



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

**OPTIMIZACIÓN DE LA ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO
MEDIANTE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA
AUTOHORMIGONERA CARMIX**

**PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR

SANTILLAN CALLUPE, David Demetrio

HUANUCO - PERU

2017

DEDICATORIA

A Dios nuestro divino quien con su sabiduría y presencia espiritual a lo largo de mi vida hizo que mis estudios fueran guiados por el mejor camino, por darme las fuerzas de lucha constancia y perseverancia y hacer posible la finalización de esta investigación con mucha dedicación y satisfacción por los buenos resultados.

A mis padres: David y Norma, por su entera confianza que depositaron en mí, para darme lo mejor en cada etapa de mi vida, gozar de mis triunfos y darme su apoyo incondicional para levantarme de las derrotas.

A mis hermanos: Kenji y Soledad por estar siempre conmigo, por contagiarme de sus alegrías y el aliento para seguir adelante en todo momento y por ver en mí un guía a seguir para sus vidas.

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor el Ing. Jhon Ronald Quinto Enríquez por la orientación y ayuda que nos brindó para la realización de esta tesis.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil por haber compartido sus experiencias en las clases de pre grado.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado “**Optimización de la etapa de producción del concreto mediante la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix**”, tiene como problema; ¿Cuál es la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix que permita optimizar la etapa de producción del concreto?, siendo el objetivo; determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix que permita optimizar la etapa de producción del concreto, con la hipótesis; La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite optimizar la producción del concreto.

Para el estudio se aplicó la investigación del tipo: documental y de campo, de nivel no experimental, descriptivo, con un método observacional y un diseño transversal correlacional.

Como conclusión se tiene que basados en el análisis del costo, volumen y tiempos de ejecución de la producción del concreto mediante la autohormigonera carmix, podemos afirmar su alta productividad y eficiencia, debido a que ofrece un menor costo de producción del concreto, mayor volúmenes de producción de concreto y ahorro en el tiempo de ejecución de estructuras de concreto.

SUMMARY

The present research work entitled "Optimization of the concrete production stage through the efficiency and productivity of the automixer carmix", has as its problem; What is the efficiency and productivity of the automixer carmix that allows to optimize the stage of production of the concrete ?, being the objective; Determine the efficiency and productivity of the automixer carmix that allows to optimize the concrete production stage, with the hypothesis; The efficiency and productivity of the carmix auto-mixer makes it possible to optimize the production of concrete.

For the study, the research was applied: documentary and field, non-experimental, descriptive level, with an observational method and a correlational cross-sectional design.

In conclusion, based on the analysis of the cost, volume and execution times of the concrete production by means of the carmix automixer, we can affirm its high productivity and efficiency, because it offers a lower cost of production of the concrete, higher volumes of Concrete production and savings in the execution time of concrete structures.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
SUMMARY.....	V
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE CUADROS.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE GRAFICOS.....	XIII
INTRODUCCION	XIV
CAPITULO I.....	16
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.2.1. ESPACIAL.....	17
1.2.2. TEMPORAL	17
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.3.1. PROBLEMA GENERAL.....	17
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	18
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5.1. HIPÒTESIS GENERAL.....	19
1.5.2. HIPÒTESIS ESPECÍFICAS	19
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	19
1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE	19
1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	20
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.7.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	22
1.7.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	23
1.7.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.8. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24

1.8.1. POBLACIÓN.....	24
1.8.2. MUESTRA.....	24
1.9. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	25
1.9.1. TÉCNICAS.....	25
1.9.2. INSTRUMENTOS.....	26
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.10.1. JUSTIFICACIÓN.....	27
1.10.2. IMPORTANCIA.....	27
CAPITULO II.....	28
MARCO TEORICO	28
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.1.1. INTERNACIONAL.....	28
2.1.2. NACIONAL.....	30
2.2. BASES TEÓRICAS.....	34
2.2.1. EL CONCRETO COMO MATERIAL.....	34
2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO.....	35
2.2.2.1. CEMENTO PORTLAND.....	35
2.2.2.2. AGREGADOS.....	37
2.2.2.3. AGUA.....	41
2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	42
2.2.4. PROPORCIONAMIENTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO.....	43
2.2.4.1. CONSIDERACIONES.....	43
2.2.4.2. RECOMENDACIONES.....	44
2.2.4.3. TOLERANCIAS.....	45
2.2.4.4. CONSIDERACIONES FINALES.....	46
2.2.5. MEZCLADO DEL CONCRETO.....	46
2.2.5.1. MEZCLADO MANUAL.....	49
2.2.5.2. MEZCLADO MECANICO.....	50
2.2.5.3. OPERACIÓN DE MEZCLADO.....	59
2.2.5.4. TIEMPO DE MEZCLADO.....	61
2.2.5.5. RECOMENDACIONES EN LA OPERACION DE MEZCLADO.....	63
2.2.5.6. DESCARGA.....	64
2.2.5.7. RENDIMIENTO DE LAS MEZCLADORAS.....	64
2.2.6. MAQUINARIA PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO.....	67
2.2.6.1. HORMIGONERA DE VOLTEO O DE TAMBOR.....	67
2.2.6.2. HORMIGONERA DE TOLVA DE ALMACENAJE.....	72
2.2.6.3. AUTOHORMIGONERA CARMIX.....	72
2.2.7. GENERALIDADES SOBRE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD.....	83
2.2.8. DEFINICIÓN DE OPTIMIZACIÓN.....	96
2.2.8.1. PROCESO PRODUCTIVO DEL CONCRETO EN OBRA.....	96
2.2.8.2. DESCRIPCIÓN DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX 3.5 TT.....	97
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	102
CAPITULO III.....	107

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	107
3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACION DEL INSTRUMENTO	107
3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	107
3.2.1. COSTOS DE LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO	107
3.2.1.1. COSTO UNITARIO DEL USO DEL CARMIX (01 UND).....	109
3.2.1.2. COSTO UNITARIO DEL USO DEL CARMIX (02 UND).....	112
3.2.1.3. COSTO UNITARIO DE MEZCLADORA TIPO TOLVA.....	115
3.2.2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO	118
3.2.2.1. VOLUMEN PRODUCIDO POR EL CARMIX.....	118
3.2.2.2. VOLUMEN PRODUCIDO POR LA MEZCLADORA TIPO TOLVA	119
3.2.3. TIEMPOS DE EJECUCION	120
3.2.3.1. TIEMPO DE EJECUCION POR EL CARMIX (01 UND).....	120
3.2.3.2. TIEMPO DE EJECUCION POR EL CARMIX (02 UND).....	121
3.2.3.3. TIEMPO DE EJECUCION POR LA MEZCLADORA TIPO TOLVA	121
CAPÍTULO IV.....	122
PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS	122
4.1. PRUEBA DE HIPOTESIS GENERAL.....	122
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	122
CAPÍTULO V.....	125
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	125
5.1. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO	125
5.1.1. COSTO UNITARIO DEL CONCRETO.....	125
5.1.2. COSTO TOTAL DEL CONCRETO	126
5.2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO.....	127
5.2.1. VOLUMEN DE PRODUCCION DEL CARMIX.....	127
5.3. TIEMPOS DE EJECUCION.....	129
5.3.1. TIEMPOS DE EJECUCION POR EL CARMIX.....	129
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	132
BIBLIOGRAFIA	133

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Uso Granulométrico Para el Agregado Fino	38
Tabla N° 2: Uso Granulométrico Para El Agregado Grueso	39
Tabla N° 3: Costo Unitario de Mano de Obra - 01 (Und.) Carmix.....	109
Tabla N° 4: Costo Unitario de Materiales - 01 (Und.) Carmix.....	110
Tabla N° 5: Análisis de la Cantidad de Materiales - 01 (Und) Carmix.....	110
Tabla N° 6: Costo Unitario de Equipos - 01 (Und.) Carmix.....	111
Tabla N° 7: Costo de Producción del Concreto.....	111
Tabla N° 8: Producción del Concreto.....	112
Tabla N° 9: Costo Unitario de Mano de Obra - 02 (Und.) Carmix.....	112
Tabla N° 10: Costo Unitario de Materiales - 02 (Und.) Carmix.....	113
Tabla N° 11: Análisis de Cantidad de Materiales - 02 (Und) Carmix.....	113
Tabla N° 12: Costo Unitario de Equipos - 02 (Und.) Carmix.....	114
Tabla N° 13: Costo de Producción del Concreto	114
Tabla N° 14: Producción del Concreto.....	115
Tabla N° 15: Costo Unitario de Mano de Obra - Mezcladora Tipo Tolva.....	115
Tabla N° 16: Costo Unitario de Materiales - Mezcladora Tipo Tolva.....	116
Tabla N° 17: Análisis de Cantidad de Materiales – Mezcladora Tipo Tolva... 	116
Tabla N° 18: Costo Unitario de Equipo - Mezcladora Tipo Tolva.....	117
Tabla N° 19: Costo de Producción de Concreto	117
Tabla N° 20: Producción del Concreto.....	117
Tabla N° 21: Volumen de Producción del Concreto - Carmix.....	118
Tabla N° 22: Volumen de Producción del Concreto - Mezcladora Tipo Tolva	
.....	119

Tabla N° 23: Tiempo de Ejecución del Carmix (01 Und)	120
Tabla N° 24: Tiempo de Ejecución del Carmix (02 Und)	121
Tabla N° 25: Tiempo de Ejecución de la Mezcladora Tipo Tolva.....	121
Tabla N° 26: Comparativo del Costo Unitario del Concreto.....	125
Tabla N° 27: Costo del Concreto por Metro Cubico	126
Tabla N° 28: Producción de Concreto con Carmix de 3.0 m3 de Capacidad	127
Tabla N° 29: Comparativo de Tiempos de Ejecución.....	129

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1: Matriz de Operacionalización de las Variables	20
Cuadro N° 2: Técnicas e Instrumentos de Investigación.	26

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Mezcladora de Eje Horizontal	51
Figura N° 2: Mezcladora de Doble Eje Horizontal	52
Figura N° 3: Mezcladora Planetaria a Contracorriente	53
Figura N° 4: Mezcladora de Tren Planetario	54
Figura N° 5: Turbo Mezcladora de Eje Vertical	55
Figura N° 6: Mezcladora de Tambor Basculante Tipo Trompo y de Tolva.....	56
Figura N° 7: Camión Mezcladora de Concreto.....	59
Figura N° 8: Mezcladora de Volteo o de Tambor.....	70
Figura N° 9: Mezcladora con Eje Horizontal.....	70
Figura N° 10: Mezcladora con Eje Inclinado.....	71
Figura N° 11: Mezcladora de Tolva de Almacenaje	72
Figura N° 12: Autohormigonera.....	73
Figura N° 13: Desempeño de la Autohormigonera en Obra.....	76
Figura N° 14: Operación de la Autohormigonera en Obra	82
Figura N° 15: Proceso Productivo del Concreto	97
Figura N° 16: Autohormigonera Carmix 3.5 TT	99

LISTA DE GRAFICOS

Grafico N° 1: Comparativo del Costo Unitario del Concreto	126
Grafico N° 2: Comparativo del Costo por Metro Cubico del Concreto	127

INTRODUCCION

La obtención del concreto no solo depende de un adecuado diseño de mezcla, sino también de apropiados procedimientos de producción y manejo que reproduzcan y conserven las propiedades y características que han sido previstas en el diseño, tal es así, que dentro del proceso de producción, la correcta medida de cada uno de los ingredientes que componen la mezcla, es decir su dosificación, constituye un aspecto extremadamente importante, al cual pocas veces se da la importancia que merece.

Hoy en día existen muchos tipos de sistemas de producción de concreto, desde mezcladoras pequeñas, hasta modernas plantas de producción automatizadas y computarizadas. La elección del sistema apropiado depende esencialmente de la calidad del concreto a producir, de la importancia de los costos de funcionamiento, del tamaño máximo de agregado de la mezcla, del rendimiento horario de la instalación, así como el tamaño de la obra.

El uso de la autohormigonera carmix puede llegar a representar una oportunidad para reducir los costos relacionados con la producción del concreto, y de esta manera maximizar las ganancias y/o beneficios. Ante tal situación, surgió la necesidad de realizar la optimización de la etapa de producción del concreto mediante la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix, a fin de establecer conclusiones y recomendaciones que permitan conocer la viabilidad del uso del carmix en las obras de construcción civil.

El desarrollo de esta tesis está conformado por cinco capítulos:

En el capítulo 1 se enfatiza al planteamiento metodológico donde se describen la realidad problemática, delimitaciones de la investigación, planteamiento del problema, los objetivos, hipótesis, marco metodológico y la justificación e importancia de la investigación.

En el capítulo 2 se redacta la parte teórica, para un mejor entendimiento acerca del manejo de conceptos y términos esenciales sobre la producción de concreto y la autohormigonera carmix.

En el capítulo 3 se dan a conocer los resultados de la producción de concreto mediante la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix.

En el capítulo 4 se realiza el proceso de contraste de las hipótesis planteadas.

En el capítulo 5 se realiza la discusión y análisis de los resultados obtenidos sobre la optimización de la etapa de producción del concreto mediante la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix, para determinar las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

En la parte final de la investigación, se muestran las referencias bibliográficas y anexos respectivamente.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La obtención del concreto no solo depende de un adecuado diseño de mezcla, sino también de apropiados procedimientos de producción y manejo que reproduzcan y conserven las propiedades y características que han sido previstas en el diseño, tal es así, que dentro del proceso de producción, la correcta medida de cada uno de los ingredientes que componen la mezcla, es decir su dosificación, constituye un aspecto extremadamente importante, al cual pocas veces se da la importancia que merece.

La falta de suficiente atención en la medida y control de los ingredientes, no sólo puede dar como resultado un concreto pobre proveniente de una mezcla bien diseñada, sino también un deficiente inventario de materias primas con sus consecuentes pérdidas económicas.

Hoy en día existen muchos tipos de sistemas de producción de concreto, desde mezcladoras pequeñas, hasta modernas plantas de producción automatizadas y computarizadas. La elección del sistema apropiado depende esencialmente de la calidad del concreto a producir, de la importancia de los costos de funcionamiento, del tamaño máximo de agregado de la mezcla, del rendimiento horario de la instalación, así como el tamaño de la obra.

Por tal motivo, el uso de la autohormigonera carmix puede llegar a representar una oportunidad para reducir los costos relacionados con la producción del concreto, y de esta manera maximizar las ganancias y/o beneficios. Ante tal situación, surge la necesidad de realizar la optimización de la etapa de producción del concreto mediante la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix, a fin de establecer conclusiones y recomendaciones que permitan conocer la viabilidad del uso del carmix en las obras de construcción civil.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. ESPACIAL

La investigación estará limitada a determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix en la etapa de producción del concreto.

1.2.2. TEMPORAL

La realización de esta investigación está pautada para un periodo comprendido desde el mes de junio del año 2017 al mes de setiembre del año 2017, teniendo como duración 04 meses.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix que permita optimizar la etapa de producción del concreto?.

1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influye la eficiencia y la productividad de la autohormigonera carmix en el costo de producción del concreto?.
- ¿Cómo influye la eficiencia y la productividad de la autohormigonera carmix en el volumen de producción del concreto?.
- ¿Cómo influye la eficiencia y la productividad de la autohormigonera carmix en los tiempos de ejecución de estructuras de concreto?.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix que permita optimizar la etapa de producción del concreto.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix en el costo de producción del concreto.
- Determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix en el volumen de producción del concreto.
- Determinar la eficiencia y la productividad de la autohormigonera carmix en los tiempos de ejecución de estructuras de concreto.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. HIPÒTESIS GENERAL

La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite optimizar la producción del concreto.

1.5.2. HIPÒTESIS ESPECÍFICAS

- La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix reduce el costo de producción del concreto.
- La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite aumentar el volumen de producción del concreto.
- La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite disminuir los tiempos de ejecución de estructuras de concreto.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

X1 = Eficiencia y productividad

X1-a = Costo de producción del concreto.

X1-b = Volumen de producción de concreto.

X1-c = Tiempos de ejecución.

1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Y1 = Producción del concreto.

1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N° 1: Matriz de Operacionalización de las Variables

Variable	Indicador	Unidad	Instrumento
Eficiencia y productiva del carmix	Nivel de productividad.	Adimensional	Hoja técnica del Carmix 3.5 TT.
Costo de producción de concreto.	Mano de obra, materiales y equipo.	Adimensional.	Cálculo matemático.
Volumen de producción de concreto.	Capacidad de producción.	Adimensional.	Cálculo matemático.
Tiempos de ejecución.	Demora en la producción.	Adimensional.	Cálculo matemático.
Producción del concreto.	Equipo, costo y volumen.	Adimensional.	Cálculo matemático.

Fuente: Elaboración Propia.

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según el propósito de la investigación es DOCUMENTAL Y DE CAMPO:

Documental: RAMÍREZ, BRAVO y MÉNDEZ (1987) señalan que “es una variante de la investigación científica, cuyo objetivo fundamental es el análisis de diferentes fenómenos de la realidad a través de la indagación exhaustiva, sistemática y rigurosa, utilizando técnicas muy precisas; de la documentación existente, que directa o

indirectamente, aporte la información atinente al fenómenos que estudiamos” (p.21).

De Campo: SABINO (2000) explica que “en los diseños de campo los datos de interés se recogen de forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador...” (p.93). Por otra parte TAMAYO y TAMAYO (1996) definen en su texto que, “Cuando los datos se recogen directamente de la realidad por lo cual los denominados primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas”. (p.71).

La investigación es de tipo documental, porque para su elaboración y ejecución fue necesario revisar y analizar bibliografías, manuales, libros y normas relacionados con la producción de concreto, así como planos de las áreas en estudio, que permitieron elaborar las bases teóricas de la investigación y otros documentos e informes los cuales sustentan y enriquecen la información del trabajo.

Se dice que es de campo, puesto que la información se obtendrá directamente de la fuente real sin hacerle ningún tipo de alteraciones, mediante la utilización de instrumentos de recolección de datos como la observación directa.

1.7.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno.

El tipo de nivel de la investigación es: NO EXPERIMENTAL, DESCRIPTIVO.

MÉNDEZ (2001) "...el estudio descriptivo identifica características del universo de investigación, señala las formas de conducta y actitudes del universo investigado, establece comportamientos concretos, descubre y comprueba la asociación y variables de investigación". (p.136) por su parte SAMPIERI (1991) define en su texto que... "El propósito del investigador es describir y eventos esto es decir como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno".

Es no experimental, puesto que no se realizara manipulación deliberada de variables sino que se procederá a realizar observaciones de la situación actual, es decir, se analizó el proceso de producción de concreto, los materiales y equipos utilizados para su elaboración a fin de poder realizar la optimización de los recursos económicos destinados para ello.

Es descriptivo ya que permite conocer las características de los materiales y equipos involucrados en el proceso de producción

del concreto, con el fin de presentar una correcta definición de los mismos.

1.7.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación se utilizará el MÉTODO OBSERVACIONAL.

1.7.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño transversal correlacional (**Hernández, Fernández y Baptista, 1998, p.185**).¹:

- a) Recolección de datos.
- b) Análisis de datos.
- c) Evaluación de resultados.
- d) Conclusiones.



¹ Hernández, Fernández y Baptista, 1998, p.185.

1.8. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. POBLACIÓN

Es cualquier conjunto de unidades o elementos como personas, municipios, empresas, etc. claramente definido para el cual se calculan las estimaciones o se busca la información. Como es imposible obtener datos de toda la población es conveniente extraer una muestra, que sea representativa. (**Sampieri, pag.65**)².

En el estudio a realizar se encuentra la siguiente población:
“Producción del concreto”.

1.8.2. MUESTRA

Es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en la totalidad de una población universo o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada. (**Ander – Egg, Pág. 115**)³.

La muestra en el estudio a realizar es: **“Preparación del concreto mediante la autohormigonera carmix de 3.0 m³ de capacidad”**.

² Hernández Sampieri, Roberto y otros. Metodología de la Investigación pag.65. Editorial McGraw Hill, año 2003.

³ Ander – Egg (citado por Tamayo y Tamayo 1998 Pág. 115)

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

1.9.1. TÉCNICAS

En primer lugar se tuvo en cuenta el análisis documental, donde se consideraron las fuentes bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos sirvieron para estructurar el marco teórico referencial y conceptual. Asimismo se tuvo presente las no documentadas como son las: hojas técnicas del carmix, y las fichas de análisis de costos unitarios.

A. Información Indirecta.- Recopilación de la información existente en fuentes bibliográficas (para analizar temas generales sobre la investigación a realizar), recurriendo a las fuentes originales en lo posible: éstas fueron libros escritos por autores expertos y páginas web de internet.

B. Observación .- Según Vengaría, M. y Valdés la observación es “un procedimiento por el cual recogemos información para la investigación; es el acto de mirar algo sin modificarlo con la intención de interpretarlo y obtener unas conclusiones sobre ello”.

C. Análisis documental.- Estuvo referida principalmente al conocimiento, que se obtuvo de los archivos y registros con la intención de constatar la veracidad de datos obtenidos por otras fuentes respecto a acciones ejecutadas en el pasado.

1.9.2. INSTRUMENTOS

El instrumento que se aplicó en la unidad de análisis fueron principalmente las hojas técnicas de la autohormigonera carmix 3.5 TT y las fichas de análisis de costos unitarios, que figura en el anexo correspondiente.

Cuadro N° 2: Técnicas e Instrumentos de Investigación.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	DATOS QUE SE OBSERVARON
Ensayos	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de cálculo de dosificación de la cantidad de cemento, piedra chancada, arena gruesa y agua por metro cubico de preparación de concreto.	Con la aplicación de estos instrumentos nos permitieron analizar los costos unitarios para una 01 unidad de carmix, 02 unidades de carmix y la mezcladora tipo tolva, así poder realizar el respectivo comparativo, y lograr determinar su costo de producción, volumen de producción y tiempos de ejecución de la preparación del concreto.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de análisis de costos unitarios.	Al analizar los costos de unitarios de mano de obra, materiales y equipos, es necesario organizar y tabular los datos obtenidos con el fin de realizar su evaluación técnica y su procesamiento estadístico e interpretación.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1. JUSTIFICACIÓN

La relevancia de ésta investigación consiste en optimizar la producción del concreto, esto con la finalidad de conocer en qué porcentaje se reducirán los costos de producción del concreto en obra, volumen de producción y tiempos de ejecución mediante la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix como medio de preparación del concreto.

1.10.2. IMPORTANCIA

La creciente necesidad de las empresas constructoras por alcanzar la competitividad, nos obliga a optar por procesos más eficientes y productivos donde se optimice el empleo de los recursos creando mayor valor agregado. La aplicación mecanizada de la producción del concreto mediante la autohormigonera carmix no es la excepción, cumple con las condiciones de ser una metodología de rápida aplicación y resultados tangibles cuando se conjugan: la pericia del operador, un buen diseño de la mezcla y condiciones adecuadas en la labor.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONAL

Ing. Donaldo Álvarez Asturias, **“LAS CONCRETERAS CARMIX PUEDEN SER UN BUEN ALIADO PARA LOS TIEMPOS DIFÍCILES”**. En el artículo se menciona que, la concretera Carmix es un verdadero caballo de batalla que le genera alta productividad especialmente para un constructor pequeño, como su empresa, que no tiene las economías de escala de los grandes contratistas.

Álvarez Asturias tuvo en el año 2009 un sobresaliente económico gracias en parte a la eficiencia y productividad de sus dos equipos de producción de concreto Carmix, para lo cual la empresa obtuvo un contrato para el mantenimiento de las vías de acceso de la central hidroeléctrica Cerrón Grande, a 78 km de San Salvador. Se trata de una de las principales centrales hidroeléctricas de Centroamérica con una capacidad nominal de 135 megavatios y un embalse de 135 km cuadrados. En el proyecto los equipos Carmix mostraron sus ventajas: en 70 días la empresa de Álvarez produjo 1,500 metros cúbicos de concreto para 2,000 metros de vías de acceso y se tenía 180 días para terminar, dice Álvarez.

Álvarez Asturias tiene dos concreteras Carmix, una de 2,5 metros cúbicos y otra de 1 metro cúbico. Para una obra como la de

Cerrón Grande la empresa tuvo las dos máquinas operando seis horas por día. Pero en obras más pequeñas es suficiente con la concreteira de 1 metro cúbico, dice Álvarez.

Alta Productividad: La gran ventaja de estos equipos está en su productividad. En El Salvador la concreteira Carmix puede producir cada metro cúbico a un costo de US\$83. Pero si tuviera que comprar el concreto a una empresa cementera el costo sería de por lo menos US\$110 por metro cúbico. Según Álvarez, el ahorro en costo es de un 30% en promedio y eso puede hacer la diferencia en su firma de 80 empleados y que tuvo ventas el año pasado por US\$1,6 millones. Además de producir un concreto a menor precio, el equipo Carmix se moviliza fácilmente, siendo un todoterreno con transmisión hidrostática 4x4. “Esto reduce costos adicionales de personal y transporte y hace que sea el equipo adecuado para trabajos alejados de los centros urbanos”, dice Álvarez. Con estos equipos los constructores llevan la producción de concreto al sitio donde se requiere, lo que facilita y hace más eficiente una obra. Según Álvarez, una vez que se ubica el Carmix en una obra, el equipo es eficiente para aplicar concreto hasta 500 metros de distancia.

Con ese nivel de productividad, la inversión en el equipo Carmix se puede recuperar en un año o un poco más. Y aún en épocas de baja actividad, el equipo es una buena opción para empresarios de la construcción, cree Álvarez.

2.1.2. NACIONAL

Construcción Pan-Americana: **“CARMIX PRESENTE EN LAS OBRAS MÁS IMPORTANTES DE PERÚ”**, Se informa que los equipos Carmix pasan la prueba en obras de alta exigencia y que Trabajar en altura, a más de 4.000 metros sobre el nivel del mar nunca es fácil para un equipo. Si además los sitios están lejos de cualquier centro urbano, dentro de una montaña o bajo el suelo y el taller más cercano está a 12 horas en vehículo todoterreno se entiende muy bien que calidad y confiabilidad no son palabras “vacías” para cualquier anuncio. El éxito que Carmix está teniendo en el Perú es una muestra de estos atributos. Según la empresa, estos equipos no dejan de sorprender cuando se trata de trabajar duro.

Como siempre los buenos resultados se deben a muchos factores. En primer lugar, la calidad de los componentes utilizados y seleccionados en las autohormigoneras y dumpers.

Según la empresa, estos son solo algunos ejemplos de los componentes utilizados: los equipos cuentan con motores Perkins y Cummins todos servo alimentados para asegurar alto desempeño también en altura, transmisiones hidrostáticas automáticas Bosch-Rexroth, ejes con frenos de discos en baño de aceite Dana-Spicer, hidráulica Danfoss, chasis en perfil de acero para trabajo pesado y bascula electrónica de pesaje, entre otros.

Otro factor de éxito se refiere al apoyo y la atención dirigida y personalizada de fábrica para todos los clientes y usuarios para satisfacer los distintos requisitos y aplicaciones en los sitios de obra. La empresa también realiza visitas desde la planta en Italia a las obras más lejanas.

En el Perú, Carmix ha enfrentado con éxito proyectos de alta exigencia por su tipología, ubicación y otras características. Además, dice la empresa, una de las fortalezas es que cuenta con el importador exclusivo Unimaq. Esta empresa asegura un servicio posventa de alta calidad, repuestos a tiempo, técnicos capacitados y una red de distribución con toda la gama para entrega inmediata y una flota de alquiler a través de Cat Rental Store.

Gracias a la presencia de Cat Rental Store, el Dumper Carmix D6 está experimentando un creciente éxito en el Perú.

Este equipo ha logrado mostrar todas sus ventajas en las dificultades típicas de los proyectos en altura y ha mostrado su confiabilidad y versatilidad. El D6 es un dumper construido mirando a los volquetes grandes tipo canteras y minas (chasis y caja en perfil de acero para trabajos pesados) pero mucho más compacto (10 toneladas de capacidad de carga, 6 metros cúbicos) para trabajar donde los demás no llegan. Y con una ventaja adicional frente a los

“tradicionales”: El asiento giratorio de 180 grados para ofrecer siempre la mejor visibilidad y seguridad al operador.

Según Carmix, otro factor clave es la política de alianzas a largo plazo que aseguran fidelidad con los distribuidores y confianza con los clientes y usuarios. En México, El Salvador, Chile, Colombia, Ecuador y Venezuela Carmix sigue trabajando con el mismo distribuidor desde hace 15, 20 y hasta 25 años. Perú es otro ejemplo ya que la alianza con Unimaq tiene cerca de 10 años.

Unimaq, empresa peruana especialista en la venta y alquiler de equipos ligeros, ha incrementado durante los últimos tres años la venta de los diferentes modelos de su línea de Carmix, entre ellas autohormigoneras y dumpers.

Los equipos Carmix participan en distintos y reconocidos proyectos del Perú, tales como plantas de tratamiento de agua, centrales hidroeléctricas, carreteras, obras de saneamiento, losas deportivas, edificaciones y plataformas de perforación, entre otros.

En el 2010, las ventas de Carmix crecieron 140% con respecto al año anterior. Asimismo, se incrementó el número de unidades en la flota de alquileres de Unimaq, siendo Carmix una de los equipos más solicitados para el alquiler. De esta manera, Carmix consolidó su participación como la principal marca de autohormigoneras del Perú.

Se espera para los próximos años también un crecimiento significativo.

En el último año, el sector construcción en Perú ha crecido aproximadamente 17% como resultado del desarrollo de obras de infraestructura nacional, edificaciones y obras viales. La maquinaria ligera representa un elemento importante dentro de este crecimiento.

Unimaq cuenta con la representación de Carmix desde el 2002. Unimaq es la empresa especializada en brindar un servicio integral en la venta, alquiler y servicio post venta de equipos ligeros (nuevos y usados). Cuenta con siete oficinas en todo el Perú, en las ciudades de Lima, Arequipa, Cajamarca, Huancayo, Ilo, Trujillo y Piura. En su portafolio de 20 marcas líderes se encuentra Carmix, así como líneas de equipos para construcción general, grupos electrógenos, equipos livianos de construcción, equipos de soldadura y compresores de aire, entre otras.

Carmix en el Perú: Los principales proyectos donde se encuentran participando actualmente las autohormigoneras y dumpers de Carmix:

- Consorcio Alto Cayma: construcción de planta de tratamiento de agua, ubicada al sur del Perú, donde se encuentran trabajando seis Carmix Dumper D6.

- Consorcio Río Pallca: construcción de la Central Hidroeléctrica de Huanza ubicada en la sierra central del Perú. En este proyecto se encuentran trabajando seis Carmix 25FX.
- GyM SA: construcción de la central hidroeléctrica de Macchu Picchu, obra ubicada en el departamento del Cusco, donde están trabajando dos Carmix 3.5TT.
- Constructora Odebrecht: carretera Interoceánica, que une la costa peruana con la frontera de Brasil. En ella han trabajado aproximadamente seis Carmix 3.5TT con diferentes sub-contratistas.
- Pacífico Sur: construcción de bases de seguridad en la sierra sur del Perú, en esta obra trabajaron dos Carmix 3.5TT.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EL CONCRETO COMO MATERIAL

El concreto es básicamente una mezcla de agregados y pasta. La pasta está compuesta de Cemento Portland y agua, la cual une los agregados fino y grueso para formar una masa semejante a una roca, pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua.

La pasta está compuesta por Cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de la pasta endurecida. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos.

2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

2.2.2.1. CEMENTO PORTLAND

Es un aglomerante hidráulico y proviene de la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos y posterior molienda muy fina del “Clinker” que es el material resultante de la calcinación, con una pequeña adición de yeso, menores al 1% del peso total. El cemento posee la propiedad que al mezclarlo con agua forma una pasta aglomerante, que unido a los agregados y a medida que transcurre el tiempo va aumentando su resistencia y volviéndose más rígida.⁴

a) Tipos: Los tipos de cemento que existen son los tradicionales: Cementos Portland. Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V.

⁴ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 200

El cemento Portland normal debe cumplir con los requisitos indicados en la norma ASTM C 150 para los tipos I, II y V, los cuales se fabrican en el Perú. Alternativamente podrán emplearse los requisitos de las normas NTP para cementos.

- Tipo I: Es para uso general, donde no se requieran propiedades especiales.
- Tipo II: Donde se requiera moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos.
- Tipo III: Donde se requiera alta resistencia inicial.
- Tipo IV: Donde se requiera bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Donde se requiera alta resistencia a los sulfatos.

También existen los Cementos Portland Adicionados que se les llama así porque contienen pequeños porcentajes de otros materiales denominados ADICIONES (puzolanas, escorias, caliza, filler, etc). Esta incorporación contribuye a mejorar las propiedades del concreto. Entre ellos tenemos:

- Cementos Portland Puzolánicos: Tipo IP, Tipo IPM y Tipo P.
- Cementos Portland de escoria: Tipo IS, Tipo ISM y Tipo S.

- Cementos Portland compuesto: Tipo ICo.

2.2.2.2. AGREGADOS

Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados son la parte inerte del concreto, sin embargo al constituir entre 65% y 75% aproximadamente del total del concreto, debemos tener muy clara su importancia, la cual antiguamente y durante muchos años fue poco considerada.⁵

a) Clasificación: Los agregados por su tamaño generalmente se dividen en dos grupos: Agregado fino y Agregado grueso.

Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pasan la malla N°. 4 (4.75 mm) y los agregados gruesos consisten en grava o agregado triturado y son aquellas partículas retenidas en la malla No. 4 (4.75 mm). El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

⁵ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

Al observar la norma podemos ver que existen variedad de usos granulométricos en lo que lo básico es la variación del tamaño máximo del agregado grueso. Ver los usos granulométricos en los cuadros 04 y 05, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente.

Tabla N° 1: Uso Granulométrico Para el Agregado Fino

TAMIZ		% QUE PASA
PULGADAS (PULG.)	MILIMITROS (mm)	
3/8	9.50	100
N° 4	4.75	95 – 100
N° 8	2.36	80 – 100
N° 16	1.18	50 – 85
N° 30	0.60	25 – 60
N° 50	0.30	10 – 30
N° 100	0.15	0 – 10

En el cuadro N° 04 se puede apreciar el porcentaje de distribución según la granulometría del agregado fino, que estas se determinan por la separación por una serie de mallas o tamiz normalizados. Las mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino son las N°s: 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

Tabla N° 2: Uso Granulométrico Para El Agregado Grueso

USO	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100	90	75	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
		4"	3 ½"	3"	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	
1	3 ½" - 1 ½"	100	90 - 100		25 - 60		0 - 15		0 - 15						
2	2 ½" - 1 ½"			100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5						
3	2" - 1"				100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5					
357	2" - N° 4				100	95 - 100		35 - 70		0 - 30		0 - 5			
4	1 ½" - ¾"					100	90 - 100	20 - 55	0 - 5		0 - 5				
467	1 ½" - N° 4					100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0 - 5			
5	1" - ½"						100	90 - 100	20 - 55	0 - 10	0 - 5				
56	1" - 3/8"						100	90 - 100	40 - 85	10 - 40	0 - 15	0 - 5			
(*) 57	1" - N° 4						100	95 - 100		25 - 60		0 - 10	0 - 5		
6	¾" - 3/8"							100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	0 - 5			
67	1/2" - N° 4							100	90 - 100		20 - 55	0 - 10	0 - 5		
7	3/8" - N° 8								100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5		
8	1/2" - 3/8"									100	85 - 100	10 - 30	0 - 10	0 - 5	
89	N° 4 - N° 8										100	90 - 100	20 - 35	5 - 30	0 - 10
9	N° 4 - N° 16											100	85 - 100	10 - 40	0 - 10

NOTA: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida.

En el cuadro N° 05, se aprecia los requerimientos de granulometría que debe presentar el agregado grueso, el cual debe estar graduado dentro de los límites establecidos en el cuadro mostrado

b) Propiedades: Existen muchas propiedades que deben cumplir los agregados, tales como propiedades físicas y mecánicas, asimismo propiedades térmicas, morfológicas, etc. A continuación detallamos alguna de ellas:

- Propiedades Mecánicas: Densidad, Dureza y Adherencia.

- **Propiedades Físicas:** Granulometría, Peso unitario suelto y varillado, Peso específico, Contenido de humedad y Porcentaje de absorción.

c) Ensayos de Agregado Para la Dosificación de Mezclas

c.1. Granulometría: Con este ensayo de granulometría para ambos agregados podemos determinar el módulo de fineza y el tamaño máximo, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente. La granulometría es determinada por análisis de tamices (norma ASTM C 136).

Ñ **Módulo de Fineza:** Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°. 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y posteriormente dividido entre 100. El Módulo de fineza típico varía entre 2.3 y 3.1, representando el valor más alto una granulometría gruesa.

Ñ **Tamaño Máximo:** Es la primera malla por la que pasa todo el agregado grueso.

Ñ **Tamaño Máximo Nominal:** Es la primera malla que produzca un retenido entre 5% y 10%.

c.2. Peso Unitario: Es el peso por unidad de volumen (aparente). Se determinan dos formas de peso unitario.

- **Peso Unitario Suelto:** En el que el recipiente se llena normalmente sin presión alguna.
- **Peso Unitario Compactado:** En el que el recipiente se llena con tres capas compactando cada una con la varilla estándar.

c.3. Peso Específico: Es el peso por unidad de volumen (agua desplazada por inmersión).

c.4. Contenido de humedad: Es el porcentaje de agua que contiene el agregado.

c.5. Capacidad de Absorción: Es aquel contenido de humedad que tiene el agregado que se encuentra en el estado saturado superficialmente seco. Este es el estado de equilibrio de los agregados, es decir en que no absorben ni sueltan agua.

2.2.2.3. AGUA

El agua es un elemento indispensable en la elaboración de la mezcla de concreto ya que sirve para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades. Esta agua

debe cumplir ciertos requisitos para que no sea perjudicial al concreto.

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto. Pero en cualquier caso el agua a usar en la mezcla debe cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088.⁶

2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Las propiedades más importantes del concreto al estado fresco incluyen la trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación y peso unitario.

Y las propiedades más importantes del concreto al estado endurecido incluyen las resistencias mecánicas, durabilidad, cambios de volumen, permeabilidad, cambios de temperatura, contracción, módulo de elasticidad y deformaciones elásticas e inelásticas.

⁶ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

2.2.4. PROPORCIONAMIENTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

2.2.4.1. CONSIDERACIONES

Un objetivo importante en la producción de concreto es obtener homogeneidad y uniformidad, las cuales son evidenciadas por propiedades tales como peso unitario, asentamiento, contenido de aire, resistencia, y peso unitario del mortero libre de aire en tandas individuales y en tandas sucesivas de las mismas proporciones de mezcla.⁷

Durante las operaciones de dosificación los agregados deberán ser manejados de manera tal de mantener la granulometría deseada, y todos los materiales deberán ser medidos dentro de las tolerancias requeridas para reproducir la mezcla de concreto seleccionada.

Un tercer objetivo importante es una dosificación exitosa, una adecuada secuencia y mezclado de los ingredientes. La observación visual de cada uno de los ingredientes que está siendo dosificado es importante para alcanzar este objetivo.

⁷ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

2.2.4.2. RECOMENDACIONES

El Proporcionamiento de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto deberá ser hecho en peso. En cada tanda se deberá obtener la granulometría elegida y la dosificación seleccionada.

El equipo dosificador o equipo de pesado de los materiales deberá:

- Estar aislado de las vibraciones propias de la planta de tamizado o de las del equipo de mezclado.
- Contar con todos los dispositivos que permitan proporcionar los concretos de acuerdo a los diseños de mezcla aprobados; debiendo estar las balanzas calibradas dentro del 0.4% de su capacidad total.
- Permitir que las proporciones de los materiales que integran el concreto puedan ser comprobadas y controladas en cualquier etapa del proceso.
- Garantizar una operación eficiente a cualquier temperatura mayor de 35 °C o menores de 0 °C y humedad relativa ambiente.
- Ser manejado por personal calificado.

2.2.4.3. TOLERANCIAS

Las especificaciones suelen contener detalles de los requerimientos para el equipo dosificador automático, parcialmente automático, semiautomático y manual, que puede ser utilizado en la preparación del concreto.

El equipo dosificador ofertado debe operar bien dentro de las tolerancias en peso cuando es mantenido en buenas condiciones. Los requerimientos sobre capacidad de las escalas; aislamiento del equipo dosificador de las plantas vibradoras; protección de los controles automáticos del polvo e intemperismo, y frecuentes comprobaciones y limpieza de las escalas, son aspectos a ser considerados para cumplir con las tolerancias.

Las tolerancias en el peso de los materiales no serán mayores de:

- Cemento 1%
- Agua 1%
- Para cada agregado 2%
- Aditivos 3%

La Supervisión aprobará los equipos de pesado y dosificación previa comprobación de la calidad de su funcionamiento. Se efectuará una inspección completa al

iniciarse los trabajos y una comprobación mensual de los equipos de medición y pesado.

2.2.4.4. CONSIDERACIONES FINALES

Además de adecuadas medidas de los materiales, deberá emplearse correctos procedimientos de operación si se desea mantener una uniformidad en el concreto.

Deberá tomarse precauciones para asegurar que el material dosificado es adecuadamente mezclado y que es uniformemente cargado en la mezcladora.

Deberá evitarse:

- La sobrecarga de las tandas.
- La pérdida de material.
- La pérdida de una porción de una tanda; o su inclusión con otra.

2.2.5. MEZCLADO DEL CONCRETO

Un concreto de calidad satisfactoria requiere que sus materiales estén adecuadamente mezclados hasta obtener una masa de apariencia uniforme y en la que todos sus ingredientes estén igualmente distribuidos.⁸

⁸ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004

Por lo tanto, los equipos y procedimientos empleados deberán ser capaces de lograr un mezclado efectivo de los materiales empleados a fin de producir una mezcla uniforme con el menor asentamiento adecuado para el trabajo en el que el concreto va a ser utilizado.

Suficiente mezclado deberá emplearse para permitir que las capas de concreto, ya colocadas, puedan ser mantenidas plásticas y libres de juntas frías durante el tiempo necesario.

El proceso de mezclado deberá tener como objetivos:

- Revestir uniformemente la superficie de las partículas de agregado con la pasta.
- Obtener una distribución uniforme de los materiales a través de toda la masa del concreto.
- Lograr la uniformidad en la composición, peso unitario, contenido de aire y consistencia de la mezcla tanda a tanda.

El concreto preparado en obra se debe mezclar de acuerdo con lo siguiente:

- El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación.

- El mezclado debe hacerse en una mezcladora de un tipo aprobado.
- La mezcladora debe hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante.
- El mezclado debe efectuarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado, según Standard Specification for Ready-Mixed Concrete (ASTM C 94M).
- El manejo, la dosificación y el mezclado de los materiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de Standard Specification for Ready-Mixed Concrete (ASTM C94M).

El mezclado del concreto puede ser:

- Manual.
- Mecánico, en las siguientes alternativas:
 - ✓ Mezclado en obra.
 - ✓ Mezclado en planta central
 - ✓ Mezclado parcial en planta central, completado en camión mezclador.
 - ✓ Mezclado total en camión mezclador.

Para el mezclado mecánico, en la relación entre la planta dosificadora y la planta mezcladora, se deberá considerar las alternativas siguientes:

- Las dosificadoras y las mezcladoras están ubicadas en el mismo lugar, descargando las primeras directamente en las segundas.
- La dosificadora se encuentra en un lugar diferente de la mezcladora, siendo las tandas secas transportadas desde la primera a la segunda por medio de camiones, añadiéndose el agua y aditivos en la planta mezcladora.
- Las tandas secas son colocadas en camiones mezcladores y luego transportadas a su ubicación final.

2.2.5.1. MEZCLADO MANUAL

El mezclado manual de los diversos materiales del concreto no es recomendable, estando prohibido para concretos con una resistencia a la compresión mayor de 140 kg/cm² a los 28 días u obras de importancia, y sólo autorizado para concretos a ser utilizados en elementos que no tienen importancia estructural. ⁹

⁹ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

El mezclado manual deberá continuarse hasta obtener una masa homogénea y de consistencia plástica, con características similares a las que puede conseguirse por mezclado mecánico.

El mezclado manual debe contar con la autorización escrita del Ingeniero Residente y la Supervisión.

2.2.5.2. MEZCLADO MECANICO

Las mezcladoras se clasifican de acuerdo a su ubicación, en estacionarias y portátiles, siendo las primeras parte de una planta de mezclado central.

Las mezcladoras con un diseño satisfactorio tienen un dispositivo de paletas y perfil de tambor los cuales garantizan un intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, así como un movimiento de la tanda sobre si misma conforme está siendo mezclada.

De acuerdo al procedimiento de carga y descarga las mezcladoras se clasifican en:

a) Mezcladora de Eje Horizontal de Lámina Helicoidal:

Esta mezcladora tiene un uso habitual en la fabricación de morteros.

Figura N° 1: Mezcladora de Eje Horizontal



Fuente: <http://www.wamgroup.com/es>

Este tipo de mezcladores consta de un eje horizontal motor arrastra, de una parte, paletas unidas al extremo de unos radios, y de otra parte, una lámina helicoidal. El vaciado se hace por una trampilla inferior cerrada por una mariposa mandada por un pistón de aire comprimido. El bastidor de la mezcladora lleva lateralmente un motor, normalmente eléctrico. La cuba y las paletas van recubiertas de acero de alta resistencia. Su capacidad se encuentra entre 0,5 y 4 m³. El tamaño máximo de árido admitido es de 180 mm.

b) Mezcladora de Doble Eje Horizontal: Es idónea para prefabricados de hormigones ligeros, porque evita la sedimentación por densidades.

Figura N° 2: Mezcladora de Doble Eje Horizontal



Fuente: <http://www.omg.it>

Esta mezcladora consta por dos ejes de paletas que giran en sentido inverso, creando corrientes de circulación entre las dos cubas. Su accionamiento se realiza mediante dos motores eléctricos y dos reductores epicicloidales sincronizados mecánicamente. El vaciado central se hace por una trampilla inferior cerrada por una mariposa semicilíndrica, siendo la descarga rápida.

c) Mezcladora Planetaria a Contracorriente: Estas mezcladoras suministran un concreto muy homogéneo, pero al tener más mecanismos y mayor peso que otras, es también más cara.

Figura N° 3: Mezcladora Planetaria a Contracorriente



Fuente: <http://www.weiler.net/>

Esta mezcladora se consta por dos ejes de paletas que giran en sentido inverso, creando corrientes de circulación entre las dos cubas. Su accionamiento se realiza mediante dos motores eléctricos y dos reductores epicicloidales sincronizados mecánicamente. El vaciado central se hace por una trampilla inferior cerrada por una mariposa semicilíndrica, siendo la descarga rápida.

d) Mezcladora Forzada de Tren Planetario: Es una mezcladora de concreto que también recibe el nombre de “mezcladora de tren bailarín”. Es una hormigonera típica de las industrias de prefabricados y para mezclas muy secas.

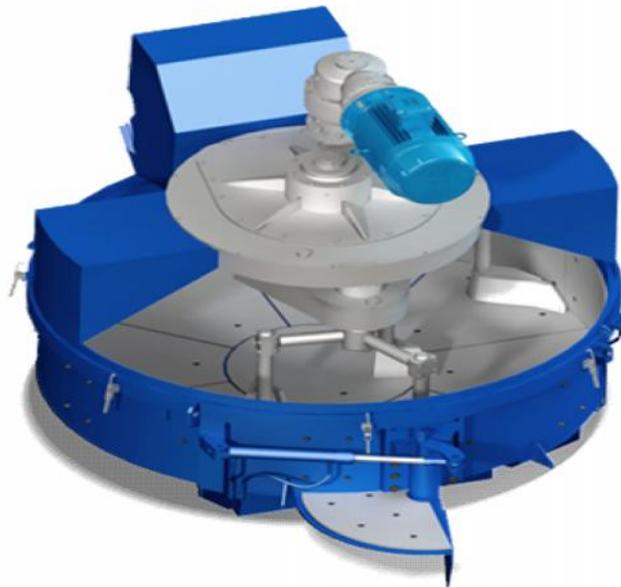
La velocidad de las paletas debe ser tal que la fuerza centrífuga resultante no produzca la separación de los elementos constituyentes del concreto. La paletas tienen un

doble movimiento de rotación, de forma que la partícula ligada a las paletas describe un movimiento epicycloidal:

- Alrededor de su eje.
- Alrededor del eje de la máquina.

El motor es vertical, montado sobre un cárter cilíndrico colocado por encima de la cuba. La carga se realiza por la parte superior y la descarga por una compuerta abatible en el fondo, bien en uno de sus laterales, o bien en el centro del mismo.

Figura N° 4: Mezcladora de Tren Planetario



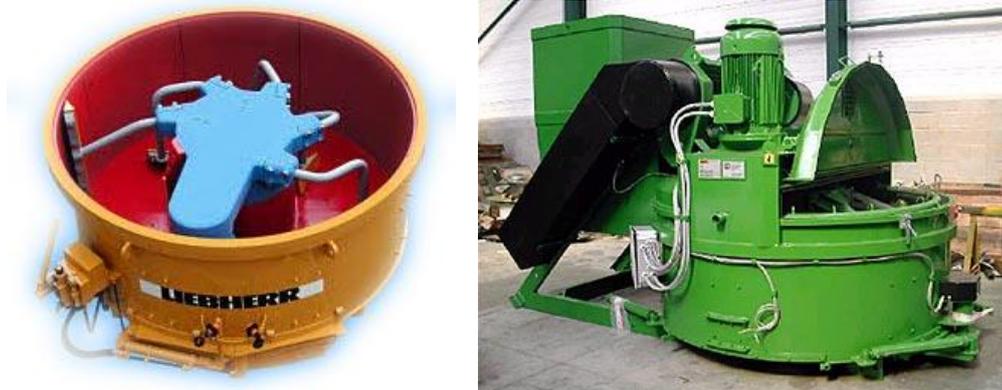
Fuente: <http://www.carfel.pt/>

Esta mezcladora consta de una cuba fija, de mayor diámetro que altura, con su eje vertical. En el interior gira

suspendido un reductor con un eje de salida de tipo planetario, al que está acoplado un conjunto de paletas. Su capacidad oscila entre 1 y 4 metros cúbicos, tiene una duración típica de un ciclo de amasado, llenado y vaciado es de 90 segundos, pudiendo ser reducido cuando se trata de alimentar camiones-hormigoneras y ligeramente aumentado para mezclas especiales.

e) Turbo Mezcladora de Eje Vertical: Las turbo mezcladoras de eje vertical son máquinas que permiten fabricar concreto, siendo una mezcladora típica de las centrales de hormigonado y productos prefabricados.

Figura N° 5: Turbo Mezcladora de Eje Vertical



Fuente: <http://www.carfel.pt/>

Este tipo de mezcladora consta de una cuba fija y en el interior de la misma gira un rotor con unos brazos suspendidos elásticamente y terminados en unas paletas, de forma que hay una gran velocidad periférica constante,

del orden de 3 a 4 m/seg. La velocidad del agitador puede graduarse sin escalonamiento, pudiéndose cambiar el sentido del giro. Durante el proceso de carga, el agitador no actúa. Las capacidades de estas mezcladoras se encuentran entre los 250 y los 4500 litros.

f) Mezcladoras de Tambor Basculante: En las mezcladoras de tambor basculante la operación de descarga se realiza por inclinación de la cámara de mezclado, la cual es un tambor basculante de eje inclinado montado sobre un sistema de cremallera y accionado por un motor.

Figura N° 6: Mezcladora de Tambor Basculante Tipo Trompo y de Tolva



Fuente: <http://www.wamgroup.com/>

Este tipo de mezcladoras se caracterizan por el tambor, de forma cilindro-cónica, que actúa girando alrededor de un eje horizontal con una o dos aspas o paletas que giran alrededor de un eje no coincidente con el eje del tambor.

Disponen, en la mayoría de los casos, de dos aberturas, una para cargar el material y la otra para descargar el concreto.

g) Camiones Mezcladores: Es un camión especializado en el transporte de concreto. La diferencia con otros camiones, se basa en que sobre el bastidor del camión tiene una cuba de forma aproximadamente cilíndrica. Esta cuba va montada sobre un eje inclinado con respecto al bastidor, de forma que pueda girar.

El principio de funcionamiento es muy simple, se trata de mantener el concreto en movimiento con el fin de retrasar su fraguado y lograr homogeneidad en la mezcla. Este movimiento se consigue a través de un motor auxiliar o por transmisión del propio motor del camión de forma mecánica o hidráulica.

Dentro de la cuba hay unas palas en una posición determinada y soldadas a las paredes de la cuba. De forma que cuando la cuba gira en un sentido lo que hace es mezclar el hormigón y si gira en sentido contrario expulsará el hormigón por la abertura del extremo opuesto a la cabina.

Funcionamiento: La cuba se llena en la planta con los áridos, cemento y agua en las proporciones exigidas por el

comprador y desde ese momento, aprovechando el transporte el contenido se irá mezclando. Al llegar a destino el concreto está mezclado.

La descarga se realiza a través de una canaleta que de forma manual o hidráulica se ajusta a la inclinación adecuada permitiendo además el movimiento de 180° para poder extender el concreto uniformemente.

Es el conductor o ayudante del camión el que realiza la descarga mediante unos mandos que se encuentran en un lateral y de forma que vea en todo momento la descarga del concreto a la canaleta.

Para terminar es imprescindible el limpiado de la cuba después de la descarga. Para ello el camión suele llevar un depósito de agua con el mecanismo apropiado para que salga por una manguera a cierta presión.

Figura N° 7: Camión Mezcladora de Concreto



Fuente: <http://www.changlin.es/>

El camión mezclador es una máquina empleada para la elaboración del concreto. Su principal función es la de suplantar el amasado manual de los diferentes elementos que componen el concreto: cemento, áridos y agua.

2.2.5.3. OPERACIÓN DE MEZCLADO

Al inicio de una obra la mezcladora deberá ser inspeccionada a fin de certificar el cumplimiento de los requisitos de estas recomendaciones y de las condiciones de trabajo propias de la obra. Dicha inspección y verificación deberá incluir:¹⁰

¹⁰ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

- Comprobar que todas las partes de la mezcladora estén libres de acumulaciones de mortero, cemento u otros materiales que pudieran restar eficiencia a la mezcladora.
- Comprobar el desgaste de las paletas de mezclado y descarga, debiendo reemplazarse o repararse aquellas cuyo desgaste supere el 10% de la altura original.
- Calibrar y mantener en condiciones de operación los dispositivos de medición del agua de mezclado.
- Comprobar que el tanque dosificador de agua permite regular la presión y mantener uniforme la dosificación de la misma.
- Comprobar que las canaletas de entrada y salida del material estén en buenas condiciones, a fin de evitar pérdidas del mismo.
- Comprobar que el medidor de tiempo de mezclado esté bien graduado.
- Comprobar que el equipo de mezclado garantiza uniformidad en la consistencia, en los contenidos de cemento y agua, y en la granulometría del agregado, del comienzo al fin de cada tanda
- Comprobar que el equipo seleccionado es capaz de trabajar concretos en los que se emplee los mayores

tamaños máximos de agregado y los menores asentamientos que puedan requerirse en obra.

- Comprobar que el diseño de las paletas permite que en el movimiento del concreto éste siga diversas trayectorias, sin pérdidas por la boca del tambor.

No debe utilizarse mezcladoras que pierdan material u obliguen a un proceso de cargado defectuoso, con evidente desperdicio de material.

Las mezcladoras de eje horizontal deben ser instaladas de manera que su eje de rotación sea perfectamente horizontal, a fin de evitar desgaste del equipo y mezclado irregular.

2.2.5.4. TIEMPO DE MEZCLADO

El tiempo de mezclado debe comenzar a contarse desde el momento que todos los materiales sólidos están en el tambor y continúa hasta que se inicia la descarga del concreto. No se considerará como tiempo de mezclado el requerido para el proceso de descarga del concreto.¹¹

¹¹ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

El tiempo de mezclado para mezclas hasta de un metro cúbico no será inferior a 90 segundos después que todos los materiales están en el tambor. Para mezclas mayores se incrementará en 15 segundos por cada medio metro cúbico o fracción que exceda dicha cantidad.

Para mezclas de bajo contenido de cemento, mezclas de consistencia seca; o mezclas con agregado cuyas características pueden tender a disminuir la trabajabilidad, el tiempo de mezclado podrá incrementarse hasta en 50%.

Dentro de los límites indicados, se recomienda no efectuar un mezclado excesivo a fin de evitar la molienda del agregado, pérdidas de aire incorporado, elevación de la temperatura del concreto, pérdidas de agua por evaporación, o pérdida de plasticidad y aumento de la consistencia de la mezcla.

Es recomendable que las mezcladoras posean un contador de tiempo a fin de controlar el tiempo de mezclado. El sistema de controles de la mezcladora deberá garantizar que ésta no puede ser descargada antes que se haya cumplido el tiempo de mezclado programado.

2.2.5.5. RECOMENDACIONES EN LA OPERACION DE MEZCLADO

El mezclado debe iniciarse dentro de los 30 segundos del momento que el cemento se ha puesto en contacto con el agua o los agregados o el agua con ambos.

Después de mezclado el concreto no se incorporará cantidades adicionales de agua a la mezcladora para obtener o conservar la consistencia seleccionada.

Si la porción final de la tanda contiene un volumen excesivo de agregado grueso, ella será retenida y batida conjuntamente con la tanda siguiente la cual será reducida en un volumen equivalente al de la mezcla retenida.

El concreto se mezclará en cantidades para uso inmediato, el excedente no empleado deberá ser eliminado. La mezcladora se descargará totalmente antes de colocar los materiales de la tanda siguiente.

Las mezclas con asentamientos que sobrepasen la tolerancia en relación con los valores especificados, o en las que se ha cometido evidentes errores en la medición de los materiales, serán eliminadas.

El agua de los depósitos de los equipos de mezclado será eliminada al final de la jornada de trabajo. Antes de iniciar el proceso de mezclado, deberá verificarse que el agua de los depósitos esté limpia y fresca.

2.2.5.6. DESCARGA

La mezcladora deberá ser capaz de descargar concreto del más bajo asentamiento acorde con los requerimientos de la estructura que está siendo construida sin que se produzca segregación.¹²

Antes de la descarga del concreto transportado en camiones mezcladores, el tambor deberá ser nuevamente rotado a la máxima velocidad por 30 revoluciones a fin de remezclar cualquier aglutamiento cerca del punto de descarga de la tanda.

2.2.5.7. RENDIMIENTO DE LAS MEZCLADORAS

Las mezcladoras deberán estar en capacidad de hacer una descarga rápida. Los dispositivos de las paletas y el mecanismo de descarga deberán reunir condiciones tales que a lo largo del proceso de descarga el agregado esté uniformemente distribuido en la mezcla¹³.

¹² Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

¹³ Ing. Enrique Rivva López – Control del Concreto en Obra, 2004.

Las mezcladoras deben ser operadas a aquellas velocidades que den la calidad y rendimiento requeridos en el mínimo período de mezclado aceptable.

El rendimiento de las mezcladoras generalmente es determinado por una serie de ensayos de uniformidad hechos sobre muestras tomadas de dos o tres ubicaciones dentro de la tanda de concreto después que ha sido mezclada por un período determinado. Los requerimientos de rendimiento de las mezcladoras se basan en las diferencias permitidas en los resultados de los ensayos.

El rendimiento de las mezcladoras deberá ser tal que al final del tiempo de mezclado elegido, dos muestras de concreto tomadas al principio y final de la tanda, no excedan los siguientes límites de uniformidad:

- Los pesos unitarios del mortero libre de aire de las dos muestras no deberán variar en más del 0.8% del promedio de los dos pesos del mortero.
- Los pesos del agregado grueso retenido en la Malla N° 4, extraído de las dos muestras, no varíen en más del 5% del promedio de los dos pesos del agregado grueso.

- El contenido de aire no deberá variar en más del 1% sobre y bajo el porcentaje promedio seleccionado o especificado.
- Las variaciones en el asentamiento, tanda a tanda, deberán mantenerse en un límite de media pulgada para mezclas de consistencia seca, y de una pulgada para mezclas de consistencia plástica.
- La relación del agregado grueso al mortero deberá ser uniforme en toda la tanda.

Un aspecto importante del rendimiento de las mezcladoras es la uniformidad de la concreta tanda a tanda, lo cual no sólo es afectada por la uniformidad de los materiales y su medida, sino también por la eficiencia del mezclado.

La observación visual del concreto durante el mezclado y descarga de la mezcladora es una ayuda importante para mantener un mezclado uniforme, especialmente una consistencia uniforme.

Independientemente de todo lo indicado, se considera que el más positivo método de control para mantener la uniformidad tanda a tanda es un programa regular de ensayos del concreto fresco incluyendo peso unitario, contenido de aire, asentamiento y temperatura. Aunque los

ensayos de resistencia proporcionan una excelente medida de la eficiencia de los procedimientos de control de calidad que son empleados, los resultados de los ensayos de resistencia son disponibles demasiado tarde para ser de uso práctico para un control diario de la producción.

2.2.6. MAQUINARIA PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO

Debido a que hay gran variedad de concretos y condiciones de trabajo, es necesaria la existencia de diversos tipos de maquinas para su preparación mas correcta.¹⁴

Por estos motivos es muy difícil poder determinar cual es la maquina mas apropiada, siendo, en cada caso, los resultados obtenidos los que nos indicarán el mejor tipo de maquina.

Sin embargo, cualquiera que sea su aplicación, el papel especial de las maquinas de fabricacion de concreto, es suministrar una composicion final homogenea de los distintos componentes del concreto.

2.2.6.1. HORMIGONERA DE VOLTEO O DE TAMBOR

Las concreteiras de eje inclinado pueden adoptar diferentes inclinaciones del eje para cada etapa del trabajo: sea llenado, amasado, o descarga. ¹⁵

^{14,15} Pedro Barber Lloret – Maquinaria de Obras Públicas II.

Esta operación se facilita mediante un volante, que hace pivotar el tambor alrededor de un eje horizontal mediante un sistema de piñones dentados.

El tambor, conocido también como "trompo", realiza un movimiento de rotación alrededor de su eje, con una inclinación de 15 a 20 grados aproximadamente. El valor de este ángulo es una característica importante de la hormigonera, pues define su capacidad y la calidad del concreto.

Las hormigoneras de tambor son adecuadas para pequeños volúmenes de concreto y en especial para mezclas plásticas o con agregado grueso de tamaño apreciable.

En todos los casos, la descarga de estas hormigoneras es buena, pues se realiza de manera inmediata y sin segregación.

Las hormigoneras de eje horizontal se caracterizan por el tambor, de forma cilindro-cónica, que actúa girando alrededor de un eje horizontal con una o dos aspas o paletas que giran alrededor de un eje no coincidente con el eje del tambor. Disponen, en la mayoría de los casos, de

dos aberturas, una para cargar el material y la otra para descargar el concreto.

Existen modelos en que el tambor es fijo y un eje, provisto de aspas, describe una trayectoria circular alrededor del eje del tambor. En todos los casos, el movimiento relativo entre las paletas y el concreto no varía y todo el material se mezcla siempre en el fondo del recipiente. Las hormigoneras de eje horizontal se distinguen según la forma en que se realiza la descarga. Como el eje de la mezcladora permanece fijo horizontalmente, la descarga se efectúa:

- Invertiendo el sentido de la rotación del tambor.
- insertando una canaleta en el tambor.
- en los casos que el tambor está compuesto por dos secciones, que se unen borde a borde, se separan estos para el efecto de descarga. Las mezcladoras de eje horizontal están provistas de tolvas cargadoras.

Al operar este tipo de hormigoneras debe cuidarse que, luego de cargadas, no quede material en la tolva; y al descargar, que no se produzca segregación o quede en el interior de la hormigonera agregado grueso. Las

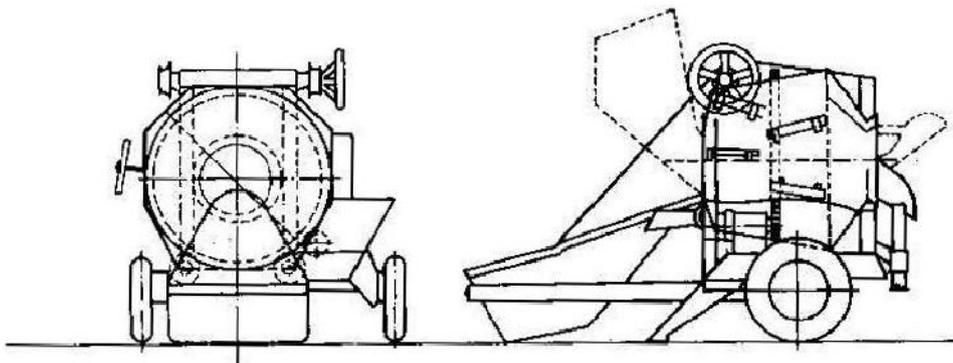
hormigoneras de eje horizontal son favorables para grandes volúmenes de concretado.

Figura N° 8: Mezcladora de Volteo o de Tambor



Fuente: <http://www.changlin.es/>

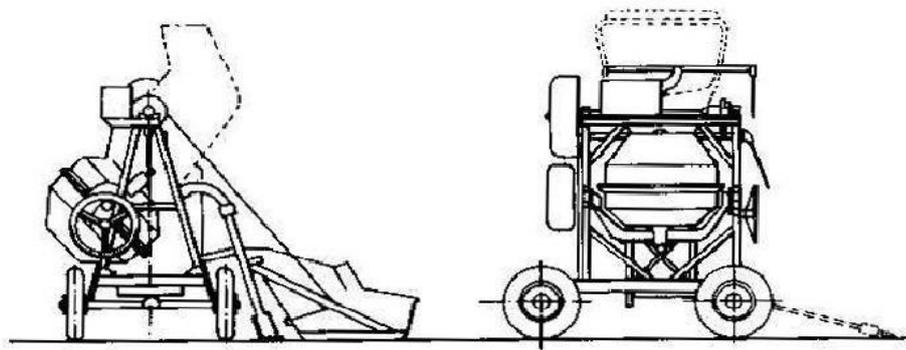
Figura N° 9: Mezcladora con Eje Horizontal



Fuente: <http://www.changlin.es/>

Este tipo de mezcladoras de concreto facilitan el trabajo y son un producto que realmente ayuda a disminuir la carga de trabajo de varias personas que realizan pequeños trabajos.

Figura N° 10: Mezcladora con Eje Inclinado



Fuente: <http://www.chanqlin.es/>

Este tipo de mezcladoras se caracterizan por el tambor, de forma cilindro-cónica, que actúa girando alrededor de un eje horizontal con una o dos aspas o paletas que giran alrededor de un eje no coincidente con el eje del tambor. Disponen, en la mayoría de los casos, de dos aberturas, una para cargar el material y la otra para descargar el concreto.

2.2.6.2. HORMIGONERA DE TOLVA DE ALMACENAJE

El eje de estas hormigoneras siempre está en posición horizontal, su descarga se realiza insertando un tobogán en el tambor o invirtiendo la dirección de rotación de éste. ¹⁶

Figura N° 11: Mezcladora de Tolva de Almacenaje



Fuente: <http://www.changlin.es/>

Las hormigoneras de tolva de almacenaje es una máquina empleada para la elaboración del concreto. Su principal función es la de suplantar el amasado manual de los diferentes elementos que componen el concreto: cemento, áridos y agua.

2.2.6.3. AUTOHORMIGONERA CARMIX

En este tema de investigación se ha usado el concreto totalmente mezclado en el camión y para referirnos a este sistema, en adelante en el presente documento lo llamaremos “Carmix”.

¹⁶Pedro Barber Lloret – Maquinaria de Obras Públicas II.

La Autohormigonera modelo CARMIX, podrá ser utilizado en cualquiera de las distintas obras, con el objetivo de OPTIMIZAR el rendimiento de tal máquina, se deberá cumplir con las condiciones mínimas de uso, mantención, procedimientos y controles; los cuales deben ser considerados para facilitar su desplazamiento dentro de la obra y obtener un producto de calidad en el menor tiempo y a menor costo, lo cual, es de vital importancia para el administrador de cada obra, en cuanto a favorecer su presupuesto y la programación propia de tal proyecto.

Figura N° 12: Autohormigonera



Fuente: <http://www.carmix.com>

Esta autohormigonera facilita considerablemente el proceso de producción de concreto. Mientras da forma al concreto, los operarios pueden ir ocupándose de otras tareas. Ahorra tiempo, por eso hoy en día resulta un equipo indispensable en cualquier obra de construcción.

A. OBJETIVOS DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX

- Establecer procedimientos y controles mínimos para un uso adecuado de este equipo.
- Apoyar los proyectos en ejecución para disminuir los tiempos de producción.
- Disminución de costos por producción de concreto y mano de obra.
- Aumentar la calidad de los concretos in situ.
- Disminución de infraestructuras en instalaciones de faenas.
- Establecer mantenciones mínimas para una mayor vida útil del equipo.

B. VENTAJAS

Los diferentes modelos Carmix permiten producir directamente en la obra los más diversos tipos de mezclas, desde los morteros más fluidos hasta concretos de bajo escurrimiento, en la cantidad requerida y en el momento preciso.

El modelo CARMIX ofrece innumerables ventajas con respecto al sistema tradicional de preparación de concreto:

- Cabina delantera para asegurar una perfecta visibilidad y un excelente confort del operador.
- Tambor giratorio en 300° que facilita la descarga del concreto por los 4 lados a más de dos metros de altura.
- Pala hidráulica articulada para una óptima carga de los áridos.
- Cuchara con apertura hidráulica para dosificación volumétrica y evitar pérdida de material (áridos y/o cemento).
- Motor transversal: fácil mantención y chequeo.
- Peso igualmente distribuido.
- Frenos de disco múltiples en baño de aceite: ningún mantenimiento y fiabilidad total.
- Cuadro de distribución con todos los instrumentos.

C. REQUERIMIENTOS EN OBRA

El administrador de obra que solicite tal equipo, deberá contar en terreno con requerimientos mínimos aceptables, con el fin de optimizar el uso y favorecer la producción de concreto, es necesario considerar los siguientes puntos:

Figura N° 13: Desempeño de la Autohormigonera en Obra



Fuente: <http://www.carmix.com>

La tracción a las 4 ruedas con transmisión hidrostática automática y la distribución ideal del peso le permiten superar pendientes de más del 30 % a plena carga y gracias a su pala articulada hidráulica el equipo carga los materiales con precisión. La hoja interior de la cuchara permite romper los sacos de cemento sin pérdidas. A partir de la pala todo el material fluirá fácilmente a la hormigonera.

a) Acopios de Materiales:

- Los áridos deberán ubicarse en un lugar central de la obra, para disminuir las distancias de traslados de la máquina, libres de contaminación o polvo en suspensión (cortadora de ladrillos).

- Se aconseja ubicar un contenedor de cemento al lado de los acopios de áridos, esto evita el traslado diario de cemento y la necesidad de utilizar un tractor con horquilla o dumper. Para la carga de cemento, se contará con un jornal de apoyo tiempo completo. Si no se cuenta con un contenedor, se podrá utilizar cualquier otro sistema de almacenamiento.
- El almacenamiento del agua de amasado, se deberá acumular en tambores limpios de 200 lts., siendo un mínimo de 3 unidades, recuerde que la capacidad del estanque de agua de la máquina es de 540 lts (el óptimo es 4 a 5 tambores, para ayudar a la acumulación y en caso de corte de agua potable en la obra). Estos tambores deberán ser ubicados cerca de los acopios de áridos y cemento, siendo llenados por el jornal de apoyo (considerar manguera).
- Acceso y disponibilidad de petróleo en obra, el estanque de combustible posee una capacidad de 105 lts., su duración dependerá de las exigencias de obra y longitud de traslados. Eventualmente se solicitará disponibilidad de aceite, para los correspondientes cambios.

b) Accesos y Traslados:

- Es de vital importancia los accesos para este equipo, los cuales, deben soportar el peso de la máquina (6.000kg. aprox. cargado con 2 – 3 m³ de concreto), se aconseja establecer un acceso de emergencia.
- Si el terreno es de baja calidad (o baja compactación en el caso de los rellenos), el operador podrá disminuir el volumen de amasado, esto para disminuir la carga del equipo y evitar quedar enterrado e inmóvil.
- Al usar esta maquinaria se deberá tener presente que el programa de Urbanización, debe ser coherente y planificado de tal manera que no entorpezca el normal desplazamiento del Carmix, pues esto ira en único perjuicio del Rendimiento de la autohormigonera, se definen entonces 2 formas de trabajar las obras; una con Autohormigonera y otra tal y cual lo hemos hecho hasta la fecha, es decir con Betoneras y Trompos de Volteo. Las obras que elijan trabajar bajo el primer régimen deberán de excavar las redes, rebajar las calles, pasajes y avenidas, pensando en dejar las pasadas lo más compactadas posibles de tal manera que los desplazamientos sean lo más nivelados y

planos posibles, solo para aumentar el rendimiento de la Carmix, que no debe ser menos que 45 m³.

- En el caso de traslado por carreteras o vías públicas, deberá ser acompañada por un vehículo de la empresa, el cual, se ubicará en su parte posterior con las luces de emergencia (balizas) encendidas.

c) Sectores Autorizados Pre Establecidos:

- El día inicial, se deberá establecer un sector de lavado de la máquina, que se realizará al finalizar las actividades de producción, esta labor será realizada por el operador y sólo ayudado por el jornal de apoyo, con esto se evitará dañar alguna pieza especial del mecanismo.
- Se debe establecer un lugar de estacionamiento ó espera de la máquina, para no entorpecer los traslados de otras máquinas y para realizar mantención de ésta.

d) PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción se iniciará una vez que se realicen las siguientes etapas:

a) Establecer Dosificaciones:

- La obra deberá contar con las dosificaciones entregadas por el laboratorio oficial, las cuales se modificarán según el volumen de la pala de la máquina.
- La inspección de este ajuste será visada por el profesional a cargo, control de calidad o jefe de obra con conocimiento en la materia, debiéndose ordenar un ensayo de concreto fresco producido, para obtener resistencias provisionales a los 7 días, para realizar los correspondientes ajustes.
- Una vez realizado el ajuste, el profesional o responsable, firmará la ficha de dosificación (Formulario FD) que posee el operador, en esta se identifica la obra, la dosificación ajustada y el responsable, quedando una copia en obra y otra en poder del operador.

b) Solicitud de Hormigón:

- Diariamente al iniciar la faena, el operador se informará de los requerimientos entregados por los jefes de obra, los cuales indicarán: el volumen, la ubicación y tipo de concreto necesaria para aquel día de producción de manera de coordinar los sectores críticos y los accesos.

c) Tiempo de Amasado y Descarga:

- Los jefes de obra deberán chequear que el tiempo de amasado sea como mínimo 3 minutos, comenzando desde la carga del último material hasta el inicio de la descarga, esto para asegurar la uniformidad de la mezcla.
- El tiempo de descarga deberá ser como máximo 10 minutos, esto para no entorpecer ni atrasar dicha programación.
- No obstante lo anterior se aconseja para aumentar el rendimiento de la maquinaria.

d) Toma de Muestras de Laboratorio:

- Las muestras deben ser extraídas NO del inicio de la descarga (antes del 10% inicial) y NO del 10% final, sino que la muestra debe ser extraída de la descarga central del carmix, esto es entre el 10% al 90% del volumen descargado. Esto se refiere a que el concreto inicial posee exceso de agua de amasado y el final posee demasiado árido grueso, por lo cual, no es representativo para una muestra.

Figura N° 14: Operación de la Autohormigonera en Obra



Fuente: <http://www.carmix.com>

La capacidad de producción mínima de esta autohormigonera es de 40 a 50 m³ durante la jornada diaria de trabajo, el administrador deberá asegurar la continuidad de trabajo bajo estas condiciones de producción mínima.

D. OPERADOR Y SEGURIDAD

Respecto al operador este deberá contar con los siguientes elementos:

- Licencia de conducir, la cual deberá corresponder al tipo de máquina, esta licencia deberá portarla tanto dentro de la obra (Inspección del Trabajo) como fuera de ella (en caso de traslados).

- Casco de seguridad, en el momento de bajar de la cabina de control, por ejemplo en las descargas y mantenciones propias el equipo.
- Zapatos de seguridad y overol.
- Equipos para mantención (graseras, llaves, alicates, etc.), artículos de limpieza de máquina y formularios impresos para control.
- Se aconseja realizar charla de seguridad a los trabajadores de la obra, programada con el Inspector de Seguridad de la empresa, para evitar accidentes en los eventuales retrocesos de la máquina (se debe chequear alarma de retroceso).

2.2.7. GENERALIDADES SOBRE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD

2.2.7.1. PLANIFICACION

Entre conceptos de varios autores se puede enfocar las siguientes definiciones:

- "Es el proceso de establecer metas y elegir medios para alcanzar dichas metas" (Stoner, 1996).
- "Es el proceso de establecer objetivos y escoger el medio más apropiado para el logro de los mismos antes de emprender la acción", (Goodstein,
- 1998).

- "La planificación... se anticipa a la toma de decisiones. Es un proceso de decidir... antes de que se requiera la acción" (Ackoff, 1981).
- "Consiste en decidir con anticipación lo que hay que hacer, quién tiene que hacerlo, y cómo deberá hacerse" (Murdick, 1994).
- "Es el proceso de definir el curso de acción y los procedimientos requeridos para alcanzar los objetivos y metas. El plan establece lo que hay que hacer para llegar al estado final deseado" (Cortés, 1998).
- "Es el proceso consciente de selección y desarrollo del mejor curso de acción para lograr el objetivo." (Jiménez, 1982). Implica conocer el objetivo, evaluar la situación considerar diferentes acciones que puedan realizarse y escoger la mejor.
- "La planificación es un proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos" (Jiménez, 1982).

En todas las anteriores definiciones es posible hallar algunos elementos comunes importantes: el establecimiento de objetivos o metas, y la elección de los

medios más convenientes para alcanzarlos (planes y programas). Implica además un proceso de toma de decisiones, un proceso de previsión (anticipación), visualización (representación del futuro deseado) y de predeterminación (tomar acciones para lograr el concepto de adivinar el futuro).

2.2.7.2. FLUJO DE TRABAJO

El Flujo de trabajo es el estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información que soporta las tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas.

Una aplicación de Flujos de Trabajo automatiza la secuencia de acciones, actividades o tareas utilizadas para la ejecución del proceso, incluyendo el seguimiento del estado de cada una de sus etapas y la aportación de las herramientas necesarias para gestionarlo. Se pueden distinguir tres tipos de actividad:

- **Actividades colaborativas:** Un conjunto de usuarios trabajan sobre un mismo repositorio de datos para

obtener un resultado común. Tiene entidad el trabajo de cada uno de ellos en sí mismo.

- Actividades cooperativas: Un conjunto de usuarios trabajan sobre su propio conjunto particular, estableciendo los mecanismos de cooperación entre ellos. No tiene entidad el trabajo de ninguno de ellos si no es visto desde el punto de vista global del resultado final.
- Actividades de coordinación.

2.2.7.3. PÉRDIDAS

Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no agrega valor al producto terminado. Las pérdidas que se generan en el proceso productivo afectan no solo al producto, sino a los recursos malgastados tanto de mano de obra, materiales y equipos.

2.2.7.4. PROGRAMACION LINEAL, TRENES DE TRABAJO

La programación lineal, a diferencia de otras técnicas de programación, está basado en lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla. En este sentido, se logra eliminar las holguras que, por definición, son una pérdida. La programación lineal está basada en partir los volúmenes de trabajo en porciones

pequeñas, más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante el balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad, de forma tal que la cantidad de fierro, encofrado y concretó (por dar un ejemplo) de una porción de obra sea compatible otras, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos. Cabe mencionar que existe el peligro que, al no contar con holguras, cada atraso de una actividad genere atraso al resto de las actividades. Sin embargo, en el camino para obtener mayores eficiencias y productividad, tenemos que asumir mayores riesgos calculados.

2.2.7.5. PRODUCTIVIDAD

Según SERPELL BLEY, Alfredo, la productividad puede ser entendida como "una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado" Según L. Aliaga "la productividad se define como la relación entre el resultado obtenido (bienes y servicios) entre el valor de los recursos utilizados para obtener el resultado. Matemáticamente esta definición puede ser expresada mediante la relación."

$$p = \frac{P}{R}$$

En donde:

p: es la productividad.

P: es la producción obtenida.

R: son los recursos empleados.

La productividad es la razón entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida.

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben de considerarse factores que influyen.

Mejora de la Productividad: La mejora de la productividad se obtiene innovando en:

- Tecnología.
- Organización.
- Recursos humanos.
- Relaciones laborales.
- Condiciones de trabajo.
- Calidad.
- Otros.

Medición del Nivel General de Actividad de Obra: La medición del nivel general de actividades en obra es parte de las herramientas clásicas en el estudio de tiempos y movimientos utilizadas generalmente en la ingeniería industrial. Esta medición se realiza de forma aleatoria en

toda la obra. La muestra se toma sobre todos los obreros de la misma. De esta forma obtenemos información acerca de la utilización del tiempo en los tres tipos de trabajo fundamentales: Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributivo (TC) y Trabajo No Contributivo (TNC). Adicionalmente, para conseguir información más precisa, la medición puede aplicarse a cada cuadrilla de la obra. Finalmente, las mediciones del TC y TNC se pueden subdividir en sus formas de actividades dentro de una tarea.

La medición se realiza de forma aleatoria. Se trata de que la persona que realiza la medición recorra el total de esta o la visualice completamente desde un punto estático. Cada vez que se tope visualmente con un obrero, deberá apuntar de qué cuadrilla es, si es que se está realizando algún TP, TC y TNC, y, dentro de estos dos últimos, especificar la clasificación del mismo. Es fundamental para este fin que se trabaje de forma rigurosa en la aplicación de las definiciones de cada categoría de manera permanente e inamovible.

Los resultados de las mediciones del nivel general de actividad son utilizados como muestreos del nivel que manejamos en nuestras obras y sirven para poder compararnos con estándares internacionales y nacionales.

Las mediciones servirán, también, para detectar cuáles son las principales pérdidas, cuantificarlas y priorizar nuestro ataque para eliminarlas.

2.2.7.6. EFICIENCIA

En términos generales, la palabra eficiencia hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que éstas hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos, con recursos (humanos, financieros, tecnológicos, físicos, de conocimientos, etc.) limitados y (en muchos casos) en situaciones complejas y muy competitivas.

Pero, ¿qué significa realmente el término eficiencia? o, ¿cuál es definición?

Definición de Eficiencia:

- **Aplicada a la Administración:**

Según Idalberto Chiavenato, eficiencia "significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados".

Para Koontz y Wehrich, la eficiencia es "el logro de las metas con la menor cantidad de recursos".

Según Robbins y Coulter, la eficiencia consiste en "obtener los mayores resultados con la mínima inversión".

- **Aplicada a la Economía:**

Según Samuelson y Nordhaus, eficiencia "significa utilización de los recursos de la sociedad de la manera más eficaz posible para satisfacer las necesidades y los deseos de los individuos".

Simón Andrade, define la eficiencia de la siguiente manera: "expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos".

- **Según el Diccionario de la Real Academia Española:**

Eficiencia (Del lat. *efficientia*) es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

Para terminar (teniendo en cuenta y complementando las anteriores propuestas), planteo la siguiente definición general de eficiencia:

Eficiencia es la óptima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados". Por tanto, se puede decir que una empresa, organización, producto o persona es "eficiente" cuando es capaz de obtener resultados deseados mediante la óptima utilización de los recursos disponibles

2.2.7.7. MEJORAMIENTO CONTINUO

James Harrington (1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

Fadi Kabboul (1994), define el Mejoramiento Continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierren la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

Abell, D. (1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado (tomado del Curso de Mejoramiento Continuo dictado por Fadi Kbbaul).

L.P. Sullivan (1994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de la organización a lo que se entrega a clientes.

Eduardo Deming (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

Importancia Del Mejoramiento Continuo: La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las

organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

Con esta teoría, como ya se había mencionado antes, en el transcurso del trabajo de investigación vamos a proponer mejoras que nos van a conllevar al mejoramiento del proceso y hacia un mejoramiento continuo de este, que, al mismo tiempo, nos va a ayudar a mejorar la eficiencia y a incrementar la productividad de nuestro sistema de producción gracias a las propuestas de mejora hechas en el transcurso del trabajo de investigación.

El Proceso de Mejoramiento: La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Asimismo este proceso implica la inversión en nuevas maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el

aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

2.2.8. DEFINICIÓN DE OPTIMIZACIÓN

Modificar el sistema para lograr el alcance y/o los objetivos. Lograr el mejor resultado posible de una actividad o proceso mediante el aprovechamiento al máximo de sus potenciales.

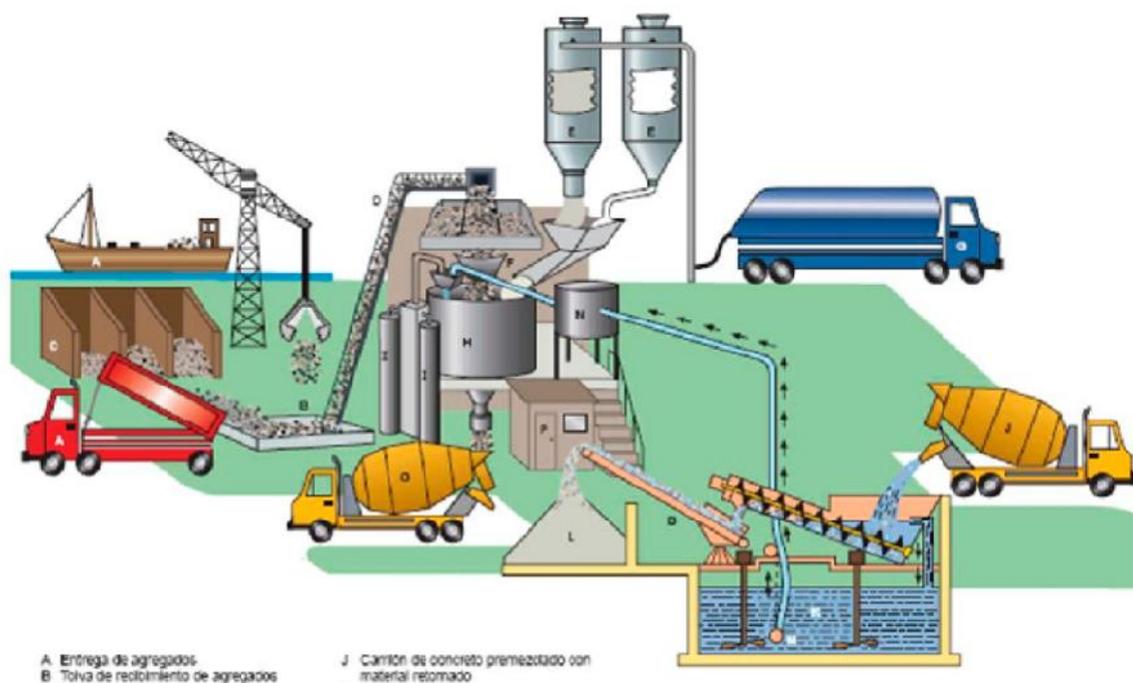
Los 7 principios de la optimización son:

- Potenciación el valor agregado.
- Reducción de los tiempos de ejecución de los procesos.
- Potenciación del recurso humano.
- Fomento del trabajo en equipo.
- Ejecución del proceso en el sitio y espacio requerido.
- Mejora del valor de uso del producto o servicio.
- Aumento de la utilidad para los accionistas.

2.2.8.1. PROCESO PRODUCTIVO DEL CONCRETO EN OBRA

Esta actividad consiste en producir la cantidad suficiente de concreto que es utilizado en el levantamiento de la obra; y para poder cumplir con los requerimientos se deberá seguir la siguiente metodología (Ver Figura N° 04).

Figura N° 15: Proceso Productivo del Concreto



Fuente: <http://www.teoriaderrestriccion20132.blogspot.com>

Antes de efectuar los vaciados se deben efectuar ciertos preparativos para poder posicionar los equipos requeridos para la preparación de los vaciados.

2.2.8.2. DESCRIPCIÓN DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX

3.5 TT

Auto hormigonera auto alimentada marca CARMIX, modelo 3.5 TT de fabricación Italiana accionado por un motor diesel Perkins TURBO 1104.D44 TA de 4 cilindros con 112 HP@ 2300 RPM y las siguientes características:

- CAPACIDAD DE HORMIGONERA: 4,850 litros.

- PRODUCCIÓN REAL HORMIGÓN: 3.5 m³ por ciclo.
- PRODUCTIVIDAD: 4 ciclos por hora.
- ROTACIÓN DE CUBA: 300°
- VELOCIDAD: 0- 9 Km/h (trabajo) 0 -25 Km/h (traslado).
- TRANSMISIÓN: Hidrostática automática 4WD Bosch-Rexroth Bomba de caudal variable 2 velocidades.
- DIRECCIÓN: A las 4 ruedas permite 3 tipos de dirección.
- PENDIENTE: 30% superable a plena carga.
- NEUMATICOS: Tipo Industrial todo terreno 16/70-20 PR14.
- CHASIS: Construido en acero para trabajo pesado.
- CABINA OPERADOR: ROPS-FOPS con puerta con doble hoja.
- FRENOS: De disco múltiple en baño de aceite.
- CONTROL JOYMIX: Servo asistida para mando de pala y bomba.
- PALA CARGADORA: Capacidad de 600 litros c/compuerta hidráulica.
- CANALETA DE DESCARGA: Giratoria con inclinación Hidráulica.
- SISTEMA DE AGUA: Con bomba auto aspirante accionada por motor hidráulico.

- TANQUE DE AGUA: 2 x 400 litros.
- PESO: 7,300 Kg en orden en marcha.
- SISTEMA DE PESAJE: Incluye sistema de pesaje electrónico.

Figura N° 16: Autohormigonera Carmix 3.5 TT



Fuente: <http://www.carmix.com>

El concreto elaborado con la autohormigonera Carmix presenta una serie de ventajas que se mencionan a continuación:

a) Incorporación de Tecnología Avanzada: Toda la tecnología empleada en la fabricación de las

autohormigoneras carmix para la producción de concreto en obra que pueden cumplir requisitos más rigurosos.

- b) Diversificación:** El Conocimiento de los materiales componentes del concreto, permite la obtención de una amplia gama de concretos en lo que respecta a las diversas características.
- c) Simplicidad:** El empleo del concreto elaborado en obra dispensa de todas las operaciones de compra.
- d) Economía:** Las operaciones de elaboración de concreto con mezcladora tipo tolva, almacenamiento y manipuleo de los materiales representan un costo adicional de los costos emergentes de pérdidas, roturas, imprecisiones de volumen. Estos costos no existen en el concreto elaborado con autohormigonera carmix.
- e) Rapidez:** La eliminación de una serie de operaciones representa un aumento de rapidez en la ejecución de la obra.

f) Aprovechamiento de Mano de Obra: El concreto elaborado con autohormigonera carmix exige menos mano de obra sin comprometer la rapidez.

g) Desempeño en Obra: Gracias a su pala articulada hidráulica CARMIX carga los materiales con precisión. La hoja interior de la cuchara permite romper los sacos de cemento sin pérdidas. A partir de la pala todo el material fluirá fácilmente a la hormigonera.

Una vez en la hormigonera, los áridos y el cemento son perfectamente mezclados con agua bombeada desde dos tanques grandes. La calidad de la mezcla y por lo tanto del concreto está asegurada por las dobles hélices de mezcla 4 mm tipo "T".

Más del 90% de los carmix trabajan completas del nuevo e innovador sistema de pesaje electrónico "Load cells" con 4 células de carga debajo del tambor para asegurar un control de calidad eficiente y rápido.

Ningún lugar es demasiado difícil para CARMIX. La tracción a las 4 ruedas con transmisión hidrostática automática y la distribución ideal del peso permiten a CARMIX superar pendientes a plena carga de más del 30 %.

La revolución CARMIX Con la hormigonera que gira 300 ° el operador descarga el hormigón por los 4 lados de la máquina a una altura de dos metros. Y todo este ciclo (dependiendo del modelo) tarda unos 10 a 15 minutos. Más tiempo para leerlo que para producir el hormigón.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Concreto: El Concreto es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos se le conoce como Mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.

Cemento: Material de construcción compuesto de una sustancia en polvo que, mezclada con agua u otra sustancia, forma una pasta blanda que se endurece en contacto con el agua o el aire; se emplea para tapar o rellenar huecos y como componente aglutinante en bloques de hormigón y en argamasas.

Arena Gruesa: Árido que pasa por el tamiz de abertura nominal de 5 mm y es retenido en el de 0,08 mm (Nº 200), agregado fino o árido fino se refiere a la parte del árido o material inerte que interviene en la composición del hormigón, sometido a tratamiento de trituración, dosificación por tamaños y/o lavado en operaciones mecanizadas. En la fragmentación artificial, las rocas son chancadas o trituradas

en lugares llamados plantas de áridos. Las rocas utilizadas para la arena gruesa son normalmente de caliza, granito, basalto, dolomita y cuarzo, entre otras.

Piedra Chancada: Es el resultado de la fragmentación de rocas, que puede ser de manera natural o producido por el hombre. En este último caso, la grava se puede llamar “piedra partida” o “chancada”. En el caso de las piedras naturalmente redondeadas por el movimiento en los ríos, se denominan “canto redondo”.

También existen otras gravas naturales de otras clases. En la fragmentación artificial, las rocas son chancadas o trituradas en lugares llamados plantas de áridos. Las rocas utilizadas para la grava son normalmente de caliza, granito, basalto, dolomita y cuarzo, entre otras.

Agua: Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H_2O).

Producción: Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios. En tanto la producción es un proceso complejo, requiere de distintos factores que pueden dividirse en tres grandes grupos, a saber: la tierra, el capital y el trabajo.

Optimización: La palabra “optimizar” se refiere a la forma de mejorar alguna acción o trabajo realizada, esto nos da a entender que la optimización de recursos

es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia.

Eficiencia: Tiene su origen en el término latino *efficientia* y refiere a la habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con el de fortaleza o el de acción.

Productividad: Capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas, aquí presentamos algunas posibles definiciones.

Costo Unitario: El costo unitario es el valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad del producto. ... Se obtiene dividiendo el costo total de producción (suma de los costos fijos y variables) por la cantidad total producida.

Tiempos de Ejecución: Es el período en el que un programa es ejecutado por el sistema operativo. El período comienza cuando el programa es llevado a la memoria primaria y comienzan a ejecutarse sus instrucciones. El período finaliza cuando el programa envía la señal de término (normal o anormal) al sistema operativo.

Autohormigonera Carmix: El *carmix* (conocido también como autohormigonera), consiste en un camión equipado con una hormigonera. Debido a esta disposición, le es posible transportar hormigón al mismo tiempo que procede a su amasado.

Tiempo de Mezclado: El tiempo de mezclado debe comenzar a contarse desde el momento que todos los materiales sólidos están en el tambor y continúa hasta que se inicia la descarga del concreto. No se considerará como tiempo de mezclado el requerido para el proceso de descarga del concreto.

Mezcladoras de Concreto: Son máquinas diseñadas para mezclar volúmenes de concreto y son impulsadas por motores de gasolina o eléctricos ¿Cómo se usa? Primero mida los ingredientes que necesita en la mezcla y con la máquina encendida cargue los productos dentro del tambor. Añada agua gradualmente hasta que la mezcla tenga la consistencia requerida. Su capacidad oscila entre 42 y 84 litros.

Diseño de Mezcla: Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezclas, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuados y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador indicados en los planos y/o las especificaciones de la obra.

Dosificación: La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos.

Rendimiento: refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conocen como rendimiento.

Hormigón: Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

Hormigonera: La hormigonera es un aparato o máquina empleada para la elaboración del hormigón o concreto. Su principal función es la de suplantar el amasado manual de los diferentes elementos que componen el hormigón: cemento, áridos y agua. Los áridos empleados en la elaboración del hormigón suelen ser gruesos y de elevado peso por lo que la mecanización de este proceso supone una gran descarga de trabajo en la construcción.

CAPITULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACION DEL INSTRUMENTO

El documento se adjunta en el Anexo N° 02. Como validación y confiabilidad del instrumento siendo visados y aprobados por cada identidad y opiniones de expertos en el tema.

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

3.2.1. COSTOS DE LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

Para dar respuesta al objetivo, el cual enuncia que se deberá determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix la cual permita optimizar la producción del concreto, se realizó el análisis de costo unitario y los rendimientos, y así poder determinar cuál es el costo de producción, volumen de producción y tiempos de producción del concreto con la autohormigonera carmix, tomando como referencia un diseño de mezcla patrón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$., donde se tiene la siguiente información:

Cemento Portland Tipo I: Se empleó el Cemento Pórtland normal tipo I, que cumpla con la norma técnica peruana (NTP) 334.009 y la norma técnica americana ASTM C-150.

- Las bolsas de cemento fue almacenado y manipulado de tal forma que en todo momento estuviese protegido contra la humedad y fácilmente accesible para ser inspeccionado o

identificado. Los lotes de cemento fueron usados en el mismo orden en que fueron recibidos.

- No se usó ninguna bolsa de cemento donde se hubiese formado grumo y/o terrones o que se halla deteriorado de alguna otra manera.
- Si hubiese alguna duda respecto a la calidad del cemento entregado, el Ingeniero Supervisor podría haber exigido que se haga una prueba de laboratorio del cemento en Referencia.
- Las bolsa de cemento tienen una presentación de 42.5 kg.

Agregado Fino: El agregado fino es una arena natural procedente de la cantera de Yanag – Cuenca del Rio Huallaga.

Como sabemos, si el Módulo de fineza es menor a 2.3 es una arena muy fina; y si el Módulo de fineza es mayor a 3.1 es un arena muy gruesa, Esta arena es muy gruesa, ya que tiene un módulo de fineza bastante alto, de 3.2. **En el Anexo 2 podemos ver los ensayos realizados para hallar los parámetros del agregado fino.**

Agregado Grueso: El agregado grueso es una grava natural procedente de la cantera de Yanag – Cuenca del Rio Huallaga.

El agregado utilizado fue piedra chancada de 1”, es decir el material proveniente de la cantera es angulado.

Cabe mencionar que la piedra chancada mejora propiedades muy importantes del concreto, como: resistencia a la compresión y adherencia.

En el Anexo 2 podemos ver los ensayos realizados para hallar los parámetros del agregado grueso.

Agua: El agua utilizada para elaborar las mezclas de concreto, es agua potable, dotado por SEDA HUANUCO. Cabe mencionar que al igual que los agregados.

Dosificación: Todos los materiales que integran el concreto, incluyendo el cemento, deberán medirse en peso y dosificarse mediante el carmix, que podrán ser medidos con el medidor automático. **Ver Diseño de Mezcla para el carmix (Anexo 2).**

3.2.1.1. COSTO UNITARIO DEL USO DEL CARMIX (01 UND)
a) Mano de Obra:

Tabla N° 3: Costo Unitario de Mano de Obra - 01 (Und.) Carmix

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 01 UND					
RENDIMIENTO: 72 m ³ /día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
PERSONAL	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Operario	hh	1	0.111	17.74	1.969
Oficial	hh	2	0.222	14.57	3.235
Peón	hh	6	0.667	13.10	8.738
COSTO DE MANO DE OBRA					13.942

$$CANTIDAD = \frac{CUADRILLA * JORNAL}{RENDIMIENTO}$$

Análisis de la Cuadrilla:

01 – Operario: Es el encargado de operar la autohormigonera carmix.

01 – Oficial: Es el encargado de acoplar los shuts de descarga.

01 – Oficial: Es el encargado de compactar el concreto mediante el vibrado.

04 – Peones: Son los encargados de abastecer el cemento a la autohormigonera carmix.

02 – Peones: Son los encargados de esparcir el concreto en la estructura.

Análisis de Costo Unitario de la Mano de Obra:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con 01 unidad de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de mano de obra presenta un valor de S/. 13.942.

b) Materiales:

Tabla N° 4: Costo Unitario de Materiales - 01 (Und.) Carmix

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 01 UND					
RENDIMIENTO: 72 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
MATERIALES	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Piedra Chancada de 1"	m3		0.65	90.00	58.50
Arena Gruesa	m3		0.46	85.00	39.10
Cemento Portland	Bls		13.00	22.50	292.50
Agua	m3		0.183	1.50	0.2745
COSTO DE MATERIALES					390.375

Tabla N° 5: Análisis de la Cantidad de Materiales - 01 (Und) Carmix

MATERIAL	PESO * M3 DE CONCRETO	CONVERSION	VOLUMEN * M3 DE CONCRETO
Cemento	539 kg	01 bolsa = 42.5 kg	$539/42.5 = 13$ bls
Arena gruesa	726 kg	Peso unitario = 1,563 kg/m3	$726/1,563 = 0.46$ m3
Piedra chancada	895 kg	Peso unitario = 1,383 kg/m3	$895/1,383 = 0.65$ m3
Agua	183 lts	1000 litros = 01 m3	$183/1,000 = 0.183$ m3

Análisis de Costo Unitario de los Materiales:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con 01 unidad de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de materiales presenta un valor de S/. 390.375

c) Equipos:

Tabla N° 6: Costo Unitario de Equipos - 01 (Und.) Carmix

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 01 UND					
RENDIMIENTO: 72 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
EQUIPOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Herramienta Manuales	%		3.0	13.942	0.42
Vibrador de Concreto	hm	1.0	0.111	12.00	1.33
Mezcladora Carmix	hm	1.0	0.111	105.73	11.74
COSTO DE EQUIPOS					13.49

Análisis de Costo Unitario de los Equipos:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con 01 unidad de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de los equipos presenta un valor de S/. 13.49.

d) Costo de Producción del Concreto:

Tabla N° 7: Costo de Producción del Concreto

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 01 UND		
COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL * M3
Mano de Obra	13.942	417.80
Materiales	390.375	
Equipos	13.49	

Del análisis del costo de producción del concreto con 01 unidad de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de producción del concreto presenta un valor de S/. 417.80 por m3 de concreto, este monto

incluye los costos de mano de obra, materiales y alquiler de la autohormigonera carmix.

e) De la Producción del Concreto:

Tabla N° 8: Producción del Concreto

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 01 UND				
RENDIMIENTO: 72 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día	
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO (S/. * m3)	METRADO (m3)	TOTAL (S/.)
Concreto en obra	m3	417.80	169.96	71,008.98

De la producción del concreto para el vaciado de cierta estructura que tiene un volumen de 169.96 m3, y con 01 unidad de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo total de producción del concreto presenta un valor de S/. 71,008.98, este monto incluye los costos de mano de obra, materiales y alquiler de la autohormigonera carmix.

3.2.1.2. COSTO UNITARIO DEL USO DEL CARMIX (02 UND)

a) Mano de Obra:

Tabla N° 9: Costo Unitario de Mano de Obra - 02 (Und.) Carmix

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 02 UND					
RENDIMIENTO: 114 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
PERSONAL	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Operario	hh	2	0.140	17.74	2.484
Oficial	hh	2	0.140	14.57	2.040
Peón	hh	12	0.842	13.10	11.030
COSTO DE MANO DE OBRA					15.554

$$CANTIDAD = \frac{CUADRILLA * JORNAL}{RENDIMIENTO}$$

Análisis de la Cuadrilla:

02 – Operarios: Son los encargados de operar la autohormigonera carmix.

01 – Oficial: Es el encargado de acoplar los shuts de descarga.

01 – Oficial: Es el encargado de compactar el concreto mediante el vibrado.

10 – Peones: Son los encargados de abastecer el cemento a la autohormigonera carmix.

02 – Peones: Son los encargados de esparcir el concreto en la estructura.

Análisis de Costo Unitario de la Mano de Obra:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con 02 unidades de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de mano de obra presenta un valor de S/. 15.554.

b) Materiales:

Tabla N° 10: Costo Unitario de Materiales - 02 (Und.) Carmix

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 02 UND					
RENDIMIENTO: 114 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
MATERIALES	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Piedra Chancada de 1"	m3		0.65	90.00	58.50
Arena Gruesa	m3		0.46	85.00	39.10
Cemento Portland	Bls		13.00	22.50	292.50
Agua	m3		0.183	1.50	0.2745
COSTO DE MATERIALES					390.375

Tabla N° 11: Análisis de Cantidad de Materiales - 02 (Und) Carmix

MATERIAL	PESO * M3 DE CONCRETO	CONVERSION	VOLUMEN * M3 DE CONCRETO
Cemento	539 kg	01 bolsa = 42.5 kg	539/42.5 = 13 bls
Arena gruesa	726 kg	Peso unitario = 1,563 kg/m3	726/1,563 = 0.46 m3
Piedra chancada	895 kg	Peso unitario = 1,383 kg/m3	895/1,383 = 0.65 m3
Agua	183 lts	1000 litros = 01 m3	183/1,000 = 0.183 m3

Análisis de Costo Unitario de los Materiales:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con 02 unidades de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de materiales presenta un valor de S/. 390.375

c) Equipos:

Tabla N° 12: Costo Unitario de Equipos - 02 (Und.) Carmix

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 02 UND					
RENDIMIENTO: 114 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
EQUIPOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Herramienta Manuales	%		3.0	15.55	0.47
Vibrador de Concreto	hm	2.0	0.222	12.00	2.66
Mezcladora Carmix	hm	2.0	0.222	105.73	23.47
COSTO DE EQUIPOS					26.60

Análisis de Costo Unitario de los Equipos:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con 02 unidades de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de los equipos presenta un valor de S/. 26.60.

d) Costo de Producción del Concreto:

Tabla N° 13: Costo de Producción del Concreto

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 02 UND		
COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL * M3
Mano de Obra	15.554	432.52
Materiales	390.375	
Equipos	26.60	

Del análisis del costo de producción del concreto con 02 unidades de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo de producción del concreto presenta un valor de S/. 432.52 por m3 de concreto, este monto incluye los costos de mano de obra, materiales y alquiler de la autohormigonera carmix.

e) De la Producción del Concreto:

Tabla N° 14: Producción del Concreto

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 02 UND				
RENDIMIENTO: 114 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día	
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO (S/. * m3)	METRADO (m3)	TOTAL (S/.)
Concreto en obra	m3	432.52	169.96	73,510.50

De la producción del concreto para el vaciado de cierta estructura que tiene un volumen de 169.96 m3, y con 02 unidades de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el costo total de producción del concreto presenta un valor de S/. 73,510.50, este monto incluye los costos de mano de obra, materiales y alquiler de la autohormigonera carmix.

3.2.1.3. COSTO UNITARIO DE MEZCLADORA TIPO TOLVA

a) Mano de Obra:

Tabla N° 15: Costo Unitario de Mano de Obra - Mezcladora Tipo Tolva

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA					
RENDIMIENTO: 12 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
PERSONAL	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Operario	hh	1	0.667	17.74	11.833
Oficial	hh	4	2.667	14.57	38.858
Peón	hh	8	5.333	13.10	69.862
COSTO DE MANO DE OBRA					120.55

$$CANTIDAD = \frac{CUADRILLA * JORNAL}{RENDIMIENTO}$$

Análisis de la Cuadrilla:

01 – Operario: Es el encargado de operar la mezcladora tipo tolva.

04 – Oficial: Son los encargados de abastecer la arena gruesa y piedra chancada.

01 – Peón: Es el encargado de abastecer el cemento a la mezcladora.

04 – Peones: Son los encargados de transportar el concreto.

01 – Peón: Es el encargado de compactar el concreto mediante el vibrado.

02 – Peones: Son los encargados de esparcir el concreto en la estructura.

Análisis de Costo Unitario de la Mano de Obra:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con mezcladora tipo tolva, se puede evaluar que el costo de mano de obra presenta un valor de S/. 120.55.

b) Materiales:

Tabla N° 16: Costo Unitario de Materiales - Mezcladora Tipo Tolva

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA					
RENDIMIENTO: 12 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
MATERIALES	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Piedra Chancada de 1"	m3		0.65	90.00	58.50
Arena Gruesa	m3		0.46	85.00	39.10
Cemento Portland	Bls		13.00	22.50	292.50
Agua	m3		0.183	1.50	0.2745
COSTO DE MATERIALES					390.375

Tabla N° 17: Análisis de Cantidad de Materiales – Mezcladora Tipo Tolva

MATERIAL	PESO * M3 DE CONCRETO	CONVERSION	VOLUMEN * M3 DE CONCRETO
Cemento	539 kg	01 bolsa = 42.5 kg	539/42.5 = 13 bls
Arena gruesa	726 kg	Peso unitario = 1,563 kg/m3	726/1,563 = 0.46 m3
Piedra chancada	895 kg	Peso unitario = 1,383 kg/m3	895/1,383 = 0.65 m3
Agua	183 lts	1000 litros = 01 m3	183/1,000 = 0.183 m3

Análisis de Costo Unitario de los Materiales:

Del análisis de costo unitario de la producción del concreto con mezcladora tipo tolva, se puede evaluar que el costo de materiales presenta un valor de S/. 390.375.

c) Equipos:

Tabla N° 18: Costo Unitario de Equipo - Mezcladora Tipo Tolva

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA					
RENDIMIENTO: 12 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día		
EQUIPOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Herramienta Manuales	%		3.0	120.55	3.62
Vibrador de Concreto	hm	1.0	0.111	12.00	1.33
Mezcladora Tolva 11p3	hm	1.0	0.111	22.00	2.44
COSTO DE EQUIPOS					7.39

Análisis de Costo Unitario de los Equipos:

Del análisis de costo unitario de la producción del con mezcladora tipo tolva, se puede evaluar que el costo del equipo presenta un valor de S/. 7.39.

d) Costo de Producción del Concreto:

Tabla N° 19: Costo de Producción de Concreto

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA –		
COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL * M3
Mano de Obra	120.55	518.31
Materiales	390.375	
Equipos	7.39	

Del análisis del costo de producción del concreto con mezcladora tipo tolva, se puede evaluar que el costo de producción del concreto presenta un valor de S/. 518.31 por m³ de concreto, este monto incluye los costos de mano de obra, materiales y alquiler de la mezcladora tipo tolva.

e) De la Producción del Concreto en Obra:

Tabla N° 20: Producción del Concreto

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA				
RENDIMIENTO: 12 m3/día			JORNAL DE TRABAJO: 8 hrs/día	
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO (S/. * m3)	METRADO (m3)	TOTAL (S/.)
Concreto en obra	m3	518.31	169.96	88,091.37

De la producción del concreto para el vaciado de una estructura que tiene un volumen de 169.96 y con mezcladora tipo tolva, se puede evaluar que el costo total de producción del concreto presenta un valor de S/. 88,091.37, este monto incluye los costos de mano de obra, materiales y alquiler de la mezcladora tipo tolva.

3.2.2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

Para dar respuesta al objetivo, el cual enuncia que se deberá determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix la cual permita optimizar la producción del concreto, se realizó el análisis de los tiempos que se emplea en cada una de las etapas de producción del concreto, y así poder determinar cuál es el volumen de producción del concreto con la autohormigonera carmix, tomando como referencia un diseño de mezcla patrón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

3.2.2.1. VOLUMEN PRODUCIDO POR EL CARMIX

Tabla N° 21: Volumen de Producción del Concreto - Carmix

PRODUCCIÓN DE CONCRETO CON CARMIX DE 3.0 M3 DE CAPACIDAD		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO
Llenado de agua	549 Lts.	2 minutos y 15 segundos
Cemento	1,657.5 Kg.	4 minutos y 28 segundos
Piedra Chancada de 1"	2,685 Kg.	3 minutos y 05 segundos
Arena Gruesa	2,178 Kg.	2 minutos y 45 segundos
Tiempo de mezclado		3 minutos y 00 segundos
Descargue de Concreto		5 minutos y 30 segundos
TIEMPO TOTAL EMPLEADO POR TANDA	1 tanda	21 minutos y 03 segundos
NUMERO DE TANDA POR HORA	3 tandas	1 hora – 03 minutos – 09 segundos
HORAS TRABAJADAS POR DÍA		8 horas – 25 minutos – 12 segundos
VOLUMEN PRODUCIDO	3 m3/tanda 9 m3/hora 72 m3/día	

Del análisis del volumen de producción de la autohormigonera carmix, podemos mencionar que esta produce 3m³ por tanda y cada tanda tiene un tiempo de 21 minutos aproximadamente, lo que significa que en una hora de trabajo se ha producido 9 m³ de concreto, y finalmente en un jornal diario de trabajo de 8 horas se ha producido un total de 72 m³ de concreto de f'c = 280 Kg/cm².

3.2.2.2. VOLUMEN PRODUCIDO POR LA MEZCLADORA TIPO TOLVA

Tabla N° 22: Volumen de Producción del Concreto - Mezcladora Tipo Tolva

PRODUCCIÓN DE CONCRETO CON MEZCLADORA TIPO TOLVA		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO
Llenado de agua	14.08 Lts.	0 minutos y 05 segundos
Cemento	42.5 Kg.	0 minutos y 10 segundos
Piedra Chancada de 1"	68.85 Kg.	0 minutos y 45 segundos
Arena Gruesa	55.85 Kg.	0 minutos y 30 segundos
Tiempo de mezclado		1 minutos y 15 segundos
Descargue de Concreto		0 minutos y 20 segundos
TIEMPO TOTAL EMPLEADO POR TANDA	1 tanda	3 minutos y 05 segundos
NUMERO DE TANDA POR HORA	19.5 tandas	1 hora – 00 minutos – 08 segundos
HORAS TRABAJADAS POR DÍA		8 horas – 01 minuto – 04 segundos
VOLUMEN PRODUCIDO	0.08 m3/tanda 1.5 m3/hora 12 m3/día	

Del análisis del volumen de producción de la mezcladora tipo tolva, podemos mencionar que esta produce 0.08 m³ por tanda y cada tanda tiene un tiempo de 3 minutos aproximadamente, lo que significa que en una

hora de trabajo se ha producido 1.5 m³ de concreto, y finalmente en un jornal diario de trabajo de 8 horas se ha producido un total de 12 m³ de concreto de f'c = 280 Kg/cm².

3.2.3. TIEMPOS DE EJECUCION

Para dar respuesta al objetivo, el cual enuncia que se deberá determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix la cual permita optimizar la producción del concreto, se realizó el análisis de los tiempos que se emplea en el vaciado del concreto de cierto volumen, y así poder determinar cuál es el tiempo de ejecución de ciertos volúmenes de concreto con la autohormigonera carmix, tomando como referencia un diseño de mezcla patrón de f'c = 280 Kg/cm².

3.2.3.1. TIEMPO DE EJECUCION POR EL CARMIX (01 UND)

Tabla N° 23: Tiempo de Ejecución del Carmix (01 Und)

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 01 UND		
RENDIMIENTO (m ³ /día)	METRADO (m ³)	TIEMPO - EJECUCIÓN
72	169.96	2.36 días

$$TIEMPO = \frac{METRADO}{RENDIMIENTO}$$

Del análisis de los tiempos de ejecución para la culminación de los trabajos de vaciado de concreto en cierta estructura que tiene un volumen de 169.96 m³ y con un rendimiento de producción de 72 m³/día, y con 01

unidad de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el tiempo de ejecución de dicho trabajo es de 2.36 días.

3.2.3.2. TIEMPO DE EJECUCION POR EL CARMIX (02 UND)

Tabla N° 24: Tiempo de Ejecución del Carmix (02 Und)

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA – 02 UND			
DESCRIPCION	RENDIMIENTO (m3/día)	METRADO (m3)	TIEMPO - EJECUCIÓN
Concreto en obra	114	169.96	1.49 días

Del análisis de los tiempos de ejecución para la culminación de los trabajos de vaciado de concreto en cierta estructura que tiene un volumen de 169.96 m³ y con un rendimiento de producción de 114 m³/día, y con 02 unidades de autohormigonera carmix, se puede evaluar que el tiempo de ejecución de dicho trabajo es de 1.49 días.

3.2.3.3. TIEMPO DE EJECUCION POR LA MEZCLADORA TIPO TOLVA

Tabla N° 25: Tiempo de Ejecución de la Mezcladora Tipo Tolva

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA		
RENDIMIENTO (m3/día)	METRADO (m3)	TIEMPO - EJECUCIÓN
12	169.96	14.16 días

Del análisis de los tiempos de ejecución para la culminación de los trabajos de vaciado de concreto en cierta estructura que tiene un volumen de 169.96 m³ y con un rendimiento de producción de 12 m³/día, y con mezcladora tipo tolva, se puede evaluar que el tiempo de ejecución de dicho trabajo es de 14.16 días.

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPOTESIS GENERAL

Después de haber analizado e interpretado los resultados de la “OPTIMIZACIÓN DE LA ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX”, se va a comprobar la hipótesis general planteada como “La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite optimizar la producción del concreto”.

Verificación: Basados en el análisis del costo, volumen y tiempos de ejecución de la producción del concreto mediante la autohormigonera carmix, podemos afirmar su alta productividad y eficiencia, debido a que ofrece un menor costo de producción del concreto, mayor volúmenes de producción de concreto y ahorro en el tiempo de ejecución de estructuras de concreto.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE-01: “La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix reduce el costo de producción del concreto.

Verificación: Basados en los análisis de costo unitario para la producción de concreto mediante 01 unidad de autohormigonera carmix, se tiene que el valor de costo de producción de concreto por m³ es de S/.417.80, para 02 unidades de autohormigonera carmix, se tiene que el

valor de costo de producción de concreto por m³ es de S/. 432.52, y el costo de producción de concreto por m³ de concreto con la mezcladora tipo tolva es de S/. 518.31.

Por lo tanto podemos apreciar la ventaja de usar la autohormigonera carmix en la preparación de concreto, y afirmar la alta productividad de la autohormigonera carmix, el cual ofrece un menor costo en la producción del concreto.

HE-02: “La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite aumentar el volumen de producción del concreto.

Verificación: Respecto a los volúmenes de producción de concreto, podemos mencionar que la autohormigonera carmix produce 3m³ por tanda en un tiempo de 21 minutos aproximadamente, lo que significa que en una hora de trabajo se ha producido 9 m³ de concreto, y en un jornal diario de trabajo de 8 horas se ha producido un total de 72 m³ de concreto, a diferencia de la mezcladora tipo tolva en obra, donde esta produce 0.08 m³ por tanda en un tiempo de 3 minutos aproximadamente, lo que significa que en una hora de trabajo se ha producido 1.5 m³ de concreto, y en un jornal diario de trabajo de 8 horas se ha producido un total de 12 m³ de concreto.

Por lo tanto podemos afirmar la alta productividad de la autohormigonera carmix, el cual ofrece una mayor producción en volúmenes de concreto.

HE-03: “La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite disminuir los tiempos de ejecución de estructuras de concreto.

Verificación: Con referencia a los tiempos de ejecución que conlleva el uso de la autohormigonera carmix en la construcción de estructuras de concreto, se tuvo que en cierta estructura que tiene un volumen de 169.96 m³ y con 01 unidad de autohormigonera carmix, dicho trabajo presenta una ejecución de 2.36 días, la misma estructura y con 02 unidades de autohormigonera carmix, dicho trabajo presenta una ejecución de 1.49 días y finalmente dicha estructura y con mezcladora tipo tolva, su ejecución es de 14.16 días.

Por lo tanto resulta beneficioso en bien de cualquier tipo de obra el uso de la autohormigonera carmix, porque permite el ahorro en el tiempo de ejecución de estructuras de concreto.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

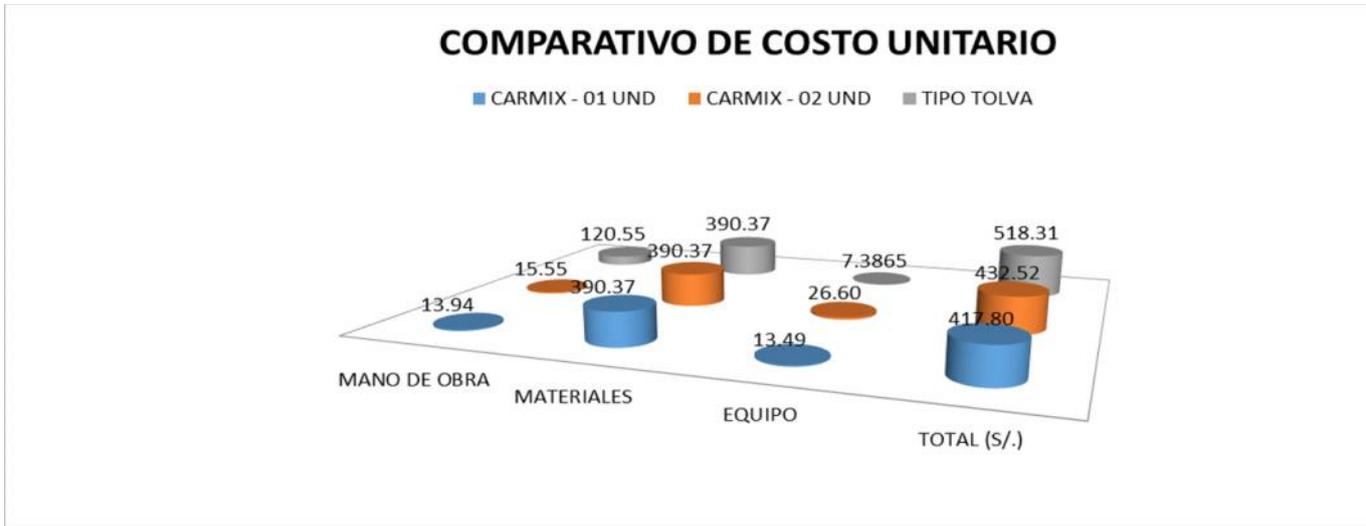
5.1.1. COSTO UNITARIO DEL CONCRETO

El cuadro siguiente evidencia que el costo unitario de mano de obra con el uso de la autohormigonera carmix es mucho menor en comparación a la mano de obra con el uso de la mezcladora tipo tolva, en relación a los materiales el costo unitario viene hacer el mismo, finalmente el costo unitario del equipo de la autohormigonera carmix es ligeramente alto en comparación al de la mezcladora tipo tolva.

Tabla N° 26: Comparativo del Costo Unitario del Concreto

COSTO UNITARIO			
RECURSO	CARMIX - 01 UND	CARMIX - 02 UND	TIPO TOLVA
MANO DE OBRA	13.942	15.554	120.55
MATERIALES	390.375	390.375	390.375
EQUIPO	13.49	26.60	7.39
TOTAL (S/.)	417.80	432.52	518.31

Grafico N° 1: Comparativo del Costo Unitario del Concreto



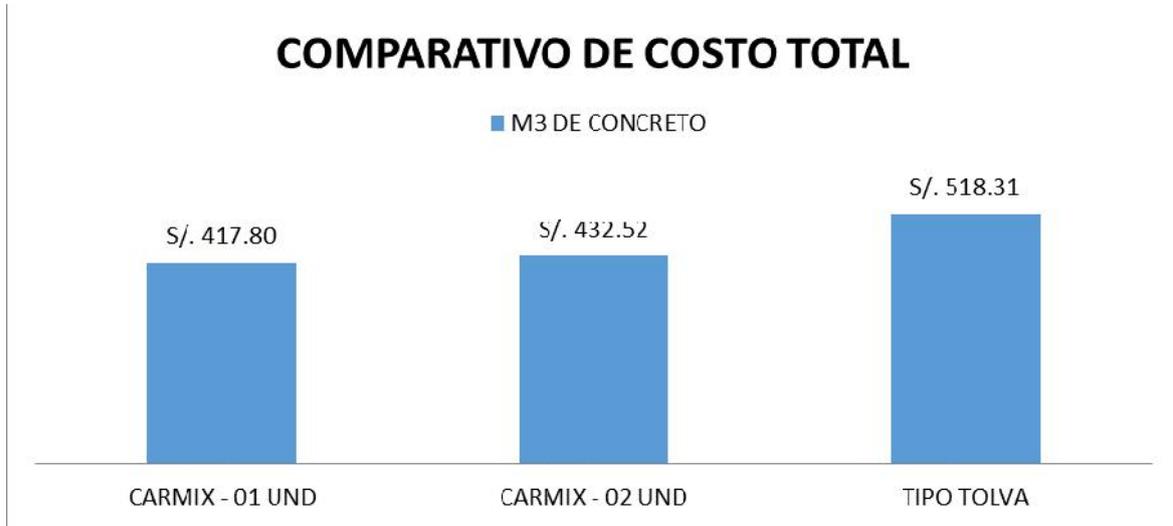
5.1.2. COSTO TOTAL DEL CONCRETO

El cuadro siguiente evidencia que el costo de producción por metro cúbico de concreto con la autohormigonera carmix es menor en comparación al costo de producción por metro cúbico de concreto con la mezcladora tipo tolva.

Tabla N° 27: Costo del Concreto por Metro Cubico

COSTO TOTAL * M3 DE CONCRETO	
MEZCLADORA	COSTO (S/.)
CARMIX - 01 UND	S/. 417.80
CARMIX - 02 UND	S/. 432.52
TIPO TOLVA	S/. 518.31

Grafico N° 2: Comparativo del Costo por Metro Cubico del Concreto



5.2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

5.2.1. VOLUMEN DE PRODUCCION DEL CARMIX

Del análisis del volumen de producción de la autohormigonera carmix en obra, podemos mencionar que esta produce 3m³ por tanda y cada tanda tiene un tiempo de 21 minutos aproximadamente, lo que significa que en una hora de trabajo se ha producido 9 m³ de concreto, y finalmente en un jornal diario de trabajo de 8 horas se ha producido un total de 72 m³ de concreto, como se puede apreciar en el cuadro adjunto.

Tabla N° 28: Producción de Concreto con Carmix de 3.0 m3 de Capacidad

PRODUCCIÓN DE CONCRETO CON CARMIX DE 3.0 M3 DE CAPACIDAD		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO
Llenado de agua	549 Lts.	2 minutos y 15 segundos
Cemento	1,657.5 Kg.	4 minutos y 28 segundos
Piedra Chancada de 1"	2,685 Kg.	3 minutos y 05 segundos
Arena Gruesa	2,178 Kg.	2 minutos y 45 segundos
Tiempo de mezclado		3 minutos y 00 segundos
Descargue de Concreto		5 minutos y 30 segundos
TIEMPO TOTAL EMPLEADO POR TANDA	1 tanda	21 minutos y 03 segundos

NUMERO DE TANDA POR HORA	3 tandas	1 hora – 03 minutos – 09 segundos
HORAS TRABAJADAS POR DÍA		8 horas – 25 minutos – 12 segundos
VOLUMEN PRODUCIDO	3 m3/tanda 9 m3/hora 72 m3/día	

5.3. TIEMPOS DE EJECUCION

5.3.1. TIEMPOS DE EJECUCION POR EL CARMIX

El cuadro siguiente evidencia la diferencia que existe entre los tiempos de ejecución para cierta estructura, mediante el uso de la autohormigonera carmix en comparación con la mezcladora tipo tolva.

Tabla N° 29: Comparativo de Tiempos de Ejecución

TIEMPO DE EJECUCIÓN								
ESTRUCTURA	NUMERO DE DÍAS				METRADO (m ³)	RENDIMIENTO (m ³ /día)		
	CARMIX - 01 UND	CARMIX - 02 UND	TIPO TOLVA	DIFERENCIA		CARMIX-01 UND	CARMIX-02 UND	TIPO TOLVA
E - 01	2.36	1.49	14.16	11.80	169.96	72.00	114.00	12.00

CONCLUSIONES

Partiendo del análisis de los resultados obtenidos de la investigación realizada, se derivan las siguientes conclusiones:

1. Basados en el análisis del costo, volumen y tiempos de ejecución de la producción del concreto mediante la autohormigonera Carmix, podemos afirmar su alta productividad y eficiencia, debido a que ofrece un menor costo de producción del concreto, mayor volúmenes de producción de concreto y ahorro en el tiempo de ejecución de estructuras de concreto.
2. El costo de producción del concreto mediante el uso de 01 unidad de autohormigonera Carmix es de S./ 417.80 por metro cubico de concreto, con 02 unidades es de S/. 432.52, repercutiendo en un ahorro económico en ambos casos de S/. 100.51 y S/. 85.79 respectivamente, en comparación al costo de producción de concreto mediante mezcladora tipo tolva que tiene un costo de S/. 518.31 por metro cubico de concreto.
3. Las autohormigoneras Carmix, presentan una alta productividad lo que permite, producir 03 tandas de concreto, con un volumen de 3m^3 en cada tanda haciendo un total de 9m^3 de concreto en 01 hora de trabajo, lo que significa que en un día de trabajo se produce 72 m^3 de concreto, esta productividad del Carmix permite optimizar la producción del concreto que se ve reflejado en el costo y volumen de producción del concreto.

4. Los tiempos de ejecución que conlleva el uso de la autohormigonera carmix en la construcción de estructuras de concreto, que tiene un volumen de 169.96 m³ y con 01 unidad de autohormigonera carmix, es de 2.36 días, la misma estructura y con 02 unidades de autohormigonera carmix, es de 1.49 días y finalmente dicha estructura y con mezcladora tipo tolva, es de 14.16 días.

RECOMENDACIONES

1. Las empresas inmersas en el rubro de la construcción con la implementación del nuevo sistema de producción de concreto (autohormigonera Carmix), estas pueden ampliar sus líneas de producción bajando los costos de producción, colocando en el mercado de la construcción productos de calidad a bajo costo.
2. Es conveniente que cuando se use la mezcladora tipo tolva, es recomendable que cada material (cemento, arena gruesa, piedra chancada) tenga su báscula para el pesaje. En el proceso de pesaje se debe verificar que la plataforma de la báscula no se esté apoyando en un material extraño, como puede ser el mismo agregado, ya que esto varía la lectura en la báscula.
3. Se recomienda que la elección en el uso de la mezcladora para la elaboración in situ del concreto se basa en las circunstancias particulares de la obra en cuestión, en los aspectos técnicos y en los costos beneficios asociados con cada uno de ellos.
4. Las mezcladoras son de diferentes capacidades y niveles de automatización, por lo que la manipulación de estos equipo es de alto riesgo, por lo tanto lo debe hacer una persona con una inducción previa y con los elementos de protección adecuados. Esta persona le debe hacer el mantenimiento correcto para garantizar el perfecto funcionamiento del equipo.

BIBLIOGRAFIA

1. Diego Sánchez de Guzmán, “TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO”, Biblioteca de la Construcción, 5° Edición – 2001.
2. Construcción Pan-Americana, “CARMIX, UN CAMPEÓN DE LA PRODUCTIVIDAD”, Recuperado el 01 de Abril del 2010, de <http://www.cpampa.com/web/cpa/2010/04/carmix-un-campeon-de-la-productividad>.
3. Construcción Pan-Americana, “CARMIX, UN CAMPEÓN DE LA PRODUCTIVIDAD”, Recuperado el 28 de Noviembre del 2011, de <http://www.cpampa.com/web/cpa/2011/08/carmix-presente-en-las-obras-mas-importantes-de-peru/>.
4. Civilgeeks.com. Ingeniería y Construcción, “CONSIDERACIONES EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO”, Recuperado el 26 de Setiembre del 2011, de <http://civilgeeks.com/2011/09/26/consideraciones-en-el-mezclado-del-concreto/>.
5. Civilgeeks.com. Ingeniería y Construcción, “MEZCLADO DEL CONCRETO”, Recuperado el 07 de Diciembre del 2011, de <http://civilgeeks.com/2011/12/07/mezclado-del-concreto/>.
6. Emb Construcción, “EFICIENCIA EN LA MINERÍA CON AUTO-HORMIGONERAS CARMIX DE MOTORMAN”, Recuperado Abril del 2013, de <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2605&edi=129&xit=>

[mas-errazuriz-eficiencia-en-la-mineria-con-auto-hormigoneras-carmix-de-motorman.](#)

7. Ing. Enrique Rivva López, “CONTROL DEL CONCRETO EN OBRA”, Instituto de la Construcción y Gerencia, 1º Edición – 2004.
8. Pedro Barber Lloret, “MAQUINARIA DE OBRAS PUBLICAS II: MAQUINAS Y EQUIPOS. VOLUMEN II”, Editorial Club Universitario – 2008.
9. Quercus, Prevención de Riesgos Laborales, “MEZCLADORAS DE CEMENTO Y HORMIGONERAS. A VUELTAS CON LA SEGURIDAD”, Recuperado el 07 de Diciembre del 2013, de [http://quercusprevencionderiesgoslaborales.blogspot.com/2013/12/mezcladoras-de-cemento-y-hormigoneras.html.](http://quercusprevencionderiesgoslaborales.blogspot.com/2013/12/mezcladoras-de-cemento-y-hormigoneras.html)
10. Urdaneta R. Gabriela M. Trabajo de Grado: “OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO EN PLANTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MONOLITO 18, PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOCOMA”, Universidad Nacional Experimental Politécnica, Guayana - Mayo 2018.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“OPTIMIZACION DE LA ETAPA DE PRODUCCION DEL CONCRETO MEDIANTE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX”

I. PROBLEMA	II. OBJETIVO	III. HIPÓTESIS	IV: VARIABLES	V. METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL.</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix que permita optimizar la etapa de producción del concreto? <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS.</p> <p>A. ¿Cómo influye la eficiencia y la productividad de la autohormigonera carmix en el costo de producción del concreto?</p> <p>B. ¿Cómo influye la eficiencia y la productividad de la</p>	<p>OBJETIVO GENERAL.</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix que permita optimizar la etapa de producción del concreto. <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</p> <p>A. Determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix en el costo de producción del concreto.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL.</p> <ul style="list-style-type: none"> La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite optimizar la producción del concreto. <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>A. La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix reduce el costo de producción del concreto.</p> <p>B. La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite aumentar el volumen de producción del concreto.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Eficiencia y productividad. Costo de producción del concreto. Volumen de producción del concreto. Tiempos de ejecución. 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>DOCUMENTAL Y DE CAMPO.</p> <p>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>NO EXPERIMENTAL DESCRIPTIVO.</p> <p>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>OSERVACIONAL</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>TRANSVERSAL CORRELACIONAL.</p>

<p>autohormigonera carmix en el volumen de producción del concreto?</p> <p>C. ¿Cómo influye la eficiencia y la productividad de la autohormigonera carmix en los tiempos de ejecución de estructuras de concreto?</p>	<p>B. Determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix en el volumen de producción del concreto.</p> <p>C. Determinar la eficiencia y la productividad de la autohormigonera carmix en los tiempos de ejecución de estructuras de concreto.</p>	<p>C. La eficiencia y productividad que presenta la autohormigonera carmix permite disminuir los tiempos de ejecución de estructuras de concreto.</p>	<p>VARIABLE</p> <p>DEPENDIENTE:</p> <p>Producción del concreto.</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	--

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

1.- DISEÑO MEZCLA F'C=280 Kg/cm²

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'C = 280 Kg/cm ²		
METODO DE DISEÑO: ACI (COMITÉ 211)		
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS F'C = 280 Kg/cm ²	ASENTAMIENTO (SLUMP): 3 pulg	
CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150) TIPO: I	PESO ESPECIFICO: 3.12	

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			AGREGADOS	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	FINO	GRUESO
1.00	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK		2.852	2.650
2.00	PESO UNITARIO SUELTO SECO	KG/M3	1,563.0	1,383.0
3.00	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	KG/M3		1,527.0
4.00	PORCENTAJE DE ABSORCION	%	1.964	0.894
5.00	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.921	1.014
6.00	MODULO DE FINEZA		3.20	
7.00	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	PULG.		3/4

ITEM	CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA	UNIDAD	VALORES
A	ASENTAMIENTO - REVENIMEINTO (SLUMP)	PULG.	3.00
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	LTS/M3	205.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	%	2.00
D	RELACION AGUA – CEMENTO		0.38
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GURESO COMPACTADO	M3	0.58
F	PESO DEL CEMENTO	KG/M3	539.50
J	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO	KG/M3	885.70
H	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	M3	0.173
I	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	M3	0.205
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	M3	0.020
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	M3	0.334
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	M3	0.268
M	PESO SECO DEL AGREGADO FINO	KG	691.70
N	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO	KG	725.70
O	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO	KG	894.60
P	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO	%	3.00
Q	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO	%	0.10
R	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO	LTS	20.50
S	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO	LTS	1.10
T	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS	LTS	21.50
U	AGUA EFECTIVA	LTS	183.50

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)			
CEMENTO: 539 KG	AGUA: 205 LTS	AGREGADO FINO: 692 KG	AGREGADO GRUESO: 886 KG
VALORES DE DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
CEMENTO: 539 KG	AGUA: 183 LTS	AGREGADO FINO: 726 KG	AGREGADO GRUESO: 895 KG

PROPORCIONES DE MEZCLA DE CONCRETO				
COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCIONES EN PESO		PROPORCIONES EN VOLUMEN	
	SECO	CORREGIDO POR HUMEDAD	SECO	CORREGIDO POR HUMEDAD
CEMENTO	1	1	1	1
AGREGADO FINO	1.28	1.35	1.23	1.23
AGREGADO GRUESO	1.64	1.66	1.78	1.78
AGUA (LTS/BLS)	16.15	14.46	16.15	14.46
FACTOR CEMENTO = 12.7 bolsas/m ³				

PROPORCION EN PESO, PARA UTILIZAR EN LA AUTOHORMIGONERA CARMIX	
MATERIALES	PESO (KG/M3)
CEMENTO	539.00
ARENA GRUESA	726.00
PIEDRA CHANCADA	895.00
AGUA	183.00

2.- CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA GRUESA

CONTENIDO DE HUEMDAD DE LA ARENA GRUESA (ASTM – D2216)				
N° DE PRUEBA	1	2	3	4
N° DE RECIPIENTE	13			
PESO RECIPIENTE+SUELO HUMEDO	2,561.58			
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO	2,451.23			
PESO RECIPIENTE	210.48			
PESO DEL AGUA	110.35			
PESO SUELO SECO	2,240.75			
HUMEDAD	4.92			
HUMEDAD PROMEDIO	4.921%			

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA GRAVA (PIEDRA CHANCADA)

CONTENIDO DE HUEMDAD DE LA ARENA GRUESA (ASTM – D2216)				
N° DE PRUEBA	1	2	3	4
N° DE RECIPIENTE	11			
PESO RECIPIENTE+SUELO HUMEDO	2,896.31			
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO	2,869.60			
PESO RECIPIENTE	215.30			
PESO DEL AGUA	26.71			
PESO SUELO SECO	2,654.30			
HUMEDAD	1.01			
HUMEDAD PROMEDIO	1.014%			

4. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

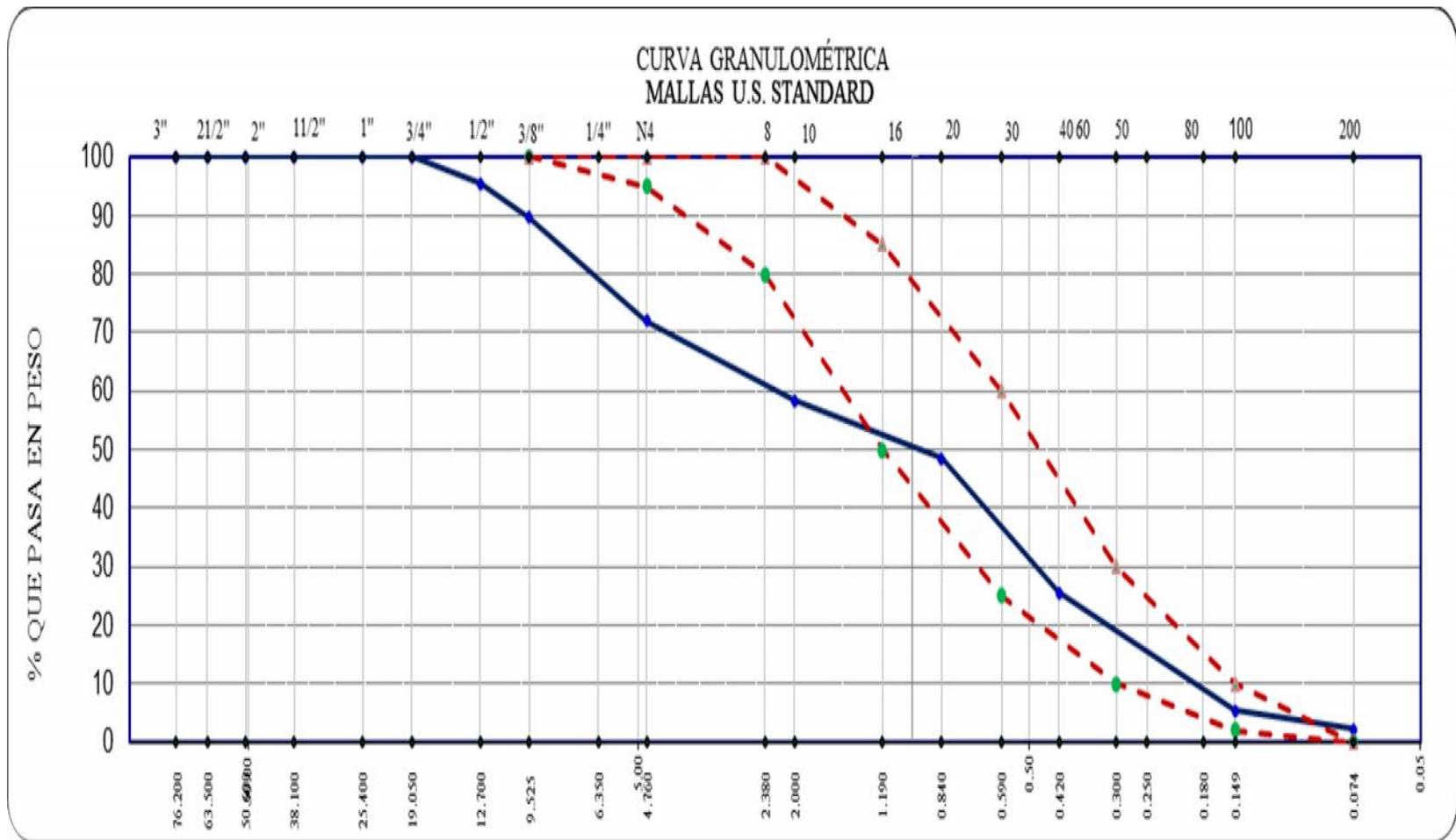
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C-128)	
N° PICNOMETRO	2
TEMPERATURA °C	23
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	583.10
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	600.00
PESO DEL PICNOMETRO MAS AGUA MAS AGREGADO	991.40
PESO DEL PICNOMETRO MAS AGUA	763.40
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.461
PESO ESPECÍFICO SOBRE BASE SECA	2.411
PESO ESPECÍFICO SOBRE BASE SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	2.582
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.964

5.- PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C-127)	
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO SIN SUMERGIR	1,932.40
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA SIN SUMERGIR	2,015.30
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA SUMERGIR	1,148.50
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.631
PESO ESPECÍFICO SOBRE BASE SECA	2.504
PESO ESPECÍFICO SOBRE BASE SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	2.650
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.894

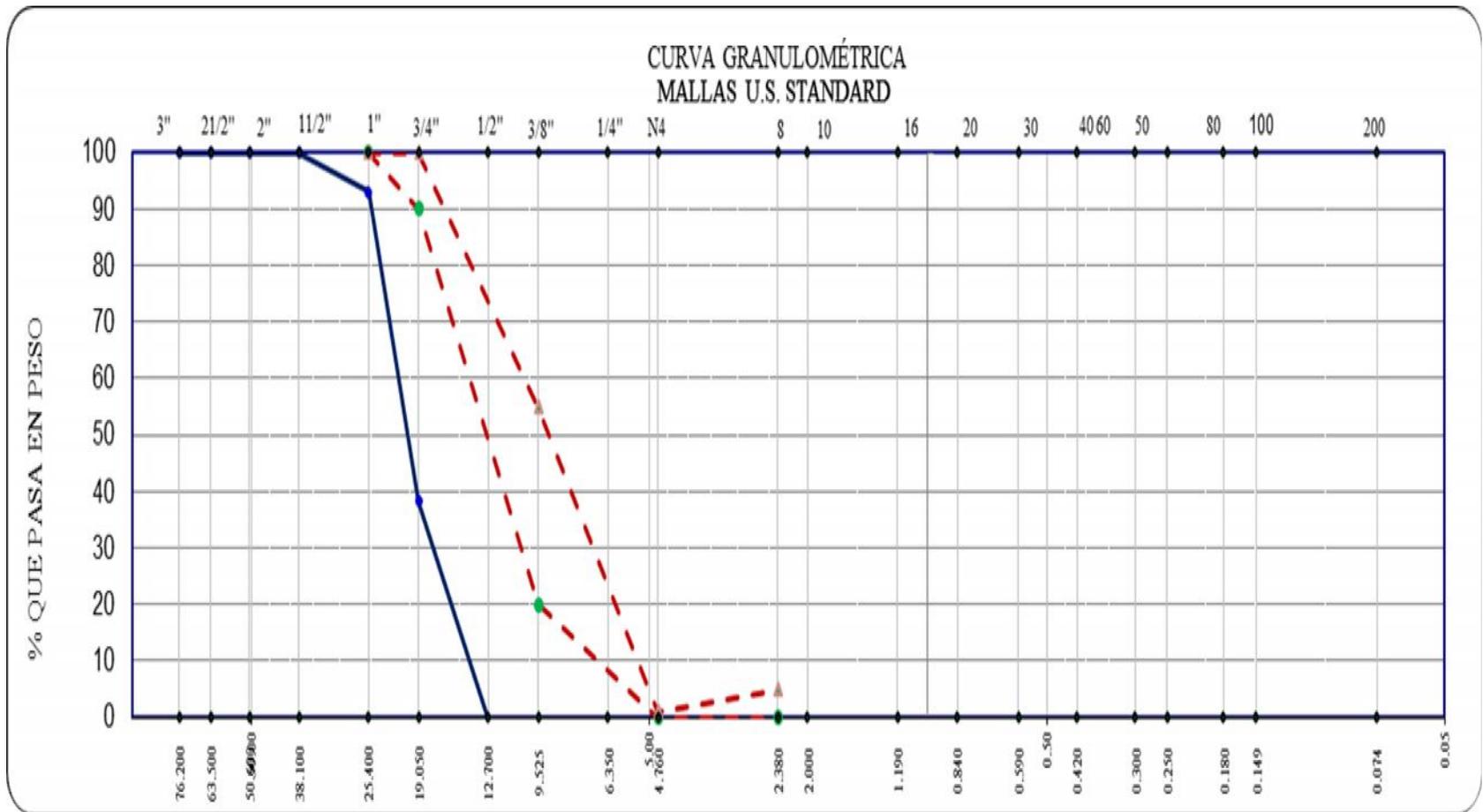
6.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - AGREGADO FINO

Tamices	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación ITINTEC 400.037			Datos de la Muestra	
						Esp max.	% Pasa	Esp. Mim		
3"	76.200		0.0	0.0	100.0				ARENA GRUESA	
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0					
2"	50.600		0.0	0.0	100.0					
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0					
1"	25.400		0.0	0.0	100.0					
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0					
1/2"	12.700	98	4.5	4.5	95.5				% De Grava: 28.07	
3/8"	9.525	127	5.9	10.4	89.6	100	89.6	100	ARENA	
1/4"	6.350		0.0	10.4	89.6					
4	4.760	383	17.7	28.1	71.9	95	71.9	100		P. Inicial (g.): 2166
8	2.380	241.0	11.1	39.2	60.8	80	60.8	100		Frac. de finos (g.): 1317.0
10	2.000	51.0	2.4	41.6	58.4					% De Arena 71.93
16	1.190	216.0	10.0	51.5	48.5	50	48.5	85		Tam. Maximo: 3/8
20	0.840	0.0	0.0	51.5	48.5					% Pasante # 200 2.17
30	0.590	324.0	15.0	66.5	33.5	25	33.5	60		Mod. De Fineza: 3.72
40	0.420	172.0	7.9	74.4	25.6					
50	0.300	168.0	7.8	82.2	17.8	10	17.8	30		
60	0.250	0.0	0.0	82.2	17.8					
80	0.180	0.0	0.0	82.2	17.8					
100	0.149	268.0	12.4	94.6	5.4	2	5.4	10		
200	0.074	71.0	3.3	97.8	2.2					
pasa	<200	47.0	2.2	100.0	0.0	0	0.0	0		



7.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificacion ITINTEC 339.088.			Datos de la Muestra
						Esp max.	% Pasa	Esp. Mim	
3"	76.200				100.0				P. Inicial (g.): 1317 Tam. Maximo: 3/4" Fracc. de finos (g.) : 0.0 % De Grava: 106.99 % Pasante # 200 -6.99 Mod. De Fineza: 8.08 Over > 2"
2 1/2"	63.500				100.0				
2"	50.600		0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.400	92.0	7.0	7.0	93.0	100	93.0	100	
3/4"	19.050	721.0	54.7	61.7	38.3	90	38.3	100	
1/2"	12.700	512.0	38.9	100.6	-0.6				
3/8"	9.525	48.0	3.6	104.3	-4.3	20	-4.3	55	
1/4"	6.350	0.0	0.0	104.3	-4.3				
4	4.760	36.0	2.7	107.0	-7.0	0	-7.0	1	
8	2.380	0.0	0.0	107.0	-7.0	0	-7.0	5	ARENA
10	2.000	0.0	0.0	107.0	-7.0				
16	1.190	0.0	0.0	107.0	-7.0				
20	0.840		0.0	107.0	-7.0				
30	0.590		0.0	107.0	-7.0				
40	0.420		0.0	107.0	-7.0				
50	0.300		0.0	107.0	-7.0				
60	0.250		0.0	107.0	-7.0				
80	0.180		0.0	107.0	-7.0				
100	0.149		0.0	107.0	-7.0				
200	0.074		0.0	107.0	-7.0				% De Arena -6.99
pasa	<200		0.0	107.0	-7.0				



8.- ANALISIS DE COSTO UNITARIO – 01 UND. CARMIX

a) Mano de Obra

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA - 01 UNIDAD					
RENDIMIENTO (m3/día)		72	JORNAL DE TRABAJO (hrs/día)		8
PERSONAL	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Operario	hh	1	0.111	17.74	1.97
Oficial	hh	2	0.222	14.57	3.23
Peon	hh	6	0.667	13.10	8.74
COSTO DE MANO DE OBRA (S/.)					13.94

b) Materiales

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA - 01 UNIDAD					
RENDIMIENTO (m3/día)		72	JORNAL DE TRABAJO (hrs/día)		8
MATERIALES	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.65	90.00	58.50
Arena gruesa	m3		0.46	85.00	39.10
Cemento Portland tipo I	bls		13.00	22.50	292.50
Agua	m3		0.183	1.50	0.27
COSTO DE MATERIALES (S/.)					390.37

c) Equipos

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA - 01 UNIDAD					
RENDIMIENTO (m3/día)		72	JORNAL DE TRABAJO (hrs/día)		8
EQUIPOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Herramientas manuales	%		3.0	13.94	0.42
Vibrador de concreto	hm	1.0	0.111	12.00	1.33
Mezcladora carmix	hm	1.0	0.111	105.73	11.74
COSTO DE MANO DE OBRA (S/.)					13.49

9.- ANALISIS DE COSTO UNITARIO – 02 UND. CARMIX

a) Mano de Obra

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA - 02 UNIDADES					
RENDIMIENTO (m3/dia)		114	JORNAL DE TRABAJO (hrs/dia)		8
PERSONAL	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Operario	hh	2	0.14	17.74	2.48
Oficial	hh	2	0.14	14.57	2.04
Peon	hh	12	0.842	13.10	11.03
COSTO DE MANO DE OBRA (S/.)					15.55

b) Materiales

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA - 02 UNIDADES					
RENDIMIENTO (m3/dia)		114	JORNAL DE TRABAJO (hrs/dia)		8
MATERIALES	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.65	90.00	58.50
Arena gruesa	m3		0.46	85.00	39.10
Cemento Portland tipo I	bls		13.00	22.50	292.50
Agua	m3		0.183	1.50	0.27
COSTO DE MATERIALES (S/.)					390.37

c) Equipos

MEZCLADORA CARMIX EN OBRA - 02 UNIDADES					
RENDIMIENTO (m3/dia)		114	JORNAL DE TRABAJO (hrs/dia)		8
EQUIPOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Herramientas manuales	%		3.0	15.55	0.47
Vibrador de concreto	hm	2.0	0.222	12.00	2.66
Mezcladora carmix	hm	2.0	0.222	105.73	23.47
COSTO DE MANO DE OBRA (S/.)					26.60

10.- ANALISIS DE COSTO UNITARIO – MEZCLADORA TIPO TOLVA

a) Mano de Obra

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA					
RENDIMIENTO (m3/dia)		12	JORNAL DE TRABAJO (hrs/dia)		8
PERSONAL	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Operario	hh	1	0.667	17.74	11.83
Oficial	hh	4	2.667	14.57	38.86
Peon	hh	8	5.333	13.10	69.86
COSTO DE MANO DE OBRA (S/.)					120.55

b) Materiales

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA					
RENDIMIENTO (m3/dia)		12	JORNAL DE TRABAJO (hrs/dia)		8
MATERIALES	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.65	90.00	58.50
Arena gruesa	m3		0.46	85.00	39.10
Cemento Portland tipo I	bls		13.00	22.50	292.50
Agua	m3		0.183	1.50	0.27
COSTO DE MATERIALES (S/.)					390.37

c) Equipos

MEZCLADORA TIPO TOLVA EN OBRA					
RENDIMIENTO (m3/dia)		12	JORNAL DE TRABAJO (hrs/dia)		8
EQUIPOS	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Herramientas manuales	%		3.0	120.55	3.62
Vibrador de concreto	hm	1.0	0.111	12.00	1.33
Mezcladora tipo tolva 11p3	hm	1.0	0.111	22.00	2.44
COSTO DE MANO DE OBRA (S/.)					7.39

FICHA DE VALIDACION DE EXPERTOS

INFORME DE OPINION DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I.- DATOS DEL INFORMANTE

1.1. Apellidos y Nombre del Experto	VELIZ GALVAN, JESUS PAULINO
1.2. Grado Académico	INGENIERO CIVIL
1.3. Cargo e Institución Donde Labora	CONSULTOR DE OBRA – JVG CONTRATISTA GENERALES EIRL.
1.4. Instrumento a Validar	FICHA DE ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y DISEÑO DE MEZCLA.
1.5. Tesista	SANTILLAN CALLUPE, DAVID DEMETRIO
1.6. Tesis	OPTIMIZACIÓN DE LA ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX.

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-40%	BUENA 41-60%	MUY BUENA 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1.- Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.				80%	
2.- Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación.					85%
3.- Organización	El orden de los datos y ensayos es adecuado.				80%	
4.- Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación.				80%	
5.- Suficiencia	El número de ítems y datos es suficiente para medir la variable.				80%	

6.- Consistencia	Tiene una base teórica y científica asimismo normas técnicas que la respalda.					85%
7.- Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.					85%
8.- Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.				80%	

III.- OPINION DE APLICABILIDAD

Mediante el análisis de costos unitarios permite determinar la eficiencia y productividad de la autohormigonera carmix.

IV.- PROMEDIO DE VALORACION (DE 0 A 100%)

82%

FIRMA DEL EXPERTO

NOMBRE: JESUS PAULINO VELIZ GALVAN

DNI N°:20021645

LUGAR Y FECHA: HUÁNUCO 13 DE JULIO DEL 2017.

**INFORME DE OPINION DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN
DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

I.- DATOS DEL INFORMANTE

1.1. Apellidos y Nombre del Experto	FLORES LEON, ELMO ANGEL
1.2. Grado Académico	INGENIERO CIVIL
1.3. Cargo e Institución Donde Labora	CONSULTOR DE OBRA
1.4. Instrumento a Validar	FICHA DE ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y DISEÑO DE MEZCLA.
1.5. Tesista	SANTILLAN CALLUPE, DAVID DEMETRIO
1.6. Tesis	OPTIMIZACIÓN DE LA ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX.

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-40%	BUENA 41-60%	MUY BUENA 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1.- Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.					85%
2.- Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación.					85%
3.- Organización	El orden de los datos y ensayos es adecuado.				80%	
4.- Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación.				80%	
5.- Suficiencia	El número de ítems y datos es suficiente para medir la variable.					85%
6.- Consistencia	Tiene una base teórica y científica asimismo normas técnicas que la respalda.					90%

7.- Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.					85%
8.- Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.				80%	

III.- OPINION DE APLICABILIDAD

Los datos obtenidos serán aplicados en los controles de producción de concreto y difundir su aplicación.

IV.- PROMEDIO DE VALORACION (DE 0 A 100%)

84%

FIRMA DEL EXPERTO

NOMBRE: ELMO ANGEL FLORES LEON

DNI N°: 20407802

LUGAR Y FECHA: HUÁNUCO 13 DE JULIO DEL 2017.

**INFORME DE OPINION DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN
DEL INSTRUMENTO RECOLECCIÓN DE DATOS**

I.- DATOS DEL INFORMANTE

1.1. Apellidos y Nombre del Experto	QUINTO ENRIQUEZ, JHON RONALD
1.2. Grado Académico	INGENIERO CIVIL
1.3. Cargo e Institución Donde Labora	CONSULTOR DE OBRA
1.4. Instrumento a Validar	FICHA DE ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y DISEÑO DE MEZCLA.
1.5. Tesista	SANTILLAN CALLUPE, DAVID DEMETRIO
1.6. Tesis	OPTIMIZACIÓN DE LA ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA AUTOHORMIGONERA CARMIX.

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-40%	BUENA 41-60%	MUY BUENA 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1.- Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.				77%	
2.- Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación.					84%
3.- Organización	El orden de los datos y ensayos es adecuado.				80%	
4.- Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación.				75%	
5.- Suficiencia	El número de ítems y datos es suficiente para medir la variable.					85%
6.- Consistencia	Tiene una base teórica y científica asimismo normas técnicas que la respalda.				75%	

7.- Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.					86%
8.- Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.				77%	

III.- OPINION DE APLICABILIDAD

Orientado para los controles y evaluación de la producción de concreto en obras donde se requiera volúmenes mayores de concreto.

IV.- PROMEDIO DE VALORACION (DE 0 A 100%)

80%

FIRMA DEL EXPERTO

NOMBRE: JHON RONALD QUINTO ENRIQUEZ

DNI N°: 42109661

LUGAR Y FECHA: HUÁNUCO 13 DE JULIO DEL 2017.