisis del Proceso Propuesto	66
Figura N° 30 Comparativo de la productividad	71
Figura N° 31 <i>Mejoras obtenidas en el proceso</i>	<i>72</i>

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	57
Tabla 2	57
Tabla 3	60
Tabla 4	60
Tabla 5	61
Tabla 6	64
Tabla 7	67
Tabla 8	67
Tabla 9	68
Tabla 10	70
Tabla 11	72

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo n.º 1 Matriz de consistencia	77
Anexo n.º 2 Diagrama de Gantt	78
Anexo n.º 3 Formulario general de estudios de tiempos (primera hoja)	79
Anexo n.º 4 Formulario general de estudios de tiempo (segunda hoja)	80
Anexo n.º 5 Formulario general de estudios para ciclo breve	81
Anexo n.º 6 Formulario de estudio para ciclo breve (anverso)	82
Anexo n.º 7 Formulario de estudio para ciclo breve (reverso)	83
Anexo n.º 8 Hoja de resumen de estudio	84
Anexo n.º 9 Hoja de análisis de estudios	85
Anexo n.º 10 Ficha Técnica del Silo.....	86
Anexo n.º 11 Ficha Técnica de la balanza	87

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

RESUMEN

Este trabajo de tesis se elaboró con el fin de analizar y evaluar la mejora de procesos en la producción de concreto premezclado, empleando la Ingeniería de Métodos para incrementando la capacidad de planta y productividad, aprovechando la demanda insatisfecha que existe actualmente.

Se inició levantando información acerca de los tiempos de espera para continuar con el proceso de producción en el último año, evidenciando paradas de producción, por abastecimiento de cemento cuando el proveedor no cumple con los tiempos de entrega, también se evidencio que se genera tiempos muertos en el proceso al requerir realizar doble pesaje de agregados ya que la balanza al ser de menor capacidad duplica el tiempo de carguío a 12 minutos, asimismo la falta de compartimento en la tolva de planta para cargar diseños que utilizan piedra huso # 89 genera tiempo muerto al requerir destolvar el compartimento que utiliza piedra huso # 56.

Con la aplicación de la ingeniería de métodos Se logró evidenciar que se pueden optimizar los costos de producción de la planta, implementando un silo para el almacenamiento de cemento y aumentando la capacidad de la balanza para pesar los agregados, los cuales ayudaran a disminuir los costos directos en la fabricación de concreto premezclado, adicional se minimizó a la vez las paradas de planta en plena producción.

Se logró identificar los principales cuellos de botella del proceso de producción y diseñar un diagnóstico de mejora de los procedimientos dentro del área de producción de la empresa.

Se consiguió plantear el costo de la implementación de la mejora, con la adquisición de un silo y la balanza, que permitirán la reducción de los costos e incrementaran la capacidad de producción de la planta de producción.

Se cuantifico el costo-beneficio de la implementación de la mejora en las operaciones de la empresa.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

ABSTRACT

This research work was carried out with the purpose of analyzing and evaluating the improvement of the processes in the production of ready-mixed concrete, using Process Engineering to increase plant capacity and productivity, taking advantage of the unsatisfied demand that currently exists.

Information is needed on the waiting times for the production process in the last year, production tests, for the supply of cement when the supplier does not comply with the delivery times, it is also evident that downtime is the process it is necessary to double load the aggregate files that the balance to be of less capacity doubles the load time to 12 minutes, also the lack of compartment in the load plant to load the designs that uses the stone spindle # 89 generates time dead when requiring to destolvar the compartment that use spindle stone # 56.

With the application of method engineering, it was possible to demonstrate that the production costs of the plant can be optimized, by implementing a silo for the storage of cement and increasing the capacity of the balance to weigh the aggregates, which helps to reduce costs the directors in the manufacture of ready-mix concrete, additionally the plant shutdowns in full production were minimized at the same time.

It was possible to identify the main bottlenecks of the production process and design a diagnosis to improve procedures within the production area of the company.

It was possible to raise the cost of the implementation of the improvement, with the acquisition of a silo and the balance, which will allow the reduction of costs and increase the production capacity of the production plant.

The cost-benefit of the implementation of the improvement in the operations of the company was quantified.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

a. Breve descripción histórica del concreto como material de la construcción.

De acuerdo con algunas investigaciones, los hallazgos más antiguos de los que se tiene conocimiento sobre el uso de la mezcla cementantes datan de los años 7000 y 6000 a. C. cuando en las regiones de Israel y la antigua Yugoslavia respectivamente, se encontraron huellas de los primeros pisos de concreto a partir de calizas calcinadas.

Posteriormente, cerca al año 2500 a. C. se emplearon mezclas de calizas y esos calcinados para pegarlos grandes bloques de piedra que se utilizaron para la construcción de las pirámides de Giza en Egipto

En el año 1950 a. C. se emplearon mezclas similares para rellenar muros de piedra, así se construyó el mural de Tebas en Egipto años después estas mezclas empezaron a ser utilizados como material estructural.

En el Mediterráneo occidental, cerca al año 500 a. C. los antiguos griegos adoptaron el arte de hacer concreto y más tarde, en el año 300 a. C. la civilización romana copio algunas técnicas para construir varias de sus obras, entre ellas el Foro Romano.

En 1835, se empleó por primera vez el concreto a gran escala para la construcción de muros, tejas, marcos de ventana y trabajos de decoración una edificación para vivienda Swanscombe (Inglaterra).

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

En Francia en 1887 fue desarrollado el primer cemento blanco y en Estados Unidos, en 1903 fue perfeccionado logrando un portland blanco de mayor calidad.

A través de los últimos cien años, el concreto ha jugado un papel importante en la historia, convirtiéndose en el conglomerante más económico y versátil empleado para la construcción de Colombia y el mundo.

b. En el Peru

El cemento es uno de los productos de mayor trascendencia que el hombre ha producido. Sus antecedentes en el Peru se remontan a 1916, año en que se da inicio a sus fabricación a través de la Compañía Peruana de cemento Portland, que inicia sus operaciones en esa fecha como predecesora de cemento Lima S.A.

La primera planta de producción, de producción, denominada Maravillas, estaba ubicada en las proximidades del cemento Presbítero Maestro, en Lima. Para ese entonces, la materia prima era transportada desde las canteras de Atocongo, a 20 Km. Al sur de la ciudad de Lima.

En 1937 se inicia la fabricación del Clinker (producto intermedio entre la materia prima – piedra caliza – y el cemento)

El concreto, desde épocas primitivas, ha sido un material muy utilizado en la construcción de viviendas, edificaciones, obras de infraestructura, etc., es por eso que hoy en día está considerado como el material más utilizado a nivel mundial en la industria de la construcción, ya que puede adaptarse a una gran cantidad de formas para la elaboración de cualquier elemento hecho a base de concreto.

El concreto es un material que debe brindar características de trabajabilidad, resistencia a la compresión, durabilidad, resistencia al desgaste, lo cual en muchos casos un concreto sin aditivos no podrá satisfacer todas estas cualidades; es ahí donde entran los aditivos para brindarle al concreto todas aquellas características que un concreto "convencional" no puede satisfacer.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

c. Misión

"Hoy en día las empresas del rubro cementero buscan tener valor sostenible en el tiempo para un grupo de interés, siendo este un producto de soluciones de alto desempeño para el rubro de la construcción, minería y otros sectores.

d. Visión

"Hoy en día las empresas buscan sostenibilidad en la generación de valor, liderando los mercados donde este producto es utilizado.

e. Indicadores de producción de cemento

Según el diario Gestión (2017). La producción de cemento crecería 5% en el segundo semestre del 2017 esto impulsara el crecimiento de la producción de cemento para este año hasta 1.5%, proyecto el gremio de empresas cementeras.

Pese a que los últimos 12 meses la producción de cemento ha caído 5.5%, la reconstrucción tras El Niño Costero y de los megaproyectos de infraestructura impulsarían un repunte en el consumo de cemento.

El segundo semestre del 2017 la producción de cemento podría llegar a 5%, aunque no nos llevará a niveles anteriores de crecimiento", señaló **Carlos Ferraro** director ejecutivo de Asocem.

Desde el 2013 hasta este año (proyectado), la capacidad instalada de la industria cementera se incrementó de 14.7 millones de toneladas métricas hasta 17.9 millones de toneladas. "Todos los factores de industria son a la baja, pese a que la capacidad instalada de la industria está preparada para la demanda", explicó Ferraro.

No obstante, la demanda se ha contraído. "Los niveles de consumo están a la mitad, pero las posibilidades están. Esto nos llevaría a terminar el 2017 con un crecimiento de la producción de cemento de entre 1% y 1,5%" comento.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

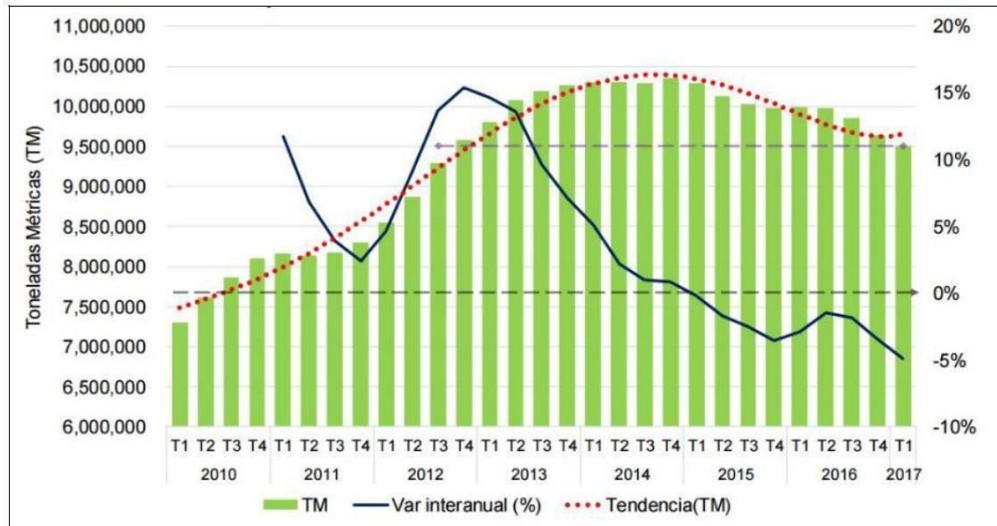


Figura N° 1. Despacho Nacional Acumulado de Cemento

Fuente: Diario Gestión (2017).

Según Diario Gestión (2018), manifestó que el mercado del cemento empieza el año 2018 con el pie derecho, ¿qué resultados obtuvo? La Asociación de Productores de Cemento (Asocem) reportó resultados positivos en sus principales indicadores durante enero del 2018, luego que el año pasado se tuvo un descenso acumulado de 1% en promedio.

En enero del 2018, la producción de cemento registró un total de 802,00 toneladas métricas (TM), lo que significó un aumento de 0.2% respecto al nivel obtenido en enero del 2017.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

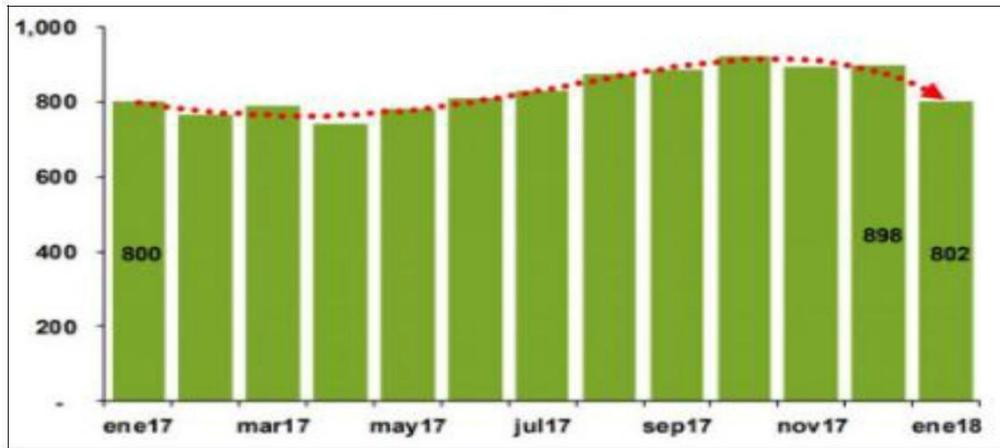


Figura N° 2. Producción de cemento mensual

Fuente: Diario Gestión 2018

Sin embargo, la producción de enero del presente año muestra un descenso de 10.7% respecto al nivel registrado en diciembre del 2017.

Por su parte, el despacho nacional de cemento ascendió a 798,000 TM en enero del presente año, lo cual supera en 3.9% a los 767,000 TM reportados en similar mes del año pasado.

El resultado de enero del 2018 es menor en 5.6% al obtenido en diciembre del año pasado.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

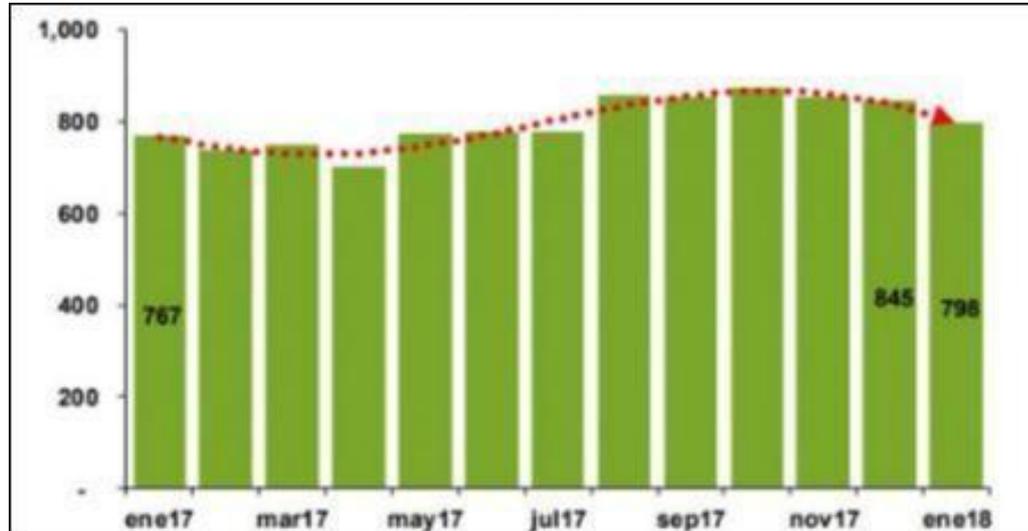


Figura N° 3. Despacho Nacional de Cemento

Fuente: Diario Gestión 2018

Mientras que el despacho total de cemento, que incluye las exportaciones, alcanzó los 827,000 TM, resultado es 4% mayor al de enero del 2017 y 5.5% menor al de diciembre.

“Desde el mes de junio del 2017, el despacho nacional de cemento mantiene una tasa de crecimiento”, indicó el gremio cementero.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

f. Los principales proveedores de cemento.

Unacem

Unión Andina de Cementos (UNACEM) es la fusión de Cementos Lima y Cemento Andino. Por más de 60 años contribuye al desarrollo de la infraestructura del país, suministrando cementos y servicios de gran calidad, respetando el medio ambiente y retribuyendo a nuestra comunidad.



Figura N° 4. Imagen empresa Unacem.

Fuente: Empresa del proveedor

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

Química suiza

Respaldo por 73 años de experiencia en el mercado, Química Suiza Industrial (QSI) es una empresa internacional que forma parte del Holding QUICORP, la cual tiene una destacada participación a nivel latinoamericano con operaciones en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y República Dominicana. Con una estructura flexible e innovadora, QSI representa a empresas de categoría mundial y ha podido generar marcas propias. Cuenta con modernos laboratorios de investigación y desarrollo



Figura N° 5 Imagen empresa Química Suiza.

Fuente: Empresa del proveedor

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

Cantera de agregados

Ubicada en la zona sur de lima en el distrito de Lurín, cuenta con agregados para la construcción de alta calidad y garantía. Brindando seguridad y valor agregado a nuestros clientes.



Figura N° 6. Imagen empresa Química Suiza
Fuente: Empresa del proveedor de agregados.

d. Principales productos de la empresa

UNIBASE

Concreto premezclado diseñado para bases, pedestales, cimientos y zapatas.



Figura N° 7 Concreto unibase
Fuente: Empresa que produce concreto premezclado.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

**¡ RAPIDEZ
QUE AHORRA !**



CARACTERÍSTICAS Y DESEMPEÑO	
RESISTENCIA	140, 175 y 210 kg/cm ²
CEMENTO	Tipo I (ASTM C-150) de UNACEM y NTP 334.009
ADITIVOS	Aditivos de última generación que garantizan un óptimo desempeño.
AGREGADOS	Canteras propias que garantizan la calidad de los productos, según los estándares vigentes (ASTM C33 y NTP 400.037).
CONSISTENCIA	Concreto bombeable. Su mayor fluidez inicial permite mayor trabajabilidad.
TIEMPO DE COLOCACIÓN Y VIBRADO	Al iniciar el vaciado en el momento que llega el mixer, la mayor trabajabilidad inicial del concreto permite reducir los tiempos de colocación y vibrado.
VIDA ÚTIL EN ESTADO FRESCO	2.5 horas.
TIEMPO DE FRAGUADO, DEENCOFRADO Y ACABADO	Similar al concreto convencional.



PRECAUCIONES

- Para garantizar un óptimo resultado, se deben cumplir las normas referentes a la colocación, compactación y curado del concreto.
- Cualquier adición en obra de agua, cemento o aditivo, alterará el diseño del concreto y puede ser perjudicial para su calidad.
- En caso de demora en obra, si la mezcla ya inició el proceso de fraguado, no se puede utilizar, mezclar o vibrar el concreto.

RECOMENDACIONES

VACIADO

- Para mejorar los tiempos de colocado y compactado, tener disponible al personal y equipos necesarios cuando llegue el mixer a obra.
- Colocar el concreto evitando alturas de caída libre superiores a los 2.5 m. Emplear ventanas de vaciado en caso de tener alturas mayores.

VIBRADO

- Para compactar adecuadamente el concreto durante el vaciado, emplear vibradores de inmersión (de aguja) o de contacto (de encofrado o reglas).
- Dar el acabado requerido a la superficie.

CURADO

- Considerar que todo proceso de curado, especialmente en las primeras edades, trae como consecuencia mayor hidratación del cemento que garantiza la resistencia y durabilidad requerida, evitando además fisuras por las contracciones plásticas por secado.
- Para proteger el concreto y obtener mejores resultados, iniciar el curado cuando la superficie empiece a perder su brillo y se tome opaca.
- Realizar el curado por un período mínimo de 7 días, tal como lo especifican los

Figura N° 8. Ficha técnica concreto unibase

Fuente: Empresa que produce concreto premezclado.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

UNIPLACA

Concreto premezclado con mayor fluidez inicial que permite una mayor trabajabilidad y velocidad de colocación. Cumple con los requisitos del Reglamento Nacional de Edificaciones y el código ACI 318-14. Diseñado para muros y elementos verticales.



Figura N° 9 Concreto Uniplaca

Fuente: Empresa que produce concreto premezclado.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

**¡ RAPIDEZ
QUE AHORRA !**

UNIPLACA

CARACTERÍSTICAS Y DESEMPEÑO	
RESISTENCIA	175, 210 y 280 kg/cm ²
CEMENTO	Tipo I (ASTM C-150) de UNACEM y NTP 334.009
ADITIVOS	Aditivos de última generación que garantizan un óptimo desempeño.
AGREGADOS	Canteras propias que garantizan la calidad de los productos, según los estándares vigentes (ASTM C33 y NTP 400.037).
CONSISTENCIA	Concreto bombeable. Su mayor fluidez inicial permite mayor trabajabilidad.
TIEMPO DE COLOCACIÓN Y VIBRADO	Al iniciar el vaciado en el momento que llega el mixer, la mayor trabajabilidad inicial del concreto permite reducir los tiempos de colocación y vibrado.
VIDA ÚTIL EN ESTADO FRESCO	2.5 horas.
TIEMPO DE FRAGUADO, DESENCOFRADO Y ACABADO	Similar al concreto convencional.



PRECAUCIONES

- Para garantizar un óptimo resultado, se deben cumplir las normas referentes a la colocación, compactación y curado del concreto.
- Cualquier adición en obra de agua, cemento o aditivo, alterará el diseño del concreto y puede ser perjudicial para su calidad.
- En caso de demora en obra, si la mezcla ya inició el proceso de fraguado, no se puede utilizar, mezclar o vibrar el concreto.

RECOMENDACIONES

VACIADO

- Para mejorar los tiempos de colocado y compactado, tener disponible al personal y equipos necesarios cuando llegue el mixer a obra.
- Colocar el concreto evitando alturas de caída libre superiores a los 2.5 m. Emplear ventanas de vaciado en caso de tener alturas mayores.

VIBRADO

- Para compactar adecuadamente el concreto durante el vaciado, emplear vibradores de inmersión (de aguja) o de contacto (de encofrado o reglas).
- Dar el acabado requerido a la superficie.

CURADO

- Considerar que todo proceso de curado, especialmente en las primeras edades, trae como consecuencia mayor hidratación del cemento que garantiza la resistencia y durabilidad requerida, evitando además fisuras por las contracciones plásticas por secado.
- Para proteger el concreto y obtener mejores resultados, iniciar el curado cuando la superficie empiece a perder su brillo y se tome opaca.
- Realizar el curado por un período mínimo de 7 días, tal como lo especifican los reglamentos nacionales e internacionales.

Figura N° 10. Ficha técnica concreto uniplaca

Fuente: Empresa que produce concreto premezclado

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

UNITECHO

Concreto premezclado diseñado para techos y elementos horizontales.



Figura N° 11. Concreto unitecho

Fuente: Empresa que produce concreto premezclado.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

¡ RAPIDEZ QUE AHORRA !

UNITECHO

CARACTERÍSTICAS Y DESEMPEÑO	
RESISTENCIA	175, 210 y 280 kg/cm ²
CEMENTO	Tipo I (ASTM C-150) de UNACEM y NTP 334.009
ADITIVOS	Aditivos de última generación que garantizan un óptimo desempeño.
AGREGADOS	Canteras propias que garantizan la calidad de los productos, según los estándares vigentes (ASTM C33 y NTP 400.037).
CONSISTENCIA	Concreto bombeable. Su mayor fluidez inicial permite mayor trabajabilidad.
TIEMPO DE COLOCACIÓN Y VIBRADO	Al iniciar el vaciado en el momento que llega el mixer, la mayor trabajabilidad inicial del concreto permite reducir los tiempos de colocación y vibrado.
VIDA ÚTIL EN ESTADO FRESCO	2.5 horas.
TIEMPO DE FRAGUADO, DESENCOFRADO Y ACABADO	Similar al concreto convencional.



CERTIFICADO EN PLANTA



PRECAUCIONES

- Para garantizar un óptimo resultado, se deben cumplir las normas referentes a la colocación, compactación y curado del concreto.
- Cualquier adición en obra de agua, cemento o aditivo, alterará el diseño del concreto y puede ser perjudicial para su calidad.
- En caso de demora en obra, si la mezcla ya inició el proceso de fraguado, no se puede utilizar, mezclar o vibrar el concreto.

RECOMENDACIONES

VACIADO

- Para mejorar los tiempos de colocado y compactado, tener disponible al personal y equipos necesarios cuando llegue el mixer a obra.
- Colocar el concreto evitando alturas de caída libre superiores a los 2.5 m. Emplear ventanas de vaciado en caso de tener alturas mayores.

VIBRADO

- Para compactar adecuadamente el concreto durante el vaciado, emplear vibradores de inmersión (de aguja) o de contacto (de encofrado o reglas).
- Dar el acabado requerido a la superficie.

CURADO

- Considerar que todo proceso de curado, especialmente en las primeras edades, trae como consecuencia mayor hidratación del cemento que garantiza la resistencia y durabilidad requerida, evitando además fisuras por las contracciones plásticas por secado.
- Para proteger el concreto y obtener mejores resultados, iniciar el curado cuando la superficie empiece a perder su brillo y se torne opaca.
- Realizar el curado por un período mínimo de 7 días, tal como lo especifican los reglamentos nacionales e internacionales.

Figura N° 12 Ficha técnica concreto unitecho

Fuente: Empresa que produce concreto premezclado.

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

e. Mapeo del proceso de la empresa que produce concreto premezclado

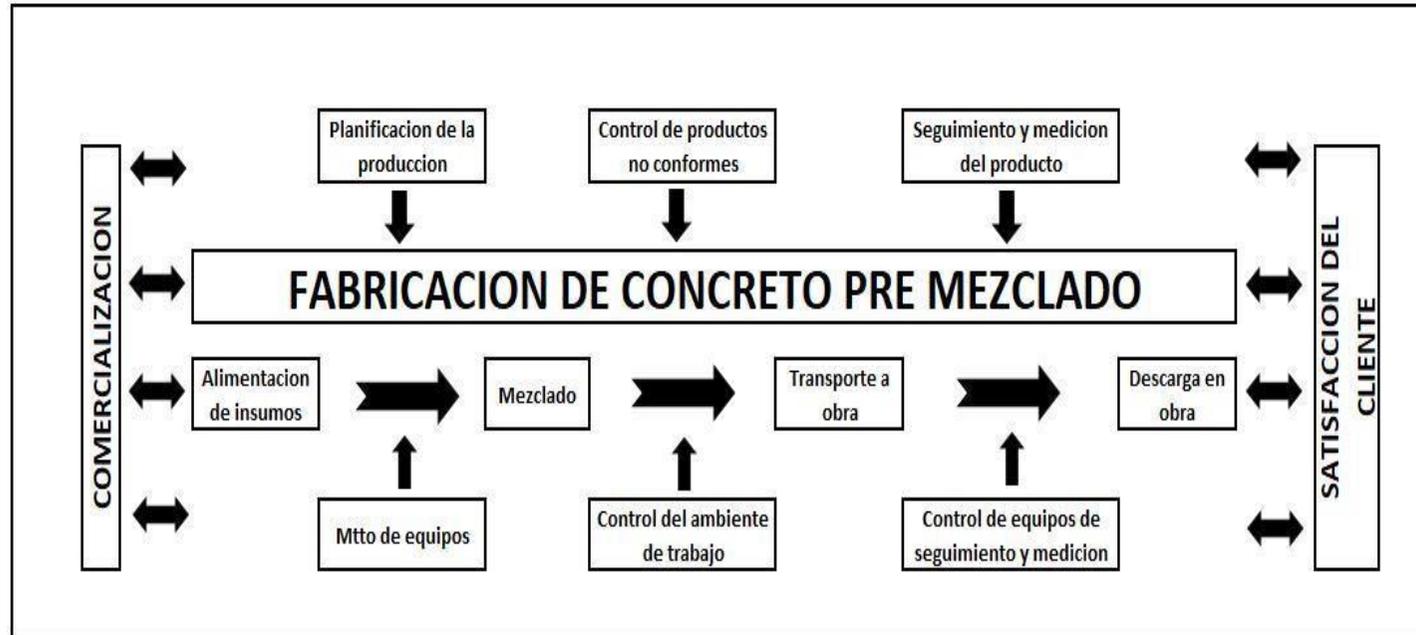


Figura N° 13. Mapeo del Proceso

Fuente: Elaboración propia

En el mapeo del proceso se puede evidenciar todas las actividades importantes según como está conformada la empresa.

- Planificación de producción: Es el área que nos brinda la planificación de la producción y tiene que ir acorde con la estrategia de la empresa para lograr los objetivos y un óptimo funcionamiento y rentabilidad de sus procesos.
- Control de producto no conforme: Es el área que nos da el soporte para asegurar que los productos que no sean conformes con los requisitos estándares, se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega intencionada.
- Seguimiento y medición del producto: Es el área que nos da el soporte para asegurar que los procesos se ejecuten en los tiempos programados y el producto terminado cumplan con todos los estándares.
- Mantenimiento de equipos: Es el área que se encarga de darnos el soporte oportuno y eficiente, los servicios preventivos y correctivos a las fajas transportadoras, mezcladoras y equipos en general.
- Control del ambiente de trabajo: es el área que nos da el soporte de generar un ambiente laboral óptimo para los colaboradores de la empresa.
- Control de equipos de seguimiento y medición: es el área que nos da el soporte de realizar seguimiento, control y pruebas de calibración a nuestros equipos de producción para obtener un producto óptimo para nuestros clientes

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

1.2. Realidad Problemática

Con el avance del tiempo y de la tecnología, acompañados del procedimiento que estandarizan los procesos, se ha logrado que la producción de concreto premezclado se optimice generando un producto de mayor calidad y el incremento en la rentabilidad del proceso.

En esta línea de producción, la empresa en investigación se ha consolidado como uno de los principales proveedores de soluciones en concreto y agregados para los sectores vivienda, oficinas, minería e infraestructura a nivel nacional cubriendo la demanda, el cual se ha tenido que implementar mejoras en los procesos, dejando de lado otras que habitualmente generan retrasos incrementando los costos de producción. Esto hace que el tiempo de fabricación del concreto premezclado, tenga retrasos en la programación, el procedimiento se realiza apoyado en una cuadrilla de trabajo que abastece el cemento manualmente a la faja de alimentación de la balanza.

De persistir con los problemas en los procesos o no realizar mejoras que ayuden a optimizar el tiempo de producción del concreto premezclado, la empresa en investigación podría bajar sus ventas, asimismo corremos el riesgo de caer en infracciones por no cumplir con la programación del despacho a los clientes, causando daños irreversibles en sus estructuras de trabajo.

El crecimiento del organismo internacional para este año es de 5,5% y para el 2017, de 5,8%. Se pronostica que el Perú no solo debe apostar por el modelo exportador de materias primas que depende del sector externo. Si no por la minería y la construcción que son los sectores que impulsarán el crecimiento de este año, estimado en un 5,5% por el Fondo Monetario Interno, una de las tasas más altas respecto a otros países de Latinoamérica, en base al documento Perspectivas Económicas de la Región. (FMI, 2016, p. 1). El sector construcción de Perú registra una desaceleración ante el débil desempeño de la economía local, luego que en años anteriores crecía a tasas de expansión de dos dígitos. Cementos Pacasmayo, una de las principales cementeras del Perú, reportó una caída en su utilidad del 17% interanual en el tercer trimestre, por un retroceso de los despachos de cemento ante una desaceleración de la economía. (El comercio, 2015, p. 1)

La metodología que utilizaremos en el desarrollo de nuestra investigación es la Ingeniería de Métodos, las herramientas del diagrama de Pareto y la matriz causa efecto (Ishikawa Presentamos y describimos la realidad problemática que buscamos mejorar.)

Kelvin Gregory Gastelo Gastelo

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo a partir de la implementación de la Ingeniería de Métodos mejorara la productividad en las operaciones de una empresa que produce concreto premezclado en la ciudad de Lima?

1.3.2. Problema Específico

1.3.2.1. Problema específico 01

¿Cómo el diagrama causa efecto y el diagrama de Pareto, ayudaran a identificar las principales causas de tiempos muertos en el proceso de producción de concreto premezclado?

1.3.2.2. Problema específico 02

¿Cómo por medio de la aplicación del Diagrama de análisis del proceso se identificara las mejoras que se deben implementar en el proceso de producción de concreto premezclado?

1.3.2.3. Problema específico 03

¿Cuánto será el costo para implementar el plan de mejora en el proceso de producción de concreto premezclado?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

La presente propuesta de mejora mostrara la aplicación de la Ingeniería de Métodos en el ciclo de producción de concreto premezclado, mejorando la productividad en las operaciones.

1.4.2. Justificación Práctica

La propuesta de mejora ayudara a solucionar los problemas con el tiempo de producción del concreto premezclado, incrementando la capacidad de planta y productividad, aprovechando la demanda insatisfecha que existe actualmente.

1.5. Objetivo

1.5.1. Objetivo General

Demostrar que a partir de la aplicación de la Ingeniería de Métodos mejorara la productividad en las operaciones de una empresa que produce concreto premezclado en la ciudad de Lima.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Demostrar que el diagrama causa efecto y el diagrama de Pareto, ayudaran a identificar las principales causas de tiempos muertos en el proceso de producción de concreto premezclado
- Identificar aplicando el diagrama de análisis del proceso las mejoras que se deben implementar en el proceso de producción de concreto premezclado
- Definir los costos de implementación de las mejoras en el proceso de producción de concreto premezclado.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Respecto a la presente investigación realizada, sobre la aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en las operaciones de una empresa que produce concreto pre mezclado, la información es mínima, sin embargo, se logró encontrar en investigaciones similares con aplicaciones de herramientas de ingeniería industrial que serán útiles para el desarrollo de la investigación, que a continuación se detallan.

2.1.1. En el ámbito nacional

Según Hernández y Vargas (2017). En su investigación implementación de mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, para optimizar los costos de producción en la empresa distribuidora norte Pacasmayo S.R.L. lograron disminuir los costos directos por cada m³ de los 07 productos que tenían más demanda, asimismo, se minimizó a la vez las paradas de planta en plena producción, realizado en un análisis de producción anual. Una de las recomendaciones de dicha investigación, es que la implementación de la mejora continua es un punto clave para el desarrollo de todas las empresas y que deben adecuarse a esta sistemática, de manera que la mayoría de sus áreas se integren y desarrollen sus objetivos con mayor eficacia, además de generar la mayor rentabilidad con la buena administración de los recursos de una manera óptima.

De acuerdo a Chávez y Pinchi (2015). en su tesis “Producción industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto” emplearon mecanismos, técnicas y conceptos teóricos para obtener y procesar la información del estudio del mercado y de su público objetivo, el cual tuvo como resultado la identificación de una demanda no satisfecha por los actuales proveedores de concreto pre mezclado en la ciudad. En su investigación recomiendan utilizar metodologías y herramientas que nos garanticen una correcta gestión del mismo, tales como las impartidas por el Project Management Institute (PMI)

Ulco (2015). buscó incrementar la productividad de la mano de obra del sistema productivo de cajas de calzado de Industrias Art Print” en el distrito El Porvenir en Trujillo a través de la aplicación de la ingeniería de métodos. Se consideró una población infinita de la producción realizada por el sistema productivo de “cajas de calzado” de la empresa tomando una muestra de la productividad de dicha línea de producción; la cual se vio incrementada a través del análisis del proceso y la propuesta de nuevos métodos para realizar el trabajo con el fin de aprovechar al máximo el recurso “tiempo”. El objetivo fue aplicar la ingeniería de métodos en la línea de producción de cajas para calzado a fin de mejorar la productividad de mano de obra de Industrias Art Print en

el año 2015. Se concluyó 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 existían actividades que no generaban valor.

Acuña (2012). aplicó la ingeniería de métodos para la reducción del tiempo de proceso de fabricación de estructuras de moto-taxi, por ejemplo utilizó las herramientas 5s en cada área de proceso seleccionado, asimismo, mediante el uso del diagrama de análisis de actividades, logró identificar los cuellos de botella y tiempos muertos. Con dichas aplicaciones encontró oportunidades de mejora, lo cual se tradujo en beneficios económicos para la empresa. El objetivo fue evaluar y proponer mejoras para el incremento de la capacidad de producción del proceso mediante el rediseño de la organización para el trabajo, los métodos del trabajo y puestos de producción. El resultado fue rentable porque mediante los valores VAN y TIR se verificó que las inversiones en oportunidades de mejora generaron el beneficio de la misma.

2.1.2. En el ámbito Internacional

Según Gamboa (2015). En su estudio Optimización del Proceso de Fabricación de Bloques de Concreto del Estándar 15x20x40 cm con Grado de Resistencia 28 Kg/Cm², Caso Especifico Fuerte-Block Máquinas #1 Y #2; logro mejoras de costos de mano de obra al identificar el punto de equilibrio de la planta y se superó los estándares anteriores de la calidad del bloque. Asimismo, logro evaluar la capacidad de producción de 1380 a 1600 unidades diarias de producción, al mismo tiempo, incremento la eficiencia de un 35% a un 40%. Dichos hallazgos se dieron gracias a la aplicación de Ingeniería de Métodos que los ayudo a mejorar su productividad.

Quiñónez (2013). En la búsqueda de la reducción del consumo de cemento en concretos premezclados, para el crecimiento en la rentabilidad de esta industria y la disminución del impacto ambiental que esta causa. En su trabajo de investigación, tiene como principal objetivo, definir los cambios necesarios en los procedimientos, uso de materiales y tecnología que permitan optimizar el uso del cemento en la fabricación de concreto premezclado en Guatemala, lo cual conlleva generar ahorros importantes en el costo de producción, y a la vez reduzcan el impacto ambiental que la producción de cemento genera. Con respecto a costos de fabricación de concreto, el cemento representa el 47% del costo unitario de producción, dicho esto es sencillo entender que cualquier reducción de este material por mínima que parezca, es una reducción nada despreciable que podría significar un ahorro de más de 8.5 millones de quetzales anuales para la industria concretera en Guatemala.

Para concluir, con las pruebas iniciales antes de la implementación del Sistema, los indicadores superaron de un 44% en el procedimiento de toma de muestra de humedades a un 88% de cumplimiento, y en el caso de la entrega de la boleta al operador y la digitación de datos en el sistema, los indicadores aumentaron de un 33% a un 88% en ambos casos, lo cual refleja una gran mejoría del desempeño en la ejecución. Esta investigación es una forma de relacionar otra de las bases donde podemos reafirmar que la mejora de las operaciones para optimizar los costos de producción de concreto premezclados empleados en su investigación es factible, debido a que a través del uso de materiales, procedimientos y tecnología si se logró optimizar el uso del cemento en la fabricación de concreto premezclado.

Gamarra (2012). Consideraron que, uno de las principales inconvenientes que aparecen cuando se trata de mejorar un proceso productivo, eran los cuellos de botella, conocido como, aquellas estaciones o etapas del proceso que limitaban, restringían y/o condicionan la fluidez del proceso y su capacidad. El objetivo fue comparar las soluciones obtenidas a partir de métodos de identificación de cuello de botella en un sistema de producción, para que se pueda establecer si existen diferencias entre el procedimiento tradicional y un procedimiento basado en simulación. Concluyeron que no se encontró diferencia explícita en la identificación de cuello de botella entre las metodologías planteadas, ya que en todo los niveles de variación de demanda ejecutados en la metodología estocástica el cuello de botella que sobresale siempre es igual al cuello de botella encontrado en la metodología determinística.

Casia (2008). Analizó los antecedentes encontrados para la situación actual con la finalidad de buscar mejoras en los procesos de su estudio, con el personal asignado a las actividades era consideradas innecesarias, identificados como tiempos muertos e improductivos, con el fin de optimizar los recursos utilizados, aumentando la productividad. El objetivo fue realizar el desarrollo e implementación con los dispositivos a mejorar en las labores del área industrial, en una lavandería, buscando que la producción aumente y minimizar el costo. Estableciendo los puntos críticos o de alto riesgo y como cuellos de botella en la línea de proceso, para luego considerarlos en el programa de mejoras. Se concluyó que el cuello de botella se encontraba en el proceso de planchado, ya que el tiempo de operación, era muy elevado, era de 6.65 minutos por unidad, lo cual elevo el número de personal, con una eficiencia teórica del 95%, el cual no era lógico con la producción actual que se contaba en la planta, eliminando esta operación dio un resultado de 5 operarios (reales) y una eficiencia que se obtuvo con la puesta en marcha de las mejoras del 77% y poder procesar 565 unidades diarias.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. La Doctrina de la Administración de la Producción

Existen diferentes aportes de autores que han dado distintos resultados, muchos desarrollaron técnicas y enfoques para la administración del trabajo. El más destacado es la administración científica de Frederick Taylor; los aportes de Henri Fayol, padre de la teoría administrativa operacional moderna, y los estudios que Mayo, Roethlisberger y Frederick (1903) reconocido como el padre de la administración científica. Su principal interés fue la elevación de la productividad mediante una mayor eficiencia en la producción y salarios más altos a los trabajadores, a través de la aplicación del método científico. Sus principios insisten en el uso de la ciencia, la generación de la y cooperación grupales, la obtención de la máxima producción y el desarrollo de los trabajadores. (Taylor, 1881, pag.90)

La administración de operaciones:

Taylor (1881). Señaló que “El proceso de administración de operaciones consiste en planear, organizar, asignar personal, dirigir y controlar; procesos que se aplican en las administración de las decisiones que se toman dentro de la función de la administración de operaciones.

2.2.2. Producción

Cámara Peruana de Construcción (2017). Informe mediante el Comercio que “el sector construcción se contrajo 3,5% en 2016 respecto del año pasado, cuando también cayó en 5,76%, lo que supone una ligera mejora en la tendencia de esta actividad” (p05). Asimismo, en lo que respecta al consumo de cemento, Capeco (2017) reportó que en diciembre del 2016 se contrajo 4,8% y el avance de obras lo hizo en 3,7%. Finalmente, el gremio destacó que el precio del cemento se ha incrementado 21,77% entre el 2010 y enero de este año (73 meses) (p03).

Vasquez & Corrales (2017) Presentaron en su investigación el análisis e identificación de algunos determinantes que explican la producción de la industria del cemento en México. El objetivo del estudio fue identificar el efecto de las exportaciones y la competencia externa sobre la producción cementera, así como determinantes internos como: la inversión, el empleo y la actividad económica general. Con una función de producción aumentada se estimaron modelos de corrección de errores. Los resultados indican que la tasa de cambio de la producción de cemento se relaciona positivamente con las exportaciones y negativamente con la competencia externa. La actividad económica general mostró un fuerte efecto sobre la

producción. Bajo el supuesto de que la industria opera en oligopolio, los resultados implican que no existen incentivos para favorecer la entrada de competidores.

Heizer y Render (2015) nos indican que “Los fabricantes producen artículos tangibles, mientras que los productos de servicios a menudo son intangibles. Sin embargo, muchos productos son una combinación de un producto y servicio, lo cual complica la definición de servicio” (p33).

Según el filósofo alemán Karl Marx, quien ha destinado una buena parte de su vida a estudiar el fenómeno de la producción económica, al modo de producción no lo determina el por qué se produce, ni cuánto, sino el cómo se llevará adelante la mencionada producción.

2.2.3. Administración

La administración es el proceso de diseñar y mantener un ambiente en que los individuos trabajen en conjunto de manera eficaz y eficiente con el fin de llegar a objetivos específicos.

Debemos tener en cuenta ciertas definiciones:

- Las cinco funciones administrativas que se debe ejercer en las diferentes organizaciones son planeación, organización, integración de personal y el control.
- La administración es aplicable para todo tipo de organizaciones.
- Persigue el buen manejo de la productividad, que conlleva a la eficacia y eficiencia. (Koontz & Wehrich, 2004,)

Según Koontz y Wehrich, (2004) señaló que: “todos administran organizaciones, a las que definiremos como un grupo de personas que trabajan en común para generar Superávit”

2.2.4. Administración de operaciones o producción

La Administración de Operaciones como el diseño, y la mejora de los sistemas que crean y producen los principales bienes y servicios, y que está dedicada a la investigación y a la ejecución de todas aquellas acciones que van a generar una mayor productividad mediante la planificación, organización, dirección y control en la producción, aplicando todos esos procesos individuales de la mejor manera posible, destinado todo ello a aumentar la calidad del producto.

Para ello se debe tomar decisiones muy importantes como, las decisiones estratégicas, decisiones tácticas y decisiones de control y planeación operacional. En el nivel estratégico la Administración de Operaciones es participar en la búsqueda de una ventaja competitiva sustentable para la empresa y que logre un impacto de su efectividad a largo plazo, en términos de cómo puede enfrentar las necesidades de los clientes (Hicks, 1999)

En tanto a la decisión táctica se preocupa principalmente de cómo programar, el material y la mano de obra necesaria sin que falte ninguno de los recursos, que llevaría a una pérdida de tiempo o que sobren dicho recursos provocando exceso en gastos (Hicks, 1999)

Para la decisión de control y planeamiento se debe toma en cuenta los proyectos a realizar en el momento adecuado y por quienes los van a realizar buscando las personas más idóneas en la utilización y manejo de un recurso (Hicks, 1999)

El propósito de la planeación de la producción consiste en determinar qué es necesario producir, en periodos específicos de tiempo, a fin de alcanzar metas divisionales o corporativas establecidas. El control de producción se ocupa de la planeación y ejecución detalladas en una planta para hoy, mañana y el mes restante, a fin de asegurar que las capacidades que requiere el sistema de producción estén disponibles cuando se necesiten. (Hicks, 1999)

2.2.5. El objetivo de la Administración de la Producción

Según Muñoz (2009) informo que el objetivo general de la dirección de operaciones es producir un bien específico, a tiempo y a costo mínimos. Sin embargo, la mayor parte de las organizaciones utilizan otros criterios para fines de valuación y control.

Además Muñoz (2009) nos dice que Las dimensiones básicas en las que una empresa puede enfocar su sistema de producción:

- Bajos costos de producción (materiales, fuerza de trabajo, entregas, desperdicios, etc.).
- Mejores tiempos de entrega (justo a tiempo).
- Mejor calidad de las Manufacturas y servicios (Calidad y confiabilidad del producto).

Para aplicar en la actualidad los objetivos mencionados, es necesario reconocer que no todos pueden lograrse con el mismo grado de éxito. En muchos casos hay que sacrificar el bajo costo con el fin de obtener la flexibilidad necesaria para crear productos a la medida, o para entregar productos justo a tiempo. Los objetivos de las operaciones fluyen por toda la organización y se traducen a términos mensurables que forman parte de las metas operativas para los departamentos relacionados con la producción y sus gerentes.

2.2.6. El Alcance de la Administración de Operaciones

Los alcances de las operaciones están direccionados al buen manejo de:

- Administración de las Operaciones y la Competencia Global.
- Organización de Operaciones Competitivas.
- Estrategias de Operaciones Orientadas para la Ventaja Competitiva.
- Administración de la Demanda.
- Decisiones sobre el Diseño de Productos.
- Estrategia para el desarrollo de la capacidad.
- Ubicación y distribución de planta.

Ser flexibles en la innovación a nuevas tecnologías y la adaptación de las operaciones en las diferentes actividades basadas en:

- Diseño del proceso de producción.
- Diseño del cargo.
- Calidad del proceso.
- Administración de proyectos.
- Administración de inventarios.
- Planeación de las operaciones.
- Administración de planta.
- Administración del flujo de materiales.

(Longenecker, Moore, Petty & Palich, 2007)

2.2.7. Enfoque del proceso de producción

Longenecker, Moore, Petty & Palich (2007) afirman que la administración de operaciones es el área de estudio que provee los conocimientos, modelos y herramientas para la toma de decisiones en el diseño, operación y mejora del sistema productivo. Según el enfoque emprendedor indica que...” La administración de operaciones está relacionada con la planeación y control de un proceso de conversión. Incluyen la adquisición de insumos y luego la verificación de sus transformación en productos y servicios deseados por los clientes.

Indico que también es entendida como la administración de las líneas de producción, basada en áreas funcionales de nivel gerencial. La misma que es expresada en las decisiones estratégicas (a largo plazo), tácticas (a mediano plazo) y operativas (a corto plazo) que se toman en cualquier tipo de organización. Y su vez indicar el papel importante que juega el administrador en las

operaciones de la organización, ya que es el organizador de los recursos materiales y humanos. Y dependerá del buen manejo administrativo a través de sus habilidades y conocimientos que desarrolla le permita detectar, prevenir y corregir errores en la planeación de las operaciones. (Longenecker et al., 2007).

2.2.8. Diagrama de Recorrido (DR)

El diagrama de recorrido (DR) viene a ser la representación gráfica de un DAP en la planta, o área, donde sucede el proceso. Es decir, se plasma la simbología del DAP sobre el layout de la planta. Al hacer esto, se evidencia los lugares donde ocurren las actividades identificadas previamente en el DAP.

2.2.9. Optimización de Procesos

Guerrero (2011) demostró que la Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda. Es factible. Se ha realizado la investigación sobre la Optimización del Mantenimiento en Función del Costo en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda. Con el propósito de disminuir los costos totales de mantenimiento ya que la empresa invierte una cantidad excesiva esto se debía a que realizaba el mantenimiento de una forma limitada, mediante acciones correctivas. Es por ello que se ha implementado herramientas de gestión que ayuden a optimizar el plan de mantenimiento. Se determinó que los equipos críticos de la planta de balanceado son el molino, mezcladora y peletizadora a través del Análisis de criticidad. A estos equipos se les ha realizado el AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo) y del diagrama de evaluación con el fin de seleccionar y evaluar las tareas que eliminan los modos de fallo para prevenir el mantenimiento correctivo y controlar el mantenimiento preventivo.

Implementar la optimización de mantenimiento preventivo en función al costo ha contribuido a reducir los costos totales en un 7.3% del año 2009 al 2010. Aumentar los ratios de disponibilidad en un 2%, la eficiencia en un 4% y disminuir los costos totales de mantenimiento mejora la rentabilidad. El parámetro numérico que debe evaluar la optimización del mantenimiento en función al costo es la rentabilidad y con este indicador se puede evaluar el aporte del departamento de mantenimiento al cumplimiento de los objetivos de la empresa. Además se recomienda capacitar constantemente al personal sobre técnicas de gestión de mantenimiento y garantizar la continuidad del plan de mantenimiento preventivo de los equipos.

La relación principal que tiene es que se disminuirán los costos totales de mantenimiento y se mejorara la rentabilidad de los productos; se aumentará la capacidad de producción además de medir el impacto en la productividad de los productos de la construcción y se aumentará la capacidad de producción además de medir el impacto en la productividad de los productos de la construcción.

Por otro lado, al mejorar los costos de los productos por la optimización del mantenimiento correctivo y con la implementación del proyecto se mejoraran las operaciones y turnos de trabajo. Así mismo, se cumplirá la demanda de los clientes en temporadas altas.

Jablonsky, Josef, & Skocdopolova (2017). Demostró mediante su artículo un modelo para analizar el proceso de producción de una gran empresa internacional de procesamiento de leche, con el principal objetivo de minimizar los costos totales de producción. La optimización del proceso es una tarea importante que debe resolverse en la planificación estratégica operativa de cada empresa industrial. La metodología propuesta visualiza la situación como un problema de optimización de mezcla lineal el modelo se basa en la metodología de programación por metas. El modelo se implementó en una aplicación de software original que se utiliza actualmente como una herramienta en el proceso de toma de decisiones operativas en la empresa. Este sistema es una aplicación complementaria de MS Excel escrita en VBA (Visual Basic para Aplicaciones). La experiencia actual de los usuarios con la aplicación sus resultados son positivos la compañía está interesada en seguir desarrollándola.

2.2.10. Productividad

La productividad está relacionada con los resultados que derivan y se obtienen de un proceso o sistema, y así suben para incrementar la productividad para la obtención y es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. La productividad es el cociente formado por los resultados logrados y los recursos utilizados. Los resultados medirse en unidades, en piezas vendidas o en utilidades (Gutiérrez, 2010). La productividad es la eficacia y el desempeño general de las personas, e incluye la evaluación de la calidad y la cantidad del desempeño en el trabajo. Puede ser medido por un superior o a través de la autoevaluación (Bagwell, 2000).

El concepto de productividad incluye características menos tangibles, como la la rotación, los retardos, la cantidad de trabajo, calidad del trabajo, el desempeño y el ausentismo del trabajador (Macarov, 1982).

La productividad fue medida usando dos ítems sobre la autoevaluación de la cantidad y calidad en el desempeño en el trabajo (Kim, 2000).

La productividad de una empresa puede estar afectada por diversos factores externos, así como por varias diferencias en sus actividades o factores internos. Entre otros ejemplos de factores externos cabe señalar la disponibilidad de materias primas y mano de obra calificada. (Kanawaty, 2010).

Los factores de insumo y producto de una empresa típica la producción se define normalmente en términos de productos fabricados o servicios prestados. En una empresa manufacturera los productos se expresan en números, por valor y por su grado de conformidad con unas normas de calidad predeterminadas. En una empresa de servicios como una compañía de transporte público o una agencia de viajes la producción se expresa en términos de los servicios de prestados. (Kanawaty, 2010).

Por otro lado, la empresa dispone de ciertos recursos o insumos con los que crea el producto deseados. Estos son:

- Terrenos y edificios en un emplazamiento conveniente.
- Materiales que pueden transformarse en productos destinados a la venta como materia prima o material auxiliar.
- Energía en sus diversas formas como electricidad, gas, petróleo o energía solar.
- Máquinas y equipos necesarios para las actividades de explotación de la empresa, incluso los destinados al transporte y la manipulación de la calefacción o el acondicionamiento del aire.
- Recursos humanos hombre y mujeres capacitados para desempeñar la actividad operacional, planificar y controlar, comprar y vender, llevar las cuentas y realizar otras actividades (Kanawaty, 2010).

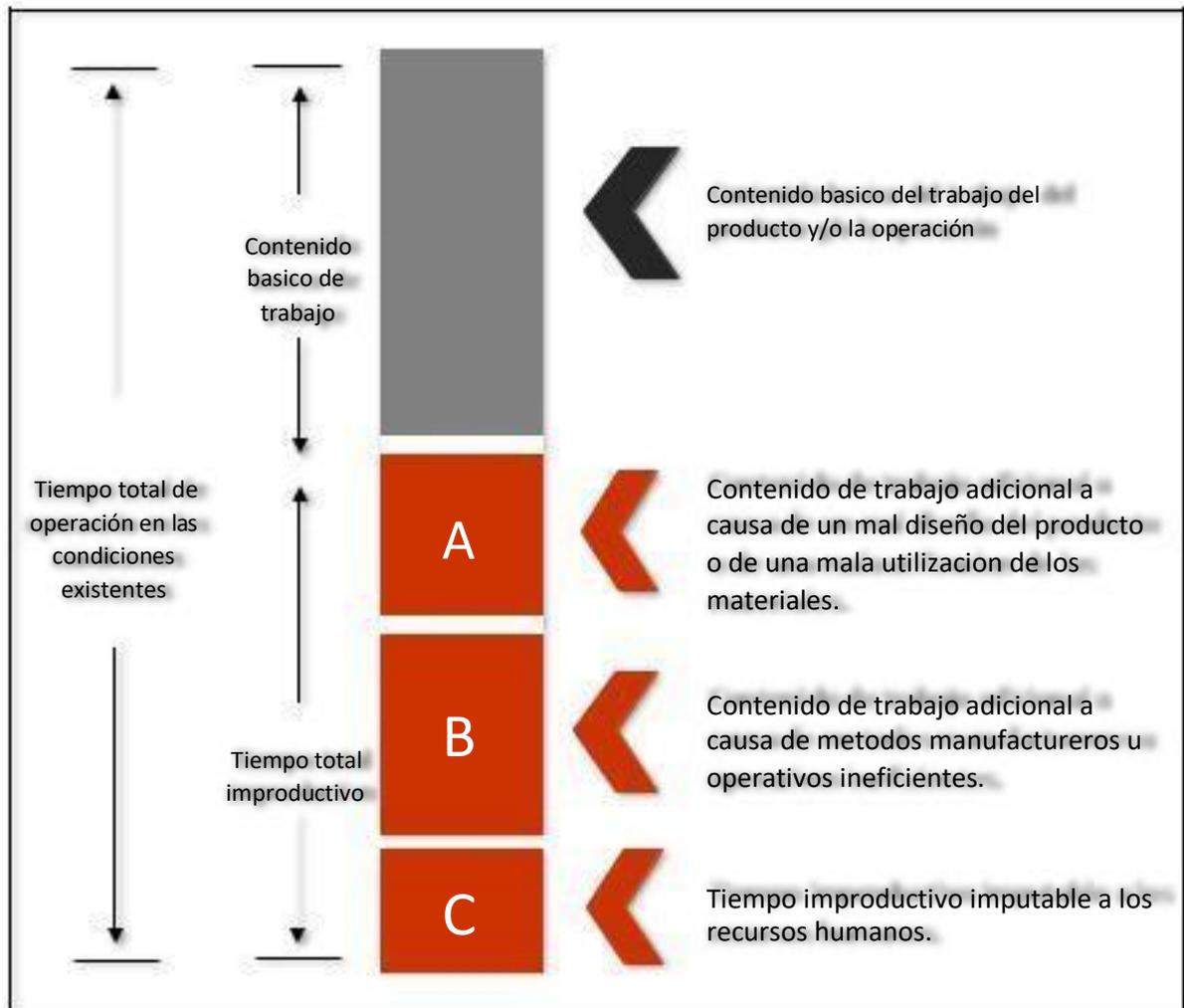


Figura N° 14. Como se descompone el tiempo de trabajo.

Fuente: Introducción al estudio de trabajo publicado por (George Kanawaty, 2010).

2.2.11. Diagrama Causa Efecto

De acuerdo a Gutiérrez (2010) el diagrama causa efecto es una herramienta de importante utilidad y es un método gráfico en el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas. Identifica todas las posibles causas como se relacionan entre sí.

Besterfield (2009) describe un diagrama causa efecto a una figura formada por líneas y símbolos cuyo objetivo es representar una relación significativa entre un efecto y sus causas. Creado por Kauro Ishikawa en 1943, también se le conoce como diagrama de Ishikawa.

El diagrama causa y efecto se investigan los efectos “malos” y se realizan acciones para corregir las causas, o los “buenos” y se aprende cuáles son las responsables. Para cada efecto, probablemente existan muchas causas. El diagrama de causa y efecto tienen aplicaciones casi ilimitadas en investigación, manufactura, ventas, operaciones de oficina, etc. Los diagramas son útiles para:

- Analizar las condiciones reales, con el fin de mejorar la calidad del producto o servicio, utilizando los recursos con más eficiencia y reduciendo los costos.
- Eliminar las condiciones que causan productos o servicios no conformes y/o quejas de clientes.
- Estandarizar las operaciones propuestas y existentes.
- Capacitar y adiestrar al personal en la toma de decisiones y las actividades de acción correctiva.

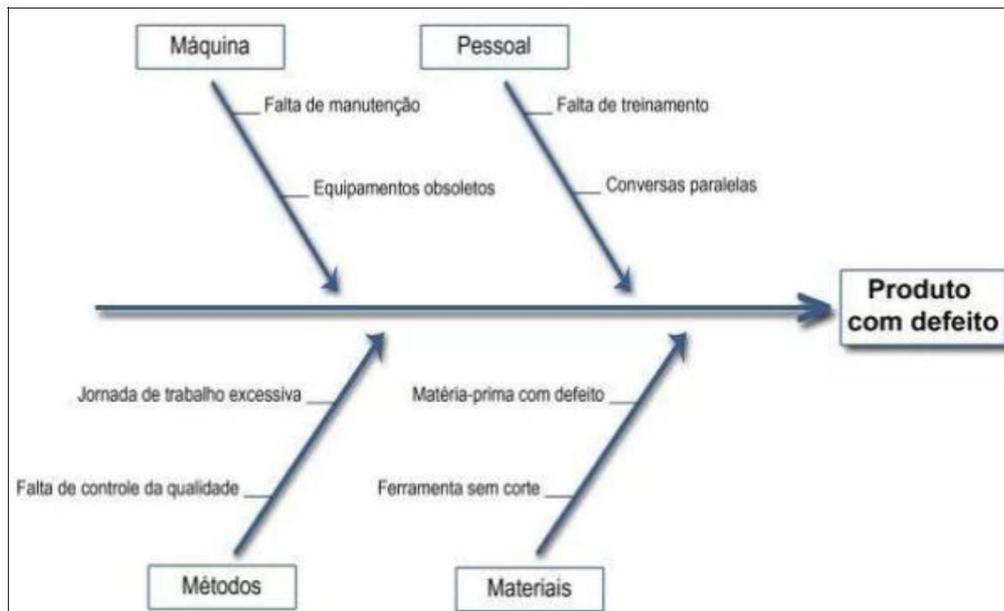


Figura N° 15 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Blogdaqualidade.com.br

2.2.12. Diagrama de Pareto

Besterfield (2009), describe a Pareto (1848-1923) como aquel que realizó un estudio respecto a la distribución de la riqueza en Europa. Encontrando que había pocas personas con mucho dinero y muchas personas con poco dinero. Con eso estableció la conocida “Ley de Pareto” que indica que la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad.

Un diagrama de Pareto es una gráfica que clasifica los datos en orden descendente, de izquierda a derecha, asimismo, contienen una línea acumulativa, que representa la suma de datos, al sumarlos de izquierda a derecha. La izquierda es frecuencia y la de la derecha es porcentaje.

Los diagramas de Pareto se usan para identificar los problemas más importantes en general, el 80 % del total se debe al 20 % de los elementos.

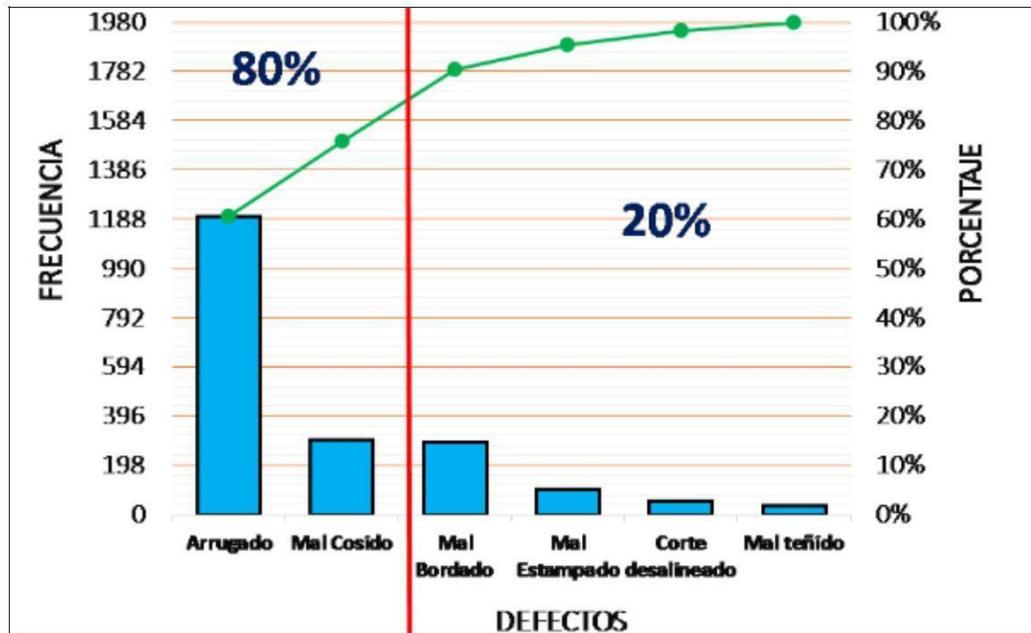


Figura N° 16 Diagrama de Pareto
Fuente: www.monografias.com

2.2.13. Concreto Premezclado

Sánchez (2009) manifestó que los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. El más utilizado, como se mencionó, es cemento portland hidráulico, el cual tiene propiedades de adhesión y cohesión, que permiten aglutinar los agregados para conformar el concreto.

Agua

Sánchez (2009) declaró que el agua como componente del concreto el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes. Al mezclarse con el cemento se produce la pasta, la cuál puede ser más o menos fluida, según la cantidad de agua que se agregue. Al endurecer la pasta, como consecuencia del fraguado, parte del agua permanece en la estructura rígida de la pasta (agua de hidratación), y el resto es agua evaporable.

Aire

Sánchez (2009) expreso cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, es normal que atrape aire dentro de la masa, el cual es posteriormente liberado por los procesos de compactación a que es sometido una vez ha sido colocado. Sin embargo, es imposible extraer todo el aire y siempre queda un porcentaje dentro de la masa endurecida. Por otra parte, en algunas ocasiones se incorporan pequeñísimas burbujas de aire, por medio de aditivos, con fines específicos de durabilidad.

Agregados

Sánchez (2009) pronunció que los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente (resistencia del grano), que no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida. Estos materiales pueden ser naturales o artificiales, dependiendo de su origen.

La razón para utilizar agregados dentro del concreto, es que estos actúan como material de relleno, haciendo más económica la mezcla. Los agregados, en combinación con la pasta fraguada, proporcionan parte de la resistencia a la compresión.

Aditivos

Sánchez (2009) explicó que los Aditivos son materiales distintos del agua, de los agregados, del cemento hidráulico y de las fibras de refuerzo que se utilizan como ingredientes del concreto y, se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción.

Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal

Se ha demostrado que el proceso de determinación de las características requeridas del concreto y que se pueden especificar se llama diseño de mezcla. Las características pueden incluir: propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la inclusión, exclusión o límites de ingredientes específicos. El diseño de la mezcla lleva al desarrollo de la especificación del concreto. El proporcionamiento (dosificación) de la mezcla se refiere al proceso de determinación de las cantidades de los ingredientes del concreto, usando materiales locales, para que se logren las características especificadas. Un concreto adecuadamente proporcionado debe presentar las siguientes cualidades: trabajabilidad aceptable del concreto fresco, Durabilidad, resistencia y apariencia uniforme del concreto endurecido. (Kosmatka et al., 2004,)

a) Selección de las Características de la Mezcla

Entre los resultados del estudio se demostró que:

Antes que se pueda determinar las proporciones de la mezcla, se seleccionan sus características considerando el uso que se propone dar al concreto, las condiciones de exposición, tamaño y forma de los elementos y las propiedades físicas del concreto (tales como resistencia a la congelación y resistencia mecánica) requeridas para la estructura. Las características deben reflejar las necesidades de la estructura, por ejemplo, se debe verificar la resistencia a los iones cloruros y se deben especificar los métodos de ensayos apropiados. Después que se hayan elegido las características, se puede proporcionar (dosificar) la mezcla a partir de datos de campo o de laboratorio. Como la mayoría de las propiedades deseadas en el concreto endurecido dependen principalmente de la calidad de la pasta cementante, la primera etapa para el proporcionamiento del concreto es la elección de la relación agua-material cementante (li- gante) apropiada para la resistencia y durabilidad necesarias.

Las mezclas de concreto se deben mantener lo más sencillas posible, pues un número excesivo de ingredientes normalmente dificulta el control del concreto. Sin embargo, el tecnólogo de concreto no debe descuidar la moderna tecnología del concreto. (Kosmatka et al., 2004)

b) Relación entre Resistencia y Relación Agua material-Material Cementante

Entre los resultados del estudio se concluyó que:

Dentro del rango normal de resistencias usadas en la construcción de concreto, la resistencia es inversamente proporcional a la relación agua-cemento o agua-material cementante (ligante). Para concretos totalmente compactados, producidos con agregados limpios y sanos, la resistencia y otras propiedades requeridas del concreto, bajo las condiciones de obra, se gobiernan por la cantidad del agua de mezcla usada por unidad de cemento o material cementante. (Kosmatka et al., 2004)

c) Revenimiento (Asentamiento)

Además se observó que:

Siempre se debe producir el concreto para que tenga trabajabilidad, consistencia y plasticidad adecuadas con las condiciones de la obra. La trabajabilidad es la medida de la facilidad o de la dificultad de colocación, consolidación y acabado (terminación, superficial) del concreto. La consistencia es la capacidad del concreto de fluir. Plasticidad es la facilidad de moldeado del concreto. Si se usa más agregado en el concreto o si se adiciona menos agua, la mezcla se vuelve más rígida (menos plástica y menos trabajable) y difícil de moldearse. Ni las mezclas muy secas y desmoronables, ni las muy aguadas y fluidas se pueden considerar plásticas. (Kosmatka et al., 2004, p.191)

d) Proporcionamiento

Kosmatka et al. (2004) señaló que, “el diseño de las mezclas de concreto involucra: (1) en el establecimiento de características específicas y (2) en la elección de proporciones de materiales disponibles para la producción del concreto con las propiedades requeridas y la mayor economía” (p. 194).

2.2.14. Estudio de métodos y selección de trabajos

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

El enfoque básico del estudio de métodos consiste en el seguimiento de ocho etapas o pasos. (George Kanawaty, 2010)

1. **Seleccionar** el trabajo que se ha de estudiar y definir sus límites.
2. **Registrar** por observación directa los hechos relevantes relacionados con este trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales que sean necesarios.
3. **Examinar** de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
4. **Establecer** el método más práctico, económico y eficaz mediante los aportes de las personas concernidas.
5. **Evaluar** las diferencias opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo – eficacia entre el nuevo método y el actual.
6. **Definir** el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas a quienes puedan concernir (dirección, capataces y trabajadores)

7. **Implantar** el nuevo método como una práctica normal y formar a todas las personas que han de utilizarlo.
8. **Controlar** la aplicación del nuevo método e implantar procedimientos adecuados para evitar una vuelta al uso del método anterior.

2.2.15. Estudio de tiempos

El estudio de tiempo es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmo de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para ejecutar las actividades. (*George Kanawaty, 2010*)

El estudio de tiempo exige ciertos materiales fundamentales, a saber:

1. Un cronómetro para el estudio de tiempos se utilizan dos tipos de cronómetro el mecánico y el electrónico. El mecánico puede subdividirse en otros tres tipos, el cronómetro ordinario, el cronómetro con vuelta a cero y el de uso menos frecuentes, el cronómetro de registro tradicional de segundos u otra unidad de tiempo. El electrónico comprende dos subdivisiones, el que utiliza solo y el que se utiliza integrado en un dispositivo electrónico de registro.

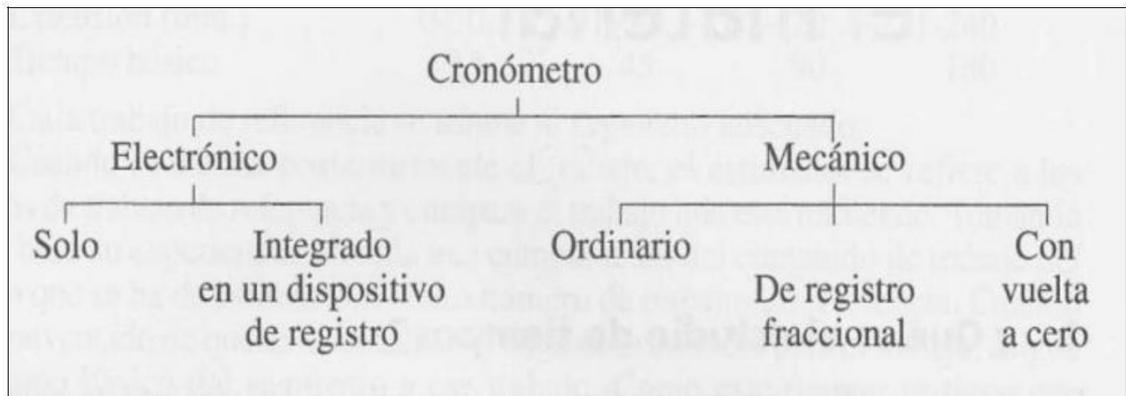


Figura N° 17 Estudio de tiempos

Fuente: Introducción al estudio de trabajo publicado

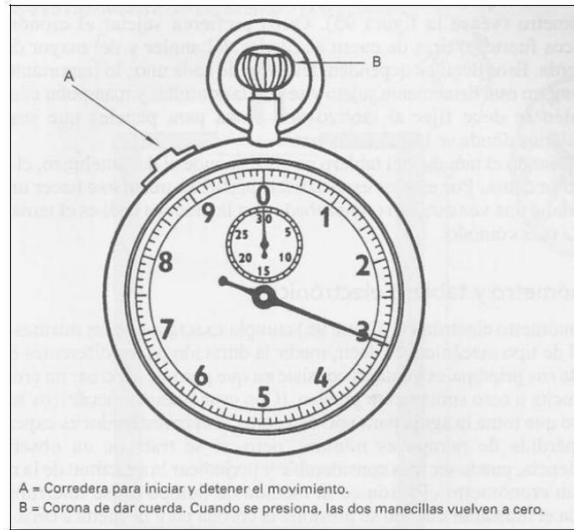


Figura N° 18 Cronometro de minuto decimal

Fuente: Introducción al estudio de trabajo publicado



Figura N° 19 Cronometro electrónico

Fuente: Introducción al estudio de trabajo publicado.

2. Un tablero de observaciones

Es sencillamente un tablero liso, generalmente de madera contrachapada o de un material plástico apropiado, donde se fijan los formularios para anotar las observaciones.

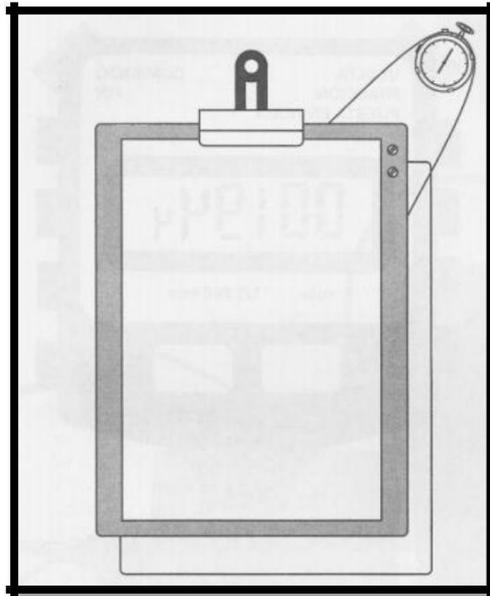


Figura N° 20 Tablero para formulario de estudio de tiempos tipo corriente
Fuente: Introducción al estudio de trabajo publicado.

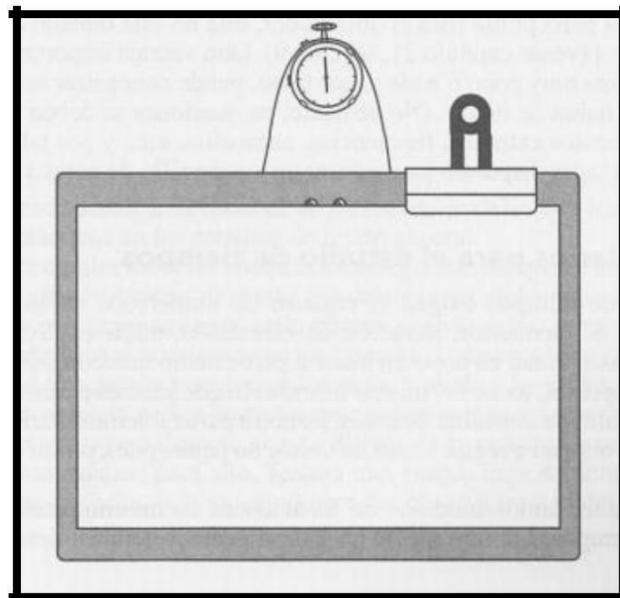


Figura N° 21 Tablero para formulario de estudio de tiempos de ciclo breve
Fuente: Introducción al estudio de trabajo publicado.

3. Formulario de estudio de tiempo

- Hoja de trabajo, para analizar los datos anotados durante el estudio y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación.
- Hoja del resumen del estudio, donde se transcriben los tiempos seleccionado o deducidos, de todos los elementos, con indicación de su respectiva frecuencia. Como su nombre lo indica, esta hoja permite resumir claramente los apuntes tomados.
- Hoja de análisis de los estudios, donde se transcriben, a partir de las hojas de resumen, los datos de todos los estudios efectuados sobre la operación del caso. Esta hoja sirve para computar en definitiva los tiempos básicos de los respectivos elementos.

2.3. Definición de términos básicos

- Ingeniería de Métodos: Es la técnica que somete a cada actividad de una determinada parte del trabajo a un análisis en orden a cancelar toda actividad innecesaria y en orden a encontrar el método más eficaz para realizar toda actividad necesaria; La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica principalmente porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin. H.B.Maynard (1932).
- Aditivos: Producto incorporado en el momento del amasado del hormigón en una cantidad no mayor del 5% en masa, con relación al contenido de cemento en el hormigón, con objetivos de modificar propiedades de la mezcla en estado fresco y/o endurecido. (Norma UNE. EN 934-2)
- Asentamiento del Concreto. El asentamiento es la medida que da la facilidad de trabajo o consistencia del hormigón. En otras palabras, mide la facilidad del hormigón para empujar, moldear y alisar. (Kosmatka et al., 2004)
- Causas de fallos. Consiste en relacionar todas las causas potenciales atribuibles a cada modo de fallo, con el fin de estimar su probabilidad de aparición, descubrir efectos secundarios y prever acciones correctora recomendables. (Mulet et al., 2011)
- Concreto Premezclado. El concreto es una mezcla de materiales como: el cemento, agua, aditivos y agregados (usualmente arena y grava o roca triturada). (Sánchez; 2009)
- Control Presupuestal. Es un proceso para encontrar lo que se ha hecho y comparar los resultados reales con los datos correspondientes del presupuesto, con el fin de aprobar la

actuación o remediar las diferencias, ya sea ajustando las estimaciones de presupuesto o corrigiendo las causas de la diferencia. (Parra Valenzuela, 2009)

- Costo estándar. Es una medida de qué tanto debe costar producir una unidad de producto o servicio siempre bajo condiciones de eficiencia, es decir sin desperdicios, tiempo ocioso, etc. El Costo Estándar de un producto está compuesto por los costos de los componentes requeridos para elaborar dicho producto. (Parra Valenzuela, 2009)
- Diseño Granulométrico. Las series normalizadas producen una curva para Áridos de máxima compacidad (árido de Fuller). Para materiales conglomerados, se pueden usar áridos con menor compacidad (la pasta llena los huecos). (Kosmatka et al., 2004)
- Dosificación de Concreto. La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos. Generalmente expresado en gramos por metro (g/m). (Kosmatka et al., 2004)
- Erogación económica. Se denomina erogación a los gastos que realiza un determinado agente económico. Estos suelen ser recurrentes como consecuencia de la mera subsistencia de este.
- Frecuencia. Este índice está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia. (Mulet et al., 2011)
- Granulometría. Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices. Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. (Kosmatka et al., 2004)
- Gravedad de fallo. Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. (Mulet et al., 2011)
- IPR. Es un parámetro de estimación cuantitativa de la importancia de los fallos. Se utiliza con el fin de priorizar las causas potenciales de fallo que requieren acciones preventivas. (Mulet et al., 2011)

- **Mensurables.** Que se puede medir. Hay cosas que pueden medirse y otras que no: por lo tanto, existen cosas mensurables y cosas que no son susceptibles de medición ya que no se dispone de una escala o de una unidad que permita este tipo de registros. (Mulet et al., 2011)
- **Modos de fallos.** El modo de fallo es la manera en que una determinada función no se realiza correctamente. (Mulet et al., 2011)
- **Mortero.** El mortero es un compuesto de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua, y posibles aditivos que sirven para pegar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. (Kosmatka et al., 2004)
- **No detección.** Este índice marca la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente. Este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa de fallo. (Mulet et al., 2011)
- **Polvillos de gneis granítico.** Se denomina gneis a una roca metamórfica compuesta por los mismos minerales que el granito (cuarzo, feldespato y mica) pero con orientación definida en bandas, con capas alternas de minerales claros y oscuros. (Kosmatka et al., 2004)
- **Resistencia a la compresión.** Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido al fractura miento se puede definir en límites bastante ajustados. (Kosmatka et al., 2004)
- **Silo para cemento.** Es una construcción diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio. (Kosmatka et al., 2004)
- **Tornillo Elevador del cemento.** Este tornillo es el encargado de realizar el transporte de las materias sólidas que son depositadas en la criba, este tornillo puede adoptar diferentes formas dependiendo de una serie de factores. (Kosmatka et al., 2004)
- **Volatilidad Global.** La volatilidad es una medida de la frecuencia e intensidad de los cambios del precio de un activo o de un tipo definido como la desviación estándar de dicho cambio en un horizonte temporal específico. (Kosmatka et al., 2004)

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Descripción de la situación actual

3.1.1. Justificación

La inversión realizada por las empresas del sector Construcción crecerá 5.38 % en el 2018 en comparación a la ejecutada en el 2017, según una encuesta realizada a empresarios dentro del 16 informe de Capeco. Eleconomistaamerica.pe (2018).

3.2. Situación encontrada que dará lugar a la mejora.

Las deficiencias encontradas en el proceso de producción de concreto premezclado son las siguientes:

1. No se cuenta con el silo de almacenamiento para el cemento Sol tipo 1.
2. Balanza para pesado de agregados su capacidad es de 8Tn.
3. No se cuenta con el compartimiento para la piedra Huso # 89, en la tolva de abastecimiento.

3.2.1. Consecuencias por los problemas en la organización.

Problema I:

Consecuencia. - Genera paradas de producción, por desabastecimiento de cemento cuando el proveedor no cumple con los tiempos de entrega.

Problema II:

Consecuencia. - Se genera tiempo muerto en el proceso, al requerir realizar doble pesado del agregado ya que la balanza al ser de menor capacidad duplica el tiempo de carguío a 12 minutos.

Problema III:

Consecuencia. - La falta de compartimiento en la tolva de planta para cargar diseños que utilizan piedra Huso #89, genera tiempo muerto al requerir destolvar el compartimiento que utiliza piedra Huso # 56

3.3. Desarrollo del objetivo 1

3.3.1. Diagrama De Ishikawa Por Fenómenos

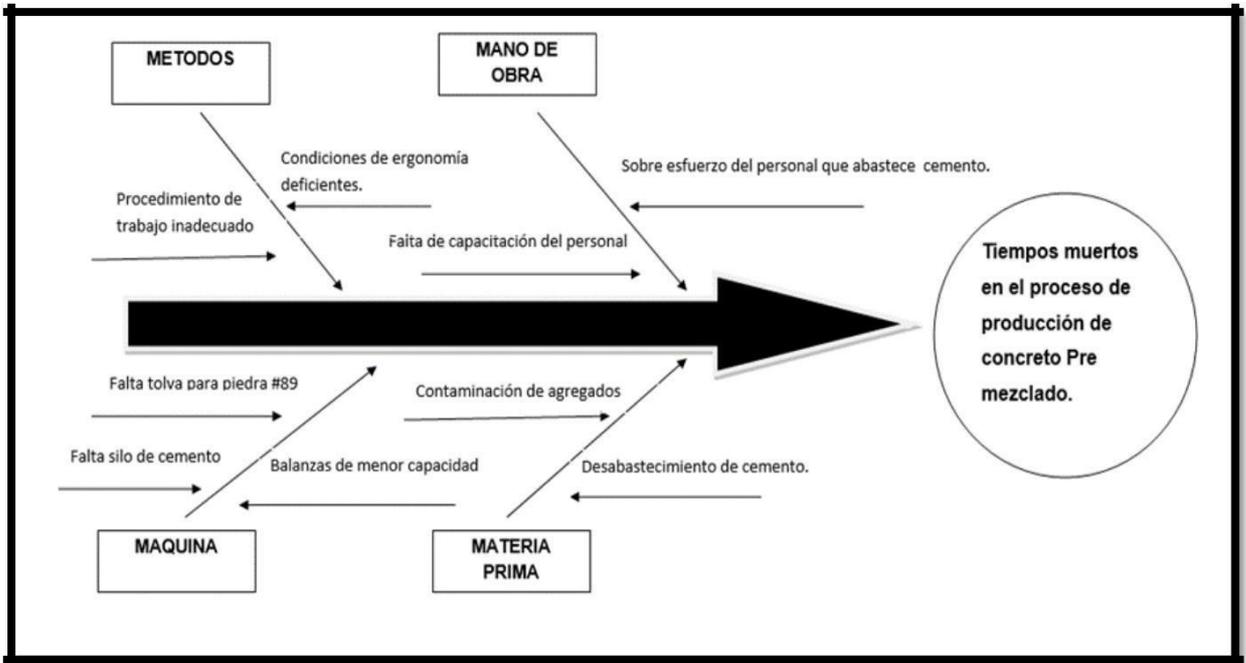


Figura N° 22. Diagrama de Ishikawa Causa y Efecto

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Matriz causa - efecto por fenómenos

Problema: Tiempo muertos en el proceso de producción de concreto pre mezclado

Tabla 1

Matriz causa y efecto por fenómenos

FENOMENOS		JEFE REGIONAL	ADMINISTRADOR DE PLANTA	OPERADOR DE PLANTA	TOTAL
Métodos	Condiciones de ergonomía deficientes	2	2	2	6
	Procedimiento de trabajo inadecuado	4	3	4	11
Mano de obra	Sobre esfuerzo del personal que abastece cemento	2	2	3	7
	Falta de capacitación del personal	3	3	3	9
Maquina	Falta tolva para piedra #89	4	3	4	11
	Falta silo de cemento	5	5	5	15
	Balanzas de menor capacidad	4	5	4	13
Materia prima	Desabastecimiento de cemento	5	5	4	14
	Contaminación de agregados	3	3	2	8

GRAVEDAD

Menor		Media		Mayor
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Tabla de distribución por fenómenos.

Tabla 2

Distribución del Diagrama de Pareto

N°	FENOMENOS	FRECUENCIA	F. Acumulada	% Relativa	% Acumulado	80 - 20
1	Falta silo de cemento	15	15	16%	16%	80%
2	Desabastecimiento de cemento	14	29	15%	31%	80%
3	Balanzas de menor capacidad	13	42	14%	45%	80%
4	Falta tolva para piedra #89	11	53	12%	56%	80%
5	Procedimiento de trabajo inadecuado	11	64	12%	68%	80%
6	Falta de capacitación del personal	9	73	10%	78%	80%
7	Contaminación de agregados	8	81	9%	86%	80%
8	Sobre esfuerzo del personal que abastece cemento	7	88	7%	94%	80%
9	Condiciones de ergonomía deficientes	6	94	6%	100%	80%
		94				

Fuente: Elaboración propia

- Se determina que el 24 % de problemas está relacionado con el material.
- El 42 % de problemas está relacionado a la falta del silo de cemento y la capacidad insuficiente de las balanzas para pesar los agregados y cemento. (MAQUINARIAS)

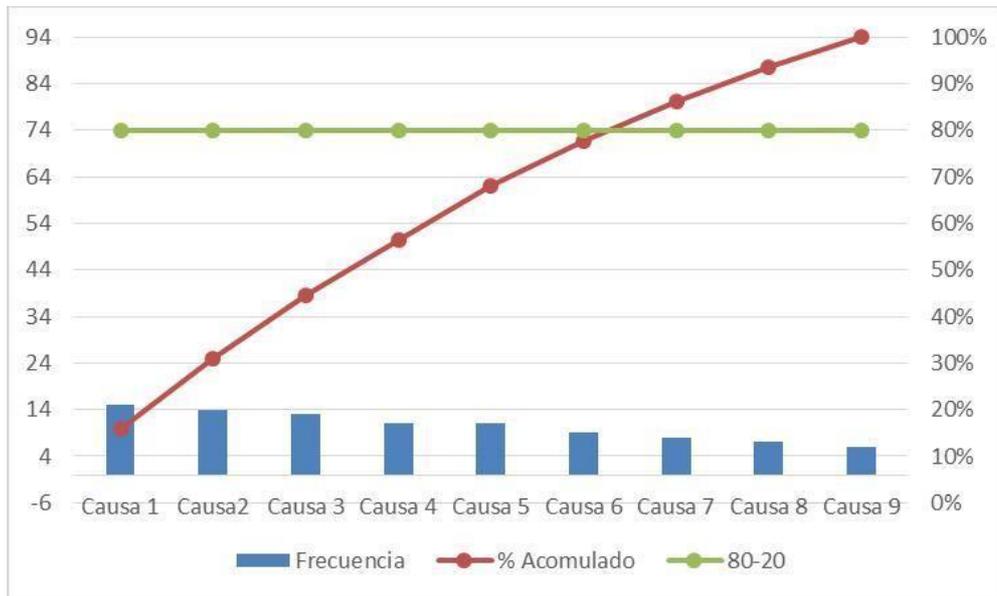


Figura N° 1 Diagrama de Pareto por Fenómenos

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: De acuerdo con nuestro Diagrama de Pareto, se sitúan los fenómenos principales:

- Problemas relacionados con el material. 24%
- Problemas relacionados con maquinaria o herramientas 42%
- Los principales problemas a solucionar suman el 77%

3.3.4. Diagrama de Ishikawa por Hechos

El diagrama de Ishikawa por hechos permite analizar e interpretar los fenómenos en problemas más concretos.

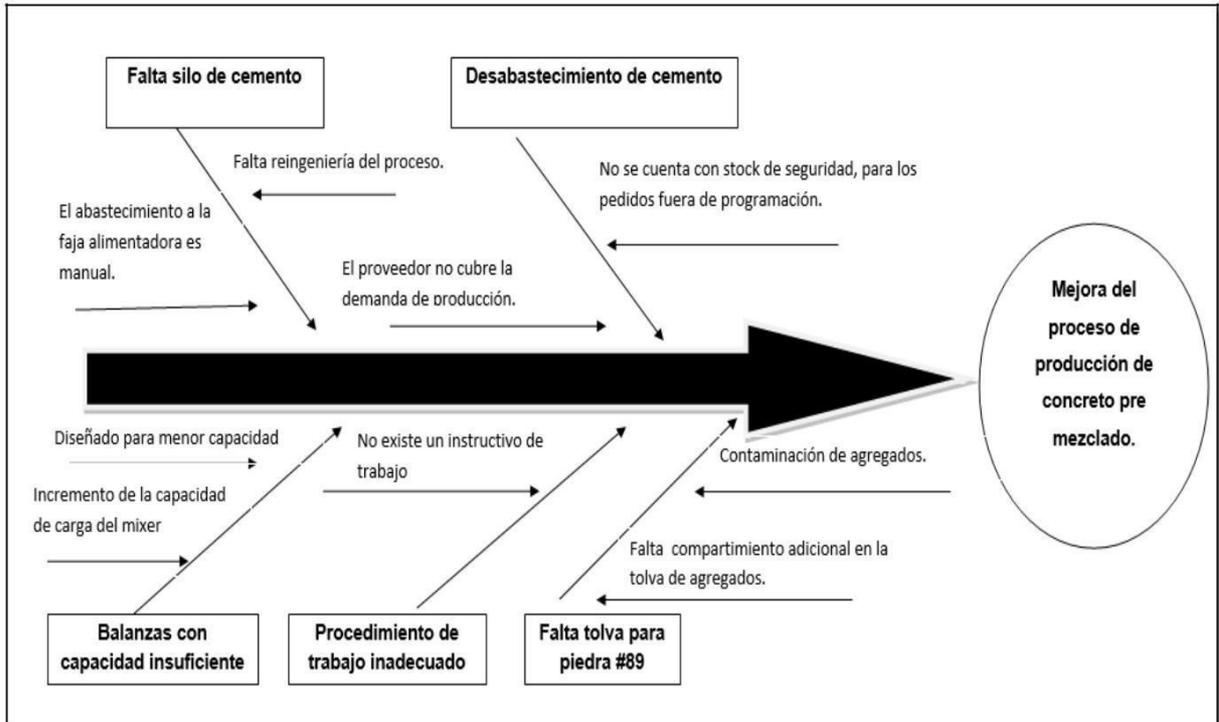


Figura N° 23 Diagrama de Ishikawa por Hechos

Fuente: Elaboración propia

3.3.5. Matriz causa - efecto por hechos

Problema: Materiales y maquinaria.

Tabla 3
Materiales y Maquinaria

	HECHOS	JEFE REGIONAL	ADMINISTRADOR DE PLANTA	OPERADOR DE PLANTA	TOTAL
Falta de silo de cemento	El abastecimiento a la faja alimentadora es manual.	5	5	5	15
	Falta reingeniería del proceso.	4	5	4	13
Desabastecimiento de cemento	El proveedor no cubre la demanda de producción.	4	3	3	10
	No se cuenta con stock de seguridad, para los pedidos fuera de programación.	5	5	5	15
Balanza con capacidad insuficiente	Diseñado para menor capacidad	4	5	5	14
	Incremento de la capacidad de carga de los mixer	4	4	4	12
Procedimiento de trabajo inadecuado	No existe un instructivo de trabajo	4	3	3	10
Falta de tolva para piedra# 89	Contaminación de agregados.	3	3	2	8
	Falta compartimiento adicional en la tolva de agregados	5	4	4	13

GRAVEDAD				
Menor		Media		Mayor
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia

3.3.6. Tabla de distribución del Diagrama de Pareto por Hechos.

Tabla 4
Distribución del Diagrama de Pareto por Hechos

N°	HECHOS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% Relativo	% Acumulado	80 - 20
1	El abastecimiento a la faja alimentadora es manual.	15	15	14%	14%	80%
2	No se cuenta con stock de seguridad, para los pedidos fuera de programación.	15	30	14%	27%	80%
3	Balanza diseñada para menor capacidad	14	44	13%	40%	80%
4	Falta compartimiento adicional en la tolva de agregados	13	57	12%	52%	80%
5	Falta reingeniería del proceso.	13	70	12%	64%	80%
6	Incremento de la capacidad de carga de los mixer	12	82	11%	75%	80%
7	El proveedor no cubre la demanda de producción.	10	92	9%	84%	80%
8	No existe un instructivo de trabajo	10	102	9%	93%	80%
9	Contaminación de agregados.	8	110	7%	100%	80%
		110				

Fuente: Elaboración propia

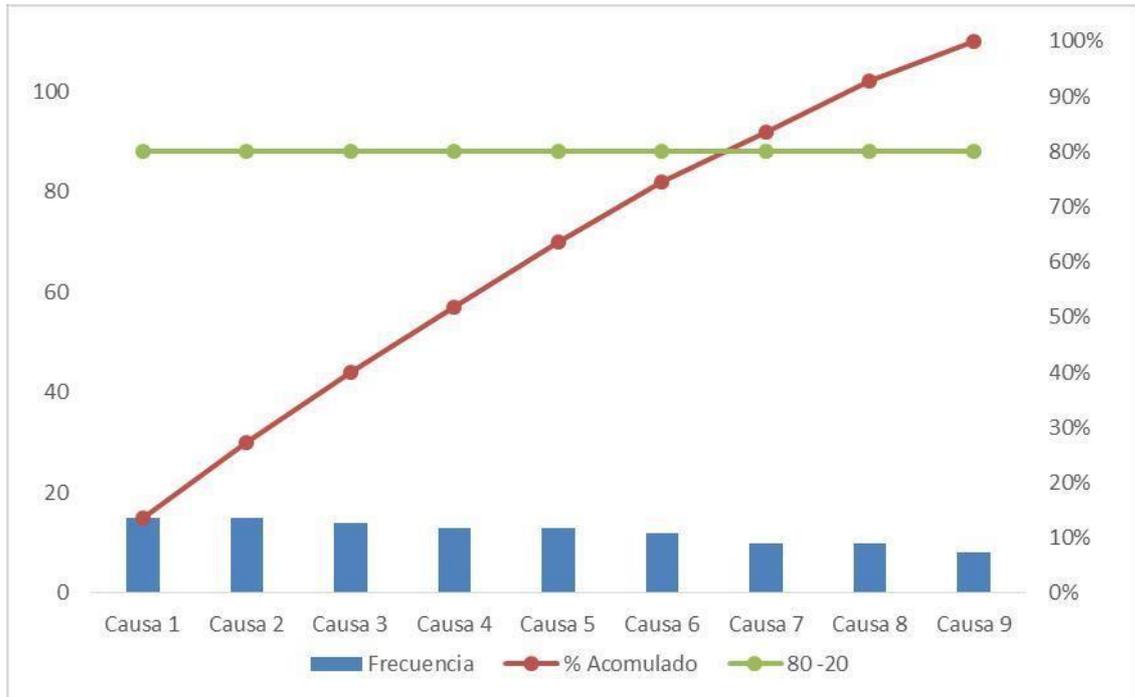


Figura N° 24 Diagrama de Pareto por Hechos

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Se procederán a atender y resolver los problemas que están dentro del 80%, llamados vitales, logrando así desaparecer los problemas triviales.

Tabla 5

Distribución de problemas analizados

N° CAUSA	HECHOS	FRECUENCIAS ACUMULADA
1	El abastecimiento a la faja alimentadora es manual	14%
2	No se cuenta con stock de seguridad, para los pedidos fuera de programación	27%
3	Balanza diseñada para menos capacidad	40%
4	Falta compartimento adicional en la tolva de agregados	52%
5	Falta reingeniería del proceso	64%
6	Incremento de la capacidad de carga de los mixer	75%

Fuente: Elaboración propia

3.4. Desarrollo del objetivo 2

3.4.1. Diagrama de operaciones del proceso.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
	FECHA: 20-05-2018
DEPARTAMENTO: OPERACIONES	Rev. Ing. J.Sanchez
PRODUCTO: CONCRETO PREMEZCLADO	

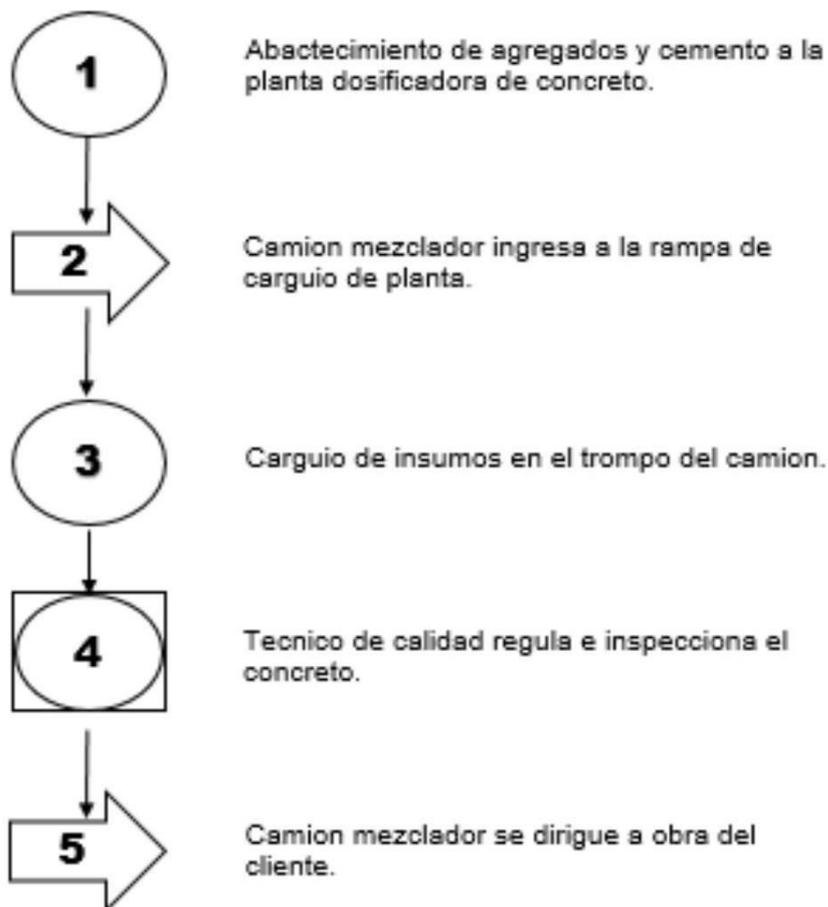


Figura N° 25 Diagrama de Operaciones DOP

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de operaciones del proceso.

El proceso inicia en las canchas de agregado y la zona de abastecimiento de cemento, donde se realiza la alimentación de la planta dosificadora de concreto premezclado, Según sea el diseño requerido por el cliente se pesan los insumos para ser mezclados en el trompo del mixer. Luego de la homogenización el mixer se retira a la zona de regulación, donde un técnico de calidad valida el asentamiento del concreto y de ser necesario regula con aditivo, para obtener el concreto según las especificaciones solicitadas por el cliente.

Se entrega la guía de producción al chofer del mixer quien se dirige a la obra del cliente para el despacho del concreto premezclado.

					Actual	Propuesta					
					3						
Actividades	Asignacion de guía de despacho				2						
	Abastecimiento de insumos				1						
	preparacion de concreto				2						
	Inspeccion de concreto				2						
Lugar: Planta de operaciones		Almacenamiento									
Tipo DAP: Proceso		Distancia Totala (m)									
		Tiempo Total(min)									
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo Total (Min)	Simbolo						Observaciones	
				○	□	◻	D	⇨	▽		
Programacion y despacho asigna ticket de carguio			0.5	*							01 Persona
Operador de planta avisa al chofer ingreso a zona de carguio	20		0.5	*							02 Personas
Abastecimiento de cemento	10		5					*			04 Personas
Pesado de cemento			2					*			01 Persona
Abastecimiento de agregados	120		3					*			01 Persona
Pesado de agregados			5					*			01 Persona
Preparacion de concreto premezclado			3	*							01 Persona
Prueba de asentamiento del concreto			2		*						02 Persona
Muestras de probetas, para control de calidad			1.5		*						01 Persona
Regulacion e inspeccion del concreto	15		2			*					01 Persona
Total		165		24.5							

Figura N° 26 Diagrama de Análisis del Proceso Actual

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Índice de la productividad de la planta en el mes de Junio

Procederemos a medir la productividad del proceso netamente de producción de concreto premezclado, conociendo que el ciclo de producción de 8 m³ de concreto es de 18 minutos, para lo cual se utiliza el programa de producción y despacho correspondiente al mes de junio:

Tabla 6

Índice de productividad de la planta en el mes de junio año 2018

Concepto	Junio																													
	1	2	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30				
Produccion diaria de planta	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320			
Tiempo de produccion 8m ³	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18			
Tiempo de produccion 1m ³	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25				
Produccion en horas	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
Indice de productividad	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%				

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3. Propuesta de mejora para el proceso de producción de concreto

a. Implementación del silo de cemento tipo 1

Se plantea como mejora del proceso, la instalación del silo para el cemento sol tipo 1 con capacidad de 134 Tn, lo cual ayudara a reducir los tiempos de abastecimiento del cemento, al ser este directo a la balanza de pesado.

Con la implementación del silo reduciremos los tiempos muertos y no se necesitará del personal (04 personas) que abastezcan manualmente por la faja transportadora, se podrá contar con stock de seguridad para atender los despachos fuera del programa de producción.

El abastecimiento del cemento para el proceso de producción se realizará con camiones tipo bombona, cuya capacidad de carga es de 32 Tn, comprando el cemento a granel en la cementera que más se ajuste a nuestra necesidad.



Figura N° 27 Implementación del Silo

Fuente: Google

b. Cambio de balanza para el pesado de los agregados

Se propone reemplazar la balanza para el pesado de los agregados, por una de mayor capacidad (20 Tn) con lo cual el proceso de pesado se realizará en 01 solo paso.

Con la balanza actual se tiene que realizar el pesaje 02 veces al ser su capacidad de 06 Tn, con lo cual el tiempo de pesado de los agregados se reduciría en un 50 %.



Figura N° 28 Implementación de la Balanza

Fuente: Proveedor Basculas Revuelta

3.4.5. Índice de la productividad de la planta con la mejora del proceso

Procederemos a medir la productividad del proceso netamente de producción de concreto premezclado, conociendo que el ciclo de producción de 8 m³ de concreto, aplicando las mejoras propuestas es de 10 minutos, para lo cual se utiliza el programa de producción y despacho correspondiente al mes de junio:

Tabla 7

Índice de productividad de la planta en el mes de junio año 2018.

Concepto	Junio																													
	1	2	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30				
Produccion diaria de planta	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574			
Tiempo de produccion 8m3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Tiempo de produccion 1m3	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25				
Produccion en horas	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
Indice de productividad	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%				

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Desarrollo del objetivo 3

3.5.1. Costo de la mejora

En la tabla 8, se muestran los costos en los que se incurrirán para la implementación de la mejora, correspondientes a las obras civiles, eléctricas y compra de los equipos.

Tabla 8

Costos de inversión

COSTO DE INVERSION PARA LA MEJORA	
(Miles)	Costo Total
Obras civiles para instalar el silo de cemento	S/. 45.000
Obras eléctricas para instalar el silo de cemento	S/. 35.000
Compra e instalación del silo	S/. 220.000
Compra e instalación de balanza de 20 Tn.	S/. 50.000
Compra de compresora para la descarga de cemento	S/. 35.000
Costo de mantenimiento anual.	S/. 60.000
Total inversión	S/. 445.000

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. Demanda insatisfecha

Se realizó el estudio de la demanda insatisfecha que se presenta actualmente por no contar con una mayor capacidad de producción en la planta (actualmente 320M3, en un turno de 12 horas de trabajo)

Tabla 9

Cálculos de la demanda insatisfecha

Calculo de la demanda insatisfecha expresado en M3					
Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Rolling Forescat	12800	12900	13000	13300	13600
Capacidad de planta	8320	8320	8320	8320	8320
Demanda insatisfecha	4480	4580	4680	4980	5280

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3. Valorización de la demanda insatisfecha

Para obtener el beneficio de la mejora, procedemos a calcular la demanda insatisfecha con la utilidad que se obtiene al producir 1 M3, de concreto premezclado que es S/40.00 soles.

Tabla 10

Valorización de la demanda insatisfecha

Valorización de la demanda insatisfecha					
Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Demanda insatisfecha M3	4480	4580	4680	4980	5280
Utilidad M3	S/40.00	S/40.00	S/40.00	S/40.00	S/40.00
Beneficio obtenido	S/. 179,200	S/. 183,200	S/. 187,200	S/. 199,200	S/. 211,200

Fuente: Elaboración Propia

3.5.4. Flujo de caja de la mejora propuesta

Tabla 11

Cálculo ahorro acumulado

Flujo de Caja										
Mes	0	1	2	3	4	5				
Margen de utilidad por demanda insatisfecha		S/ 179,200	S/ 183,200	S/ 187,200	S/ 199,200	S/ 211,200				
Planilla de la cuadrilla que abastece cemento manualmente.		S/ 8,320								
Costo de la inversión de la mejora.	S/ 445,000									
Costo de mantenimiento mensual.		S/ 5,000								
Depreciación de los equipos mensual.		S/ 4,500								
Total costos.		S/ 9,500								
Flujo de caja económico (FCE)	S/ 445,000	S/ 178,020	S/ 182,020	S/ 186,020	S/ 198,020	S/ 210,020				

VAN	S/. 156,106
TIR	31%

Fuente: *Elaboración Propia*

El Valor Actual Neto (VAN) de los Flujos mostrados en el cuadro anterior, resultó ser igual a S/. 156106; es decir que la inversión se recupera en el primer año, teniendo ingresos netos a partir de esa fecha, que en la actualidad es equivalente al VAN encontrado. Por lo tanto, la propuesta de inversión es aceptable, ya que el VAN es mayor que 0.

La Tasa Interna de Retorno (TIR), de los flujos de Fondos Netos, resultó ser igual a 31%, esto quiere decir que la propuesta de invertir en la propuesta de desarrollo del proceso de concreto premezclado, por lo tanto se debe aceptar la propuesta.

3.5.5. Periodo de recuperación de la inversión

La propuesta de mejora planteada según el estudio realizado, la inversión se recupera en 3 meses y 3 días.

Se coordina reunión con la gerencia de la empresa para exponer la propuesta.

Tabla 10

Periodo de recuperación de la inversión

(PRI)				
Periodo de Recuperación				
Mes	Inversión	Van	Saldo	PRI
0	S/. 445.000			
1		S/. 147,270		
2		S/. 130,817		
3		S/. 116,141		
4		S/. 107,596	S/. 56,824	
5		S/. 99,282		
PRI = 3 meses y 3 días				

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Al proponer la implementación de las mejoras planteadas, al proceso de producción de concreto premezclado de la compañía, buscamos contribuir en la mejora de la productividad y la optimización de los costos de producción. En el estudio realizado se identifica el beneficio que se puede obtener al realizar la implementación.

A pesar del beneficio que se puede obtener si se llega a implementar la propuesta de mejora, es necesario seguir proponiendo nuevas alternativas de solución que permitan hacer del proceso un modelo de gestión y producción, enfocado al círculo virtuoso de la mejora continua, generando beneficio para todas las personas que intervienen en el mismo.



Figura N° 30 Comparativo de la productividad

Fuente: Elaboración propia.

Logramos identificar los principales problemas del proceso que generan las paradas de planta en plena producción, los costos por pago a la cuadrilla que realiza el abastecimiento manual de cemento y los tiempos muertos que se presentan por el doble pesaje de los agregados. Estos resultados se lograron identificar a través del Análisis del diagrama causa efecto y el diagrama de Pareto.

Los resultados obtenidos en la propuesta de mejora tienen como base los antecedentes que incluimos en el marco teórico, identificando que implementar un silo para el abastecimiento del cemento y aumentar la capacidad de la balanza para el pesado de los agregados, incrementarían la capacidad de producción de la planta y se podrá cubrir la demanda insatisfecha que existe actualmente en la compañía.

Tabla 11

Mejoras obtenidas de la producción

Productividad de Concreto Premezclado			
Proceso	Capacidad de planta / m3	Tiempo min / 8m3	Producción en hrs
Actual	320	18	12
Mejorado	574	10	12

Fuente: Elaboración propia.

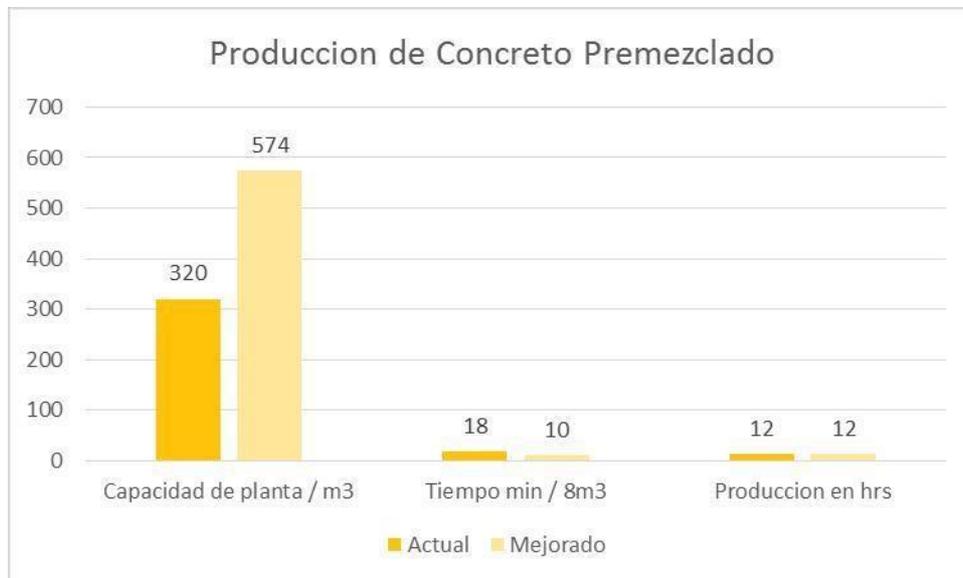


Figura N° 31 Mejoras obtenidas en el proceso

Fuente: Elaboración propia.

4.1. CONCLUSIONES

1. Se logró evidenciar que de aplicarse la mejora propuesta, se logra disminuir de 18 a 10 minutos el tiempo de producción de concreto premezclado.
2. La capacidad de producción de la planta se incrementa 320 m³ a 574 m³ de concreto premezclado, con lo cual se aprovecha la demanda insatisfecha que se evidencia con el estudio realizado.
3. La productividad del proceso se incrementa de 27% a 48%, con lo cual se minimizan los recursos utilizados.
4. El tiempo de recuperación de la inversión es de 3 meses y 03 días.
5. La TIR, es 31%, por lo cual es viable la propuesta de inversión.

4.2. RECOMENDACIONES

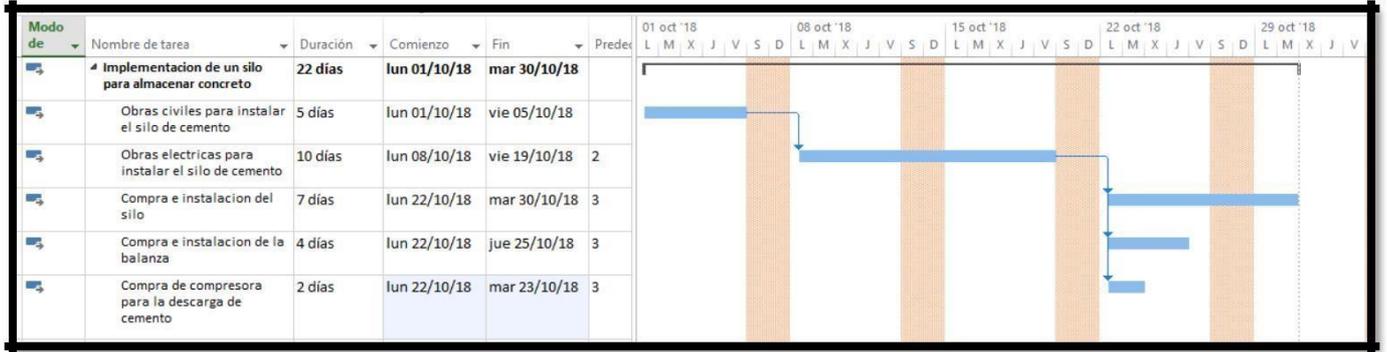
- La compañía debe adoptar y ejecutar la propuesta de mejora planteada, para cubrir la demanda insatisfecha y generar mayor utilidad.
- Se debe implementar el silo de cemento con la finalidad de incrementar la productividad del proceso y minimizar las paradas de producción, las 4 personas que abastecían el cemento manualmente deben ser reubicadas, entrenadas y promovidas a otros puestos de trabajo.
- Se debe elaborar y estandarizar un programa continuo de mantenimiento, que permita tener la confiabilidad de los equipos evitando las paradas de producción.
- Garantizar la continuidad de las investigaciones en la constante mejora del proceso de producción de concreto premezclado, buscando optimizar los costos y la productividad, así como el desarrollo de nuevos diseños de concreto que permitan brindar soluciones a los clientes y estar a la par con los competidores del rubro.

4.3. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña (2012). Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodología de las 5S's e ingeniería de métodos (Tesis para optar el título de ingeniero industrial), Universidad Pontificia Católica, Lima, Perú.
- Aguilar-Otero, J., & Torres-Arcique, R., & Magaña-Jiménez, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25 (1), 15-26.
- Alonso-Torres, Carlos. (2014). Orientaciones para implementar una gestión basada en procesos. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 159-171. Recuperado en 12 de junio de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362014000200005&lng=es&tlng=es.
- Belem Vásquez, Salvador Corrales (2017). INDUSTRIA DEL CEMENTO EN MÉXICO: ANÁLISIS DE SUS DETERMINANTES, *Problemas del Desarrollo*, Volume 48, Issue 188, 2017, Pages 113-138, ISSN 0301-7036, <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2017.01.006>.
- Casia (2008). Estudio de mejoramiento de las actividades de operaciones en el área industrial de una lavandería de la ciudad capital (Tesis realizada para la optar título Ingeniera Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Colqui Carhuaricra J.C. (2017). Aplicación de las 5S como propuesta de mejora en el área de producción de silicato de sodio en la empresa PROQUINSA (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Lima-Perú.
- DefiniciónABC. (2018). Producción. 25/07/2018, de Sitio web: <https://www.definicionabc.com/economia/produccion.php>
- El Comercio. (2017). Capeco: la construcción cayó más de lo esperado en 2016. 25/09/2018, de . Sitio web: <https://elcomercio.pe/economia/peru/capeco-construccion-cayo-esperado-2016-404891>
- Gamarra, Jimenez (2012). Análisis de dos Metodologías para Identificar el cuello de botella en procesos Productivos. (Tesis presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial). Universidad Industrial y Empresariales Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Heflo. (2017). Ciclo PDCA: un concepto determinante en la mejora de procesos. 20/07/2018, Sitio web: <https://www.heflo.com/es/blog/pdca/ciclo-pdca-concepto/>

- Hernández, Ortega, & Lemus. (2013). Estimación y control de costos en métodos ágiles para desarrollo de software: un caso de estudio. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XV (03) (2014), pp. 403-418, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774314703506>
- Hernández V. & Vargas M. (2017). *Implementación de mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, para optimizar los costos de producción en la empresa distribuidora norte Pacasmayo S.R.L* (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca-Perú.
- Jablonsky, Josef, & Skocdopolova, Veronika. (2017). Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una Empresa Procesadora de Leche. *Información tecnológica*, 28(4), 39-46.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400006>
- León Quiñónez, A. (2013). Reducción del consumo de cemento en concretos premezclados, para el incremento en la rentabilidad de esta industria y la disminución del impacto ambiental que este genera. Tesis de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- María Yanet Díaz Dávila. (2017). Capacidad de Acumulación de la ortiga (*urtica urens*) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la Oroya, Junín, 2017. Lima: UCV.
- Mejía, Gonzalo, & Castro, Elkin. (2007). Optimización del proceso logístico en una empresa de colombiana de alimentos congelados y refrigerados. *Revista de Ingeniería*, (26), 47-54. Retrieved August 04, 2018, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000200007&lng=en&tlng=es.
- Roldan Paredes Joseline Brigitte. (2017). Implementación del Ciclo de Deming para Incrementar la Productividad en el Área de Desarrollo Económico Local de la Municipalidad de Carabayllo, Lima, 2017. Lima: UCV.
- Ulco (2015). Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de caja de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrial Art Print (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

Anexo n.º 2 Diagrama de Gantt



Anexo n.º 7 Formulario de estudio para ciclo breve (reverso)

Fecha del estudio:		Termino:		Hoja de estudio: ciclo breve										Estudio num.:	
Elemento num.:		Comenzó:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Hoja num.:	
De pie <input type="checkbox"/>		Tiempo transcurrido:												de	
Sontajo <input type="checkbox"/>														Números del aparato:	
Muelle- doso <input type="checkbox"/>														Ficha num.:	
														Observado por:	
														Aprobado por:	
														Elementos extraños	
														Descripción	
														Símbolo	
														A	
														B	
														C	
														D	
														E	
														F	
														G	
														H	
														I	
														J	
														K	
														L	
														M	
														N	
														O	
														P	
														Q	
														R	
														S	
														T	
														U	
														V	
														W	
														X	
														Y	
														Z	
Ciclo num.															
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
Total															
Num. de alt.															
Medio															
Frecuencias															
Tiempo															
Min/Seg.															

Anexo n.° 10 Ficha Técnica del Silo

PLANTA MEIGGS

Peso Unitario Cemento (Ton / m³) = **1.5**

CEMENTO SOL TIPO I

SILO 3 134.13 Toneladas

Dimensiones en metros

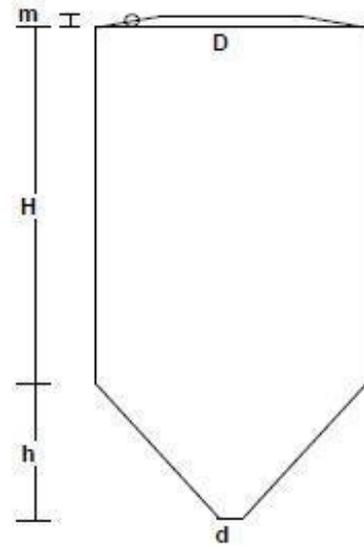
D =	3.70	H =	7.70
d =	0.30	h =	1.70
m =	0.00	h1 =	1.85

	Volumen m ³	Peso tonelada
Cilindro	82.8	124.19
Tronco	6.6	9.94
Total	89.4	134.13

Medida	Peso
0.00	134.13
0.10	132.51
0.20	130.90
0.30	129.29
0.40	127.68
0.50	126.06
0.60	124.45
0.70	122.84
0.80	121.22
0.90	119.61
1.00	118.00
1.10	116.39
1.20	114.77
1.30	113.16
1.40	111.55
1.50	109.94
1.60	108.32
1.70	106.71
1.80	105.10
1.90	103.48
2.00	101.87
2.10	100.26
2.20	98.65
2.30	97.03
2.40	95.42
2.50	93.81
2.60	92.19
2.70	90.58
2.80	88.97
2.90	87.36
3.00	85.74
3.10	84.13
3.20	82.52
3.30	80.90
3.40	79.29
3.50	77.68
3.60	76.07
3.70	74.45
3.80	72.84

Medida	Peso
3.90	71.23
4.00	69.61
4.10	68.00
4.20	66.39
4.30	64.78
4.40	63.16
4.50	61.55
4.60	59.94
4.70	58.32
4.80	56.71
4.90	55.10
5.00	53.49
5.10	51.87
5.20	50.26
5.30	48.65
5.40	47.04
5.50	45.42
5.60	43.81
5.70	42.20
5.80	40.58
5.90	38.97
6.00	37.36
6.10	35.75
6.20	34.13
6.30	32.52
6.40	30.91
6.50	29.29
6.60	27.68
6.70	26.07
6.80	24.46
6.90	22.84
7.00	21.23
7.10	19.62
7.20	18.00
7.30	16.39
7.40	14.78
7.50	13.17
7.60	11.55
7.70	9.94

Medida	Peso
7.70	9.94
7.80	8.41
7.90	7.05
8.00	5.84
8.10	4.78
8.20	3.86
8.30	3.06
8.40	2.38
8.50	1.81
8.60	1.34
8.70	0.96
8.80	0.66
8.90	0.43
9.00	0.26
9.10	0.14
9.20	0.06
9.30	0.02
9.40	0.00



Anexo n.º 11 Ficha Técnica de la balanza

Celda de Carga

Modelo: RBD

Tipo Flexión. Doble Brida.

Acero Inoxidable

Herméticamente Selladas. Soldada.



Descripción

Características

Especificaciones

La celda de carga modelo RBD de doble brida, es recomendable para utilizarse en Básculas para camiones y Básculas para ferrocarril. Por su diseño, es ideal para cualquier situación que demande uso rudo y pesaje de grandes cargas, con gran precisión y confiabilidad.

Fabricada de acero inoxidable, proporciona máxima protección contra la corrosión y asegura una resistencia superior contra los múltiples ataques del medio ambiente. Altos márgenes de cálculo para condiciones adversas de trabajo, como impactos y cargas laterales.

Herméticamente sellada a prueba de humedad y polvo. Cable blindado integrado a la celda, sin conectores, que garantiza su hermeticidad. El blindaje protege, definitivamente, contra interferencias de radiofrecuencia.

El diseño de la celda de carga permite utilizar el MONTAJE VINCENT ©, de bridas paralelas, autoalineable, que proporciona libre movimiento de 360° en el plano horizontal. El diseño del MONTAJE VINCENT © esta considerado por los propios expertos del pesaje, como superior al de otros sistemas de montaje en los que la báscula requiere del uso de tirantes, tensores, topes, retenes, etc. que inmovilizan la plataforma restándole sensibilidad y precisión.

Celda de Carga

Modelo: RBD

Tipo Flexión. Doble Brida.

Acero Inoxidable

Herméticamente Selladas. Soldada



Descripción

Características

Especificaciones

- Capacidades
De: 75,000 lb ó 30,000 kg
De: 125,000 lb ó 50,000 kg
- Excede los requerimientos de NIST y OIML
- Grado de protección IP67 / NEMA 6
- Para su uso en áreas peligrosas:
Clase I, II, III; Divisiones 1 y 2; Grupo A al G

Celda de Carga

Modelo: RBD

Tipo Flexión, Doble Brida,

Acero Inoxidable

Herméticamente Selladas. Soldada



Descripción

Características

Especificaciones

Capacidades (kg): 30 t y 50 t
 Capacidades (lb): 75 000 lb y 125 000 lb
 Sobrecarga admisible: 150% CN
 Sobrecarga límite: 300% CN
 Carga lateral admisible: 100% CN
 Salida a carga nominal (CN): 3 mV / V +/- 0.25%
 Tensión de Excitación (típica): 10 Vcc (15 V Máximo)
 Balance de cero: +/- 1% CN
 Error Combinado (*): < 0.03% CN
 Error de Fluencia (30 min): < 0.03% CN
 Error de Repetibilidad: < 0.01% CN
 Temperatura de operación: -18°C a 65°C
 Efectos de Temperatura
 En cero: +/- 0.0090% CN / 5 °C
 En salida: +/- 0.0072% de la carga / 5°C
 Relación de rechazo a carga lateral: 500 : 1
 Resistencia de entrada: 700 +/- 7 ohms
 Material: Acero Inoxidable

(*) Incluye los efectos de No Linealidad e Histéresis