

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN” - HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**LA TEMPERATURA, REVENIMIENTO Y RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO SUMINISTRADO POR LA EMPRESA
WUANUKO MIX A LA OBRA DE SANEAMIENTO LA ESPERANZA Y
ANEXOS – HUÁNUCO, 2018**

TESISTA:

Bach. Ing. Civil IVAN, TRUJILLO LEANDRO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

ASESOR:

ING. MOISÉS TORRES RAMÍREZ

HUÁNUCO - PERÚ

2019



DEDICATORIA

A nuestra Alma Mater y Docentes por la formación profesional que nos brindaron en las aulas universitarias, y a todos los que hicieron posible para la realización de esta investigación.



RESUMEN

El problema concreto premezclado es que es altamente perecedero ya que comienza endurecerse cuando se carga al camión. La congestión vehicular, la distancia y una labor de construcción impredecible contribuyen a que sea sumamente difícil planificar con precisión las entregas, añadiéndose agua y/o aditivos que permitan suministrar el concreto con las características requeridas.

Para ello en primer lugar se realizó la toma de muestra del concreto suministrado por la empresa WUANUKO MIX a la obra de saneamiento La Esperanza y Anexos, esta toma de muestra se realizará según la norma ASTM C31 para así tener la confiabilidad de los ensayos a realizar al concreto fresco y endurecido.

En segundo lugar los procedimientos de los ensayos para determinar la temperatura, el revenimiento y la resistencia a compresión del concreto se determinó de acuerdo a las normas ASTM C1064, C143 y C39 respectivamente.

Finalmente se verificó si cumplen con las normas de concreto vigentes, llegando a concluir que la temperatura, asentamiento y resistencia a la compresión del concreto premezclado producido por la empresa WUANUKO MIX, cumple y es superior a los estándares que mencionan el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y al Instituto americano del concreto (ACI).



INDICE

DEDICATORIA	III
RESUMEN.....	IV
INDICE	V
RELACION DE TABLAS	VIII
RELACIÓN DE IMÁGENES.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	5
1.5.1. IMPORTANCIA.....	5
1.5.2. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
1.6.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	6
1.6.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	6
1.6.3. DELIMITACIÓN TEÓRICA.....	7
1.7. HIPÓTESIS.....	7
1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL	7
1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	7
1.8. SISTEMA DE VARIABLES-DIMENSIONES E INDICADORES	7
1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	8
1.10. UNIVERSO/POBLACIÓN Y MUESTRA.....	9



1.10.1.	DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN.....	9
1.10.2.	SELECCIÓN DE LA MUESTRA	9
1.11.	BASES TEÓRICAS	10
1.11.1.	CONCRETO PREMEZCLADO.....	10
1.11.1.1.	DEFINICIÓN	10
1.11.1.2.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO.....	10
1.11.1.3.	TRANSPORTE A LA OBRA.....	17
1.11.1.4.	REMEZCLADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	19
1.11.2.	PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	20
1.11.2.1.	PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO	20
1.11.2.2.	PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	25
1.11.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	27
1.11.3.1.	NÚMERO DE PRUEBAS (N)	28
1.11.3.2.	PROMEDIO ARITMÉTICO (X)	28
1.11.3.3.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	28
1.11.3.4.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V).....	29
1.11.3.5.	INTERVALO O RANGO (R)	29
1.11.3.6.	DISTRIBUCIÓN NORMAL Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	29
1.11.4.	CONSIDERACIONES DE ACEPTACIÓN DEL CONCRETO	31
1.11.5.	REQUISITOS DE RESISTENCIA QUE DEBE TENER EL CONCRETO	32
1.11.6.	VIDA ÚTIL DEL CONCRERTO.....	33
1.12.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	33
1.12.1.	CONCRETO.....	33
1.12.2.	COMPONENTES DEL CONCRETO	34
1.12.2.1.	CEMENTO PORTLAND	34
1.12.2.2.	AGREGADOS	37
1.12.2.3.	AGUA	43
1.12.2.4.	ADITIVOS	45
1.13.	GLOSARIO.....	49



CAPÍTULO II. MARCO INFORMATIVO	52
2.1. INFORMACIÓN BÁSICA.....	52
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	53
2.3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO	55
CAPÍTULO III.MARCO METODOLÓGICO	59
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	59
3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	60
3.3. DEFINICIÓN DE LAS MUESTRAS	60
3.4. ZONAS DE MUESTREO.....	61
3.5. PROCEDIMIENTO DESARROLLADO	61
3.6. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CONCRETO	73
3.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	74
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	76
4.1. EVALUACIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO $F'_{C}=210$ KG/CM ²	76
4.2. EVALUACIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO $F'_{C}=245$ KG/CM ² CON INPERMEABILIZANTE	89
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES.....	103
LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN.....	104
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	105
ANEXOS 1: Diseño de mezcla	107
ANEXOS 2: Ficha técnica del aditivo at-56.....	112
ANEXOS 3: Ficha técnica del impermeabilizante sika-1.....	116
ANEXOS 4: Certificados de calibración de los equipos y herramientas.....	120
ANEXOS 5: Panel fotográfico	141



RELACION DE TABLAS

Lista de tablas incluidas en la investigación son:

Tabla N° 1: Operacionalización de variables.....	8
Tabla N° 2: Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto	34
Tabla N° 3: Tipos de cemento portland normal	35
Tabla N° 4: Tipos de cementos portland adicionados	36
Tabla N° 5: Tipos de cemento portland adicionados por desempeño	37
Tabla N° 6: Requisitos para el agua de mezcla y curado.....	44
Tabla N° 7: Clase de mezclas según su asentamiento	23
Tabla N° 8: Valores de t en función de la probabilidad de ocurrencia por debajo del límite inferior y del % de pruebas dentro de los límites.	31
Tabla N° 9: datos del concreto muestreado	78
Tabla N° 10: Asentamientos usuales en Perú.....	80
Tabla N° 11: Resultados de ensayos a compresión del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.	81
Tabla N° 12: verificación de los criterios de la ASTM C-94 para aceptación del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm.....	83
Tabla N° 13: Resumen de los parámetros estadísticos calculados a partir de las resistencias a compresión del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm ²	84
Tabla N° 14: Datos tomados en campo durante la recepción del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante.....	91
Tabla N° 15: Resultados de ensayos a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante	94
Tabla N° 16: Verificación de los criterios de la ASTM C-94 para aceptación del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante.....	95
Tabla N° 17: Resumen de los parámetros estadísticos calculados a partir de las resistencias a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante.	96



RELACIÓN DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Mapa de ubicación de la provincia de Huánuco en el departamento de Huánuco	53
Imagen N° 2: Mapa de ubicación del distrito de Amarilis en la provincia de Huánuco	54
Imagen N° 3: Esquema de muestreo de concreto fresco	62
Imagen N° 4: Termómetro digital para concreto.....	64
Imagen N° 5: Equipos y herramientas para el ensayo de revenimiento	66
Imagen N° 6: Esquema de varillado para el ensayo de revenimiento	67
Imagen N° 7: equipo y materiales para la elaboración de probetas	69
Imagen N° 8: equipos y herramientas para el ensayo de resistencia a la compresión.....	71
Imagen N° 9: medición de la probeta para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.....	72
Imagen N° 10: Gráfica de prueba de normalidad de la resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm ²	85
Imagen N° 11: Histograma de resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm ²	85
Imagen N° 12: Gráfica de la probabilidad de ocurrencia por debajo de la resistencia evaluada a partir de la distribución normal.....	86
Imagen N° 13: Resistencias promedio individuales del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm ² , respecto a la resistencia de diseño.....	87
Imagen N° 14: Resistencias promedio móviles logradas por el concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm ² , respecto de la resistencia evaluada (resistencia de diseño).	88
Imagen N° 15: Impermeabilizante Sika-1 en polvo.....	90
Imagen N° 16: Gráfica de prueba de normalidad de la resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante	97
Imagen N° 17: Histograma de resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante	97
Imagen N° 18: Gráfica de la probabilidad de ocurrencia por debajo de la resistencia evaluada a partir de la distribución normal.....	98
Imagen N° 19: Resistencias promedio individuales del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante, respecto a la resistencia de diseño.	99
Imagen N° 20: Resistencias promedio móviles logradas por el concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm ² con impermeabilizante, respecto de la resistencia evaluada (resistencia de diseño).....	100



INTRODUCCIÓN

Esta investigación está enfocada a todas aquellas personas relacionadas con la construcción: estudiantes, profesionales y afines. Es necesario tomar en cuenta que al momento de realizar una construcción se necesita que las características del concreto se encuentren en los intervalos permisibles según la normativa vigente y por ende se elige el uso de concreto premezclado. El problema concreto premezclado es que es altamente perecedero ya que comienza endurecerse cuando se carga al camión y al momento del colocado del concreto in situ se desconoce de la temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto.

El objetivo de la presente investigación es determinar la temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto premezclado suministrado por la empresa WUANUKO MIX a la obra de Saneamiento La Esperanza y Anexos.

La temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión se determinaran siguiendo los procedimientos de las normas ASTM C1064, C143 y C39 respectivamente. El muestreo se tomará según lo recomendado en la norma ASTM C31. Para finalmente evaluar si cumplen o no las normas vigentes del concreto.



CAPÍTULO I.

MARCO TEÓRICO



CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

A nivel internacional

Gunther R. y MacMillan I. (2005), mencionan que el problema del concreto premezclado es que es altamente perecedero. Comienza a endurecerse cuando se carga al camión y el productor cuenta con poco tiempo para llevarlo a destino. En México, al igual que en muchos países que se están urbanizando con rapidez, el tráfico, el tiempo y una labor de construcción impredecible contribuyen a que sea sumamente difícil planificar con precisión las entregas. De manera que un contratista puede hallarse con el concreto cuando la construcción aún no está preparada o, peor aún, tener a todos los obreros parados porque el concreto aún no ha llegado.

Irungaray (2007) concluye que la mayoría de los resultados de resistencia a compresión, demuestra que se despacha concreto premezclado con resistencia satisfactoria a lo exigido por el cliente y la variación de resistencias a compresión entre los muestreos, radica en el asentamiento de cada mezcla debido al incremento de relación agua-cemento, causado por la adición de agua en el remezclado del concreto; sugiere a las empresas productoras de concreto, identificar rutas y horarios críticos para planificar la entrega de concreto premezclado en condiciones óptimas.



A nivel nacional

Rodríguez (2005), concluye lo siguiente:

En relación a los ensayos realizados al concreto fresco:

- Uno de los problemas derivado de la fabricación y curado de concreto a altas temperaturas es el del “Fisuramiento por Contracción Plástica”, debido a que el secado de la superficie ocurre cuando la velocidad de evaporación excede a la velocidad de exudación. Esto depende mucho de las condiciones del lugar, factores como la humedad relativa, temperatura del concreto y velocidad del viento influyen directamente sobre la evaporación; como no podemos influir sobre la primera ni la última solo nos queda procurar en disminuir la temperatura del concreto.
- Debido a las altas temperaturas durante la fabricación del concreto se incrementa la cantidad de agua requerida según diseño para un determinado slump o asentamiento, en consecuencia este aumento de agua causa una disminución en la resistencia sino se agrega la cantidad de cemento proporcional.

En relación a los ensayos realizados al concreto endurecido:

- Los concretos mezclados a altas temperaturas desarrollan normalmente altas resistencias tempranas; pero sus resistencias a los 28 días y a edades posteriores son generalmente menores.



- Se encontró muy beneficioso la utilización de aditivos químicos como plastificantes para obtener un Slump constante durante toda la fabricación del concreto.

Guevara (2014) en su investigación realizó la evaluación del asentamiento y la resistencia a compresión del concreto premezclado, donde concluye lo siguiente:

- Se comprobó que el concreto premezclado muestreado, cuando está en estado fresco los asentamientos medidos estaban dentro del rango de diseño 4" a 6".
- La resistencia a compresión para un concreto $f'c=210$ Kg/cm², se obtuvo para el valor más alto $f'c=259.0$ kg/cm² y el valor mínimo $f'c=210.8$ kg/cm², resultados satisfactorios para el cliente.

Colquehuanca (2017), en esta investigación determina la influencia del tiempo de mezclado en la resistencia del concreto, se ha considerado mezclas de prueba de las mismas características del concreto premezclado con tiempos variables de mezclado y curado bajo las mismas condiciones. Los resultados muestran que a medida que aumenta el tiempo de mezclado, aumenta la resistencia con una disminución considerable de la consistencia y un incremento en el la cantidad de aire atrapado, llegando a un límite de tiempo el mismo que significa el tiempo máximo de mezclado.



A nivel local

Para la ciudad de Huánuco, no existe un estudio específico similar al tema de la presente investigación, solo existe algunos indicios de que los resultados esperados en cuanto al asentamiento, temperatura y resistencia a la compresión del concreto premezclado son aceptables según las normas vigentes; sin embargo es necesario cuantificar estas propiedades, realizando el control en recepción del concreto suministrado por la empresa WUANUKO MIX a la obra de Saneamiento La Esperanza y Anexos.

1.2. Fundamentación del problema

El problema concreto premezclado es que es altamente perecedero ya que comienza endurecerse cuando se carga al camión. La congestión vehicular, la distancia y una labor de construcción impredecible contribuyen a que sea sumamente difícil planificar con precisión las entregas, añadiéndose agua y/o aditivos que permitan suministrar el concreto con las características requeridas. Debido a ello, surge el siguiente problema:

- Desconocimiento de la temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto suministrado por la empresa WUANUKO MIX.

1.3. Formulación del problema

¿Cuánto será la temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto suministrado por la empresa WUANUKO MIX a la obra de saneamiento La Esperanza y Anexos?



1.4. Objetivos generales y específicos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto suministrado por la empresa WUANUKO MIX a la obra de saneamiento La Esperanza y Anexos – Huánuco 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la temperatura del concreto según la norma ASTM C 1064
- Determinar el revenimiento del concreto según la norma ASTM C 143.
- Obtener la resistencia a compresión según la norma ASTM C 39

1.5. Importancia y Justificación

1.5.1. Importancia

La temperatura, revenimiento y la resistencia a la compresión del concreto suministrado a la obra “Construcción del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado La Esperanza y Anexos-Amarilis-Huánuco, provincia de Huánuco-Huánuco” por la empresa WUANUKO MIX, es importante dar a conocer ya que de una manera u otra la obra en mención es uno de tantos de la población que recepciona concreto de dicha empresa.

Los resultados que se obtengan serán de gran utilidad ya que gracias a ellos y a las conclusiones derivadas se podrá proporcionar una serie de recomendaciones a tomar en consideración al momento de contratar los servicios de la empresa mencionada



1.5.2. Justificación

El concreto premezclado es uno de los materiales más versátiles en la industria de la construcción hoy en día. Las grandes obras de arquitectura como puentes, edificios altos y represas requieren de los más altos estándares de ingeniería. Con la ayuda del presente estudio se espera dar la iniciativa para el estudio más detallado del concreto suministrado por la empresa concretera “WUANUKO MIX”.

La empresa concretera “WUANUKO MIX”, se define como líder en producción y distribución de concreto pre mezclado en la región, implementándose en estos últimos años con mixers nuevos e incrementando su calidad de producción. Se promociona en el mercado con las siguientes garantías:

- Mezclas a la medida de cada obra.
- Insumos con estricto control de calidad.
- Equipo de colaboradores altamente calificados.
- Asesoría y soporte técnico permanente.
- Puntualidad en el despacho

1.6. Delimitación del problema de investigación

1.6.1. Delimitación espacial

En la obra “Construcción del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado La Esperanza y Anexos-Amarilis-Huánuco”

1.6.2. Delimitación temporal

El período de tiempo que se toma en cuenta es: marzo del 2018 a noviembre del mismo año.



1.6.3. Delimitación teórica

El dominio teórico o delimitación teórica donde se circunscribe el problema de investigación es la realización de ensayos de temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto premezclado recepcionado en obra.

Se considera responsabilidad de la empresa “WUANUKO MIX” el seguimiento del control de dosificación y tiempo de traslado para garantizar el concreto con las características requeridas.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

La temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto suministrado por la empresa WUANUKO MIX a la obra de saneamiento La Esperanza y Anexos, cumple con las normas de concreto E.060 del RNE.

1.7.2. Hipótesis específicas

- La temperatura del concreto suministrada por la Empresa WUANUKO MIX se encuentra en el rango de aceptación de la norma E.060 del RNE.
- El revenimiento del concreto suministrado por la Empresa WUANUKO MIX se encuentra dentro de los intervalos permisibles de la norma E.060 del RNE.
- La resistencia a compresión del concreto suministrada por la Empresa WUANUKO MIX cumple con las resistencias requeridas de la norma E.060 del RNE.

1.8. Sistema de Variables-Dimensiones e Indicadores

Las variables, dimensiones e indicadores me presentan en la Tabla N°1.



1.9. Operacionalización de variables

Tabla N° 1: Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Dimensión	Medición	Instrumentación
Propiedades de temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión.	Temperatura	T	° C	Termómetro para concreto
	Revenimiento	S	Pulgadas	Cono de Abrams
	Resistencia a la compresión	f'c	Kg/cm2	Prensa Hidráulica

Fuente: Elaboración propia



1.10. Universo/Población y muestra

1.10.1. Determinación del universo/población

El universo es la obra “construcción del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado la esperanza y anexos-amarilis-Huánuco, provincia de Huánuco - Huánuco”.

La población es el concreto premezclado en las metas siguientes:

- Cámaras de Inspección (Buzones)
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

1.10.2. Selección de la muestra

El muestreo será no probabilístico, ya que la selección de la muestra será determinada por la frecuencia de ensayos establecidos en la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

La frecuencia de ensayos según E.060 del RNE, nos dice que las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m² de superficie de losas o muros.

No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto premezclado.



1.11. BASES TEÓRICAS

1.11.1. CONCRETO PREMEZCLADO

1.11.1.1. Definición

El concreto premezclado es aquel que es entregado al cliente cómo una mezcla en estado no endurecido (mezcla en estado fresco). El concreto premezclado es uno de los materiales de construcción más populares y versátiles, debido a la posibilidad de que sus propiedades sean adecuadas a las necesidades de las diferentes aplicaciones, así como su resistencia y durabilidad para soportar una amplia variedad de condiciones ambientales.

1.11.1.2. Proceso de producción de concreto premezclado

El proceso de producción del concreto premezclado comprende tres operaciones:

- Control, manejo y almacenamiento de materiales
- Dosificación
- Mezclado

Dicho proceso se realiza en las plantas de producción, las cuales son instalaciones en donde se centralizan las operaciones y suministros. A continuación se mencionan algunos aspectos relativos a cada una de las operaciones.

1.11.1.2.1. Control, manejo y almacenamiento de materiales

Los componentes del concreto deben tener un adecuado manejo para garantizar un buen desempeño, ya que los abusos en su manipulación y almacenamiento afectan las propiedades de estos.



A. Cemento

De preferencia, el cemento que se emplea para la producción de concreto premezclado debe ser a granel. Normalmente es transportado en pipas o camiones-silo cuya capacidad es 30 a 45 toneladas y descargado por compresores de aire en silos, protegidos contra la intemperie y adecuadamente ventilados para impedir la absorción de humedad.

Cuando se tenga que emplear cemento en sacos, deben protegerse de las condiciones atmosféricas preferiblemente en un almacén cubierto y sobre plataformas, de modo que se permita la circulación del aire. Los sacos de cemento deben consumirse al mismo ritmo que los suministros para evitar prolongados tiempos de almacenamiento.

B. Agua de mezclado

Normalmente el agua de mezclado en zonas urbanas se toma del abastecimiento local. La demanda del agua depende del tipo de planta, capacidad de producción, sistema de mezclado y las condiciones ambientales, pero para efectos de calcularla, en general se puede asumir que por cada metro cúbico de concreto es necesario otro metro cúbico de agua; esto debido a que no sólo es necesaria como ingrediente de la mezcla, sino también para lavar los tambores de los camiones mezcladores, después de cada descarga.

Así pues, debe disponerse de un tanque adecuado a las necesidades de producción, que permita un almacenamiento libre de contaminación, accesible para la toma de muestras, limpieza y lavado.



C. Agregados

El almacenamiento de agregados debe hacerse en patios suficientemente amplios para permitir la circulación y operación de equipos destinados a su transporte y manejo. En la organización de los patios de almacenamiento de agregados se deben considerar los siguientes aspectos:

- El patio se debe diseñar de manera que la circulación de vehículos no contamine los agregados y que los accesos estén libres y limpios.
- Para evitar contaminación del material con el piso o fondo, es conveniente que sea una superficie dura.
- Se debe disponer de un sistema de drenaje con el fin de evacuar el agua libre del material, evitando humedad diferencial entre los agregados.
- Se deben proveer muros divisorios para evitar contaminación entre los materiales con diferente granulometría.
- Los muros divisorios deben alinear zonas definidas y de volumen apropiado para que cada material se descargue, ordene, almacene y utilice de acuerdo con el sistema de manejo de inventarios FIFO (en inglés, lo primero que entra es lo primero que sale).
- Las pilas de almacenamiento se deben construir en capas horizontales o de pendiente suave, de tal manera que se eviten las pilas en forma cónica y la descarga del material en los lados inclinados de la pilas.
- No permitir el tránsito de camiones, cargadores o cualquier otro vehículo sobre los montones del material, para evitar que se quiebre y contamine.



- Si el manejo de los agregados en el patio es por medio de cucharones, bandas transportadoras u otros, éstos no deben oscilar sobre los montones de agregados de diferente tamaño, para evitar la contaminación con partículas de otros tamaños.
- Evitar la acción del viento sobre la arena seca, debido a que esto causa pérdida de finos, segregación del material y contaminación con polvo

D. Aditivos

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tanques herméticos protegidos de los rigores del clima. Cuando son aditivos en polvo disueltos en agua u otro líquido, los tanques de almacenamiento deben estar provistos de agitación para mantener los sólidos en suspensión.

En el caso de aditivos minerales finamente divididos como las puzolanas, las recomendaciones del manejo y almacenamiento son las mismas de los materiales cementantes.

1.11.1.2.2. Dosificación de materiales

La dosificación es el proceso de pesar o medir volumétricamente e introducir al mezclador los ingredientes para una mezcla de concreto.

Para producir concretos de calidad uniforme, los ingredientes deberán medirse con precisión en cada mezcla. La mayoría de especificaciones requieren que la dosificación se efectúe por masa en vez de hacerlo por volumen, pues la medida con base en su volumen puede conducir a errores al no tenerse en cuenta el grado de compactación o expansión de las partículas, el grado de saturación o humedad de los agregados, ni el volumen absoluto de cada ingrediente en el momento de la



dosificación. Sólo el agua y los aditivos líquidos pueden ser medidos correctamente con base en el volumen. Las dosificaciones volumétricas se usan para concretos mezclados en una mezcladora continua y para ciertas obras en lugares donde no se cuente con instalaciones para pesaje.

La planta de dosificación está compuesta de receptáculos de almacenamiento con adecuados compartimientos, separados para que puedan mantener agregado fino y los diferentes tamaños de agregado grueso.

Cada compartimiento se diseña y opera de modo que pueda descargarse material eficientemente y con segregación mínima en el alimentador y pesador. Debe haber un mecanismo de control que interrumpa el flujo de material con precisión. Los alimentadores pesadores se construyen de modo que no se acumule material y que descarguen totalmente su contenido. Los indicadores deben ser totalmente visibles y estar suficientemente cerca del operador de planta para que pueda leerlos con precisión. El operador debe tener acceso adecuado a todos los controles.

Periódicamente se deberá revisar y calibrar el equipo de dosificación, según lo programado.

1.11.1.2.3. Mezclado del concreto

Consiste en cubrir la superficie de todas las partículas de los agregados con pasta de cemento y obtener una masa uniforme. Todo concreto se debe mezclar completamente hasta que sea uniforme en apariencia, con todos sus ingredientes distribuidos equitativamente.



En general, el cemento debe ser cargado junto con los agregados, pero luego de que haya entrado el 10% del agregado al tambor. El agua debe ser el primer elemento introducido en el tambor y debe continuar fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Los aditivos deben cargarse en el tambor en el mismo punto de la secuencia del mezclado, mezcla tras mezcla. Los aditivos líquidos deben cargarse con el agua y los aditivos en forma de polvo deben ser vertidos dentro de la mezcladora con otros ingredientes secos.

El concreto premezclado se puede elaborar por cualquiera de los métodos siguientes:

- Concreto mezclado en planta
- Concreto mezclado en camión
- Concreto mezclado en dos fases

A. Concreto mezclado en planta

También llamado concreto de mezclado central, se mezcla completamente en una mezcladora estacionaria ubicada en la planta de producción y se entrega ya sea con un camión agitador, con un camión mezclador operando a velocidad de agitación o con un camión especial no agitador.

Dentro de estas se incluyen las mezcladoras en el lugar de la obra y las mezcladoras centrales de las plantas de concreto premezclado. Se encuentran disponibles en tamaños desde 56 litros hasta 9.2 m³. Existen dos tipos diferentes:

- De tipo basculante o fijo
- De tipo de paleta o de aspa rotatoria con abertura superior.



Pueden estar equipadas con botes de carga y algunas con un canalón oscilante de descarga. Muchas mezcladoras cuentan con dispositivos para medir el tiempo.

B. Concreto mezclado en camión mezclador (Mixer)

El concreto es mezclado totalmente en el camión mezclador. La norma ASTM C-94 señala que cuando se utiliza un camión mezclador para llevar a cabo todo el proceso, normalmente se requieren de 70 a 100 revoluciones del tambor a la velocidad de mezclado designada por el fabricante para producir la uniformidad especificada en el concreto.

No se debe recurrir a más de 100 revoluciones a esta velocidad que generalmente va de 4 a 22 rpm. Todas las revoluciones después de la número 100 deberán ser a la velocidad de agitación que es aproximadamente 2 a 6 rpm. El mezclado a altas velocidades durante períodos prolongados, de una o más horas, puede producir pérdida de resistencia en el concreto, aumento de temperatura, pérdida excesiva de aire incluido y pérdida acelerada de asentamiento.

Siempre se deberán operar los camiones mezcladores y agitadores dentro de los límites de volumen y velocidad designados por el fabricante del equipo.

Carrillo (2003) describe que el "Mixer" es un vehículo mezclador y transportador de concreto fresco que consta de una tolva rotatoria a velocidad variable de forma ovalada ubicada en la parte posterior del vehículo. La tolva consta de aspas helicoidales dobles de paso corto ubicadas en la parte lateral de la tolva, estas están contruidos con la misma chapa utilizada en la fabricación del tambor. Presenta soldado en su extremo un refuerzo contra el desgaste fabricado con el mismo



material. Las aspas helicoidales permiten la fácil recepción de los materiales de la planta dosificadora y la salida del concreto. Para mayor facilidad al despachar concreto, estas aspas helicoidales invierten su sentido

C. Concreto mezclado en dos fases

Es el concreto premezclado que tiene una mezcla parcial iniciada en la planta central o planta fija y terminada en el transporte por un camión mezclador. Es una combinación de los procesos anteriores que se utiliza cuando las condiciones del proyecto así lo requieren.

1.11.1.3. Transporte a la obra

El transporte del concreto desde una planta central, depende de la capacidad y tiempo de entrega, condiciones de uso, acceso y ubicación del sitio de colocación, los ingredientes de la mezcla y las condiciones ambientales, entre otros factores.

Debido a que la hidratación del cemento, la pérdida del asentamiento y aire son procesos irreversibles que aumentan con el paso del tiempo, es conveniente mantener al mínimo el lapso de tiempo entre el mezclado y la entrega del concreto. Por esto, la norma ASTM C-94 estipula que sea entregado y descargado en el transcurso de 90 minutos o antes de que el tambor haya girado 300 veces después de la dosificación de los materiales. Sin embargo ese límite se puede ignorar bajo ciertas circunstancias.

Una programación anticipada puede ayudar en la elección del método más adecuado evitando así la ocurrencia de problemas, deberá tener en consideración



tres eventos, que en caso sucedan durante el transporte y colocación, podrían afectar seriamente la calidad del trabajo terminado:

- **Retrasos.** El objetivo que se persigue al hacer cualquier programa, es producir el trabajo con la mayor rapidez contando con la mejor fuerza laboral y el equipo adecuado para realizarlo, se logrará una buena productividad si se planea el trabajo para aprovecharlos al máximo, de manera que se reduzca el tiempo de retraso durante el transporte y colocación del concreto.
- **Endurecimiento temprano y secado.** El concreto empieza a endurecer en el momento en que se mezcla el cemento con el agua, pero el grado de endurecimiento que ocurre durante los primeros 30 minutos normalmente no presenta problemas; por lo general el concreto que se haya mantenido en agitación se puede colocar y compactar dentro de la primera hora y media posterior al mezclado.
- La planeación deberá eliminar o minimizar cualquier variable que permita que el concreto endurezca hasta el grado que no se pueda lograr una completa consolidación y se dificulte efectuar el acabado. Se dispone de menos tiempo cuando existen condiciones que aceleran el proceso de endurecimiento, como ocurre en los climas cálidos y secos; con el uso de aditivos acelerantes y concreto calentado.
- **Segregación.** Es la tendencia que presenta el agregado grueso a separarse del mortero cemento-arena. Esto tiene como consecuencia que parte de la mezcla tenga una cantidad demasiado pequeña de agregado grueso y que el resto tenga agregado grueso en cantidades excesivas. Probablemente la



primera parte se contraerá más y se agrietará, además tendrá una resistencia baja a la abrasión. La segunda será demasiado áspera para lograr una consolidación y acabado total y será causa frecuente de ratoneras. Los métodos y equipos que lleguen a usarse para transportar y manejar concreto no deberán ser causa de segregación.

1.11.1.4. Remezclado de concreto premezclado

Luego que el concreto ha sido transportado a la obra, es necesario realizarle un remezclado. El concreto fresco que se deja agitar en el tambor del camión mezclador tiende a rigidizarse antes que se alcance el fraguado inicial, este se puede usar si al remezclarlo se vuelve lo suficientemente plástico para ser compactado en la formaleta. Antes de la descarga, el tambor debe girarse de nuevo, a la velocidad de mezclado por unas 10 a 15 revoluciones con el objeto de rehomogenizar la mezcla.

Bajo una supervisión cuidadosa, se puede agregar una pequeña cantidad de agua siempre y cuando se cumpla con las especificaciones siguientes:

- No exceda la relación agua-cemento máxima permisible;
- No se rebase el asentamiento máximo permisible;
- No se sobrepase el tiempo máximo permisible de mezclado y agitación;
- Se remezcle el concreto por al menos la mitad del tiempo de mezclado mínimo requerido o número de revoluciones.



1.11.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO

1.11.2.1. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

A. Trabajabilidad

Es la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

Torres (2004), define la trabajabilidad como la cantidad de trabajo interno útil necesario para producir la compactación total. El trabajo interno útil es una propiedad física del concreto definida por la cantidad de trabajo o energía requerida para vencer a la fricción interna entre las partículas en el concreto. Sin embargo, se requiere también energía adicional para vencer a la fricción de la superficie entre el concreto y los moldes y/o el refuerzo. Otro término empleado en la descripción del concreto fresco es la consistencia o firmeza de forma de una sustancia o la facilidad con que fluirá.

Debido a que la resistencia del concreto se ve afectada en forma muy adversa por la presencia de vacíos en la masa compactada, es indispensable que posea la



máxima densidad posible. Un concreto denso requiere a su vez ser manejable, para que sea posible una compactación virtualmente total, empleando una cantidad razonable de trabajo.

La presencia de vacíos en el concreto reduce la densidad y la resistencia: 5% de vacíos puede reducir la resistencia hasta en 30%. Los factores que afectan la trabajabilidad son: contenido de agua, tipo y gradación del agregado, relación agua/cemento, aditivos para mezcla y la finura de cemento. Hay otros dos factores que afectan la trabajabilidad: el tiempo y la temperatura. Es claro que el agregado absorbe parte del agua de la mezcla, otra parte se pierde por evaporación (especialmente si el concreto está expuesto al sol o al viento) y otra parte más se elimina por las reacciones químicas iniciales.

El endurecimiento del concreto se mide con precisión por la pérdida de manejabilidad con el paso del tiempo, conocida como pérdida de revenimiento, que varía según la riqueza de la mezcla, el tipo de cemento, la temperatura del concreto y la manejabilidad inicial. Debido a este cambio en la consistencia o manejabilidad aparente, es muy importante la manejabilidad en el momento de colocar el concreto.

El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el "Slump" o asentamiento con el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual slump pero trabajabilidad notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo.



B. Consistencia

La consistencia es la propiedad que define el grado de fluidez de la mezcla por lo tanto mientras más fluida este mayor será la facilidad de colocación. La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad. Una mezcla trabajable para pavimentos puede tener una alta consistencia que la hace difícil de trabajar en columnas o placas. Inversamente, una mezcla cuya consistencia la hace adecuada para vigas y columnas puede ser excesivamente trabajable para estructuras masivas.

La consistencia de una mezcla en función de su contenido de agua y de la granulometría y características físicas del agregado, las que determinan la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia determinada. Usualmente la consistencia de una mezcla se define por el grado de asentamiento de la misma: corresponden los menores asentamientos a las mezclas secas y los mayores a las consistencias fluidas. (Rivva, 2000).

Las normas clasifican al concreto en tres grupos:

- Concretos consistentes o secos
- Concretos plásticos
- Concretos fluidos

Los **concretos consistentes** son definidos por el grado de humedad en el que tendrá solo la cantidad necesaria para que su superficie después del vibrado quede blanda y unida.



Los **concretos plásticos** son aquellos que contienen el agua necesaria para mostrar al concreto como pastoso.

Los **concretos fluidos** son aquellos que contienen la suficiente agua como para que fluya dentro de los elementos encofrados.

Tabla N° 2: Clase de mezclas según su asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy Trabajable	Chuseado

Fuente: Flavio Abanto Castillo. Pag.49

C. Temperatura

Rivva (2000), no menciona que la temperatura del concreto al ser mezclado es influenciada por la temperatura y calor específico de los materiales constituyentes. Por ello el agregado al estar presente en la mezcla en el volumen más importante, puede tener un efecto sobre la temperatura del concreto. En climas cálidos el riego de las pilas de agregados reduce la temperatura de estos y por ende la del concreto. En aquellos casos en que es necesario un concreto muy fría, el agregado grueso puede ser enfriado por inmersión en agua fría o por rociado de las pilas de agregado, de acuerdo a la recomendación ACI 305R. En climas fríos el calentamiento del agregado puede ser necesario para obtener la temperatura deseada en el concreto, de acuerdo a las recomendaciones ACI 306R. Los agregados congelados no deben ser empleados en las mezclas de concreto.



Temperatura y su influencia en concretos masivos

Amacifuen (2002), mencionan que a temperatura muy bajas: 5°C o menos, el desarrollo de las resistencias se ve retrasado seriamente y las temperaturas altas incrementan notablemente la velocidad de hidratación del cemento. Además, a altas temperaturas el riesgo de fisuramiento superficial del concreto se ve incrementado notablemente debido a la pérdida superficial de humedad.

Transporte de la mezcla (descenso de temperatura)

Amacifuen (2002), mencionan que todo trabajo siempre deberá de ser planificado con anterioridad, en tal sentido la producción del concreto no se exime de tal recomendación, en tal sentido al planificar los procedimientos del mismo deberá de tenerse en cuenta el evitar grandes distancia de transporte de la mezcla para su abastecimiento, largos periodos de espera durante la colocación y un procedimiento rápido de vaciado que reduzca las pérdidas de calor del concreto.

Refiriéndonos al transporte del concreto podemos mencionar que el Instituto Sueco para investigaciones del Cemento y el Concreto (Petersons 1966) realizó pruebas, para poder determinar el descenso de la temperatura del concreto que se produciría durante su entrega.

El descenso de la temperatura para un lapso de una hora en el tiempo de entrega puede estimarse mediante la siguiente expresión:

Mescladoras de tambor giratorio (mixers): $T = 0.25 (T_r - T_a)$

Dónde: T_r = temperatura requerida para el concreto en obra, °C

T_a = temperatura ambiente del aire, °C



1.11.2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

Resistencia a la compresión

Según la norma (NTP 339.034, ASTM C39). La resistencia a la compresión del concreto es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin agrietarse o romperse, es la propiedad más característica del concreto y que además define su calidad. Se determina mediante ensayos de probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, moldeadas y curadas de acuerdo a norma y que son sometidas a compresión axial en máquinas especiales de laboratorio.

Bernable (2012) menciona que la resistencia en general del concreto aumenta conforme pasa el tiempo y depende principalmente del contenido de humedad que tiene durante ese tiempo. Se sabe que la resistencia a la compresión es función de la relación agua/cemento principalmente, por ello la búsqueda de resistencias elevadas y con ello mayor durabilidad, involucra obtener relaciones a/c más bajas.

La resistencia en compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto. Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1,000 Kg/cm. Por esa razón no se ha profundizado el análisis de la influencia del agregado en la resistencia del concreto. Lo expresado anteriormente es fácil de comprobación, si se observa la fractura de especímenes de los especies de concreto sometidos a ensayos de compresión. En ellos la rotura se presenta la



rotura en el mortero o en la zona de adherencia con el agregado grueso y por excepción, en los agregados descompuestos o alterados. Aunque la durabilidad es tanto o más importante que la resistencia, esta se emplea para la aceptación del concreto. Otras propiedades, dependiendo de las características y ubicación de la obra, pueden ser más importantes que aquellas. (Rivva, 2000).

Los factores que influyen en la resistencia del concreto son las siguientes:

- Tipo, marca y tiempo de almacenamiento del cemento
- Características del agua empleada
- Presencia de limo, arcilla, mica, carbón, humus, materia orgánica, sales químicas en el agregado
- Variación en la granulometría del agregado con el consiguiente incremento en la superficie específica y en la demanda de agua.
- Presencia de aire en la mezcla. La incorporación de aire a las mezclas en porcentajes adecuados, mejora la durabilidad la trabajabilidad del concreto, pero tiende a disminuir la resistencia en un porcentaje de 5% por cada 1% de aire incorporado. La excepción se produce en las mezclas pobres en las que la incorporación de aire al mejorar la trabajabilidad disminuye la demanda de agua reduce la relación a/c y por ende incrementa la resistencia.

Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.



1.11.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

La resistencia en compresión del concreto $f'c$ es el parámetro de referencia más difundido tanto a nivel de diseño estructural cuanto en tecnología del concreto para evidenciar las características resistentes.

Osorio (2003) menciona sobre el concreto algo fundamental que hay que tener muy claro es que los métodos de diseño estructural en concreto son probabilísticos, es decir se basan en consideraciones estadísticas que asumen una cierta probabilidad de que los valores de $f'c$ se obtengan en obra dentro de cierto rango, al estar demostrado como veremos más adelante que la resistencia del concreto verificada bajo condiciones controladas, sigue con gran aproximación la distribución probabilística normal o distribución de Gauss.

En todo el mundo es reconocido que los requisitos establecidos para el diseño de mezcla de concreto y los criterios de aceptación del concreto tienen por objeto asegurar la calidad estructural de las obras. Para ello, dicho aseguramiento de calidad se fundamenta en dos factores principales: la determinación de la resistencia a la compresión y la aplicación de la estadística.

Los procedimientos estadísticos se realizan a partir de datos derivados de muestras obtenidas en el curso del desarrollo de un plan de muestreo. Partiendo de la base que las muestras tomadas y los ensayos efectuados representan apropiadamente el concreto producido y aceptando la idoneidad de los resultados de resistencia, se agrupan los datos, conociendo de antemano las características de una distribución.



1.11.3.1. NÚMERO DE PRUEBAS (N)

Se debe disponer de una cantidad suficiente de pruebas, para obtener mayor información confiable. Para que el análisis estadístico sea representativo, el número de pruebas consideradas será de 30 ensayos.

Según la norma E.060 se considera como un ensayo de resistencia al promedio de los resultados de dos probetas cilíndricas preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la misma edad elegida para la determinación de la resistencia del concreto.

1.11.3.2. PROMEDIO ARITMÉTICO (X)

Se define como la suma aritmética de los resultados de resistencia de todas las pruebas individuales dividiéndolo por el total de pruebas efectuadas.

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N} \quad \text{Ecuación 1: promedio aritmético}$$

1.11.3.3. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)

El análisis estadístico intenta dar una idea de la dispersión de las pruebas con relación al promedio aritmético, es necesario conocer la variación de las pruebas mediante la desviación estándar y se define como la raíz cuadrada del promedio de la suma de los cuadrados de las desviaciones de la resistencia, respecto a la resistencia promedio dividida entre el número de pruebas menos uno.

Del mismo modo, la desviación estándar de un lote de muestras refleja las variaciones entre las diferentes tanda de concreto.

Estas variaciones, como es de esperarse, contemplan la variabilidad de cada uno de los materiales, la variabilidad en los procedimientos y técnicas de producción y



manejo, las variaciones propias de la elaboración y curado de los especímenes, es decir que en esta desviación comanda la dispersión entre las pruebas realizadas.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi-X)^2}{N-1}} \quad \text{Ecuación 2: desviación estándar}$$

1.11.3.4. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)

Cuando se conoce la dispersión de las pruebas, se puede obtener el coeficiente de variación el cual está definido en términos de la desviación estándar, expresada como un porcentaje del promedio aritmético.

Es así como el coeficiente de variación dentro de una prueba, se puede juzgar el control de la elaboración, el tratamiento de los especímenes y la calidad de los métodos utilizados en los ensayos.

$$S = \frac{Sx100}{X} \quad \text{Ecuación 3: coeficiente variación}$$

1.11.3.5. INTERVALO O RANGO (R)

Se obtiene restando la menor de las resistencias del conjunto de cilindros que conforman la prueba, de la más alta del grupo.

$$r = Xa - Xb \quad \text{Ecuación 4: intervalo o rango}$$

1.11.3.6. DISTRIBUCIÓN NORMAL Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

El concreto al ser un material heterogéneo, está sujeto a la variabilidad de sus componentes así como a las dispersiones adicionales por las técnicas de elaboración, transporte, colocación y curado en obra. Por lo que la resistencia del concreto bajo condiciones controladas sigue con gran aproximación la distribución probabilística Normal.



Como los datos de resistencia del concreto se ajustan a una Distribución Normal, se puede analizar la probabilidad de ocurrencia y la probabilidad de ocurrencia de que los ensayos estén comprendidos dentro de un intervalo $u \pm t D_s$, según el ACI 318 son:

$u \pm 1$ Os de 68.2%

$u \pm 2$ Os de 95.2%

$u \pm 3$ Os de 100%

Las fórmulas y criterios de diseño estructural involucran una serie de factores de seguridad que tienden a compensar las variaciones entre los resultados; cualquiera que sea el criterio, se traduce como la resistencia del concreto requerida en obra f'_{cr} debe tener un valor por encima del f'_c .

$$f'_{cr} = f'_c + tD_s \quad \text{Ecuación 5: resistencia promedio requerida en obra 1}$$

$$f'_{cr} = \frac{f'_c}{1-tv} \quad \text{Ecuación 6: resistencia promedio requerida en obra 2}$$

Donde:

F'_{cr} : Resistencia promedio requerida en obra

F'_c : Resistencia específica

D_s : Desviación Estándar

V : Coeficiente de variación

t : Factor que depende del % de resultados $< f'_c$ que se admite o de la probabilidad de ocurrencia.



Tabla N° 3: Valores de t en función de la probabilidad de ocurrencia por debajo del límite inferior y del % de pruebas dentro de los límites.

% de pruebas dentro de los límites $\mu \pm t D_s$	Probabilidad de ocurrencia de ocurrencia por debajo del límite inferior	t
40.00	3 en 10	0.52
50.00	2.5 en 10	0.67
60.00	2 en 10	0.82
68.27	1 en 6.3	1.00
70.00	1.5 en 10	1.04
80.00	1 en 10	1.28
90.00	1 en 20	1.65
95.00	1 en 40	1.98
95.45	1 en 44	2.00
98.00	1 en 100	2.33
99.00	1 en 200	2.58
99.73	1 en 741	3.00

Fuente: Estimaciones según criterios ACI

1.11.4. CONSIDERACIONES DE ACEPTACIÓN DEL CONCRETO

El ACI 318, indica los requisitos que debe cumplir el concreto para ser aceptado en obra, estas mismas especificaciones son tomadas por la norma E.060 del RNE; Aquí se indica que: La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si se cumple con los dos requisitos siguientes:

- Cada promedio de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a $f'c$.
- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que $f'c$ en más de 3.5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor, o en más de 0.1 cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.



Cuando no se cumpla con al menos uno de los dos requisitos, deben tomarse las medidas necesarias para incrementar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.

Cuando no se satisfaga (b). Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar $f'c$, sea inferior a los 85% de la resistencia a los cilindros correspondiente curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra exceda a $f'c$ en más de 3.5 MPa.

1.11.5. REQUISITOS DE RESISTENCIA QUE DEBE TENER EL CONCRETO

En la norma E.060 (Capítulo 9), se indican los requisitos de resistencia y de servicio que debe tener el concreto, uno de ellos es que: La resistencia mínima del concreto estructural, $f'c$ no debe ser inferior a 17 MPa (un equivalente aproximado de 175 kg/cm²). No se establece un valor máximo para el $f'c$ salvo que se encuentre restringido por alguna disposición específica de esta Norma.

También, según la norma E.060 (Capítulo 21). En donde se indican las disposiciones especiales para el diseño sísmico, se indica que cuando los elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo: La resistencia especificada a la compresión del concreto, $f'c$, no debe ser menor que 21 MPa (un equivalente aproximado de 210 kg/cm²).



1.11.6. VIDA ÚTIL DEL CONCRETO

Según la Asociación Argentina del Hormigón Premezclado, el concreto es un material que presenta la particularidad de que puede ser realizado en cualquier lugar y de cualquier manera, pero se debe tener bien en claro que de la forma de ejecución, del control de los materiales, de su colocación y curado, depende la calidad futura de la estructura de concreto en toda su vida útil. El concreto es uno de los pocos materiales o productos que no son almacenables; por lo tanto, no se puede producir y mantener para comprobar su calidad antes de ser utilizado en la obra (con excepción de los elementos prefabricados).

Esto requiere un cuidado extremo en la selección de las materias primas antes de su utilización y en los criterios de elaboración.

1.12. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1.12.1. CONCRETO

“La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: cemento, agua, agregados y aditivos, como elementos activos y el aire como elemento pasivo” (Carbajal, 1999, pág. 13), componente que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las propiedades de sus componentes.

1.12.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

Para poder dominar el uso del concreto no solo hay que conocer las manifestaciones del producto resultante sino también de los componentes y su interrelación, ya que son en mayor instancia los que le confieren su particularidad.

Tabla N° 4: Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto

Componente	Proporciones
Aire	1% a 3%
Cemento	7% a 15%
Agua	15% a 22%
Agregados	60% a 75%

Fuente: Enrique Pasquel Carbajal, Tópicos de tecnología del concreto

1.12.2.1. CEMENTO PORTLAND

El cemento portland según la NTP 334.009:2013 (ASTM C 150/C 150M-12), es el cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda.

La totalidad de los cementos utilizados en el Perú son cementos portland, tal como los especifica la norma ASTM C-150; o cementos combinados de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C-595.

Todos estos cementos tienen variante, si se les añade aire incorporado (subfijo A), si se induce resistencia moderada a los sulfatos (subfijo M), o se modera el calor de hidratación (Subfijo H).

A. CEMENTO PORTLAND NORMAL

El cemento portland normal es el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan el 1% en peso del total y que la norma correspondiente determine que su inclusión no afecta a las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

El cemento portland normal deberá 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.

Tabla N° 5: Tipos de cemento portland normal

TIPO	DESCRIPCIÓN
Tipo I	Para uso general, donde no se requieran propiedades especiales
Tipo II	A usar donde se requiera moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos
Tipo III	A usar donde se requiera alta resistencia inicial. Tiene elevado calor de hidratación
Tipo IV	A usar donde se requiera bajo calor de hidratación. Recomendable para concretos masivos.
Tipo V	Donde se requiera alta resistencia a los sulfatos. Recomendable para ambientes agresivos.

Fuente: Norma NTP 334.009 (ASTM C 150)

B. CEMENTO PORTLAND ADICIONADO

El cemento Según la NTP 339.047 (Basada en ASTM C125-03 y ASTM C129-03) el cemento Portland adicionado es un producto obtenido por la pulverización conjunta de Clinker Portland y otros materiales denominados adiciones, como las puzolanas, escoria de filler con la adición eventual del sulfato de calcio. El contenido de adiciones puede ser limitado por la norma que especifica lo correspondiente. La incorporación de adiciones contribuye a mejorar las propiedades del cemento.

Estos cementos pueden igualmente ser preparados por mezcla de los ingredientes molidos. En ambos casos deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C-595. En el campo de los cementos hidráulicos combinados, en el Perú se fabrican los cementos puzolánicos Tipos IP, I (PM), y IS.

Tabla N° 6: Tipos de cementos portland adicionados

TIPO	DESCRIPCIÓN
Tipo IS	Cemento Portland con escoria de alto horno.
Tipo IP	Cemento Portland puzolánico
Tipo IL	Cemento Portland - Caliza
Tipo I (PM)	Cemento Portland puzolánico - modificado
Tipo IT	Cemento adicionado ternario
Tipo ICo	Cemento Portland compuesto

Fuente: NTP 334.090 (ASTM C-595)



Los cementos hidráulicos adicionados por desempeño son cementos adicionados para aplicaciones generales y especiales donde no existen restricciones en la composición del cemento o sus constituyentes.

Se clasifican por tipos basados en requerimientos específicos: alta resistencia inicial, resistencia al ataque de sulfatos y calor de hidratación.

Tabla N° 7: Tipos de cemento portland adicionados por desempeño

TIPO	DESCRIPCIÓN
Tipo GU	Para uso en construcciones generales
Tipo HE	De alta resistencia inicial
Tipo MS	De moderada resistencia a los sulfatos
Tipo HS	De alta resistencia a los sulfatos
Tipo MH	De moderado calor de hidratación
Tipo LH	De bajo calor de hidratación

Fuente: NTP 334.080 (ASTM C-1157)

1.12.2.2. AGREGADOS

Según la NTP 339.047, los agregados son un conjunto de partículas pétreas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas para elaborar hormigón (concreto) y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites de la NTP 400.037 (ASTM C 33).

Los agregados son los elementos inertes del concreto y se encuentran aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total, por lo que la calidad de éstos tienen una importancia primordial en el producto final.



Se ha establecido convencionalmente la distinción entre agregado grueso y agregado fino en función de las partículas mayores y menores de 4.75mm (Malla Standart ASTM #4).

La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto pues, para tener una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad adecuada, debe haber un ensamble casi total de manera, que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto esté unido por la pasta de cemento.

1.12.2.2.1. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

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 químicas
- Propiedades Mecánicas: Densidad, Dureza y Adherencia.
- Propiedades Físicas: Granulometría, Peso unitario suelto y varillado, peso específico, Contenido de humedad y Porcentaje de absorción.

A. Tamaño máximo del agregado

De acuerdo con la norma ASTM C-125, el tamaño máximo del agregado es la abertura del tamiz más pequeño a través del que la cantidad entera del agregado se exige pasar.

A mayor tamaño de la partícula de agregado será menor el área de superficie específica que se va a humedecer por unidad de masa (es decir, superficie



específica). Así al extender la gradación del agregado hasta su tamaño máximo, se disminuirá el requerimiento de agua en la mezcla; y para una manejabilidad específica y riqueza de la mezcla, la relación agua/cemento puede reducirse, con el consiguiente incremento de la resistencia.

Sin embargo, hay un límite al tamaño máximo del agregado, por encima del cual la disminución en la demanda de agua es contrarrestada por los efectos nocivos de una menor área de adherencia y la discontinuidad que introducen las partículas muy grandes. Por lo mismo, el concreto se vuelve exageradamente heterogéneo con la consiguiente disminución resistencia.

B. Tamaño máximo nominal del agregado

De acuerdo con la norma ASTM C-125, el tamaño máximo nominal del agregado es la abertura del tamiz más pequeño a través del que la cantidad entera del agregado se permite pasar, al ser esta una definición idéntica a la de tamaño máximo del agregado; la misma norma plantea que algunas especificaciones definen al tamaño máximo nominal del agregado como el tamiz inmediatamente superior a aquel en el cual queda retenido un porcentaje establecido de agregado.

De acuerdo con la E.060, el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- $1/5$ de la menor separación entre lados de encofrado.
- $1/3$ de la abertura de la losa, de ser el caso
- $3/4$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.



1.12.2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

La NTP 400.011 es la encargada de definir y clasificar los agregados para uso en morteros y hormigones: Básicamente los agregados se clasifican de acuerdo a las siguientes características:

A. Por su tamaño

- **Agregado fino**, Es el agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8").
- **Agregado grueso**, es aquel material que no pasa por el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.
- **Agregado global**, es el material conformado por una mezcla de arena y grava, este material mezclado en proporciones arbitrarias se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual se extrae en la cantera.

B. Por sus propiedades físicas

- **Agregado bueno**, aquel que por la superior calidad de sus constituyentes contribuye a una resistencia alta, tiene buena durabilidad bajo cualquier condición externa o interna, y es resistente a los procesos de erosión y abrasión.
- **Agregado satisfactorio**, aquel cuyos elementos contribuyen a una moderada resistencia del concreto; e igualmente dan a éste resistencia ante los procesos de erosión y abrasión, así como buena durabilidad bajo cualquier condición.



- **Agregado regular**, aquel cuyos constituyentes a obtener una moderada resistencia a la compresión y abrasión del concreto, pero bajo condiciones de clima pueden contribuir a su destrucción.
- **Agregado pobre**, aquel cuyos constituyentes son de baja calidad y contribuyen a obtener bajas resistencias mecánicas y de abrasión del concreto; e igualmente causan destrucción del concreto bajo condiciones climáticas adversas.

C. Por sus propiedades químicas

- **Agregados inocuos**, aquellos cuyos elementos constituyentes no participan en reacciones químicas dañinas al concreto.
- **Agregados deletéreos**, aquellos que contienen materiales que producen efectos adversos sobre el concreto debido a la reacción química que tiene lugar con posterioridad al endurecimiento de la pasta.

Las sustancias que se consideran deletéreas, en razón de su susceptibilidad al ataque por álcalis presentes en el cemento, no son peligrosas si se emplean con cementos que contienen menos del 0.6% de álcalis totales (ASTM C-33).

D. Por sus peso

- **Agregados pesados**, incluyen el espato pesado; la hematita, la magnetita; la limonita; la baritina etc. Los artificiales incluyen trozos de hierros, bolas de metal, virutas de acero, limaduras de hierro, etc.
- **Agregados de peso normal**, incluyen las arenas y cantos rodados de ríos o cantera, la piedra partida, etc. Entre los artificiales están las escorias de alto horno, el Clinker triturado, el ladrillo partido, etc.



- **Agregados livianos**, aquí se encuentran la escoria volcánica y la piedra pómez. Entre los artificiales el Clinker de altos hornos; la arcillas, pizarras y esquistos expandidos; la perlita, la vermiculita, etc.

E. Por sus perfil

- **Agregado redondeado**, comprende aquellas partículas totalmente trabajadas por el agua o completamente perfiladas por desgaste o frotamiento, tal como la grava de río.
- **Agregado irregular**, comprende las gravas naturalmente irregulares o parcialmente partidas por desgaste y tienen caras redondeadas, tales como las gravas de cantera de aluvión.
- **Agregado laminado**, comprende aquellas partículas en las cuales el espesor es pequeño con relación a las otras dos dimensiones.
- **Agregado angular**, comprende aquellas partículas cuyos ángulos son bien definidos y están formados por la intersección de las caras rugosas, aquí pertenece la piedra chancada.

1.12.2.2.3. Control de calidad de los agregados

El propósito principal del control de calidad del agregado es asegurar un material uniforme que cumpla con los requerimientos de las especificaciones de obra durante la producción del concreto.

Según Rivva, (2000) si la cantera seleccionada ha sido muestreada, ensayada y el material cumple con los requisitos de las especificaciones de la obra, el control



de calidad de aplica a aquellas propiedades del agregado que podrían ser afectadas por el procesamiento.

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas Standard que miden estas propiedades de manera directa o indirecta, para compararlas con valores de referencia establecidos.

1.12.2.3. 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.

El agua de mezcla tiene 3 funciones fundamentales como componente del concreto:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.



1.12.2.3.1. Consideraciones en el empleo del agua

No existe un patrón definitivo en cuanto a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla, ya que incluso aguas no aptas para el consumo humano sirven para preparar concreto y por otro lado depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes.

La norma ACI318 y la norma NTP 339.088 establecen requisitos de calidad genéricos para el agua de mezcla.

Como referencia en cuanto a los límites permisibles en la composición química del agua tenemos la Norma Nacional NTP-339.088:2006, Que establece los requisitos para el agua de mezcla y curado, estos requisitos se muestran en la tabla siguiente.

Tabla N° 8: Requisitos para el agua de mezcla y curado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5 000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (NaHCO ₃)	1 000 ppm máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm máximo
Cloruros (ión Cl)	1 000 ppm máximo
Ph	Entre 5.5 y 8.0

Fuente: NTP 339.088



1.12.2.3.2. Requisitos del agua según el comité 318 del aci

El ACI en su Capítulo 3, acápite 3.4, fija los siguientes requisitos:

- El agua deberá estar limpia y libre de cantidades de sustancias nocivas.
- El agua que contengan elementos de aluminio embebidos, no deberá contener cantidades nocivas de ion cloruro.
- No deberá emplearse en el concreto, aguas no potables.

1.12.2.4. ADITIVOS

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de haber formado la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. (Carbajal, 1999. Pág. 113).

Debido a la gran variedad de la geografía de nuestro país y la variedad de sus climas el concreto tiene que responder a cada uno de sus requerimientos y para ello existen diversos tipos de cementos sin embargo estos no satisfacen todos ellos, para ello contamos con la gran variedad de aditivos y las diferentes características que este genera debido a la interacción de la composición química del aditivo y la composición química del cemento.

Existen consecuentemente varios casos, en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos. Ya que estos contribuyen a minimizar los riesgos que ocasiona el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla de concreto original como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, etc.



1.12.2.4.1. Razones de empleo

- Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial
- Reducción en el contenido de agua
- Incrementa la trabajabilidad sin modificar la relación agua cemento.
- Retardo o reducción en el desarrollo del calor de hidratación
- Aumento de la impermeabilidad del concreto
- Control de la expansión debido a la reacción álcali-agregados
- Incremento en las resistencias al impacto y/o la abrasión
- Control de la corrosión de los elementos metálicos embebidos en el concreto
- Producción de morteros celulares
- Producción de concretos coloreados

1.12.2.4.2. Clasificación

De acuerdo a la norma ASTM C 494 se clasifica en:

- Tipo A reductores de agua
- Tipo B retardadores de fragua
- Tipo C acelerantes
- Tipo D reductores de agua y retardadores de fragua
- Tipo E reductores de agua y acelerantes
- Tipo F reductores de agua de alto rango
- Tipo G reductores de agua de alto rango y retardadores de fragua
- Aditivos de desempeño específico
- Aceleración o retardo



1.12.2.4.3. Aditivo empleado por la empresa “WUANUKO MIX”

AT-56: Plastificante Retardante de Rango Medio

Descripción

AT-56 es un reductor de agua de medio rango que incorpora materias primas de alta tecnología, permitiendo un mejor control del concreto. No contiene cloruros, no es tóxico ni inflamable.

Aspectos Técnicos

Reduce la razón agua cemento en porcentaje entre 10% y 15%, sin afectar la plasticidad del concreto. Prolonga el tiempo de trabajabilidad sin alterar las resistencias.

Aplicación

AT-56 debería utilizarse en casi todos los concretos ya sean premezcladas o preparados en terreno.

Reducción de costo

Consecuencia de la reducción de agua y aumento en las resistencias, puede reducir la cantidad de cemento.

Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2008.



Dosis

Recomendamos dosis de 0.8 a 1.5% sobre peso del cemento. Lo ideal es contactar el servicio técnico ULMEN para optimizar su uso.

Presentación

Tambores plásticos de 220 kg. Contenedores retornables de 1.100 kg.

Propiedades físicas y químicas

- Apariencia : Líquido
- Color : Café oscuro
- Densidad : $1,210 \pm 0,02$ g/mL
- pH : 9 ± 1
- Viscosidad : 15 ± 2 (s) (C. Ford N°4)
- Inflamación, Combustión, Explosión : No inflamable, No Combustible, No explosivo.
- Solubilidad : Completamente soluble en agua

Clasificación

AT56 se clasifica como aditivo tipo D según la norma ASTM C494

NOTA: para ver La ficha técnica y hoja de seguridad ir el Anexo N°2



1.13. GLOSARIO

- ✦ **RNE.** Siglas del Reglamento Nacional de Edificaciones
- ✦ **ASTM.** Siglas en inglés de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials).
- ✦ **ACI.** Siglas en inglés del Instituto Americano de Concreto (American Concrete Institute).
- ✦ **Asentamiento.** Medida de la consistencia del concreto fresco, también llamado revenimiento o SLUMP.
- ✦ **Cilindro de concreto.** Espécimen para el ensayo de resistencia a compresión. Se elabora vaciando concreto en un molde de metal, el cual usualmente tiene una altura equivalente al doble del diámetro.
- ✦ **Concreto.** En la actualidad se le conoce como hormigón, material compuesto que consiste esencialmente en un medio ligante dentro del cual hay partículas o fragmentos de agregado fino y agregado grueso; en el hormigón de cemento portland el ligante es una mezcla de cemento portland y agua.
- ✦ **Concreto premezclado.** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.
- ✦ **Consolidación.** Es el proceso que consiste en compactar al concreto fresco para amoldarlo dentro del encofrado, evitando las cavidades del aire atrapado.
- ✦ **Curado.** Es el mantenimiento de condiciones favorables de humedad y de temperatura del concreto a tempranas edades, para que desarrolle su resistencia y otras propiedades.



- ✂ **Encofrado.** Molde temporal para el concreto fresco, que se retira una vez que el concreto logra la resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo. También puede ser llamado también formaleta o cimbra.
- ✂ **Hidratación.** Reacción química entre el cemento hidráulico y el agua.
- ✂ **Planta de premezclado.** Es un lugar apropiado en donde se instalan maquinarias y equipos especializados para elaborar concreto en grandes cantidades en condiciones similares a la de un laboratorio, para posteriormente entregarlo en obra como un producto no endurecido.
- ✂ **Mixer.** El mixer es un vehículo mezclador y transportador de concreto fresco que consta de una tolva rotatoria a velocidad variable de forma ovalada ubicada en la parte posterior del vehículo.
- ✂ **Trabajabilidad.** También llamada manejabilidad, es la facilidad de colocación, compactación y acabado del concreto fresco.
- ✂ **Resistencia del concreto.** Referida a la de compresión, se define como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto cargado a la compresión uniaxial y expresada en kg/cm² en el Sistema Internacional.
- ✂ **Vaciado.** Acción de colocar el concreto en estado fresco en el encofrado para que adquiera la forma endurecida requerida.
- ✂ **Vibrado.** Acción de vibrar al concreto fresco con el objeto de expulsar el aire atrapado durante el mezclado.



CAPÍTULO II.

MARCO INFORMATIVO



CAPÍTULO II. Marco informativo

2.1. INFORMACIÓN BÁSICA

2.1.1. Nombre del proyecto

“Construcción del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Centro Poblado la Esperanza y Anexos - Amarilis Huánuco, Provincia de Huánuco – Huánuco”

2.1.2. Ubicación

Amarilis – Huánuco - Huánuco

2.1.3. Modalidad de ejecución

Administración directa

2.1.4. Entidad ejecutora

Gobierno Regional Huánuco (GOREHCO)

2.1.5. Monto de expediente técnico por administración directa

S/.45´689,063.97

2.1.6. Plazo de ejecución

600 días calendarios

2.1.7. Fecha de inicio de plazo de obra

05 de Setiembre del 2017

2.1.8. Fecha de terminación de plazo de obra

04 de Abril del 2019

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA

2.2.1. Ubicación geográfica

La ubicación del proyecto es la siguiente.

- Región : Huánuco
- Provincia : Huánuco
- Distrito : Amarilis
- Centro Poblado : La Esperanza
- Altitud : 1900 msnm.

El área de estudio se encuentra ubicada al Nor Este de la ciudad de Huánuco, en la margen derecha del Rio Huallaga, cuenta con un acceso vial directo mediante la carretera Huánuco – Tingo María con un tiempo de viaje aproximado de 5 min.



Imagen N° 1: Mapa de ubicación de la provincia de Huánuco en el departamento de Huánuco



Imagen N° 2: Mapa de ubicación del distrito de Amarilis en la provincia de Huánuco

El centro poblado La Esperanza se encuentra ubicado en:

- Latitud : 9°54'72" Latitud Sur.
- Longitud : 76°13'68" Longitud Oeste.
- Altitud promedio : 1932 msnm.

2.2.2. Delimitación Política

Huánuco es un departamento del Perú situado en el centro del país. Limita con los departamentos de San Martín al norte, Ancash al oeste, Lima al suroeste, Pasco al sur y Ucayali al este.

El Centro Poblado La Esperanza pertenece al del Distrito de Amarilis, que limita con los Distritos de Huánuco, Pillco Marca y Santa María del Valle.



2.2.3. Vías de Acceso

Se cuenta con vías de acceso terrestre y aéreo. El principal acceso terrestre a la zona del Estudio desde la Capital del Perú es mediante la Carretera Central, el viaje desde la capital del Perú toma alrededor de 10 hr. Existen varias empresas de transporte con una continuidad diaria y en varios turnos.

2.2.4. Clima

Huánuco tiene un clima variado dependiendo de la altitud y la región donde pertenezca la zona. En la ciudad se tiene un clima agradable, por eso es llamada la ciudad del mejor clima del mundo. Cuenta con un clima templado y seco. De Mayo a Noviembre se tiene un promedio de 24°C y de Diciembre a Abril es tiempo de lluvias la temperatura puede descender hasta un promedio de 18°

2.3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

2.3.1. Área del proyecto

El sistema de agua potable y alcantarillado se proyectó a construir en un terreno cuya área bruta es de 376.24 ha

2.3.2. Tipología

El proyecto plantea la construcción de las siguientes metas físicas:

Sistema de agua potable

- 02 Pozos tubulares de 100 metros de profundidad y 02 casetas de bombeo
- 03 Reservorios apoyados R-01 (1600m³), R-02 (500m³) y R-03 (500m³)
- 04 Estaciones de bombeo
- 37,236.51 metros de redes de distribución



Sistema de alcantarillado

- Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)
- 42,583.63 metros de longitud de tubería
- 952 cámaras de inspección (buzones)

2.3.3. Características del proyecto

El proyecto “Construcción del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Centro Poblado la Esperanza y Anexos - Amarilis Huánuco, Provincia de Huánuco – Huánuco”, consiste en dotar al Centro Poblado La Esperanza de un sistema de agua potable y alcantarillado.

Según se indica en el Estudio de Suelos elaborado por el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa SERVICIOS DE INGENIERÍA Y GEOTECNIA (SERVINGEO S.A.C), y el profesional responsable es el ing. Luisa Esther Shuan Lucas, Reg.N°56339, concluyen lo siguiente:

- Para el sistema de redes de agua y alcantarillado, el terreno donde está asentada el Centro Poblado La esperanza y Anexos tiene mayoritariamente como terreno normal y algunos sectores con material semirrocoso y rocoso; de acuerdo a los análisis químicos el subsuelo no presenta sales agresivas, por lo cual, se podrá utilizar cemento Portland Tipo I en la preparación del concreto de las estructuras.
- Los Reservorios se ubican sobre depósitos de origen coluvio-residual clasificados como gravas y arenas limosas.



- La planta de tratamiento de aguas residuales se ubica en terrazas a pocos metros del borde de la margen derecha del río Huallaga. En dicho lugar se registró un depósito fluvio-aluvial con gravas y arenas gravosas, se ubicó nivel freático entre 1.9 y 2.10 m. de profundidad registrado en diciembre 2012 (temporada de lluvia).

La planta de tratamiento de aguas residuales tienen un sistema convencional con varias estructuras de concreto armado de dimensiones variables, las estructuras enteradas y semienterradas consideran una cimentación con platea. En el proceso de construcción se emplearon materiales tales como el cemento Portland tipo V correspondientes para la elaboración del concreto.

2.3.4. Mención de partidas de estructurales

Las partidas estructurales, se resume en las siguientes:

- Cámaras de inspección (buzones)
- Reservorios apoyados
- Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)
 - 03 cámaras de bombeo
 - Cámara de rejas, desarenador con control de flujo por vertedero sutro, medidor de caudal por canaleta parshall
 - Reactores biológicos UASB
 - Filtros Biológicos de grava
 - Cámara de contacto de cloro



CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO



CAPÍTULO III. Marco metodológico

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es *descriptivo*, ya que se realizó la recolección de datos de conceptos o variables, tal como es y cómo se manifiesta en el momento de realizarse el estudio. Desde el punto de vista cognoscitivo su finalidad es describir y desde el punto de vista estadístico su propósito es estimar.

3.1.2. Tipo de investigación

La clasificación de los tipos de investigación, se han considerado según los siguientes criterios:

- De acuerdo al fin que se persigue es una *investigación aplicada*, ya que busca conocer mediante la utilización práctica de los conocimientos.
- De acuerdo a los tipos de datos analizados es una *investigación cuantitativa*, porque esta investigación confía en la medición numérica.
- De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es una *investigación no experimental*, debido a que no se manipuló ninguna variable. Los tipos de investigación no experimental en las que se caracteriza la presente investigación sería:
 - ✓ *Investigación descriptiva*, ya que se determinan propiedades del concreto
 - ✓ *Investigación transversal*, porque describe el fenómeno en un momento determinado de tiempo.



3.2. Técnicas de recolección de datos

Se usó la técnica de la *observación*, la cual se define como la precepción intencionada e ilustrada de un hecho. Los elementos de la observación son los siguientes:

- ✓ Objeto de observación. Es aquel que es portador de las características que son objeto de estudio (variables).
- ✓ Observador. Es el investigador
- ✓ Medios de observación. Formado por los sentidos, instrumentos de medición y procedimientos.

3.3. DEFINICIÓN DE LAS MUESTRAS

Esta investigación comprende un muestreo en campo para determinar las propiedades del concreto como la temperatura, revenimiento y la resistencia a compresión. Por lo tanto las “muestras” son especímenes cilíndricos estándar de concreto (de 6” de diámetro y 12” de altura) extraídas de la misma mezcla vaciada en las estructuras.

La cantidad de muestras tomadas se basa en el criterio personal, teniendo en cuenta las especificaciones de la E.060, ACI 318 y la ASTM C-94M, en dónde “Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación el $f'c$ ”. Además, según la norma E.060 del RNE indica que un registro ensayos de muestras es considerado como suficiente para que sea representativo cuando consta de 30 a más ensayos.



En tal sentido:

Para el concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm². Teniendo en cuenta el uso común de este tipo de concreto se consideró conveniente tomas 2 muestras por cada mixer (en total 60).

Para el concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm². Para este tipo de concreto se consideró conveniente tomas 2 muestras por cada mixer (en total 30).

3.4. ZONAS DE MUESTREO

Para el concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm². Las muestras fueron extraídas de las cámaras de inspección (buzones), ubicadas en todo el centro poblado La Esperanza y Anexos.

Para el concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm². Las muestras fueron extraídas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ubicadas en la parte Nor Este del centro poblado La Esperanza. Referencialmente se ubican en las siguientes coordenadas 365554 E y 8906072 S (zona 18S y sistema WGS 84).

3.5. PROCEDIMIENTO DESARROLLADO

Para poder cumplir con el objetivo principal del presente trabajo de investigación, el procedimiento desarrollado en forma detallada que consta de los siguientes procesos:

3.5.1. OBTENCIÓN DE DATOS DE CAMPO

Con el fin de obtener los datos de campo, se elaboraron protocolos que permitan obtener ordenadamente la información necesaria y complementaria.

La información complementaria está referida a los datos generales de cada muestreo y la determinación de la existencia o no de asesoría técnica, tipo y calidad de insumos, dosificación y los métodos de elaboración, siendo considerados estos parámetros más influyentes en la temperatura, revenimiento del concreto, principalmente en su resistencia.

3.5.2. MUESTREO DEL CONCRETO FRESCO

El muestreo fue realizado teniendo en cuenta las consideraciones de la norma ASTM C-172 (NTP 339.036:2017). Esta norma establece los procedimientos para obtener muestras representativas de concreto fresco durante su transporte o en la obra.

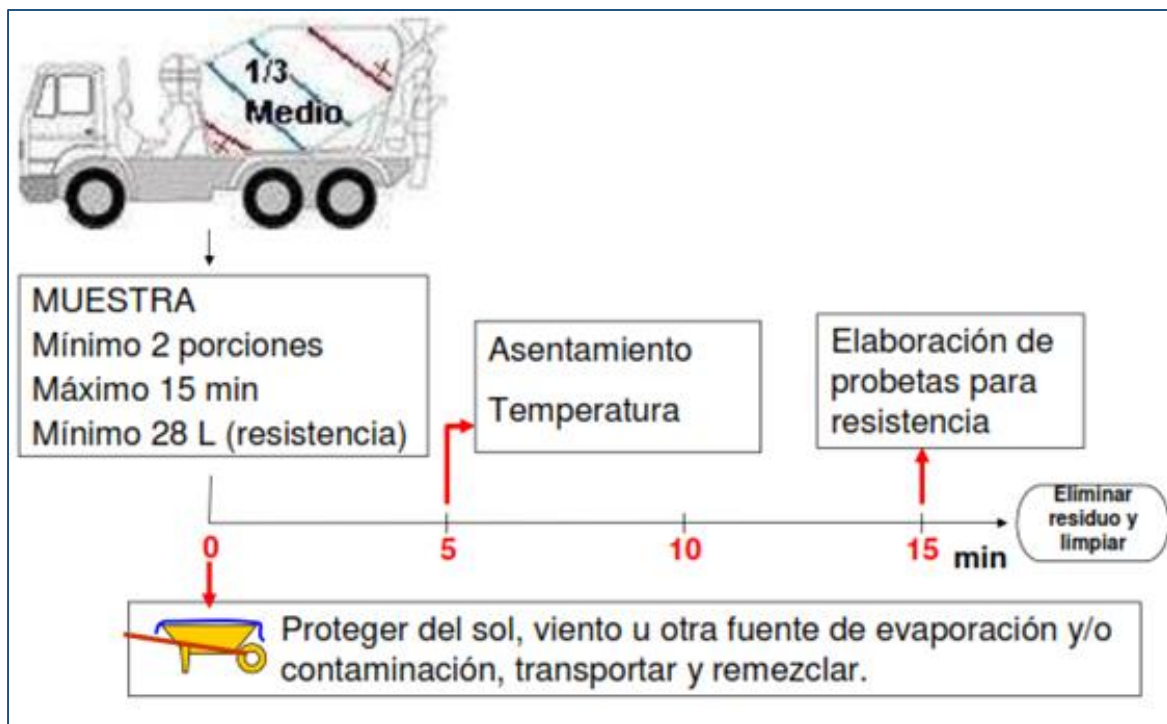


Imagen N° 3: Esquema de muestreo de concreto fresco



Equipo utilizado

Se utilizó recipientes de muestreo limpios, de material resistente, no absorbente y químicamente inerte con los componentes del concreto y de capacidad suficiente para contener la muestra, usualmente carretilla tipo buggy.

Procedimiento

- La muestra para que sea representativa fue tomada de la porción central de la tanda de concreto y en la cantidad suficiente para poder elaborar los especímenes.
- El tiempo para obtener la muestra fue lo más corto posible, sin exceder los 15 min.
- Se combinó y remezcló con una pala la muestra para asegurar la uniformidad de la misma.
- Luego de obtener haber obtenido la muestra final se procedió a iniciar el ensayo de asentamiento, dentro de los 5 minutos siguientes.
- Se protegió la muestra (principalmente del sol y no realizaron transportes internos largos en la obra para evitar la segregación del concreto) hasta la elaboración de los especímenes para el ensayo de resistencia, el tiempo comprendido estuvo dentro de los 15 min como máximo después de haber obtenido la muestra.

3.5.3. ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO

Las condiciones y el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto, se realizó de acuerdo a la norma ASTM C1064 (NTP 339.183:2018).

Finalidad

Este método de prueba permite medir la temperatura del hormigón recién mezclado. La temperatura medida representa la temperatura al momento de la prueba, que puede no ser indicativa de la temperatura en un momento posterior.

Herramientas y equipos



Imagen N° 4: Termómetro digital para concreto

Procedimiento

La medición de la temperatura de la mezcla de concreto fresco debe realizarse dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención de la muestra.

Coloque el termómetro en la mezcla de concreto fresco de modo que el sensor de temperatura esté sumergido al menos 75 mm (3 pulgadas).



Presione suavemente la superficie del concreto alrededor del aparato de modo que la temperatura ambiental no afecte la medición.

Deje el termómetro en la mezcla de concreto recién mezclado por un período de 2 minutos, o hasta que la lectura de la temperatura se estabilice, entonces registre la temperatura.

3.5.4. ENSAYO DE REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

El ensayo fue realizado según la norma ASTM C143 (NTP 339.035). Esta norma establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, tanto en el laboratorio como en el campo.

Finalidad

Se realizó con el fin de determinar la fluidez del concreto fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams.

Equipos y herramientas

- Molde metálico, troncocónico, abierto por ambos extremos, con un diámetro superior de 10 cm. e inferior de 20 cm., además de pisaderas y asas.
- Varilla punta de bala lisa, de un diámetro de 1.6 cm. y largo 60 cm.
- Placa de apoyo, rígida, no absorbente y por lo menos de 40 x 60 cm.
- Cucharón metálico.
- Wincha o regla.

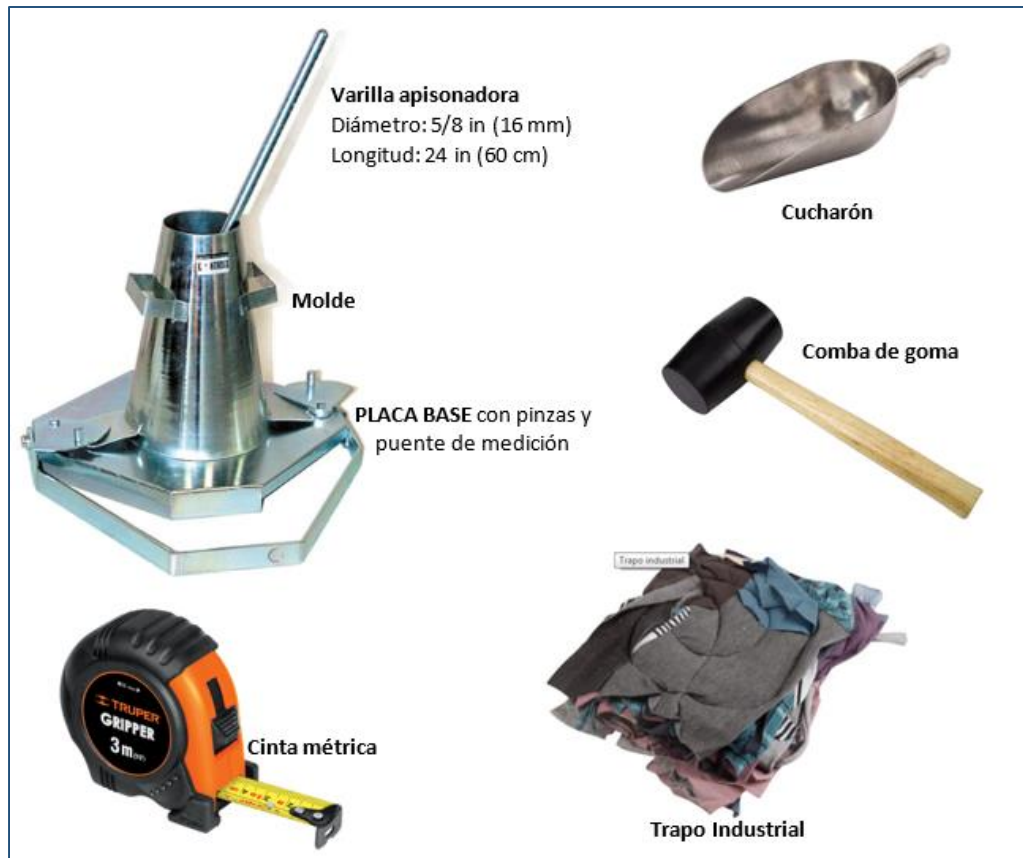


Imagen N° 5: Equipos y herramientas para el ensayo de revenimiento

Procedimiento

- Humedecer el molde con el trapo y colocarlo en una superficie plana y rígida.
- Colocar el concreto en el molde usando un cucharón.
- Llene el molde en tres capas, cada una de aproximadamente 1/3 del volumen del molde.
- Varillar cada capa 25 veces uniformemente en toda la sección transversal de cada capa. Para la capa del fondo es necesario inclinar la varilla ligeramente y dar aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro, continuando con golpes verticales en forma de espiral hacia el centro. Consolidar la segunda capa y la capa superior (última capa) en todo

su espesor, de tal manera que los golpes apenas penetren en la capa inferior en aproximadamente 25 mm (1pulg).

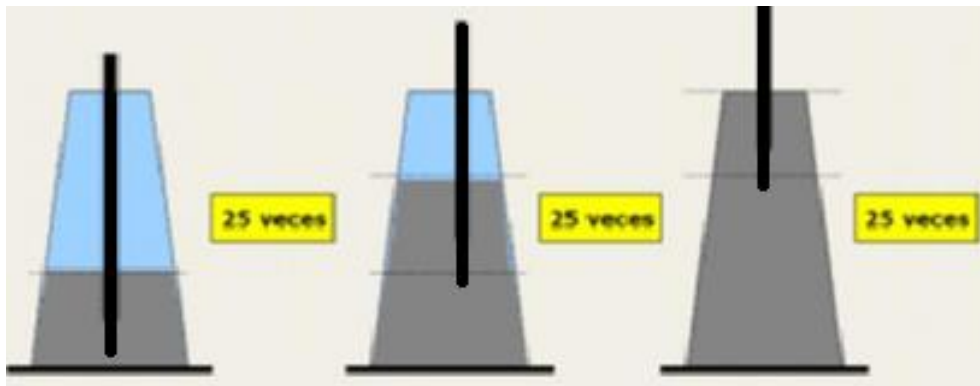


Imagen N° 6: Esquema de varillado para el ensayo de revenimiento

- Después de haber varillado la última capa, emparejar la superficie del concreto mediante el enrase y rodamiento de la varilla de apisonamiento.
- Remueva el concreto del área que rodea la base del molde para evitar la interferencia con el movimiento del concreto que se está descargando.
- De inmediato retirar el molde, levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Levantar el molde una altura de 300mm (12 pulg) en 5 ± 2 segundos, con un movimiento ascendente uniforme sin movimientos laterales o de torsión.
- De inmediato medir el asentamiento determinando la diferencia vertical entre la parte superior del molde y el centro original desplazado de la superficie superior del espécimen.
- Se tuvo en cuenta de que toda la operación de llenado hasta la medición no dure más de 3 minutos.



3.5.5. ELABORACIÓN Y CURADO DE PROBETAS

La prueba fue realizada teniendo en cuenta la práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto de campo indicada en la norma ASTM C31 (NTP 339.033:2015).

El concreto utilizado para elaborar especímenes moldeados debe ser muestreado después de que hayan sido hechos todos los ajustes in situ de la dosificación de la mezcla, incluyendo la incorporación de agua de mezclado y aditivos.

Finalidad

Se realizó con la finalidad de elaborar y curar las probetas de concreto fresco, las cuales se destinaron a los ensayos de compresión del concreto.

Equipo utilizado

- Aparatos de compactación: varilla punta de bala, vibradores internos y/o externos.
- Moldes estándar de material no absorbente que no reaccione con el cemento, para confeccionar probetas destinadas a los ensayos.
- Los moldes utilizados fueron de 6" de diámetro por 12" de altura con la finalidad de cumplir con las especificaciones normalizadas, donde: La dimensión básica interior, deberá ser igual o mayor a 3 veces el tamaño máximo de la grava. La superficie de los moldes que entran en contacto con el concreto, se debe aplicar una delgada capa de aceite u otro material que prevenga la adherencia y no reaccione con los componentes del concreto.



Imagen N° 7: equipo y materiales para la elaboración de probetas

Procedimiento

- Colocar el molde sobre una superficie horizontal, rígida, nivelada y libre de vibraciones.
- Llenar el molde en tres capas de igual volumen. En la última capa, agregar la cantidad de hormigón suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación. Ajustar el sobrante o faltante de hormigón con una porción de mezcla y completar el número de golpes faltantes.



- Compactar cada capa con 25 penetraciones de la varilla usando la punta semiesférica, distribuyendo uniformemente las penetraciones.
- Compactar la capa inferior en todo su espesor. Compactar la segunda y tercera capas, penetrando 1 pulgada (25 mm) en la capa anterior.
- Después de compactar cada capa, golpear los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con el mazo para liberar las burbujas de aire que pueden quedar atrapadas.
- Enrasar el exceso de hormigón con la varilla de compactación y si es necesario se le da un acabado con una llana.
- Identificar los especímenes.
- Al día siguiente de su elaboración, se deben transportar cuidadosamente hacia el lugar acondicionado para el curado y se desmoldaron las probetas, teniendo en cuenta que el tiempo mínimo para desmoldar las probetas (20 horas para cilindros).
- Para su curado, las probetas deberán sumergirse en una poza de curado para conservar su humedad.

3.5.6. ENSAYO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de la obra “construcción del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado la esperanza y anexos-amarilis-Huánuco, provincia de Huánuco - Huánuco”, teniendo en cuenta el Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, indicada en la norma ASTM C39 (NTP 339.034:2015).

Equipo utilizado



Imagen N° 8: equipos y herramientas para el ensayo de resistencia a la compresión

Finalidad

Se realizó el ensayo para determinar la resistencia a compresión de las muestras cilíndricas de concreto.

Muestra

- Comprobar que el eje axial de perpendicularidad y los extremos planos del espécimen, no se alejen más de $0,5^\circ$ (1 mm en 100 mm).
- Medir dos diámetros en ángulo recto y descartar la probeta si difiere más de 2%
- Medir la longitud del espécimen con una precisión de 1 mm en tres lugares espaciados alrededor de la circunferencia.



Imagen N° 9: medición de la probeta para realizar el ensayo de resistencia a la compresión

Procedimiento

- Empezar el ensayo tan pronto como el espécimen haya retirado de la cámara de curado, conservando sus condiciones de humedad (secado superficial).
- Limpiar la superficie de los soportes inferior y superior de la prensa



- Colocar al espécimen los platos con sus respectivas almohadillas de neopreno en el bloque de soporte.
- Alinear los ejes del espécimen con el centro del bloque de empuje superior
- Verificar que el indicador de carga se encuentre en cero
- Mover el bloque de soporte inferior lentamente para poner el espécimen en contacto con los platos de compresión de la prensa
- Aplicar carga continuamente con un rango de velocidad de 0.25 ± 0.05 MPa/s
- Durante el ensayo ajuste la válvula de inyección de aceite suavemente, con el objetivo de mantener constante la velocidad de aplicación de la carga durante la última mitad de la fase de carga
- Aplicar la carga hasta que espécimen falle
- Registrar la máxima carga soportada por el espécimen
- Anotar el tipo de fractura y la apariencia del concreto
- Calcular el esfuerzo de compresión.

3.6. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CONCRETO

Después de haber aplicado la metodología indicada anteriormente para obtener los datos necesarios para el estudio, se procedió a elaborar tablas y gráficos adicionales con el fin de organizar, procesar y mostrar la información obtenida de una manera ordenada con la finalidad de poder expresar claramente los resultados.

De la misma manera y como habitualmente se hace para determinar su aceptación o rechazo de la temperatura y revenimiento del concreto en proyectos estructurales.



Contando con los datos de cada muestra cilíndrica de concreto (diámetro y carga última), se determinó el área y por consiguiente la resistencia a compresión $f'c$ alcanzada, posteriormente se determinó la resistencia promedio para el concreto proveniente de cada mixer.

3.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Conociendo las temperaturas, revenimientos y las resistencias promedio se realizó la evaluación y análisis estadístico, determinándose la resistencia promedio general, desviación estándar y varianza; además se elaboraron tablas y gráficos de control.

Se realizaron comparaciones respecto a las consideraciones indicadas en la norma E.060 del RNE y otros estudios relacionados con los requisitos que debería cumplir el concreto para ser aceptado en obra.



CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS



CAPÍTULO IV. Discusión de resultados

4.1. EVALUACIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO F´C=210 KG/CM2

4.1.1. MATERIALES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

La información ha sido limitada por la planta productora de concreto “WUANUKO MIX”, por lo que se consideró presentar solamente los datos obtenidos mediante la visita a la planta de manera informativa (ver panel fotográfico) y los datos obtenidos en campo durante el muestreo.

4.1.1.1. Agua utilizada

Se investigó (durante visita a la planta) que el agua proviene de red pública (agua potable), se considera apta para su uso en la mezcla de concreto hidráulico.

4.1.1.2. Tipo de cemento

El cemento que se ha empleado para el diseño del concreto hidráulico es el Cemento Portland Tipo I, marca ANDINO.

4.1.1.3. Calidad de Agregados

Los agregados provienen del río Huallaga y son acopiadas en la planta de concretera WUANUKO MIX, este material es triturado en la chancadora propia de la concretera y los agregados son seleccionados y evaluados a través de pruebas de calidad, antes de utilizarlos en el concreto que se distribuye a los clientes.

4.1.1.4. Aditivos

El concreto premezclado evaluado se empleó un aditivo tipo D que es un aditivo líquido que imparte al concreto fresco una alta reducción de agua, y obteniéndose altas resistencias a cualquier edad, o bien, una consistencia fluida para lograr una



alta trabajabilidad. El AT-56 es un reductor de agua de medio rango que incorpora materias primas de alta tecnología, permitiendo un mejor control del concreto. No contiene cloruros, No es toxico ni inflamable. (Según la ficha técnica del aditivo AT-56, ver Anexo N°2).

4.1.2. DOSIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DEL CONCRETO

El concreto premezclado al ser un producto industrializado está obligado a cumplir con las indicaciones de la norma ASTM C-94 (NTP. 339.114).

Este tipo de concreto es elaborado teniendo en cuenta las propiedades y características de sus componentes así como de la obra (información proporcionada por el cliente), se rige por un previo diseño, las proporciones son realizadas en planta dosificadora, por pesos (siendo este método más preciso), el mezclado se realiza en camiones mezcladores "mixer", en los mismos que es transportado a obra.

4.1.3. TIEMPO DE TRANSPORTE

Un parámetro importante que influye en las propiedades del concreto premezclado es el tiempo de transporte, pues el fabricante establece un límite de tiempo durante el cual garantiza la calidad del concreto, al exceder este límite las propiedades se ven alteradas.

4.1.4. DATOS DEL CONCRETO MUESTREADO

El concreto premezclado de resistencia $f'c=210$ kg/cm² se usó en las cámaras de inspección (buzones). Los datos obtenidos del concreto premezclado llegado a obra, se presentan en la tabla N°9.



Tabla N° 9: datos del concreto muestreado

MIXER N°	FECHA	HORA	Temperatura (°C)	Slump Medido (Pulgadas)
M-01	08/05/2018	08:30 a.m.	26.5	5 3/4
M-02	16/05/2018	03:12 p.m.	28.6	4
M-03	23/05/2018	02:27 p.m.	28.0	6
M-04	23/05/2018	04:10 p.m.	25.3	7
M-05	23/05/2018	04:50 p.m.	26.6	5 1/2
M-06	31/05/2018	12:27 p.m.	28.7	5
M-07	01/06/2018	10:30 a.m.	25.7	6 1/2
M-08	04/06/2018	01:45 p.m.	25.0	5
M-09	12/06/2018	04:30 p.m.	25.8	7
M-10	14/06/2018	03:15 p.m.	25.0	5
M-11	15/06/2018	09:15 a.m.	22.7	6
M-12	21/06/2018	02:50 p.m.	26.9	5
M-13	22/06/2018	03:30 p.m.	25.0	5
M-14	28/06/2018	08:00 a.m.	24.5	6
M-15	07/07/2018	10:45 a.m.	25.8	5 1/2
M-16	06/08/2018	03:30 p.m.	23.2	7
M-17	06/08/2018	10:35 a.m.	23.2	8
M-18	11/08/2018	10:30 a.m.	26.3	5 3/4
M-19	14/08/2018	11:40 a.m.	25.8	2 3/4
M-20	17/08/2018	02:38 p.m.	27.4	7 1/2
M-21	12/09/2018	01:15 p.m.	24.5	6 1/2
M-22	19/09/2018	02:00 p.m.	28.0	7 1/2
M-23	21/09/2018	02:50 p.m.	29.2	5
M-24	26/09/2018	02:20 p.m.	28.2	4 3/4
M-25	03/10/2018	03:00 p.m.	26.4	5
M-26	28/09/2018	08:45 a.m.	24.2	5 1/2
M-27	13/09/2018	08:40 a.m.	23.6	7
M-28	13/09/2018	09:05 a.m.	24.1	8 1/2
M-29	13/09/2018	10:40 a.m.	28.6	7 3/4
M-30	27/09/2018	10:10 a.m.	28.2	7 1/4

Fuente: elaboración propia



4.1.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Según los datos mostrados en la tabla N°9 se puede realizar el análisis de manera limitada, pues este tipo de concreto es elaborado de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM C-94 (NTP.339.114), sin embargo la finalidad de la presente investigación es solamente evaluar si satisface o no las solicitudes del cliente en cuanto a la temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto, cuando ya es puesto en obra.

4.1.5.1. Temperatura

La temperatura medido en campo del concreto premezclado se midió en grados Celsius (C°). En la tabla N°9 se puede observar que en el 100% de los muestreos realizados la temperatura medida está por debajo de la temperatura máxima 32 °C especificada en la norma de Concreto Armado E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

4.1.5.2. Revenimiento

En la tabla N°9 se observa el revenimiento medido en campo del concreto premezclado se midió en pulgadas con la finalidad de poder comparar con el de diseño y los límites permisibles indicados en la norma ASTM C-94 (con aprox. 1/4" pulgada).

Las cámaras de inspección (buzones) son de secciones pequeñas y son de concreto armado pasado los 3 metros, por lo que consideramos el tipo de concreto como plástico – fluido, definiendo como rango de consistencia de 4" - 8".

Tabla N° 10: Asentamientos usuales en Perú

Consistencia	Tipo	Uso
3" – 4"	Semi Seco	Pistas, losas con pendientes, concretos simples, etc.
4" – 6"	Plástico	Estructura de concreto armado en general, concretos bombeados (mínimo 4"), etc.
6" – 8"	Fluido	Estructura de mayor concentración de fierro, menores dimensiones, bombeo a mayor altura, concreto bombeados con fibra.
> 8"	Reoplástico	Concretos autocompactantes, mayor concentración de fierros y dimensiones muy reducidas

Fuente: Viavaca, exposición Asocem 2015

De la tabla N°9 se puede observar que el 96.6% (29/30) de los muestreos realizados cumplió el asentamiento permitido en la tabla N°10.

4.1.5.3. Resistencia a la compresión

En la tabla N°11, se puede observar que el 93 % (28/30) de los muestreos realizados está por encima del valor de resistencia de diseño evaluada ($f'c = 210$ kg/cm²). Para una mejor interpretación de los resultados se realiza el análisis estadístico.

4.1.6. EVALUACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS NORMATIVOS

Contando con la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos, se analizó los criterios de aceptación del concreto, asignados por la ASTM C-94 los son considerados también por el ACI 318 y tomados por la E.060. Los datos se presentan en la tabla N°12.



Tabla N° 11: Resultados de ensayos a compresión del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Mixer N°	Fecha		Edad (días)	f'c Diseño (kg/cm ²)	Código probeta	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c Obtenida (kg/cm ²)	Tipo de Rotura	f'c Promedio (kg/cm ²)	% Alcanzado
	Vaciado	Ensayo										
M-01	08/05/2018	05/06/2018	28	210	M-01-01	15.20	181.5	45984	253.4	2	250.3	119.2%
					M-01-02	15.07	178.4	44100	247.2	5		
M-02	16/05/2018	13/06/2018	28	210	M-02-01	15.23	182.2	45220	248.2	5	247.0	117.6%
					M-02-02	15.15	180.3	44298	245.7	2		
M-03	23/05/2018	20/06/2018	28	210	M-03-01	15.25	182.7	36210	198.2	6	202.7	96.5%
					M-03-02	15.24	182.4	37775	207.1	5		
M-04	23/05/2018	20/06/2018	28	210	M-04-01	15.10	179.1	43102	240.7	1	237.8	113.2%
					M-04-02	15.35	185.1	43461	234.9	5		
M-05	23/05/2018	20/06/2018	28	210	M-05-01	15.21	181.7	40155	221.0	2	221.7	105.6%
					M-05-02	15.16	180.5	40156	222.5	4		
M-06	31/05/2018	28/06/2018	28	210	M-06-01	15.25	182.7	46686	255.6	2	256.4	122.1%
					M-06-02	15.10	179.1	46045	257.1	5		
M-07	01/06/2018	29/06/2018	28	210	M-07-01	15.25	182.7	39381	215.6	3	217.0	103.4%
					M-07-02	15.15	180.3	39383	218.5	2		
M-08	04/06/2018	02/07/2018	28	210	M-08-01	15.15	180.3	48359	268.3	3	264.0	125.7%
					M-08-02	15.20	181.5	47137	259.8	2		
M-09	12/06/2018	10/07/2018	28	210	M-09-01	15.20	181.5	36589	201.6	5	204.7	97.5%
					M-09-02	15.21	181.7	37749	207.8	3		
M-10	14/06/2018	12/07/2018	28	210	M-10-01	15.10	179.1	45029	251.4	3	250.6	119.3%
					M-10-02	15.15	180.3	45030	249.8	5		
M-11	15/06/2018	13/07/2018	28	210	M-11-01	15.19	181.2	44372	244.9	2	245.5	116.9%
					M-11-02	15.15	180.3	44373	246.2	6		
M-12	21/06/2018	19/07/2018	28	210	M-12-01	15.20	181.5	50036	275.7	2	279.2	133.0%
					M-12-02	15.00	176.7	49964	282.7	1		
M-13	22/06/2018	20/07/2018	28	210	M-13-01	15.16	180.5	54076	299.6	5	300.3	143.0%
					M-13-02	15.10	179.1	53914	301.1	4		
M-14	28/06/2018	26/07/2018	28	210	M-14-01	15.19	181.2	43911	242.3	2	238.5	113.6%
					M-14-02	15.13	179.8	42205	234.7	5		
M-15	07/07/2018	04/08/2018	28	210	M-15-01	15.28	183.4	42964	234.3	2	235.4	112.1%
					M-15-02	15.21	181.7	42966	236.5	3		



Mixer N°	Fecha		Edad (días)	f'c Diseño (kg/cm ²)	Código probeta	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c Obtenida (kg/cm ²)	Tipo de Rotura	f'c Promedio (kg/cm ²)	% Alcanzado
	Vaciado	Ensayo										
M-16	06/08/2018	03/09/2018	28	210	M-16-01	15.25	182.7	41893	229.4	2	227.0	108.1%
					M-16-02	15.24	182.4	40988	224.7	3		
M-17	06/08/2018	03/09/2018	28	210	M-17-01	15.11	179.3	44265	246.9	4	241.9	115.2%
					M-17-02	15.15	180.3	42709	236.9	3		
M-18	11/08/2018	08/09/2018	28	210	M-18-01	15.25	182.7	42538	232.9	5	228.9	109.0%
					M-18-02	15.21	181.7	40875	225.0	2		
M-19	14/08/2018	11/09/2018	28	210	M-19-01	15.00	176.7	46276	261.9	2	272.2	129.6%
					M-19-02	15.29	183.6	51890	282.6	2		
M-20	17/08/2018	14/09/2018	28	210	M-20-01	15.21	181.7	41293	227.3	3	226.9	108.0%
					M-20-02	15.23	182.2	41256	226.5	4		
M-21	12/09/2018	10/10/2018	28	210	M-21-01	15.30	183.9	42588	231.6	3	231.9	110.4%
					M-21-02	15.17	180.7	41953	232.1	2		
M-22	19/09/2018	17/10/2018	28	210	M-22-01	15.24	182.4	39471	216.4	2	217.9	103.8%
					M-22-02	15.13	179.8	39452	219.4	2		
M-23	21/09/2018	19/10/2018	28	210	M-23-01	15.25	182.7	40340	220.9	5	219.9	104.7%
					M-23-02	15.21	181.7	39773	218.9	2		
M-24	26/09/2018	24/10/2018	28	210	M-24-01	15.08	178.6	44127	247.1	6	252.0	120.0%
					M-24-02	15.29	183.6	47173	256.9	2		
M-25	03/10/2018	31/10/2018	28	210	M-25-01	15.20	181.5	51619	284.5	2	285.0	135.7%
					M-25-02	15.30	183.9	52485	285.5	4		
M-26	28/09/2018	26/10/2018	28	210	M-26-01	15.20	181.5	40879	225.3	2	223.5	106.4%
					M-26-02	15.20	181.5	40215	221.6	2		
M-27	13/09/2018	11/10/2018	28	210	M-27-01	15.30	183.9	43910	238.8	2	237.0	112.9%
					M-27-02	15.24	182.4	42914	235.3	3		
M-28	13/09/2018	11/10/2018	28	210	M-28-01	15.10	179.1	40571	226.6	5	222.1	105.8%
					M-28-02	15.19	181.2	39451	217.7	2		
M-29	13/09/2018	11/10/2018	28	210	M-29-01	15.12	179.6	36117	201.1	3	215.0	102.4%
					M-29-02	15.18	181.0	41433	228.9	2		
M-30	27/09/2018	25/10/2018	28	210	M-30-01	15.20	181.5	36524	201.3	2	211.5	100.7%
					M-30-02	15.20	181.5	40215	221.6	4		

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en los ensayos.



Tabla N° 12: verificación de los criterios de la ASTM C-94 para aceptación del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm

Mixer N°	$f'c$ a 28 días (Kg/cm ²)		$f'c$ Promedio (Kg/cm ²)	$f'c$ Prom. Móvil (Kg/cm ²)	Criterio 1: Prom. > $f'c-35$	Criterio 2: Prom. móvil > $f'c$
	Probeta 1	Probeta 2				
M-01	253.41	247.24	250.3	—	Si	—
M-02	248.22	245.74	247.0	—	Si	—
M-03	198.24	207.08	202.7	233.3	Si	Si
M-04	240.69	234.85	237.8	229.1	Si	Si
M-05	221.00	222.47	221.7	220.7	Si	Si
M-06	255.60	257.12	256.4	238.6	Si	Si
M-07	215.60	218.47	217.0	231.7	Si	Si
M-08	268.26	259.77	264.0	245.8	Si	Si
M-09	201.64	207.76	204.7	228.6	Si	Si
M-10	251.45	249.80	250.6	239.8	Si	Si
M-11	244.85	246.15	245.5	233.6	Si	Si
M-12	275.74	282.74	279.2	258.5	Si	Si
M-13	299.58	301.06	300.3	275.0	Si	Si
M-14	242.31	234.74	238.5	272.7	Si	Si
M-15	234.30	236.47	235.4	258.1	Si	Si
M-16	229.36	224.70	227.0	233.6	Si	Si
M-17	246.85	236.92	241.9	234.8	Si	Si
M-18	232.89	224.96	228.9	232.6	Si	Si
M-19	261.87	282.60	272.2	247.7	Si	Si
M-20	227.26	226.46	226.9	242.7	Si	Si
M-21	231.64	232.11	231.9	243.7	Si	Si
M-22	216.38	219.43	217.9	225.5	Si	Si
M-23	220.85	218.90	219.9	223.2	Si	Si
M-24	247.07	256.91	252.0	229.9	Si	Si
M-25	284.47	285.47	285.0	252.3	Si	Si
M-26	225.28	221.62	223.5	253.5	Si	Si
M-27	238.83	235.26	237.0	248.5	Si	Si
M-28	226.55	217.70	222.1	227.5	Si	Si
M-29	201.15	228.94	215.0	224.7	Si	Si
M-30	201.28	221.62	211.5	216.2	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°12, se concluye para los requisitos de resistencia que:

Criterio1: Promedio individual > $f'c- 35$ kg/cm² : 100% Cumple

Criterio 2: Promedio móvil > $f'c$: 100% Cumple

Por lo tanto se puede decir que el concreto premezclado producido por "WUANUKO MIX" según su resistencia cumple con los requisitos de resistencia y por lo tanto es aceptable.

4.1.6.1. ANÁLISIS EN FUNCIÓN DE LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Finalmente, después haber realizado la evaluación de la resistencia del concreto premezclado (producido por WUANUKO MIX) en un total de treinta muestreos se pudo determinar los parámetros estadísticos más importantes que se presentan en la tabla N°13.

Tabla N° 13: Resumen de los parámetros estadísticos calculados a partir de las resistencias a compresión del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm²

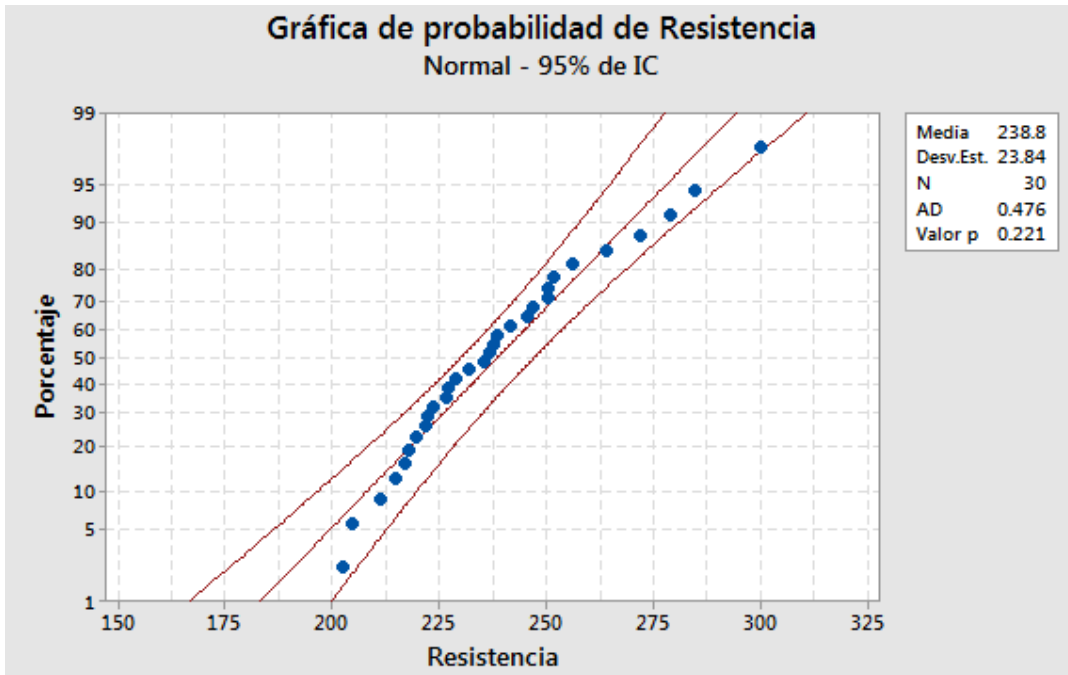
Medida estadística	Valor calculado
N° de muestreos	30
Promedio	238.8 kg/cm ²
Desviación estándar	23.8 kg/cm ²
Coefficiente de variación	10.0 %
Máximo	300.3 kg/cm ²
Mínimo	202.7 kg/cm ²
Amplitud	98 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Según el tabla N°26, se puede decir que el concreto premezclado producido por "WUANUKO MIX" es de buena calidad, pues la dispersión de la resistencia es baja (evaluada según la desviación estándar), lo que indica que la producción del concreto es muy buena, y la variabilidad según el grado de control del coeficiente de variación es aceptable, y además el promedio de los resultados está por encima de la resistencia evaluada ($f'c=210$ kg/cm²), por lo que existe la certeza de que el producto que llega a obra es satisfactorio en cuanto a resistencia.

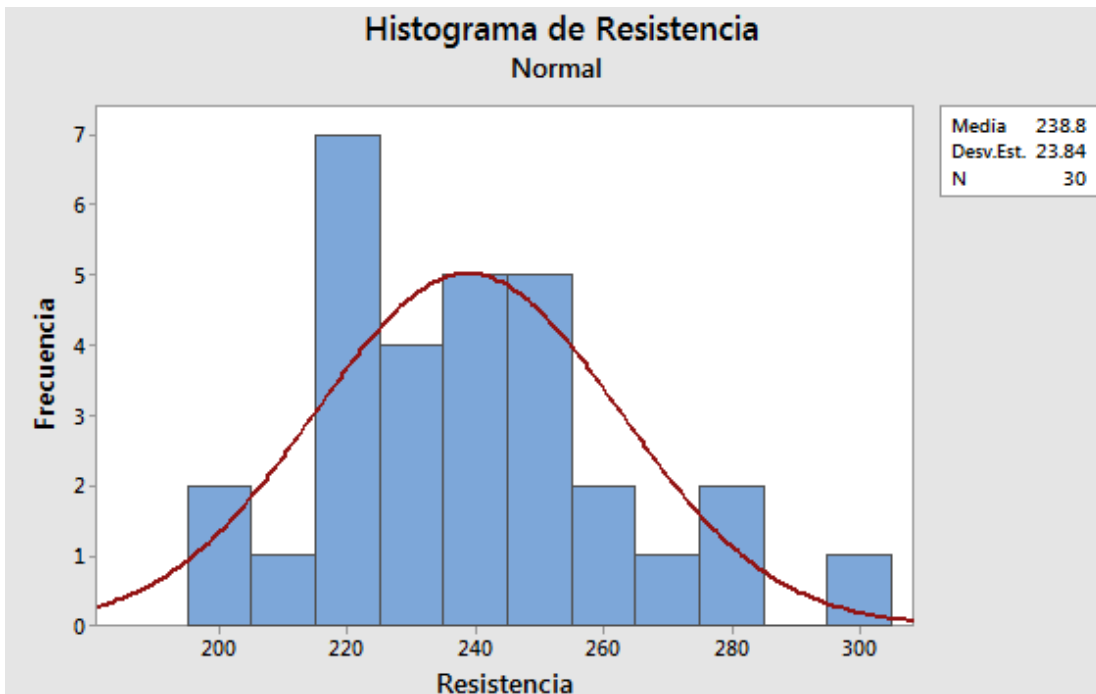
4.1.6.2. PRUEBA DE NORMALIDAD DE RESULTADOS DE RESISTENCIA

Imagen N° 10: Gráfica de prueba de normalidad de la resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 11: Histograma de resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Elaboración propia

Para comprobar detalladamente la resistencia del concreto premezclado se realizó la prueba de normalidad como se muestra en la siguiente figura N°10 y en la figura N°11 se observan gráficamente los datos y su ajuste de normalidad, con la cual posteriormente se podrán analizar probabilidades.

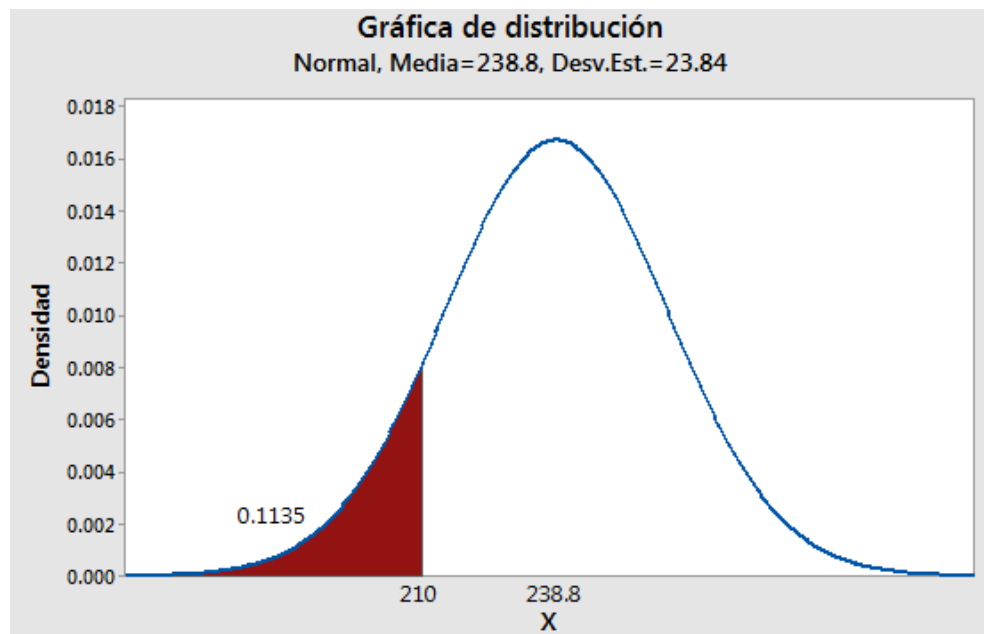
4.1.6.3. ANÁLISIS DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Habiendo calculado los parámetros estadísticos más importantes y además conociendo el $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, realizo el análisis de la probabilidad de ocurrencia, comprobando el factor t a partir de la ecuación N°5.

$$t = \frac{\text{media} - f'c}{\text{desviacion estandar}} = \frac{238.8 - 210}{23.84} = 1.208$$

Con el valor de t obtenido y de acuerdo con la tabla N°8 encontramos una probabilidad de 1 en 10 (10%) de obtener probetas por debajo del $f'c$, para el concreto que produce "WUANUKO MIX".

Imagen N° 12: Gráfica de la probabilidad de ocurrencia por debajo de la resistencia evaluada a partir de la distribución normal



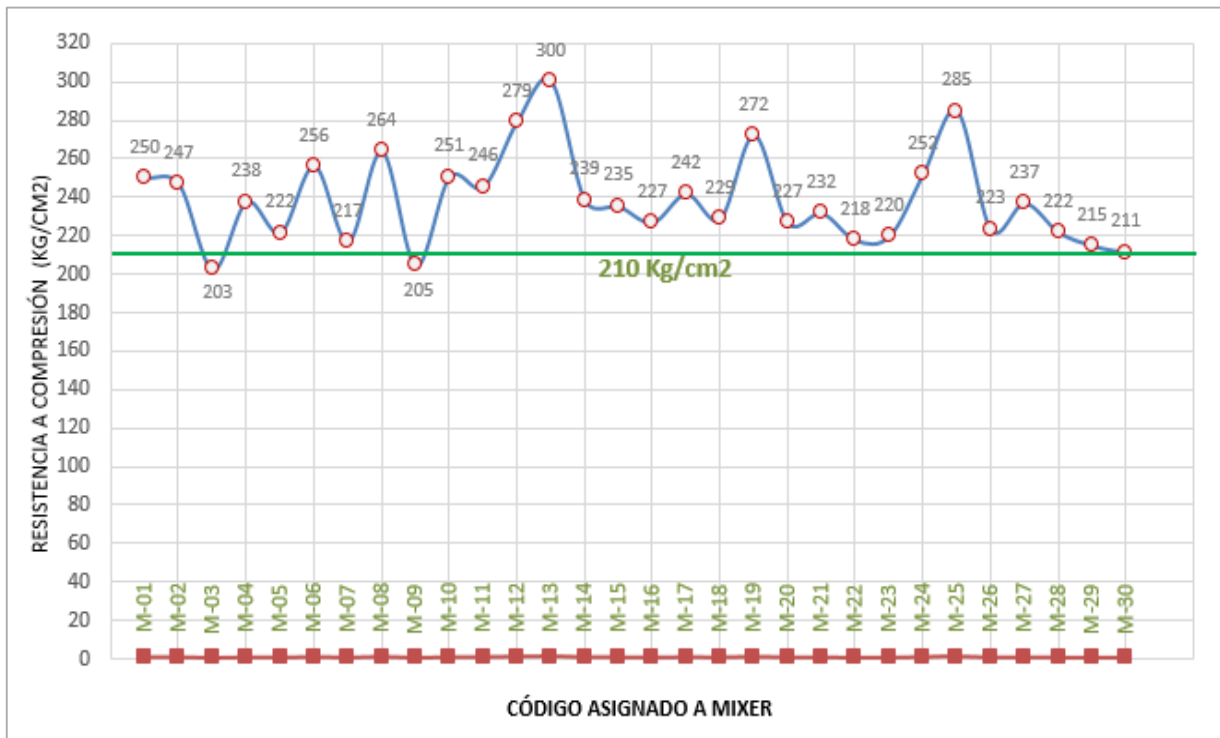
Fuente: Elaboración propia

También se verificó gráficamente; tal como se muestra en la Imagen N°12, la probabilidad de que los valores estén por debajo de la resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es de 11.35%, es decir de 1 en 10. Según la recomendación del ACI 318, debería ser 1 en 100.

4.1.6.4. GRÁFICOS DE CONTROL

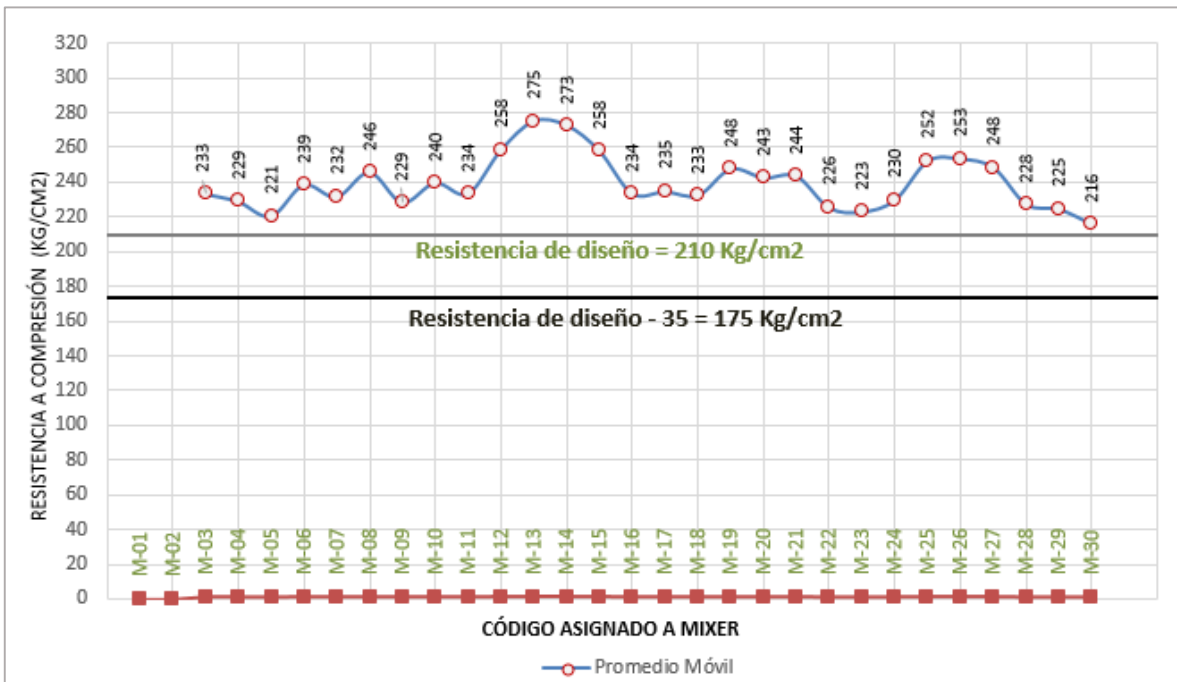
Con la finalidad de poder interpretar mejor y relacionar los valores de resistencia lograda por el concreto premezclado llegado a obra, se presenta la Imagen N°13 en la cual se puede apreciar que el 93% (28/30) de los muestreos realizados, los resultados superan los 210 kg/cm^2 , ya sea construcciones en donde se realice o no el control de calidad en campo por parte del cliente.

Imagen N° 13: Resistencias promedio individuales del concreto premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, respecto a la resistencia de diseño



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 14: Resistencias promedio móviles logradas por el concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm², respecto de la resistencia evaluada (resistencia de diseño).



Fuente: Elaboración propia

Interpretando la Imagen N°14, en la cual se pueden apreciar que la totalidad de los muestreos realizados, los resultados superan los 210 kg/cm², con lo que se puede afirmar que el concreto premezclado satisface los requerimientos del cliente en cuanto a resistencia.



4.2. EVALUACIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO $F'_{C}=245$ KG/CM² CON INPERMEABILIZANTE

4.2.1. MATERIALES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

La información ha sido limitada por la planta productora de concreto “WUANUKO MIX”, por lo que se consideró presentar solamente los datos obtenidos mediante la visita a la planta de manera informativa (ver panel fotográfico) y los datos obtenidos en campo durante el muestreo.

4.2.1.1. Agua utilizada

Se investigó (durante visita a la planta) que el agua proviene de red pública (agua potable), se considera apta para su uso en la mezcla de concreto hidráulico.

4.2.1.2. Tipo de cemento

El cemento que se ha empleado para el diseño del concreto hidráulico es el Cemento Portland Tipo V, marca ANDINO.

4.2.1.3. Calidad de Agregados

Los agregados provienen del río Huallaga y son acopiadas en la planta de concretera WUANUKO MIX, este material es triturado en la chancadora propia de la concretera y los agregados son seleccionados y evaluados a través de pruebas de calidad, antes de utilizarlos en el concreto que se distribuye a los clientes.

4.2.1.4. Aditivos

El aditivo que se empleó es un aditivo tipo D que es un aditivo líquido que imparte al concreto fresco una alta reducción de agua, y obteniéndose altas resistencias a cualquier edad, o bien, una consistencia fluida para lograr una alta trabajabilidad. El AT-56 es un reductor de agua de medio rango que incorpora materias primas de

alta tecnología, permitiendo un mejor control del concreto. No contiene cloruros, No es toxico ni inflamable. (Según la ficha técnica del aditivo AT-56, ver Anexo N°2).

4.2.1.5. Impermeabilizante

El impermeabilizante usado es el Sika-1 en polvo para concretos, asegura la impermeabilidad, impide las eflorescencias salitrosas y el caliche. Evita las formaciones musgosas y fungosas. La dosis es 1 kg por bolsa de cemento. (Según la ficha técnica del impermeabilizante Sika-1 en polvo, ver Anexo N°4).



Imagen N° 15: Impermeabilizante Sika-1 en polvo

4.2.2. DOSIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DEL CONCRETO

El concreto premezclado al ser un producto industrializado está obligado a cumplir con las indicaciones de la norma ASTM C-94 (NTP. 339.114).

Este tipo de concreto es elaborado teniendo en cuenta las propiedades y características de sus componentes así como de la obra (información proporcionada por el cliente), se rige por un previo diseño, las proporciones son realizadas en planta dosificadora, por pesos (siendo este método más preciso), el mezclado se realiza en camiones mezcladores "mixer", en los mismos que es transportado a obra.

4.2.3. TIEMPO DE TRANSPORTE

Un parámetro importante que influye en las propiedades del concreto premezclado es el tiempo de transporte, pues el fabricante establece un límite de tiempo durante el cual garantiza la calidad del concreto, al exceder este límite las propiedades se ven alteradas.

4.2.4. DATOS DEL CONCRETO MUESTREADO

El concreto premezclado de resistencia $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante se usó en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Los datos obtenidos del concreto premezclado llegado a obra, se presentan en la tabla N°14.

Tabla N° 14: Datos tomados en campo durante la recepción del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante.

MIXER N°	FECHA	HORA	Temp. (°C)	Slump (Pulgadas)	Estructura o elemento
M-01	25/04/2018	07:50 a.m.	21.9	7	Reactor Biológico - Placas
M-02	25/04/2018	09:02 a.m.	22.2	6	Reactor Biológico - Placas
M-03	25/04/2018	10:45 a.m.	21.2	6	Reactor Biológico - Placas
M-04	25/04/2018	11:40 a.m.	24.0	7	Reactor Biológico - Placas
M-05	25/04/2018	01:40 p.m.	26.7	6 3/4	Reactor Biológico - Placas
M-06	18/05/2018	11:00 a.m.	28.8	6 1/2	Lecho de Secado - Cimentación
M-07	18/05/2018	01:20 p.m.	28.3	8	Lecho de Secado - Cimentación
M-08	19/05/2018	02:30 a.m.	27.1	6 1/2	Lecho de Secado - Cimentación
M-09	29/05/2018	10:40 a.m.	27.6	7	Muro Contención
M-10	01/06/2018	01:48 p.m.	27.6	5 1/2	Muro Contención
M-11	01/06/2018	03:05 p.m.	28.0	6 1/2	Muro Contención
M-12	08/06/2018	08:35 a.m.	22.3	6 1/2	Muro Contención
M-13	13/06/2018	10:15 a.m.	24.1	7	Muro Contención
M-14	22/06/2018	02:55 p.m.	26.5	8	Muro Contención
M-15	26/06/2018	02:55 p.m.	26.5	8	Muro Contención

Fuente: elaboración propia



4.2.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Según los datos mostrados en la tabla N°14 se puede realizar el análisis de manera limitada, pues este tipo de concreto es elaborado de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM C-94 (NTP.339.114), sin embargo la finalidad de la presente investigación es solamente evaluar si satisface o no las solicitudes del cliente en cuanto a la temperatura, revenimiento y resistencia a la compresión del concreto, cuando ya es puesto en obra.

4.2.5.1. Temperatura

La temperatura medido en campo del concreto premezclado se midió en grados Celsius (C°). En la tabla N°14 se puede observar que en el 100% de los muestreos realizados la temperatura medida está por debajo de la temperatura máxima 32 °C especificada en la norma de Concreto Armado E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

4.2.5.2. Revenimiento

En la tabla N°14 se observa el revenimiento medido en campo del concreto premezclado se midió en pulgadas con la finalidad de poder comparar con el de diseño y los límites permisibles indicados en la norma ASTM C-94 (con aprox. 1/4" pulgada).

Los elementos a concretar son de secciones pequeñas y con acero de refuerzo, por lo que consideramos el tipo de concreto como fluido, definiendo como rango de consistencia de 6" - 8".



De la tabla N°14 se puede observar que el 93% (14/15) de los muestreos realizados cumplió el asentamiento permitido en la tabla N°10.

4.2.5.3. Resistencia a la compresión

En la tabla N°15, se puede observar que la totalidad de los muestreos realizados está por encima del valor de resistencia de diseño evaluada ($f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$). Para una mejor interpretación de los resultados se realiza el análisis estadístico.

4.2.6. EVALUACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS NORMATIVOS

Contando con la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos, se analizó los criterios de aceptación del concreto, asignados por la ASTM C-94 los son considerados también por el ACI 318 y tomados por la E.060. Los datos se presentan en la tabla N°16.



Tabla N° 15: Resultados de ensayos a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante

Mixer N°	Fecha		Edad (días)	f'c Diseño (kg/cm ²)	Código probeta	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c Obtenida (kg/cm ²)	Tipo de Rotura	f'c Promedio (kg/cm ²)	% Alcanzado
	Vaciado	Ensayo										
M-01	25/04/2018	23/05/2018	28	245	M-01-01	15.25	182.7	63548	347.9	2	345.0	140.83%
					M-01-02	15.25	182.7	62495	342.1	5		
M-02	25/04/2018	23/05/2018	28	245	M-02-01	15.15	180.3	57398	318.4	2	314.8	128.49%
					M-02-02	15.25	182.7	56841	311.2	5		
M-03	25/04/2018	23/05/2018	28	245	M-03-01	15.15	180.3	55372	307.2	5	303.6	123.92%
					M-03-02	15.25	182.7	54800	300.0	5		
M-04	25/04/2018	23/05/2018	28	245	M-04-01	15.20	181.5	51950	286.3	5	284.9	116.30%
					M-04-02	15.20	181.5	51461	283.6	2		
M-05	25/04/2018	23/05/2018	28	245	M-05-01	15.20	181.5	51857	285.8	2	284.0	115.91%
					M-05-02	15.15	180.3	50871	282.2	2		
M-06	18/05/2018	15/06/2018	28	245	M-06-01	15.10	179.1	56177	313.7	2	312.5	127.54%
					M-06-02	15.20	181.5	56474	311.2	4		
M-07	18/05/2018	15/06/2018	28	245	M-07-01	15.10	179.1	59402	331.7	2	335.2	136.83%
					M-07-02	15.25	182.7	61878	338.8	2		
M-08	19/05/2018	16/06/2018	28	245	M-08-01	15.22	181.9	56199	308.9	3	310.6	126.79%
					M-08-02	15.23	182.2	56909	312.4	3		
M-09	29/05/2018	26/06/2018	28	245	M-09-01	15.20	181.5	57873	318.9	2	320.5	130.82%
					M-09-02	15.20	181.5	58449	322.1	2		
M-10	01/06/2018	29/06/2018	28	245	M-10-01	15.20	181.5	54257	299.0	5	301.3	122.99%
					M-10-02	15.15	180.3	54740	303.7	5		
M-11	01/06/2018	29/06/2018	28	245	M-11-01	15.15	180.3	52472	291.1	5	292.7	119.47%
					M-11-02	15.24	182.4	53692	294.3	5		
M-12	08/06/2018	06/07/2018	28	245	M-12-01	15.15	180.3	55353	307.1	2	311.1	126.99%
					M-12-02	15.25	182.7	57568	315.2	1		
M-13	13/06/2018	11/07/2018	28	245	M-13-01	15.10	179.1	54984	307.0	1	308.5	125.90%
					M-13-02	15.08	178.6	55347	309.9	5		
M-14	22/06/2018	20/07/2018	28	245	M-14-01	15.21	181.7	52021	286.3	2	287.3	117.28%
					M-14-02	15.30	183.9	53016	288.4	3		
M-15	26/06/2018	24/07/2018	28	245	M-15-01	15.26	182.9	53112	290.4	2	294.8	120.31%
					M-15-02	15.13	179.8	53783	299.1	4		

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en los ensayos.

Tabla N° 16: Verificación de los criterios de la ASTM C-94 para aceptación del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante.

Mixer N°	$f'c$ a 28 días (Kg/cm ²)		$f'c$ Prom. (Kg/cm ²)	$f'c$ Prom. Móvil (Kg/cm ²)	Criterio 1: Prom. > $f'c-35$	Criterio 2: Prom. móvil > $f'c$
	Probeta 1	Probeta 2				
M-01	347.91	342.15	345.0	—	Si	—
M-02	318.41	311.19	314.8	—	Si	—
M-03	307.17	300.02	303.6	321.1	Si	Si
M-04	286.29	283.60	284.9	301.1	Si	Si
M-05	285.78	282.20	284.0	290.8	Si	Si
M-06	313.70	311.22	312.5	293.8	Si	Si
M-07	331.71	338.77	335.2	310.6	Si	Si
M-08	308.89	312.39	310.6	319.4	Si	Si
M-09	318.93	322.11	320.5	322.1	Si	Si
M-10	299.01	303.66	301.3	310.8	Si	Si
M-11	291.08	294.34	292.7	304.9	Si	Si
M-12	307.06	315.17	311.1	301.7	Si	Si
M-13	307.04	309.89	308.5	304.1	Si	Si
M-14	286.31	288.36	287.3	302.3	Si	Si
M-15	290.40	299.14	294.8	296.9	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°16, se concluye para los requisitos de resistencia que:

Criterio1: Promedio individual > $f'c- 35$ kg/cm² : 100% Cumple

Criterio 2: Promedio móvil > $f'c$: 100% Cumple

Por lo tanto se puede decir que el concreto premezclado producido por "WUANUKO MIX" según su resistencia cumple con los requisitos de resistencia y por lo tanto es aceptable.

4.2.6.1. ANÁLISIS EN FUNCIÓN DE LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Finalmente, después haber realizado la evaluación de la resistencia del concreto premezclado (producido por WUANUKO MIX) en un total de treinta muestreos se pudo determinar los parámetros estadísticos más importantes que se presentan en la tabla N°17.

Tabla N° 17: Resumen de los parámetros estadísticos calculados a partir de las resistencias a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante.

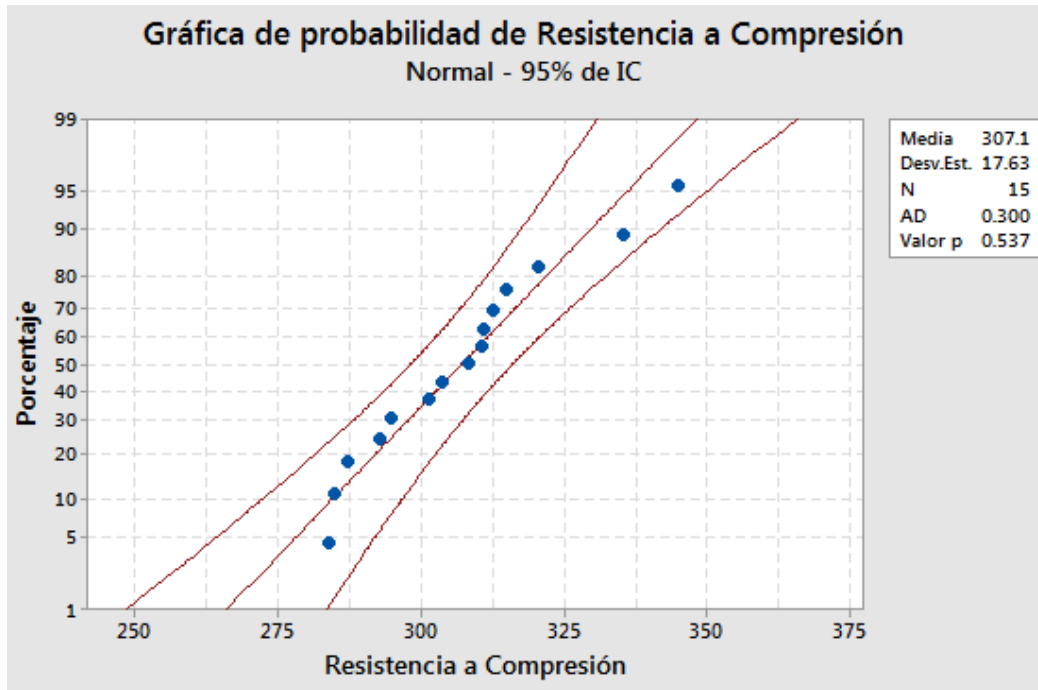
Medida estadística	Valor calculado
N° de muestreos	15
Promedio	307.1 kg/cm ²
Desviación estándar	17.6 kg/cm ²
Coefficiente de variación	5.7 %
Máximo	345.0 kg/cm ²
Mínimo	284.0 kg/cm ²
Amplitud	61 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Según el tabla N°17, se puede decir que el concreto premezclado producido por "WUANUKO MIX" es de buena calidad, pues la dispersión de la resistencia es baja (evaluada según la desviación estándar), lo que indica que la producción del concreto es muy buena, y la variabilidad según el grado de control del coeficiente de variación es aceptable, y además el promedio de los resultados está por encima de la resistencia evaluada ($f'c=245$ kg/cm²), por lo que existe la certeza de que el producto que llega a obra es satisfactorio en cuanto a resistencia.

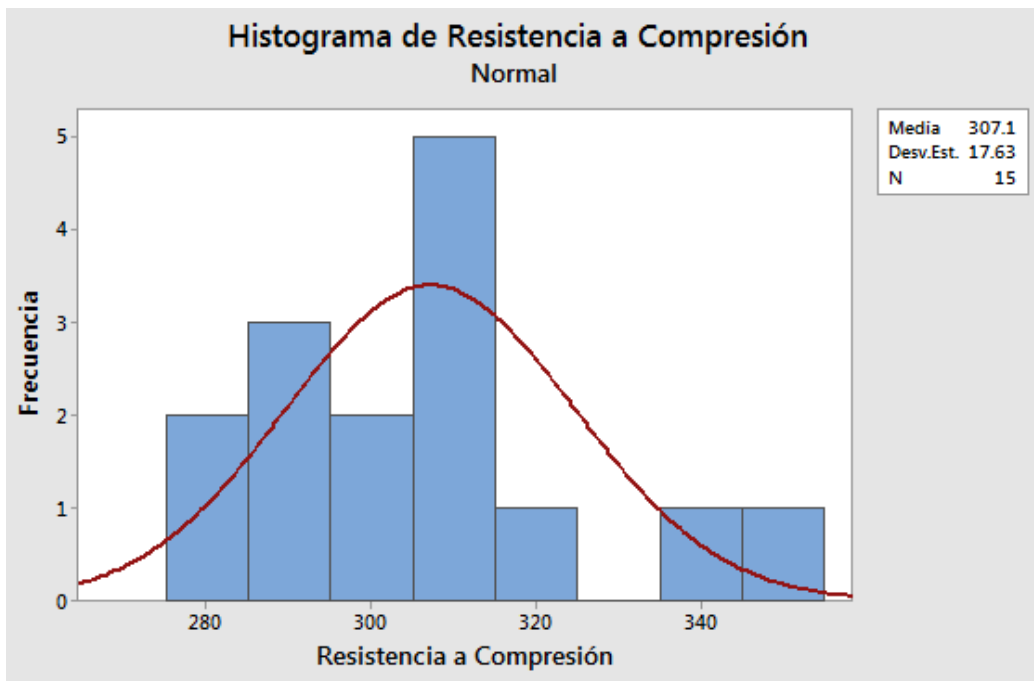
4.2.6.2. PRUEBA DE NORMALIDAD DE RESULTADOS DE RESISTENCIA

Imagen N° 16: Gráfica de prueba de normalidad de la resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 17: Histograma de resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante



Fuente: Elaboración propia

Para comprobar detalladamente la resistencia del concreto premezclado se realizó la prueba de normalidad como se muestra en la siguiente imagen N°16 y en la imagen N°17 se observan gráficamente los datos y su ajuste de normalidad, con la cual posteriormente se podrán analizar probabilidades.

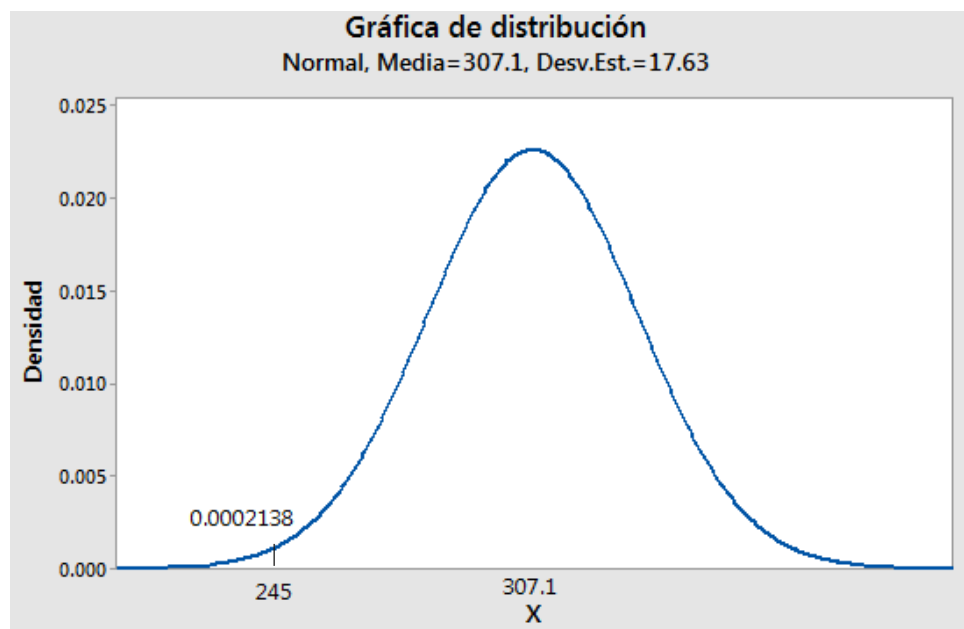
4.2.6.3. ANÁLISIS DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Habiendo calculado los parámetros estadísticos más importantes y además conociendo el $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$, realizo el análisis de la probabilidad de ocurrencia, comprobando el factor t a partir de la ecuación N°5.

$$t = \frac{\text{media} - f'c}{\text{desviacion estandar}} = \frac{307.1 - 245}{17.63} = 3.525$$

Con el valor de t obtenido y de acuerdo con la tabla N°8 encontramos una probabilidad de 1 en 741 de obtener probetas por debajo del $f'c=245$, para el concreto que produce "WUANUKO MIX".

Imagen N° 18: Gráfica de la probabilidad de ocurrencia por debajo de la resistencia evaluada a partir de la distribución normal



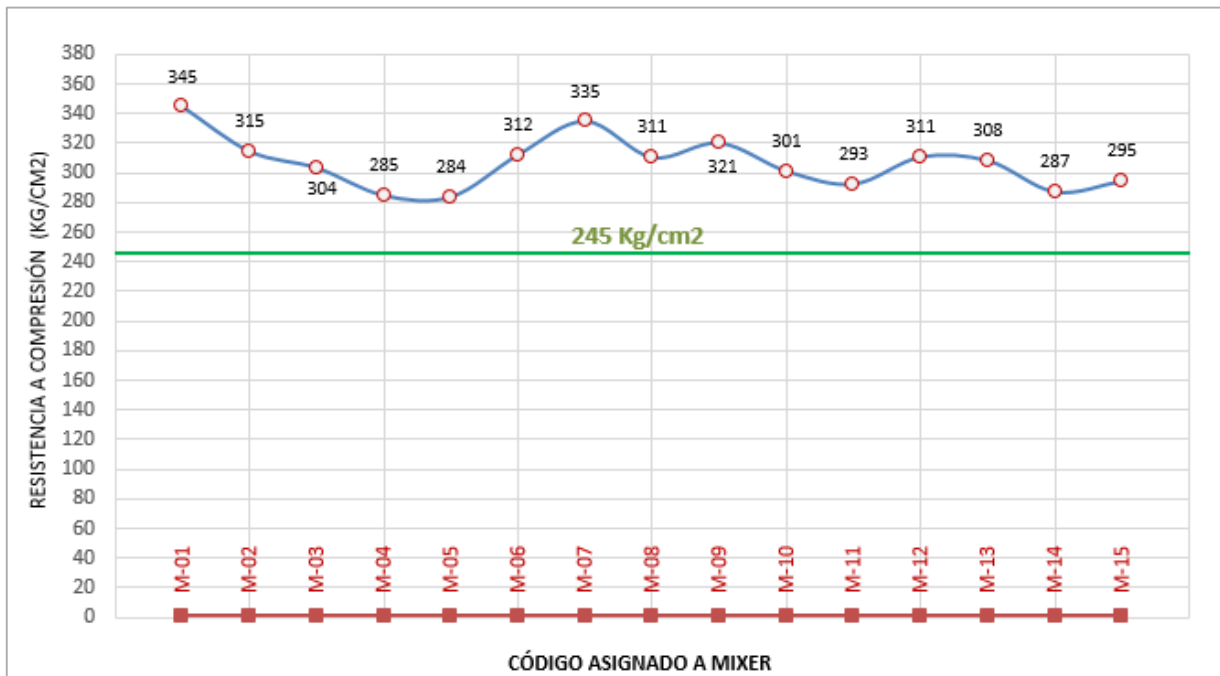
Fuente: Elaboración propia

También se verificó gráficamente; tal como se muestra en la imagen N°19, la probabilidad de que los valores estén por debajo de la resistencia $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ es de 0.02%, es decir de 1 en 5000. También cumple con la recomendación del ACI-318, que debería ser 1 en 100.

4.2.6.4. GRÁFICOS DE CONTROL

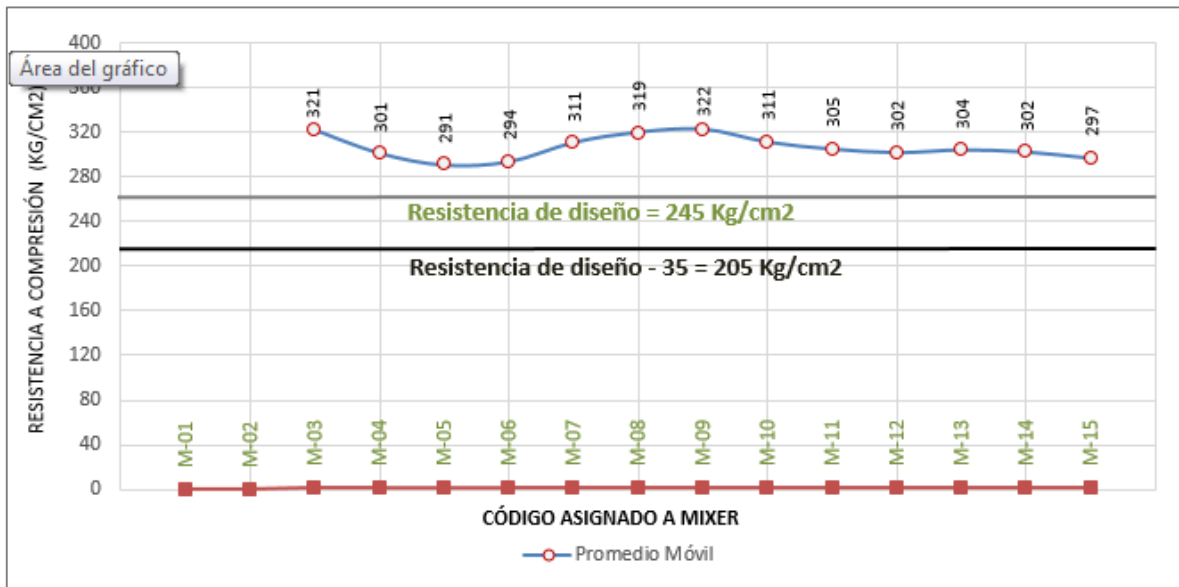
Con la finalidad de poder interpretar mejor y relacionar los valores de resistencia lograda por el concreto premezclado llegado a obra, se presenta la imagen N°19 en la cual se puede apreciar que el 100% de los muestreos realizados, los resultados superan los 245 kg/cm^2 , ya sea construcciones en donde se realice o no el control de calidad en campo por parte del cliente.

Imagen N° 19: Resistencias promedio individuales del concreto premezclado $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ con impermeabilizante, respecto a la resistencia de diseño.



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 20: Resistencias promedio móviles logradas por el concreto premezclado $f'c=245$ kg/cm² con impermeabilizante, respecto de la resistencia evaluada (resistencia de diseño).



Fuente: Elaboración propia

Interpretando la imagen N°20, en la cual se pueden apreciar que la totalidad de los muestreos realizados, los resultados superan los 245 kg/cm², con lo que se puede afirmar que el concreto premezclado satisface los requerimientos del cliente en cuanto a resistencia.



CONCLUSIONES

Con el desarrollo del presente trabajo de investigación se puede concluir los enunciados mencionados a continuación:

Para el concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm²

1. Se determinó que la temperatura del concreto premezclado realizado de acuerdo a la norma ASTM C1064, en promedio es de 26.0°C y todos los muestreos realizados no exceden el límite máximo 32°C establecidos por la norma E.060 del RNE.
2. El revenimiento del concreto premezclado determinado según la norma ASTM C-143, tiene un promedio de 6" y que el 96.6% (29/30) de los muestreos realizados se encuentra dentro de los intervalos permisibles (4"-8"), considerando el concreto como plástico-fluido, todos los muestreos realizados se encuentran dentro de ± 20 mm del máximo permitido establecidos por la norma E.060 del RNE.
3. Se obtuvo los resultados de resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=210$ kg/cm² el valor más alto $f'c=300.3$ kg/cm² y el valor mínimo $f'c=202.7$ kg/cm². Los resultados del análisis estadístico de las resistencias a compresión indican que se produce un concreto homogéneo y con resistencia satisfactoria según la norma E.060 del RNE.



Para el concreto premezclado $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con impermeabilizante

1. Se determinó que la temperatura del concreto premezclado realizado de acuerdo a la norma ASTM C1064, en promedio es de 25.5°C y todos los muestreos realizados no exceden el límite máximo 32°C establecidos por la norma E.060 del RNE.
2. El revenimiento del concreto premezclado determinado según la norma ASTM C-143, tiene un promedio de $6 \frac{3}{4}''$ y que el 93% (14/15) de los muestreos realizados se encuentra dentro de los intervalos permisibles ($6''$ - $8''$), considerando el concreto como fluido, todos los muestreos realizados se encuentran dentro de $\pm 20\text{mm}$ del máximo permitido establecidos por la norma E.060 del RNE
3. Se obtuvo los resultados de resistencia a compresión del concreto premezclado $f'c=245\text{kg/cm}^2$ con impermeabilizante el valor más alto $f'c=345\text{kg/cm}^2$ y el valor mínimo $f'c=284\text{kg/cm}^2$. Los resultados del análisis estadístico de las resistencias a compresión indican que se produce un concreto homogéneo y con resistencia satisfactoria según la norma E.060 del RNE.

La temperatura, asentamiento y resistencia a la compresión del concreto premezclado producido por la empresa WUANUKO MIX, cumple a los estándares que mencionan el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) el Instituto Americano del Concreto (ACI).



RECOMENDACIONES

- ✓ Según los registros las temperaturas de las muestras están muy próximas a igualar o superar el límite máximo de 32°C indicado por la norma E.060 del RNE. Por ende se sugiere a la planta concretera “WUANUKO MIX” enfriar los ingredientes del concreto antes del mezclado, como cubrir los agregados que están al aire libre, o utilizar hielo, en forma de pequeños gránulos o escamas, como sustituto de parte del agua de mezclado.
- ✓ Cuando el concreto sea para bombear se recomienda respetar el revenimiento mínimo (4”) del concreto, recomendada por la entidad gremial representativa de la Industria de Cemento y productos derivados en el Perú (ASOCEM), ya que de ser menor el slump presentará problemas de atascamiento en el conducto de la bomba, generando retrasos en el momento del concretado.
- ✓ Para asegurar la resistencia a la compresión, en caso se prolongue el vaciado por varios motivos se recomienda reducir las revoluciones del camión mezclador y agregarle aditivo para no alterar la relación agua-cemento (a/c).
- ✓ Para entregar el concreto premezclado en condiciones óptimas. Antes de solicitar el concreto premezclado, se recomienda identificar rutas y horarios críticos para realizar un plan de trabajo conjuntamente con los proveedores y responsables de obra.



LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Se recomienda continuar con el estudio del concreto premezclado de la empresa “WUANUKO MIX” en los temas siguientes:

- Estudio de la producción de concreto premezclado que comprende el control, manejo y almacenamiento de materiales, su dosificación y el mezclado.
- Estudiar las características de peso unitario y contenido de aire del concreto premezclado
- Influencia del tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado.
- Estudio de la velocidad del tiempo de fragua en concreto premezclado.
- Perdida de consistencia del concreto premezclado en el tiempo
- Efecto de la pérdida de asentamiento en la resistencia de un concreto premezclado.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ACI. (1994). *Manual para supervisar obras de concreto*. Instituto mexicano del cemento y del concreto, México.
2. Amacifuen, R. (2002). *Curado y protección de concretos colocados en climas fríos*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
3. Alfaro, C. (2012). *Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería*. Universidad Nacional del Callao, Lima.
4. Bernable, P. (2012). *Características y comportamiento del concreto utilizando cemento Portland con microfiller calizo*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
5. Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Chiclayo, Lambayeque
6. Carbajal, I. (1999). *Tópicos de tecnología de concreto*. Colegio de Ingenieros del Perú, Lima.
7. Carrillo, S. (2003). *Estudio comparativo entre tecnologías de producción de concreto: Mixer y Dispensador*. Universidad de Piura, Perú.
8. Colquehuanca, D. (2017). *Influencia del tiempo de mezclado en la resistencia del concreto y velocidad de fraguado en concreto normal $f'c=210\text{kg/cm}^2$* . Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
9. Guevara, D. (2014). *Resistencia y costo del concreto premezclado y del concreto hecho al pie de obra, en función al volumen de vaciado*. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.



10. Gunther R. y MacMillan I. (2005). *MarketBusting estrategias para un crecimiento excepcional*. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <http://mentebis.brandstrat.co/wp-content/uploads/2016/04/MarketBusting-Estrategias-para-crecimiento.pdf>.
11. Irungaray, S. (2007). *Evaluación del volumen y calidad del concreto premezclado entregado en obra por camiones mezcladores en el departamento de Guatemala, según la norma ASTM C-94*. Universidad San Carlos de Guatemala, Panamá.
12. Osorio, J. (2003). *Manual de control de calidad del concreto en la obra*. Asociación Colombiana de Concreto, Bogotá.
13. Pasquél E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Colegio de Ingenieros del Perú, Lima.
14. Rivva, L. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Capítulo Peruano del American Concrete Institute ACI PERÚ, Lima.
15. Rodríguez, J. (2005). *Estudio de las características físico mecánicas del concreto en clima cálido*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
16. Torres, J. (2004). *Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.



ANEXOS 1: Diseño de mezcla

ANEXO N° 1
DISEÑOS DE MEZCLA



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES WUANUKO MIX E.I.R.L.
HOJA DE CALCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.10	
M.F. Piedra	6.83	
M.F. Global	4.67	
Vol. Agregados		
	0.6761	
Arena	58	%
Piedra 3/4"	42	%
	0	%
	100	%

Volumen de tanda	0.025	
Cementante total	290.00	kg
Filler	0	%
Dosificación		
AT - 56	1.10%	% = 9.17 cc
	0.00%	% = 0.00 cc
	0.00%	% = 0.00 cc
	0.00%	% = 0.00 cc
	0.00%	kg/m3

Diseño	f'c = 210 kg/cm2	WUANUKO MIX - 001
Código	D - 004/02	Registro N° 0001
Técnico	CARLOS VITE C.	Fecha 24/04/2018
		R a/c 0.72
Observaciones		
Slump = 6" - 7"		

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento Tipo I	Cementos ANDINO	3110			290	0.09325	290	290.0	7.25	kg
Agua	AGUA POTABLE	1000			208.0	0.20800	242.53	213.0	5.33	L
Arena	HUAYLLAGA	2625	2.50	2.680	1029.4	0.39213	1029.35	1055.1	26.38	kg
Piedra 3/4"	HUAYLLAGA	2670	0.5	0.916	758.2	0.28396	758.17	762.0	19.05	kg
Aditivo Plastificante	AT - 56	1200			0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00	kg
					3.19	0.00266	3.19	3.19	79.75	g
Aire					2.00%	0.0200				
TOTAL						1.0000	2323	2323		

CONTROL DE CALIDAD

	Hora	
Inicio Mezclado	8.30	
Fin Mezclado	8.45	
Slump inicial	6.00	Pulg
Temperatur Amb	27.0	°C
Temperatur Conc	26.9	°C
Probetas	6.0	Und
Vigas		Und

DATOS P.U

Tara		Kg
Volumen		m3
Tara+Concreto		kg
P.U.		kg/m3
% de Aire		%
P.U.Teórico		kg/m3
Rendimiento		

Proporcion en peso seco

cemento	arena	piedra 3/4"	agua	aditivo kg	aditivo lt.
1	3.55	2.61	30.48	0.468	0.390

Proporcion en volumen seco (pie3)

cemento	arena	piedra 3/4"	agua	aditivo kg	aditivo lt.
1	3.03	2.91	30.48	0.468	0.390

OBSERVACIONES

Elaborado por	
Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:

Supervisado por	
Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:

INGENIERO CIVIL
CIP: 140456



LABORATORIO DE CONCRETO

Fecha Emisión 24/04/2018

Fecha Revisión 12/01/2018

DISEÑOS DE CONCRETO (02)

Revisión Nro 3

Revisado por E. cerquin

PROYECTO: PTAR - Agua y Alcantarillado Esperanza GOREHCO FECHA: 25/02/2018

UBICACIÓN: La Esperanza

PROVEED: CONCRETERA WUANUKO MIX EIRL

EJECUTA: DIEGO JIMENEZ

Repr.: Isaac Rhonald Figueroa Cruz

SUPERVISA: Ing. MIGUEL SAUL SOLORZANO MEJIA

CANTERA: San Francisco - Cayhuayna

Diseño del concreto

Código de ensayo : 245

CEMENTO
MARCA y TIPO
Andino TI

A/C = 0,68	
Dosis de AT56	0,80%
Dosis de 0	0,00%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA 1	54	2,55	1,83	2,51
ARENA 2	0	3,45	1,0101	1,01
PIEDRA 1	46	6,86	0,99	0,81
PIEDRA 2	0	7,56	0,77	0,33
GLOBAL	100	4,53		

Materiales	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)	Diseño seco para 1m³	Diseño s.s.s para 1m³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m³	Diseño corregido para Laboratorio
Cemento	3150	0,1079	340 kg	340 kg		340 kg	6,80 kg
Agua	1000	0,2312	256 L	231 kg		226 L	4,53 kg
Arena 1	2641	0,3502	908 kg	925 kg	6	931 kg	18,62 kg
Arena 2	2646	0,0000	0 kg	0 kg	0	0 kg	0,00 kg
Piedra 1	2675	0,2984	790 kg	798 kg	-1	797 kg	15,93 kg
Piedra 2	2666	0,0000	0 kg	0 kg	0	0 kg	0,00 kg
AT56	1200	0,0023	2,72 kg	2,72 kg		2,7 kg	54,40 gr.
0	1140	0,0000	0 kg	0 kg		0,0 kg	0,00 gr.
Adicion	1230	0,0000	0 kg	0 kg		0,0 kg	0,00 kg
Aire	100	0,0100	1,0 %	1,00 %		1,0 %	1,00 %
Total		1,0000	2297 kg	2297 kg		2297 kg	

Agua Retenida:
0,128 L

Rendimiento	0,98
P.U.C (Kg/m³) =	2351


V. Molde (m³) =	0,007045
Peso Neto C (Kg) =	16,560

Desarrollo de mantención

		Mantención del Slump				
Aire medido	%	Inicio =	6:00 AM	Término =	6:15 AM	
Agua Total	kg	Hora	Slump	T°C mezcla	T°C Amb.	
Agua utilizada	4,40	0:00	6:15 AM 7 Pulg.			
Agua Adicionado		0:30	6:45 AM 6 1/4 Pulg.			
Aditivo 1		1:00	7:15 AM 5 1/2 Pulg.			
Adicionado		1:30	7:45 AM 4 3/4 Pulg.			
Aditivo 2		2:00	8:15 AM 4 Pulg.			
Adicionado		2:30	8:45 AM 3 1/2 Pulg.			
		3:00	9:15 AM 3 Pulg.			

Fecha de Moldeo	Fecha ensayo	Hora	Edad (días)	H (cm)	D (cm)	Area (cm²)	Carga Fuerza (unid)	F'c kg/cm²	F'c prom. kg/cm²
25/02/2018	26/02/2018		1	20,00	10,00	78,54			----
				20,00	10,00	78,54			
				20,00	10,00	78,54			
25/02/2018	01/03/2018		4	20,00	10,00	78,54			----
				20,00	10,00	78,54			
				20,00	10,00	78,54			
25/02/2018	04/03/2018		7	20,00	10,00	78,54	19780 kg	251,8	251,8
				20,00	10,00	78,54			
				20,00	10,00	78,54			
25/02/2018	25/03/2018		28	20,00	10,00	78,54	21880 kg	278,6	278,6
				20,00	10,00	78,54			
				20,00	10,00	78,54			

Observaciones:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por: 
----------------	---------------	--

INGENIERO CIVIL
CIP. 140456



LABORATORIO DE HORMIGON

Fecha Emisión 24/04/2018

Fecha Revisión 12/01/2018

ANALISIS DEL AGREGADO (ARENA)

Revisión Nro 3

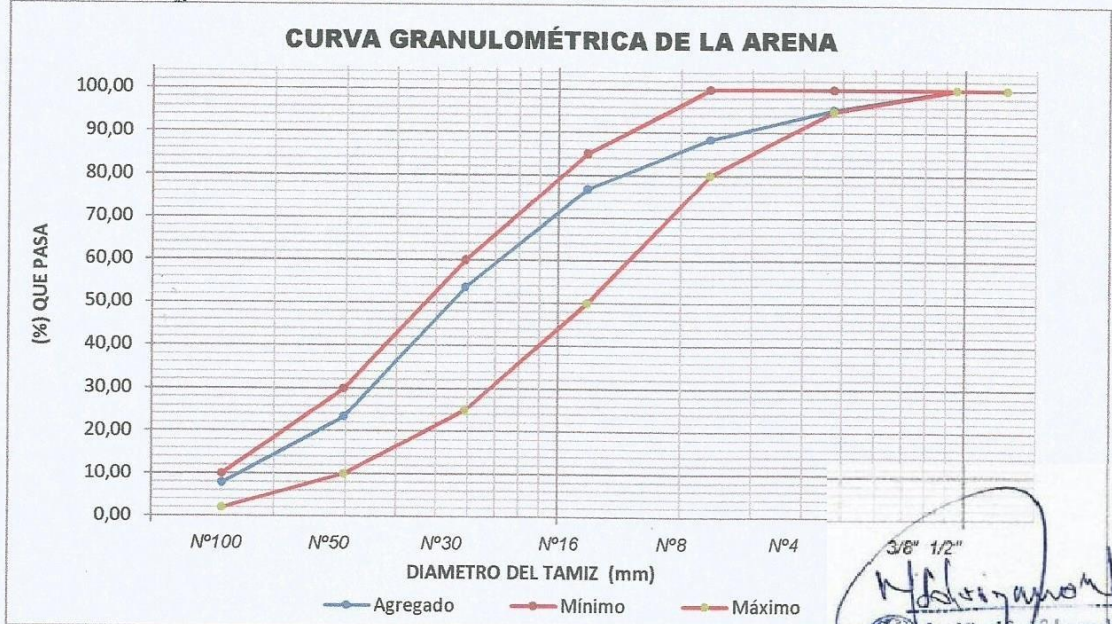
Revisado por E. cerquin

PROYECTO: PTAR - Agua y Alcantarillado Esperanza GOREHCO FECHA: 25/02/2018
 UBICACIÓN: La Esperanza PROVEED: CONCRETERA WUANUKO MIX EIRL
 EJECUTA: DIEGO JIMENEZ Repr.: Isaac Rhonald Figueroa Cruz
 SUPERVISA: Ing. MIGUEL SAUL SOLORZANO MEJIA CANTERA: San Francisco - Cayhuayna

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO FINO			
PESO ESPECIFICO		CONTENIDO DE HUMEDAD	
Pmuestra s.s.s =	500,5 gr	Arena Humeda =	200,10 gr
Peso fiola + agua	656 gr	Arena seca =	195,20 gr
P. fiola + P.sss + Agua	967 gr	Humedad =	2,51 %
Volumen sss	189,5 cm ³	Factor de humedad =	0,68 %
Pmuestra seca =	491,5 gr	MALLA 200	
P.E m =	2,594 gr/cm³	Arena Seca =	883 gr.
P.E sss =	2,641 gr/cm³	Arena lavada seca =	815 gr.
Absorcion =	1,831 %	% FINOS =	7,70 %
P.U.S de la arena =	1680 kg/m³	P.U.C de la arena =	1790 kg/m³

GRANULOMETRIA						HUSO: Arena Gruesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12,700	0	0,00	0,00	100,00	100	100
3/8"	9,525	0	0,00	0,00	100,00	100	100
N° 4	4,75	57	4,60	4,60	95,40	100	95
N° 8	2,36	86	6,95	11,55	88,45	100	80
N° 16	1,18	145	11,71	23,26	76,74	85	50
N° 30	0,59	285	23,02	46,28	53,72	60	25
N° 50	0,297	376	30,37	76,66	23,34	30	10
N° 100	0,149	192	15,51	92,16	7,84	10	2
FONDO	0,000	97	7,84	100,00	0,00		
SUMA		1238,00	100,00				

M.F= 2,55



Ing. Miguel Saul Solórzano Mejía
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 140456

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



LABORATORIO DE HORMIGON

Fecha Emisión 24/04/2018

Fecha Revisión 12/01/2018

ANALISIS DEL AGREGADO (PIEDRA)

Revisión Nro 3

Revisado por E. cerquin

PROYECTO: PTAR - Agua y Alcantarillado Esperanza GOREHCO FECHA: 25/02/2018
 UBICACIÓN: La Esperanza PROVEED: CONCRETERA WUANUKO MIX EIRL
 EJECUTA: DIEGO JIMENEZ Repr.: Isaac Rhonald Figueroa Cruz
 SUPERVISA: Ing. MIGUEL SAUL SOLORZANO MEJIA CANTERA: San Francisco - Cayhuayna

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO GRUESO

PESO ESPECIFICO			CONTENIDO DE HUMEDAD		
Pmuestra s.s.s =	520,3	gr	Piedra Humeda =	500,40	gr
Volumen inicial en probeta	500	cm ³	Piedra seca =	496,40	gr
Volumen final en probeta	694,5	cm ³	Humedad =	0,81	%
Volumen desplazado	194,5	gr	Factor de humedad =	-0,18	%
Pmuestra seca =	515,2	gr	Pesos unitarios		
P.E m =	2,649	gr/cm³	P.U.S piedra =	1560	kg/m³
P.E sss =	2,675	gr/cm³	P.U.C piedra =	1715	kg/m³
Absorcion =	0,990	%			

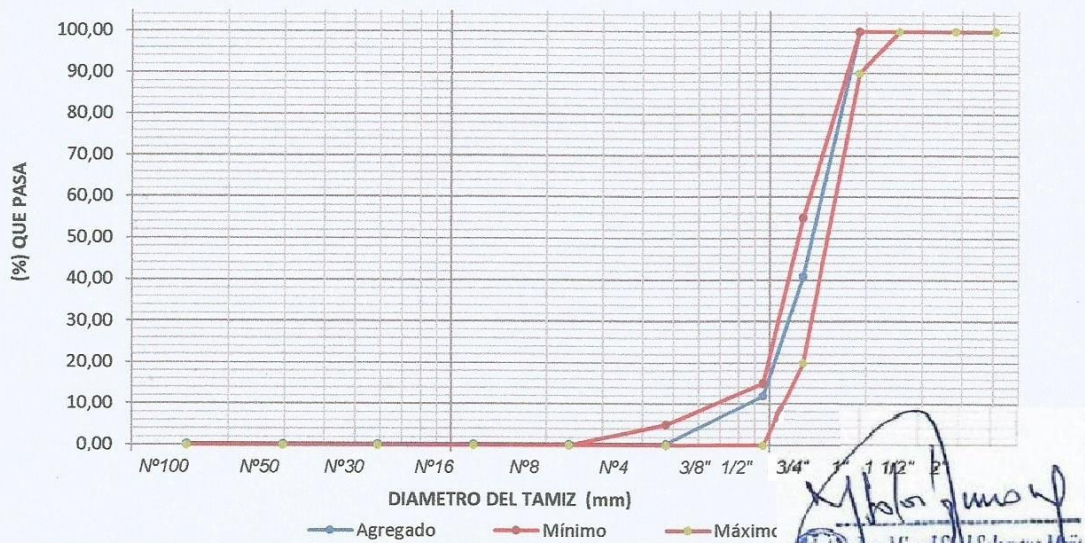
GRANULOMETRIA

HUSO: 6

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
3/4"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00	100	90
1/2"	12,700	3892,00	59,05	59,05	40,95	55	20
3/8"	9,525	1910,00	28,98	88,03	11,97	15	0
N° 4	4,75	764,00	11,59	99,62	0,38	5	0
N° 8	2,36	8,00	0,12	99,74	0,26	0	0
N° 16	1,18	0,00	0,00	99,74	0,26	0	0
N° 30	0,59	0,00	0,00	99,74	0,26	0	0
N° 50	0,297	0,00	0,00	99,74	0,26	0	0
N° 100	0,149	0,00	0,00	99,74	0,26	0	0
FONDO	0,000	17,00	0,26	100,00	0,00	0	0
SUMA		6591,00	100,00				

M.F= 6,86

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



Miguel Saul Solórzano Mejía
 INGENIERO CIVIL
 CIP 120456

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



ANEXOS 2: Ficha Técnica del Aditivo AT-56

ANEXO N° 2
FICHA TECNICA DEL ADITIVO AT-56



AT-56

Plastificante Retardante de Rango Medio

Fecha de Emisión: May 03, 16

Revisión: 1

Fecha de Revisión: Set 14, 17

Página 1 de 1

Ulmen S.A. Adicionante a Cementos

Descripción

AT-56 Es un reductor de agua de medio rango que incorpora materias primas de alta tecnología, permitiendo un mejor control del concreto.

No contiene cloruros, No es toxico ni inflamable.

Aspectos Técnicos

Reduce la razón agua cemento en porcentajes entre 10% y 15%, sin afectar la plasticidad del concreto.

Prolonga el tiempo de trabajabilidad sin alterar las resistencias.

Aplicación

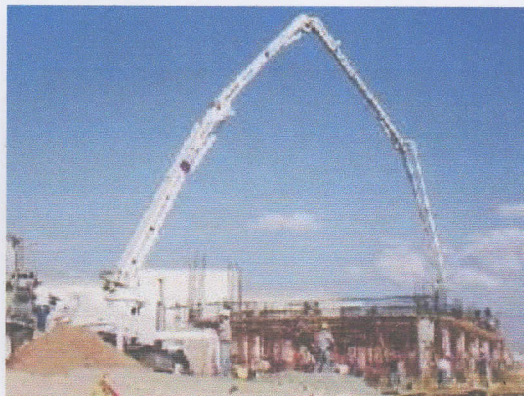
AT-56 debería utilizarse en casi todos los concretos ya sean premezclados o preparados en terreno.

Reducción de costo

Consecuencia de la reducción de agua y aumento en las resistencias, puede reducir la cantidad de cemento.

Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad.



Dosis

Recomendamos dosis de 0,8 a 1,5% sobre peso del cemento. Lo ideal es contactar el servicio técnico ULMEN para optimizar su uso. Vía e-mail es suficiente

Presentación

Tambores plásticos de 220 kg.
Contenedores retornables de 1.100 kg.

Propiedades Físicas

Apariencia : Líquido
Color : Café oscuro
Densidad : $1,210 \pm 0,02$ g/mL
pH : 9 ± 1
Viscosidad : 15 ± 2 (s) (C.Ford N° 4)

Clasificación

AT56 se clasifica como aditivo tipo D según la norma ASTM C494.



Las Vertientes Mza O Lt 8B. Villa Salvador Tel. (51-1) 7194126
Lima-Perú

www.cognoscibletechnologies.com

www.ulmen.cl

atencionalcliente@ulmen.cl



HOJA DE SEGURIDAD

AT-56

Fecha de Emisión: Jun 30, 07
Revisión: 10
Fecha de Revisión: Set 14, 17
Página 2 de 2

SECCION 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROVEEDOR

Nombre del producto : **AT-56**
Clasificación : Aditivo para concreto
Vida útil : 6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado
Por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2008
Proveedor : INDUSTRIAS ULMEN S.A.
E-mail : atencionalcliente@ulmen.cl
Página Web : www.ulmen.cl
Fono Emergencia : (56 -2) 28543667



Toda llamada de emergencia dentro y/o fuera del país será reembolsada previa revisión

SECCION 2: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Nombre químico : Mezcla azúcares y lignosulfonatos en solución
Fórmula química : Confidencial
N° CAS : No aplica

SECCION 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Marca en etiqueta : Rombo NFPA
Clasificación de Salud (1) / Inflamabilidad (0)
Reactividad (0) / Riesgo Especial (0)
Riesgos : Ninguno
Peligros para la salud : Ninguno



SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos : Lavar con abundante agua durante 15 min. Referir al médico
Contacto con la piel : Lavar de inmediato con agua y jabón
Inhalación : Dar aire fresco si fuese necesario
Ingestión : Enjuagar boca con agua tibia. Referir al médico

SECCION 5: MEDIDAS PARA COMBATIR EL FUEGO

Agentes extintores : No inflamable ni combustible. Actuar según tipo de fuego existente
Protección especial : Ninguna
Proced. Especiales : No aplica
Riesgo explosión : No aplica

SECCION 6: MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES O FUGAS

Medidas de emergencia : Lavar con agua y trapear
Protección personal : Antiparras y guantes
Daños al ambiente : Ninguno, líquido inofensivo
Métodos de eliminación : Tratar como líquido inofensivo

SECCION 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación : Usar antiparras y guantes
Almacenamiento : Almacenar en lugar fresco y seco
Embalajes : Almacenar sólo en envase original

SECCION 8: CONTROL DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN ESPECIAL

Medidas por exposición : No se requiere
Protección respiratoria : No se requiere
Protección de los ojos : Antiparras



HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de Emisión: Jun 30, 07
Revisión: 10
Fecha de Revisión: Set 14, 17
Pagina 2 de 2

AT-56

SECCION 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico	:	Líquido
Color	:	Café oscuro
Olor	:	Característico
pH	:	9 ± 1
Densidad a 20° C	:	1,21 ± 0,02 (g/mL)
Viscosidad (Copa Ford N°4)	:	15 ± 2 (seg)
Inflamación, Combustión, Explosión	:	No inflamable, No combustible, No explosivo
Solubilidad	:	Completamente soluble en agua

SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	:	Estable bajo condiciones normales
Reactividad	:	Ninguna

SECCION 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda	:	Por ingestión, dosis > 4000 mg/kg
Efectos peligrosos para la salud	:	Ninguno

SECCION 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Inestabilidad	:	Estable
Persistencia/ degradabilidad	:	Los métodos para determinación de la biodegradabilidad no son aplicables a sustancias inorgánicas
Bio-acumulación	:	No aplica

SECCION 13: CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN FINAL

Método de eliminación del producto	:	Debe tratarse como líquido inofensivo
Eliminación de envases	:	Depositar en vertedero autorizado según legislación vigente

SECCION 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Para Transporte Marítimo	:	Sin regulación
Precauciones para Transporte Marítimo	:	Comprobar que el recipiente este cerrado herméticamente
Clasificación NFPA	:	Salud: 1/Inflamabilidad: 0/Reactividad: 0/Riesgo específico: 0
Clasificación IATA (56th edition, 2015)	:	No es regulado como producto peligroso

SECCION 15: NORMAS VIGENTES

Normas internacionales aplicables	:	ASTM C-494
Normas nacionales aplicables	:	Ley N° 28256
Marca en etiqueta	:	Código NFPA

SECCION 16: OTRAS INFORMACIONES

El formato de esta hoja de seguridad cumple con ley N° 28256, Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

La información contenida se entrega de buena fe y voluntariamente. ULMEN S.A. no se hace responsable por el buen o mal uso de esta información. Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor, ULMEN S.A. no asume responsabilidad alguna por este concepto. Las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.



ANEXOS 3: Ficha Técnica del impermeabilizante Sika-1

ANEXO N° 3

FICHA TECNICA DEL IMPERMEABILIZANTE SIKA-1

HOJA TÉCNICA

Sika®-1 en Polvo

Impermeabilizante para concretos y morteros.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika®-1 en Polvo es un impermeabilizante en polvo para concretos y morteros.

USOS

Se emplea en concretos y morteros de cemento en todo tipo de impermeabilizaciones: tarrajes de paredes interiores y exteriores, pisos, sótanos, piscinas, canales, estanques de agua, túneles, tanques, premoldeados, bloques de cemento, entre otros.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Asegura la impermeabilidad de concretos y morteros
- Impide las eflorescencias salitrosas y el caliche
- Evita las formaciones musgosas y fungosas

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Polvo

COLORES

Crema

PRESENTACIÓN

- Bolsa x 1 Kg
- Caja x 6 unidades x 1 Kg

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

2 años en un lugar seco, en envases bien cerrados.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1,10 ± 0,1 kg/l

USGBC VALORACIÓN LEED

Sika®-1 en Polvo cumple con los requerimientos LEED.

Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Conenido de VOC < 250 g/l (menos agua)

INFORMACIÓN DL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

1 kg. Por bolsa de cemento.

MÉTODO DE APLICACIÓN**MODO DE EMPLEO**

Mezclar una bolsa de 1 kilo de Sika®-1 en Polvo por bolsa de cemento y luego añadir los componentes restantes del concreto o mortero. Es importante mezclar bien el material seco antes de agregar el agua.

Si ya se tiene un problema de salitre o humedad en un muro, hacer lo siguiente:

- Picar el tarrajeo 70 cm más arriba del punto más alto donde haya salido el salitre y hacerlo en línea recta.
- Aplicar el nuevo mortero con Sika®-1 en Polvo.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN**

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma naturales o sintéticos y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 5
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika®-1 en Polvo :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Waterproofing
Centro industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika®-1 en Polvo
22.01.15, Edición 6

**Versión elaborada por: Sika Perú
S.A.**
HS, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com





ANEXOS 4: Certificados de calibración de los equipos y herramientas

ANEXO N° 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS y herramientas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 062 - 2018

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 3

1. Expediente	18129
2. Solicitante	ARANGO TRADING & SERVICE E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Abtao Nº 1145 Huanuco - Huanuco - HUANUCO.
4. Instrumento de medición	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C / -58 °F a 572 °F
Div. de escala / Resolución	0,1 °C / °F
Marca	CONTROL COMPANY
Modelo	4353
Número de Serie	170691517
Procedencia	U.S.A.
Elemento Sensor	TERMISTOR
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2018-02-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2018-02-21

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 062 - 2018

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Mínimo	Máximo
Temperatura	28,9 °C	28,9 °C
Humedad Relativa	66,5 %	66,5 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,012 °C hasta 0,025 °C	INACAL LT - 560 - 2017
		INACAL LT - 562 - 2017

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 062 - 2018

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
10,0	10,04	0,04	0,14
20,0	20,06	0,06	0,14
40,5	40,58	0,08	0,14

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue 120 mm de aproximadamente.

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Product Certification

This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0275

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM C143, C192, AASHTO T23, T119, T126 BS
1881:102, EN 12350-2

PRODUCT DESCRIPTION: SLUMP CONE

MODEL: LA-0275

SERIE: 1515



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
email - sales@forneyonline.com

Product Certification

This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0285

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: (NO STANDARDS APPLY)

PRODUCT DESCRIPTION: MATERIAL PAN, GALVANIZED, 22 X 23 X 3 INCHES

MODEL: LA-0285

SERIE: 2509



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
email - sales@forneyonline.com

Product Certification

This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0280

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM C143 C192
AASHTO T23 T119 T126
BS 1881:102
EN 12350-2

PRODUCT DESCRIPTION: COMPACTING ROD

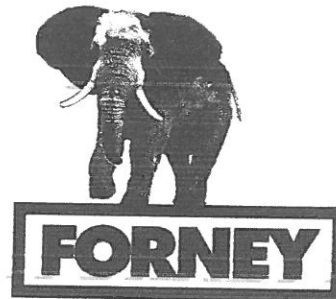
MODEL: LA-0280

SERIE : 577



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
email - sales@forneyonline.com

Product Certification

This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-0272

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: These trowels are specially made to meet ASTM specifications

PRODUCT DESCRIPTION: Trowel, 5 In (12.7 cm)

MODEL: LA-0272



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
email – sales@forneyonline.com

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2017

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.




Ing. Angel Robles Orellana





TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2018

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:





TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2019

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:





TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2020

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



ANGEL ROBLES ORELLANA
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. del Colegio de Ingenieros P 0204

Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:





TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2021

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



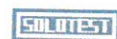
ANGEL ROBLES ORELLANA
INGENIERO ADMINISTRATIVO
Reg. del Colegio de Ingenieros CP 0000

Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:





TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2022

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



ANGEL ROBLES ORELLANA
INGENIERO ADMINISTRADOR
Reg. del Colegio de Ingenieros CP 18161

Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:





TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2023

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:





TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Diámetro interno</i>	6"
<i>Altura</i>	12"
<i>Espesor</i>	3/16"
<i>serie</i>	2024

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

ASTM C- 39
NTC 504
NTC 673

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 304 - 2017

Página 1 de 3

1. Expediente	17821
2. Solicitante	GOBIERNO REGIONAL DE HUANUCO
3. Dirección	Car. Central N° 145 Paucarbamba, Amarilis - Huánuco - HUÁNUCO.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	250000 lbf
Marca	FORNEY
Modelo	F-1100KNB CO-PILOT
Número de Serie	11036
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	FORNEY
Modelo	TA-1252
Número de Serie	0217008
Resolución	1 kgf
5. Fecha de Calibración	2017-11-29

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2017-11-29

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUIJSE MORALES



Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 304 - 2017

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,4 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	68 % HR	68 % HR



9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-473-16A

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 304 - 2017

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	9930,2	9960,9	9950,6	9947,2
20	20000	19947,3	19967,8	19967,8	19961,0
30	30000	30005,8	30026,3	30026,3	30019,4
40	40000	40074,8	40085,1	40074,8	40078,2
50	50000	50072,2	50061,9	50082,5	50072,2
60	60000	60049,1	60069,7	60069,7	60062,9
70	70000	70026,1	70067,3	70036,4	70043,3
80	80000	80044,4	80085,7	79972,2	80034,1
90	90000	89990,5	90021,5	90011,2	90007,7
100	100000	100008,8	100029,5	100029,5	100022,6
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
10000	0,53	0,31	---	0,01	0,34
20000	0,20	0,10	---	0,01	0,34
30000	-0,06	0,07	---	0,00	0,34
40000	-0,20	0,03	---	0,00	0,34
50000	-0,14	0,04	---	0,00	0,34
60000	-0,10	0,03	---	0,00	0,34
70000	-0,06	0,06	---	0,00	0,34
80000	-0,04	0,14	---	0,00	0,34
90000	-0,01	0,03	---	0,00	0,34
100000	-0,02	0,02	---	0,00	0,34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490



email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE FABRICACION
EQUIPO DE ECONOCAP
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Plato de retención maquinado	6" diámetro
Incluye un juego de almohadillas de neopreno	In (15,2 cm), 60 durómetro, Individual
Serie	2911

El Equipo de Econocap ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C- 1231

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ajecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y/ o fabricante del equipo.




ANGEL ROBLES ORELLANA
INGENIERO AERONAUTICAL
Reg. del Colegio de Ingenieros CP 12714

Ing. Angel Robles Orellana



CERTIFICADO DE FABRICACION
EQUIPO DE ECONOCAP
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Plato de retención maquinado	6" diámetro
Incluye un juego de almohadillas de neopreno	In (15,2 cm), 60 durómetro, Individual
Serie	2912

El Equipo de Econocap ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C- 1231

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.




Ing. Angel Robles Orellana





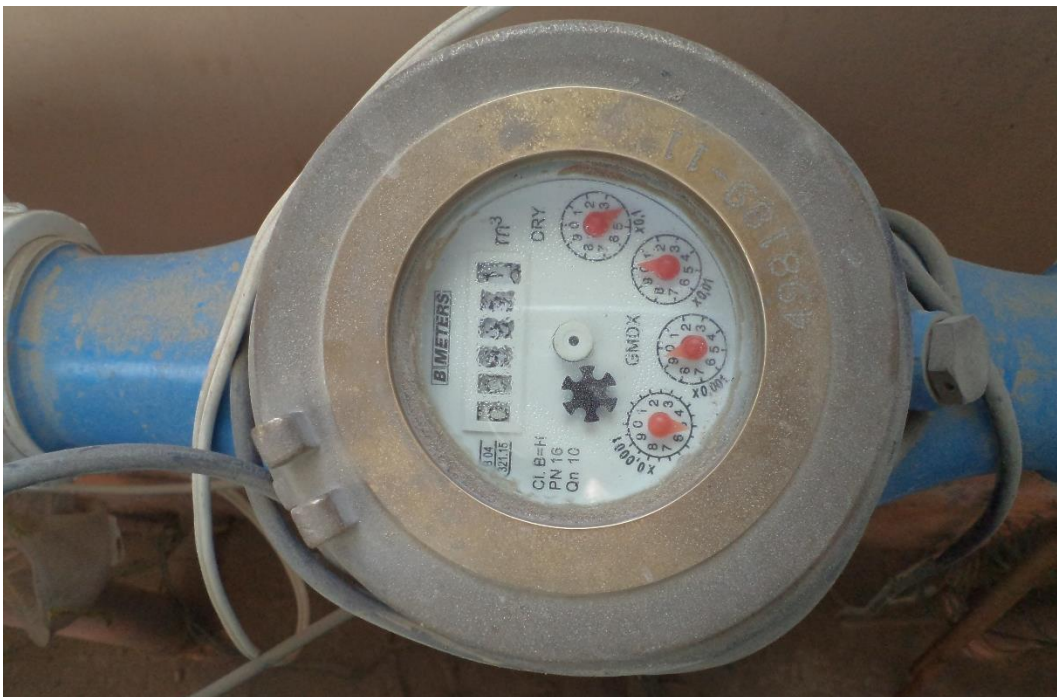
ANEXOS 5: Panel fotográfico

ANEXO N° 5
PANEL FOTOGRAFICO

VISITA A LA PLANTA CONCRETERA “WUANUKO MIX”



Fotografía N°1: Visita a la planta productora de concreto premezclado “WUANUKO MIX”, para investigar sobre el proceso de la elaboración.



Fotografía N°2: Medidor de agua



Fotografía N°3: Control del silo del cemento y tolva de agregados



Fotografía N°4: A la izquierda la tolva de agregados y la derecha el silo de cemento.



Fotografía N°5: Control del Aditivo AT-56



Fotografía N°6: Dosificando el impermeabilizante Sika1



Fotografía N°7: Acopio de Agregado grueso (Piedra chancada)



Fotografía N°8: Zarandeo y acopio de agregado fino (Arena)

RECEPCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210KG/CM2 (BUZONES)



Fotografía N°9: Se observa el vaciado de un buzón con el mixer.



Fotografía N°10: Se indica el concreto muestreado en el buggy para los ensayos.



Fotografía N°11: Control de temperatura



Fotografía N°12: Control de revenimiento del concreto premezclado ensayado con el cono de abrams, realizado por el vía colectora (Jancao).



Fotografía N°13: Control de revenimiento realizado con el cono de abrams.



Fotografía N°14: Los moldes cilíndricos 6"x12" para realizar los especímenes de concreto y realizar el ensayo de compresión.

RECEPCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO F'C=245KM/CM2 (PTAR)



Fotografía N°15: Recepción del concreto premezclado en el Vaciado del Reactor Biológico de la PTAR.



Fotografía N°16: Control de temperatura a la muestra de concreto premezclado.



Fotografía N°17: Realizando el ensayo de revenimiento del concreto con el cono de abrams



Fotografía N°18: Midiendo el slump del concreto recepcionado en la PTAR



Fotografía N°19: Realizando los especímenes de concreto 6"x12" para realizar el ensayo a compresión.

CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (PROBETAS)



Fotografía N°20: Etiquetado y curado de los especímenes de concreto 6"x12" para realizar el ensayo a compresión.

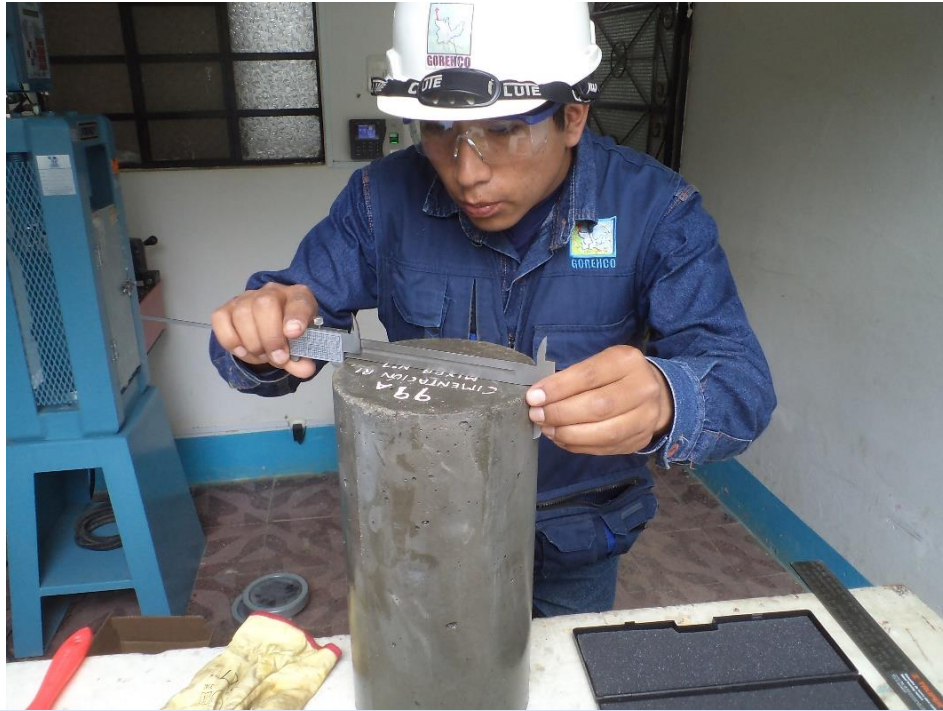
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO



Fotografía N°21: Con la prensa hidráulica de concreto



Fotografía N°22: Verificando la perpendicularidad de la probeta con la escuadra



Fotografía N°23: Realizando la medición del diámetro de la probeta con el pie de rey



Fotografía N°24: Rotura de la probeta fijada por 2 platos de retención de neopreno