

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y
ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL “ROCA
CUARCITA” DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO “Ms
e Ico” DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE
CHUCO.**

Línea de Investigación: Construcción y Materiales

Autor(es):

- Br. Darwin Hebert Avila Vera
- Br. Luis Eduardo Jimenez Vasquez

Asesor:

- Ing. Roció del Pilar Durand Orellana

Trujillo – Perú

2020

**“CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y
ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL “ROCA
CUARCITA” DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO “Ms
e Ico” DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE
CHUCO – LA LIBERTAD”.**

POR:

Br. Darwin Hebert Avila Vera

Br. Luis Eduardo Jimenez Vasquez

PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO PARA OBTAR EL
TITULO DE INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR:

**Dr. Enrique Francisco Luján Silva
PRESIDENTE**

Ing. Cesar Cancino Rodas

SECRETARIO

Ing. José Serrano, Hernández

VOCAL

Ing. Durand Orellana, Rocío del Pilar

ASESOR

DEDICATORIA - I

Primero y antes que todo, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Esta TESIS, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible su finalización sin el apoyo de mi padre (CANCIO), quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo. De la igual manera está dedicado a mi madre (GOSHBY), por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional y quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si uno se lo propone. ES POR ESO QUE ESTA TESIS VA DEDICADO PARA “CANCIO Y GOSHBY” MIS ADORABLES PADRES.

Darwin Hebert, Avila Vera

DEDICATORIA – II

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Víctor Jiménez e Isabel Vazquez; porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

Dedico de manera especial a mis hermanos Daniel Jiménez Vazquez y Raúl Jiménez Vazquez, su apoyo ha sido fundamental para motivarme y ayudarme hasta donde sus alcances lo permitían.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que dios me ha dado.

Luis Eduardo, Jiménez Vazquez

AGREDECIMIENTOS

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego, a toda la Escuela de Ingeniería Civil, a nuestros docentes en especial a los ingenieros: Jorge paredes, cesar Cancino, Ildebrando Barbosa, Agosto Vejarano; quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que podamos crecer día a día como profesionales, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Así mismo queremos expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento al Ing. Gerardo Arteaga e Ing. Roció duran, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

Finalmente a nuestros amigos con los que compartimos dentro y fuera de las aulas que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

INDICE

| | |
|--|------|
| ACREDITACIONES | I |
| DEDICATORIA N°1 | II |
| DEDICATORIA N°2 | III |
| AGRADECIMIENTO | IV |
| RESUMEN | XII |
| ABSTRACT | XIII |
| | |
| CAPITULO 1 | 1 |
| | |
| 1. INTRODUCCION | |
| 1.1 Realidad Problemática | 1 |
| 1.2 Formulación Del Problema | 2 |
| 1.3 Objetivos De La Investigación | 2 |
| 1.3.1 Objetivo General | 2 |
| 1.3.2 Objetivo Especifico | 2 |
| 1.4 Justificación Del Estudio | 3 |
| | |
| CAPITULO 2 | 4 |
| | |
| 2. MARCO DE REFERENCIA | |
| 2.1 Antecedentes De Estudio | 4 |
| 2.2 Marco Teórico | 6 |
| 2.2.1 Materiales y su composición del concreto | 6 |
| 2.2.1.1 Cemento portland | 6 |
| 2.2.1.1.1 Materias primas del cemento portland | 7 |
| 2.2.1.1.2 Tipos de cemento | 7 |
| 2.2.1.2 Agregados | 9 |
| 2.2.1.2.1 Tipos de agregados | 10 |
| 2.2.1.2.2 Clasificación de los agregados | 11 |
| 2.2.1.2.3 Propiedades de los agregados | 17 |
| 2.2.1.2.4 Normas y requisito del control de calidad de los agregados | 20 |
| 2.2.1.3 Agua para la mezcla de concreto | 27 |
| 2.2.1.3.1 Propiedades físicas y químicas del agua | 27 |
| 2.2.1.4 Aditivos | 28 |
| 2.2.1.4.1 Razones principales para el uso de aditivos | 28 |
| 2.2.2 Concreto | 29 |
| 2.2.2.1 Relación agua cemento a/c | 29 |
| 2.2.2.2 Curado del concreto | 30 |
| 2.2.2.3 Concreto fresco | 31 |
| 2.2.2.4 Concreto endurecido | 32 |
| 2.2.3 Influencia del agregado en el concreto | 33 |
| 2.2.3.1 Influencia en estado fresco | 33 |
| 2.2.3.2 influencia en estado endurecido | 33 |
| 2.2.3.3 Propiedades del concreto, influenciadas por las propiedades de los agregados | 34 |
| 2.2.3.4 Sustancias perjudiciales en los agregados | 35 |
| 2.2.4 Esquema de los procesos de diseño, producción, manejo, protección y curado del concreto hasta obtener el concreto endurecido en obra | 36 |
| 2.2.5 Diseño de mezclas de concreto | 37 |
| 2.2.5.1 Concreto con agregado global | 37 |
| 2.2.5.2 Método de diseño. | 38 |
| 2.2.5.3 Procedimiento | 38 |
| 2.3 Marco conceptual | 41 |
| 2.3.1 Agregados | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.2 Agregado Fino----- | 41 |
| 2.3.3 Agregado Grueso----- | 41 |
| 2.3.4 Agregado Global ----- | 41 |
| 2.3.5 Diseño de mezclas ----- | 42 |
| 2.3.6 Concreto fresco ----- | 42 |
| 2.3.7 Concreto endurecidos ----- | 42 |
| 2.3.8 Cemento Ms ----- | 42 |
| 2.3.9 Cemento Ico ----- | 42 |
| 2.4 Hipótesis ----- | 43 |
| 2.5 Variables e indicadores ----- | 43 |
| 2.5.1 Variables ----- | 43 |
| 2.5.2 Operacionalizacion de Variables ----- | 44 |
| CAPITULO 3 ----- | 45 |
| 3. METODOLOGIA ----- | 45 |
| 3.1 Tipo y nivel de investigación----- | 45 |
| 3.1.1 Tipo de investigación ----- | 45 |
| 3.1.2 Nivel de investigación ----- | 45 |
| 3.2 Población y muestra ----- | 45 |
| 3.2.1 Población ----- | 45 |
| 3.2.2 Materiales ----- | 45 |
| 3.2.2.1 Ubicación ----- | 45 |
| 3.2.2.2 Agregado global (roca cuarcita) cantera el inca ----- | 48 |
| 3.2.3 Muestra ----- | 49 |
| 3.3 Técnicas e instrumentos de investigación ----- | 49 |
| 3.3.1 Análisis documental ----- | 49 |
| 3.3.2 Análisis estadísticos de datos ----- | 49 |
| 3.3.3 Pruebas de laboratorio ----- | 49 |
| 3.4 Diseño de investigación ----- | 50 |
| 3.5 Procedimiento y análisis de datos ----- | 50 |
| 3.5.1 Proceso de los ensayos en Laboratorio ----- | 50 |
| 3.5.1.1 Granulometría del agregado global ----- | 50 |
| 3.5.1.2 Contenido de humedad del agregado global ----- | 53 |
| 3.5.1.3 Peso específico del Agregado fino ----- | 54 |
| 3.5.1.4 Porcentaje de absorción del agregado fino ----- | 55 |
| 3.5.1.5 Peso específico del agregado grueso ----- | 56 |
| 3.5.1.6 Porcentaje de absorción del agregado grueso ----- | 56 |
| 3.5.1.7 Peso unitario suelto del agregado global ----- | 57 |
| 3.5.2 Proporción del diseño de mezcla ----- | 58 |
| 3.5.2.1 Diseño de mezcla usando el cemento tipo Ms ----- | 59 |
| 3.5.2.2 Resistencia a la compresión para el cemento tipo Ms ----- | 71 |
| 3.5.2.3 Diseño de mezcla usando el cemento tipo Ico ----- | 73 |
| 3.5.2.4 Resistencia a la compresión para el cemento tipo Ico ----- | 83 |
| CAPITULO 4 ----- | 86 |
| 4. RESULTADOS ----- | 86 |
| 4.1 Resumen de los resultados ----- | 86 |
| 4.1.1 Análisis físico químico del agregado global ----- | 86 |
| 4.1.2 Resistencia a la compresión vs a/c: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 usando cemento Ms.----- | 87 |
| 4.1.3 Resistencia a la compresión vs a/c: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 usando cemento Ms.----- | 87 |
| 4.1.4 Variación del porcentaje en el agregado global (fino y grueso) ----- | 88 |
| 4.2 Prueba de Hipotesis ----- | 88 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.1 Variación de la resistencia a la compresión en 15% - 20% para el cemento tipo Ms | 88 |
| 4.2.2 Variación de la resistencia a la compresión en 15% - 20% para el cemento tipo Ico | 89 |
| CAPITULO 5 | 90 |
| 5. DISCUSION DE RESULTADOS | 90 |
| 5.1 Interpretación de resultados | 90 |
| CONCLUSIONES | 92 |
| RECOMENDACIONES | 94 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 95 |
| ANEXOS | 96 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Cuadro N°01 Composición del cemento portland ----- | 07 |
| Cuadro N°02 Tipos de marcas de cemento portland en el Per ----- | 09 |
| Cuadro N°03 Clasificación según velocidad de consolidación y localización ----- | 11 |
| Cuadro N°04 Clasificación según el agente geológico externo ----- | 12 |
| Cuadro N°05 Clasificación de los depósitos de rocas.----- | 12 |
| Cuadro N°06 Clasificación de los agregados por su forma----- | 13 |
| Cuadro N°07 Clasificación de los agregados por su Textura----- | 14 |
| Cuadro N°08 Clasificación agregado fino de acuerdo al módulo de finura----- | 15 |
| Cuadro N°09 Clasificación de los agregados según su tamaño.----- | 17 |
| Cuadro N°10 Requisitos granulométricos del agregado grueso.----- | 21 |
| Cuadro N°11 Requisitos granulométricos para el agregado fino.----- | 22 |
| Cuadro N°12 Requisitos granulométricos para el global. ----- | 22 |
| Cuadro N°13 Rangos del módulo de finura.----- | 23 |
| Cuadro N°14 Asentamiento y trabajabilidad usado generalmente en la construcción----- | 32 |
| Cuadro N°15 Propiedades del Concreto influenciadas por los agregados.----- | 34 |
| Cuadro N°16 Esquema de los procesos de diseño, producción, manejo, protección y curado del concreto-- ----- | 36 |
| Cuadro N°17 Agua inicial de acuerdo al asentamiento y Tamaño Máximo Nominal ----- | 39 |
| Cuadro N°18 Aire incorporado según el tamaño máximo nominal----- | 39 |
| Cuadro N°19 Especificaciones Técnicas cemento tipo Ms ----- | 42 |
| Cuadro N°20 Especificaciones Técnicas cemento tipo Ico----- | 43 |
| Cuadro N°21 Operacionalización de variables del proyecto ----- | 44 |
| Cuadro N°22 Características del agregado “roca cuarcita” proporcionadas por el ing. Moisés galloso -- | 48 |
| Cuadro N°23 Totalidad de prueba de testigos ----- | 49 |
| Cuadro N°24 Ensayo de Análisis granulométrico del agregado global ----- | 51 |
| Cuadro N°25 Tamizado del agregado global vs fuller ----- | 52 |
| Cuadro N°26 Contenido de humedad del agregado global ----- | 54 |
| Cuadro N°27 Peso Específico y porcentaje de absorción del Agregado Fino ----- | 55 |
| Cuadro N°28 Peso Específico y porcentaje de absorción del Agregado Grueso ----- | 57 |
| Cuadro N°29 Peso Volumétrico Suelto del agregado global ----- | 58 |
| Cuadro N°30 Resumen de las propiedades del agregado global ----- | 58 |
| Cuadro N°31 Resumen de las propiedades del cemento portland tipo Ms e Ico. ----- | 59 |
| Cuadro N°32 Primera prueba a/c: 0.40, dosificación en Volumen, Peso y Cono Abrahms ----- | 62 |
| Cuadro N°33 Primera prueba a/c: 0.40, corrección por asentamiento ----- | 63 |
| Cuadro N°34 Modificación de la dosificación a/c: 0.40, corrección por asentamiento ----- | 64 |
| Cuadro N°35 Primera prueba a/c: 0.45, corrección por asentamiento. ----- | 65 |
| Cuadro N°36 Modificación de la dosificación a/c: 0.45, corrección por asentamiento ----- | 67 |
| Cuadro N°37 Primera prueba a/c: 0.50, corrección por asentamiento ----- | 68 |
| Cuadro N°38 Modificación de la dosificación a/c: 0.50, corrección por asentamiento ----- | 69 |
| Cuadro N°39 Primera prueba a/c: 0.55, corrección por asentamiento. ----- | 70 |
| Cuadro N°40 Modificación de la dosificación a/c: 0.55, corrección por asentamiento ----- | 71 |
| Cuadro N°41 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.40 ----- | 71 |
| Cuadro N°42 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.45 ----- | 72 |
| Cuadro N°43 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.50. ----- | 72 |
| Cuadro N°44 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.55. ----- | 73 |
| Cuadro N°45 Propiedades del agregado y cemento portland Ico ----- | 74 |
| Cuadro N°46 Primera prueba a/c: 0.40, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico. ----- | 75 |
| Cuadro N°47 Modificación de la dosificación a/c: 0.40, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico -- ----- | 76 |
| Cuadro N°48 Primera prueba a/c: 0.45, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico ----- | 77 |
| Cuadro N°49 Modificación de la dosificación a/c: 0.45, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico -- ----- | 78 |
| Cuadro N°50 Primera prueba a/c: 0.50, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico. ----- | 79 |
| Cuadro N°51 Modificación de la dosificación a/c: 0.50, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico -- ----- | 80 |
| Cuadro N°52 Primera prueba a/c: 0.55, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico. ----- | 81 |

| | |
|---|---------|
| Cuadro N°53 Modificación de la dosificación a/c: 0.55, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico -- | -----83 |
| Cuadro N°54 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.40, Cemento Tipo Ico. -----83 | -----83 |
| Cuadro N°55 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.45, Cemento Tipo Ico. -----84 | -----84 |
| Cuadro N°56 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.50, Cemento Tipo Ico. -----84 | -----84 |
| Cuadro N°57 Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.55, Cemento Tipo Ico. -----85 | -----85 |
| Cuadro N°58 resumen de la resistencia a la comprensión vs relación agua cemento, Con cemento Ms. ---- | -----87 |
| Cuadro N°59 resumen de la resistencia a la comprensión vs relación agua cemento, Con cemento Ico ---- | -----87 |
| Cuadro N°60 resumen de la resistencia a la comprensión y la variación de porcentaje, cemento Ms. ---89 | -----89 |
| Cuadro N°61 resumen de la resistencia a la comprensión y la variación de porcentaje, cemento Ico ----89 | -----89 |
| Cuadro N°62 resumen de las características del agregado global. Laboratorio Upao -----90 | -----90 |
| Cuadro N°63 resumen de las características del agregado global. Laboratorio Charpas -----90 | -----90 |
| Cuadro N°64 resumen de la a/c para los concretos tradicionales. -----91 | -----91 |
| Cuadro N°65 resumen de la dosificación para las a/c en los tipos de cementos Ms e Ico -----92 | -----92 |

INDICE DE GRAFICOS

| | |
|---|----|
| Cuadro N°01 Curva a/c vs f'c (Guevara, G; Hidalgo Efecto de la variación agua/cemento en el concreto) - | |
| ----- | 01 |
| Cuadro N°02 Curado del concreto----- | 11 |
| Cuadro N°03 Curva granulométrica del agregado global----- | 52 |
| Cuadro N°04 Comparación de la curva agregado global vs curva teórica de Fuller----- | 53 |
| Cuadro N°05 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.40----- | 63 |
| Cuadro N°06 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.45----- | 66 |
| Cuadro N°07 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.50----- | 68 |
| Cuadro N°08 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.55----- | 70 |
| Cuadro N°09 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.40----- | 72 |
| Cuadro N°10 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.45----- | 72 |
| Cuadro N°11 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.50----- | 73 |
| Cuadro N°12 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.50----- | 73 |
| Cuadro N°13 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.40, Cemento Tipo Ico.----- | 75 |
| Cuadro N°14 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.45, Cemento Tipo Ico ----- | 77 |
| Cuadro N°15 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.50, Cemento Tipo Ico.----- | 79 |
| Cuadro N°16 Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.55, Cemento Tipo Ico----- | 82 |
| Cuadro N°17 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.40, Cemento Tipo Ico----- | 83 |
| Cuadro N°18 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.45, Cemento Tipo Ico----- | 84 |
| Cuadro N°19 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.50, Cemento Tipo Ico----- | 85 |
| Cuadro N°20 Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.55, Cemento Tipo Ico----- | 85 |
| Cuadro N°21 Curva de resistencia vs relación agua cemento, con Cemento Tipo Ms----- | 87 |
| Cuadro N°22 Curva de resistencia vs relación agua cemento, con Cemento Tipo Ico.----- | 88 |
| Cuadro N°23 Curva de resistencia vs relación agua cemento, con Cemento Tipo Ico y Ms----- | 91 |

INDICE DE IMAGENES

| | |
|--|-----|
| Cuadro N°01 Desmolde y obtención del asentamiento en el rango vertical cono de Abrahms----- | 31 |
| Cuadro N°02 Canteras Visualizadas Desde Toma Aérea / Fuente: google----- | 46 |
| Cuadro N°03 Localización del distrito de Mollebamba / Fuente municipalidad de Santiago de Chuco----- | 46 |
| Cuadro N°04 Visualización In situ del agregado cuarcita / fuente propia----- | 47 |
| Cuadro N°05 Extracción y proceso de zarandeo del agregado cuarcita----- | 47 |
| Cuadro N°06 Agregado cuarcita escala de fotografía 1/1000----- | 48 |
| Cuadro N°07 Ensayo de Consistencia del concreto----- | 63 |
| Cuadro N°08 Resultado de las características físicas químicas del agregado global----- | 86 |
| Cuadro N°09 agregado fino de dos tonalidades puesto en obra para ser utilizado----- | 96 |
| Cuadro N°10 agregado fino color blanco puesto en obra----- | 96 |
| Cuadro N°11 Ensayo de granulometría realizado en el laboratorio de materiales Upao----- | 97 |
| Cuadro N°12 Pesado del agregado grueso retenido en los tamices, realizando el ensayo de granulometría----- | 97 |
| Cuadro N°13 Ensayo del peso unitario realizado en el laboratorio de materiales Upao. ----- | 95 |
| Cuadro N°14 Ensayo de Peso específico realizado en el laboratorio de materiales Upao.----- | 98 |
| Cuadro N°15 Elaboración de la prueba de testigos en moldes de 30cm de alto x 15cm de diámetro.----- | 99 |
| Cuadro N°16 prueba de testigos listas para ser usadas en el ensayo de compresión----- | 99 |
| Cuadro N°17 Rotura a la compresión de prueba de testigos – falla por corte.----- | 100 |
| Cuadro N°18 Testigos en la rotura de probetas, visualizamos la maquina compresora.----- | 100 |
| Cuadro N°19 Requisitos normalizados NTP 334.090 Cemento Portland Ico----- | 101 |
| Cuadro N°20 Requisitos normalizados NTP 334.082 Cemento Portland Ms.----- | 102 |
| Cuadro N°21 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.40 y cemento Portland Ms.--- | 103 |
| Cuadro N°22 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.45 y cemento Portland Ms.--- | 104 |
| Cuadro N°23 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.50 y cemento Portland Ms.--- | 105 |
| Cuadro N°24 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.55 y cemento Portland Ms.--- | 106 |
| Cuadro N°25 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.40 y cemento Portland Ico.--- | 107 |
| Cuadro N°26 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.45 y cemento Portland Ico.--- | 108 |
| Cuadro N°27 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.50 y cemento Portland Ico.--- | 109 |
| Cuadro N°28 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.55 y cemento Portland Ico.--- | 110 |

RESUMEN

La presente investigación denominada “Características del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con el agregado global “roca cuarcita” y cemento portland tipo “Ms e Ico”, se encuentra ubicado en la ciudad, distrito, provincia y departamento de La libertad, en nuestro ámbito debido al crecimiento que se viene mostrando existen nuevas construcciones tanto en edificaciones y obras civiles de diferente tipo, entonces con el deseo de crecer como país, la construcción permite gestar un desarrollo en diferentes áreas de la ingeniería civil, consiguientemente no es algo raro que en el campo de la tecnología del concreto encontremos nuevas soluciones que faciliten una mejor calidad en la elaboración de concreto ya que se emplea mucho en las obras civiles por lo cual nuestra investigación tiene como finalidad disponer de las características del concreto en su estado fresco y endurecido elaborado con agregado global “roca cuarcita” empleando cemento portland tipo Ms e Ico.

Por otro lado, para determinar el diseño de mezcla se tomó en cuenta las principales características del agregado global: Porcentaje de humedad, porcentaje de absorción, densidad de masa, granulometría, módulo de finura y peso unitario suelto.

Así mismo se confeccionaron un total de 40 probetas cilíndricas (15cm de diámetro y 30cm de altura); con las siguiente relación inversa agua cemento de: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 para un de Asentamiento de (3 - 4)”, de los cuales 16 testigos fueron ensayados a los 14 días y los 24 restantes a edad de 28 días, siguiendo los criterios técnicos de la norma ASTM y NTP.

Como consecuencia de nuestra investigación logramos proyectar un esquema con dos curvas de relación agua cemento y resistencia a la comprensión del concreto (a/c Vs $F'c$), una curva para el cemento portland tipo Ms y la otra para el tipo Ico, por lo consiguiente el agua es el que determina la característica del concreto en estado fresco (Asentamiento), y la relación (a/c), nos brinda la característica del concreto en estado endurecido ($F'c$), expresamos entonces que estas curvas serán de gran ayuda para los habitantes del distrito de Mollebamba, Santiago de Chuco, La Libertad; para que puedan elaborar sus diseños de mezcla de concreto con Agregado Global (roca cuarcita) partiendo de los datos obtenidos en esta investigación.

ABSTRAC

The present investigation called "Characteristics of concrete in fresh and hardened state made with the global aggregate" quartzite rock "and portland cement type" Ms and Ico ", is located in the city, district, province and department of La Libertad, in our Due to the growth that has been shown, there are new constructions both in buildings and civil works of different types, so with the desire to grow as a country, construction allows a development in different areas of civil engineering to be generated, then it is not something strange that In the field of concrete technology, let us find new solutions that facilitate a better quality in the preparation of concrete, since it is widely used in civil works, therefore our research aims to have the characteristics of concrete in its fresh and durable state made with global aggregate "quartzite rock" using portland cement type Ms and Ico.

On the other hand, to determine the mix design, the main characteristics of the global aggregate were taken into account: moisture percentage, absorption percentage, mass density, granulometry, fineness modulus and loose unit weight.

Likewise, a total of 40 cylindrical test tubes (15cm in diameter and 30cm in height) were made; with the following inverse water-cement relationship of: 0.40, 0.45, 0.50 and 0.55 for a Settlement of (3 - 4)”, of which 16 controls were tested at 14 days and the remaining 24 at 28 days, following the technical criteria of the ASTM and NTP standards.

As a consequence of our research, we were able to project a scheme with two curves of water-cement ratio and resistance to concrete compression (a / c Vs $F'c$), one curve for portland cement type Ms and the other for type Ico, for Consequently, the water is what determines the characteristic of the concrete in the fresh state (Settlement), and the relationship (a / c) gives us the characteristic of the concrete in the hardened state ($F'c$), we then express that these curves will be of great help for the inhabitants of the district of Mollebamba, Santiago de chuco, La Libertad; so that they can develop their concrete mix designs with Global Aggregate (quartzite rock) based on the data obtained in this research.

INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente el concreto es el material de construcción más empleado por el ser humano, estudios realizados por **Mobasher (2008)** decretaron que la elaboración del concreto se ha duplicado desde la década de 1990, pasando de 170 millones de m³ /año a más de 330 millones de m³ en 2004. Así mismo para su elaboración se utilizan componentes tales como arena y rocas que constituyen un aproximado del 65% al 75% del volumen total del concreto, así como agua, cemento portland y aditivos que representan el volumen restante, esto se traduce entonces a nivel global en una demanda de varios millones de toneladas de materias primas que son procesadas anualmente (**Sabău et al., 2015; Becker, 2013**). Sin embargo, a pesar de la evidente importancia de este material, los procedimientos de elaboración, colocación o curado en algunos casos no son los adecuados, afectando de manera directa el comportamiento y calidad del concreto. Entonces en lo que respecta nuestra investigación según **Chan Yam y Col. (Chan Yam et al., 2003)**, alude que es obligatorio conocer y controlar las características de los agregados como el tamaño, porcentaje de absorción y coeficiente de forma, ya que estos determinan la trabajabilidad en el concreto fresco, de igual manera, conocer atributos como la textura, adherencia y composición mineral, que influyen de manera significativa la zona de transición, ya que permiten determinar la resistencia mecánica del concreto.

Con base a lo anterior nos adentramos en una localidad Peruana Santa Clara de Tulpo perteneciente al distrito de Mollebamba, Provincia Santiago de Chuco, Región la Libertad. Donde la calidad del concreto se ve afectada por la falta de control de los factores mencionados anteriormente.

Esta localidad es uno de los principales abastecedores de agregados para fabricar concreto, y hoy en el presente año fiscal 2019. Tanto en la localidad como en el distrito se realizan construcciones como: edificaciones de 3 pisos, pavimentos rígidos, puentes, etc. Que aprovechan los agregados de las diferentes canteras que existen , sin embargo, nos enfocaremos en una de ellas que se le da el nombre artesanal cantera “El **Ica**” debido a que en esta como en otras canteras los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de fabricar el concreto, ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no podemos saber si este alcanzará la resistencia esperada.

Así mismo en las especificaciones técnicas de los expedientes técnicos los elementos estructurales más frecuentes solicitan resistencias a la compresión de $f'_c=175$ y 210 kg/cm^2 . Esto induce a determinar un diseño de mezcla de Concreto que cumpla con las solicitudes de los elementos estructurales mencionados líneas atrás, en estado Fresco (Asentamiento y Rendimiento) y en estado endurecido (Resistencia a la Compresión) usando el agregado “roca cuarcita” de la cantera el Inca y cemento Portland tipo “MS e ICO”.

En consecuencia la necesidad de contar con un concreto ideal hace indispensable conocer a detalle las propiedades de los agregados así mismo deberán cumplir ciertos parámetros de las norma **ASTM – C y NTP**, debido a que ni los propietarios de las canteras ni los mismos constructores se han preocupado en poder determinarlas y es por eso que en muchos casos al fabricar concreto con cemento de calidad, agua potable y las cantidades necesarias de material, etc. aun así no se obtiene la resistencia deseada quedando como única explicación que la calidad de los agregados fue la que influyó.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características del concreto en estado fresco y endurecido fabricado con el agregado global “Roca Cuarcita” de la cantera “El Inca” y cemento Portland tipo “MS e Ico del centro poblado de Tulpo – Santiago de Chuco – La Libertad?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar las características del concreto en estado fresco y endurecido fabricado con el agregado Global “Roca Cuarcita” de la cantera “El Inca” y cemento Portland tipo “MS e ICO del centro poblado de Tulpo.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener las propiedades físicas y mecánicas del Agregado Global “roca cuarcita”, requeridas para utilizarlas en el diseño de nuestra mezcla de concreto.
- Determinar los porcentajes de variación del Agregado global “roca cuarcita” (fino y grueso) y analizar en qué medida o proporción se elabora el diseño de mezcla de concreto.
- Decretar si los agregados que se emplean en la construcción de las obras civiles en el centro poblado de Tulpo, distrito Mollebamba, Provincia Santiago de Chuco, son suficientes para la fabricación de concreto.

- Realizar el diseño de mezcla con el Agregado Global “roca cuarcita” del centro poblado Tulpo para relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55, para un asentamiento entre 3”- 4”. Para cemento portland (Ms e ICo).
- Realizar pruebas de testigos para cemento portland MS y cemento portland Ico. Para posteriormente ser ensayados a edad de 28 días.
- Confeccionar un esquema con una curva relación agua/cemento Vs. Resistencia a la compresión del concreto para el cemento portland Ms e Ico. En tal sentido poder obtener la máxima relación inversa agua cemento para los concreto tradicionales de $F'c=175$ y 210 Kg/cm^2 .

1.4 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

La presente investigación se realiza con el propósito de conocer las características del concreto en estado fresco (asentamiento y rendimiento) y estado endurecido (resistencia a la compresión) influenciado mediante el agregado Global “Roca cuarcita”; así mismo especificar también si dicho agregado cumple con Los parámetros que nos brinda las normas técnicas establecidas **ASTM – C y NTP**.

Por consiguiente, esta información servirá como referencia para los constructores, entidades públicas y usuarios particulares ya que conocerán la fiabilidad de los agregados empleados y sabrán de manera certera qué resistencia esperar al momento de dosificar su mezcla de concreto que preparen en obra. Así mismo resulta ventajoso desde el punto de vista económico debido a que los agregados tienen menor precio en el mercado comparado con el cemento que es otro material indispensable en la elaboración de concreto, puesto que con una dosificación adecuada no se verán necesitados de incrementar cemento para obtener mayor resistencia.

MARCO DE REFERENCIA

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

A. Chan Y, José L, Solís C, Rómel. (2003) Presentaron el siguiente Artículo de investigación: “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO”, con los resultados obtenidos concluyeron:

a. *En el agregado fino hay dos elementos que deben ser considerados, por un lado el módulo de finura (MF), y por el otro la continuidad en los tamaños, ya que algunas arenas pueden tener módulos de finuras aceptables (entre 2.2 y 3.1) y carecer de alguna clase granulométrica. Si consideramos únicamente el módulo de finura, pueden obtenerse dos condiciones desfavorables: una de ellas existe cuando el módulo de finura es mayor a 3.1 (arena gruesa), en donde puede ocurrir que las mezclas sean poco trabajables, faltando cohesión entre sus componentes y requiriendo mayores consumos de cemento para mejorar su trabajabilidad; la otra condición es cuando el módulo de finura es menor a 2.2 (arena fina), en este caso puede ocurrir que los concretos sean pastosos y que haya mayores consumos de cemento y agua para una resistencia determinada, y también una mayor probabilidad que ocurran agrietamientos de tipo contracción por secado.*

● Esta investigación considero estudiar el rango que debe oscilar el módulo de finura del agregado fino en (2.20 – 3.10) de este modo se obtendrá la trabajabilidad adecuada en la fabricación de concreto, por lo que es necesario obtener con exactitud el módulo de finura en el momento que se realizan los ensayos en el laboratorio, sirviendo así de base para que en la presente investigación se pueda diseñar una mezcla de concreto con el Agregado “roca cuarcita” para relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55, para un asentamiento entre 3”- 4”. Con cemento portland (Ms e Ico).

b. *La forma de los agregados tiene incidencia sobre la trabajabilidad del concreto fresco. Las formas básicas de éstos se pueden simplificar en 4 tipos, que son: equidimensional o esférica, prismática, tabular o elíptica, e irregular. De todas éstas, la que mayor problema puede ocasionar para la trabajabilidad es aquella*

de tipo tabular que además está alargada (conocidas como piezas planas y alargadas); estas piezas pueden provocar disminución en la trabajabilidad ya que muy fácilmente pueden orientarse de manera preferencial en un solo plano, de manera que el agua y el espacio poroso pueden acumularse debajo de ellas. Además, gravas con esta forma ocasionan mayores requerimientos de arena, y eso hace necesario un incremento en el volumen de agua para la mezcla.

- En lo que respecta nuestra investigación es imprescindible comprender y verificar las características del agregado global como el tamaño, % absorción y coeficiente de forma, ya que estos decretaran la trabajabilidad en el concreto fresco. De igual manera, averiguar las características como la textura, adherencia y composición mineral, que influyen para determinar la resistencia mecánica del concreto.

B. Burgos Pauro Edwin Galván. (2012) Realizo el estudio de la tesis titulada " **VARIACIÓN DEL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO DE 3.0 A 3.6 EN CONCRETOS DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA**". , En la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú. Con los resultados obtenidos concluye:

a. *“La influencia Para módulos de finura mayores que 3.00 de agregado fino las resistencias disminuyen por lo que se recomienda no usar arenas con módulos de finura mayores a 3.00, así mismo en la selección de los diferentes componentes que forman la mezcla de concreto y la proporción de cada uno de ellos, debe de ser el resultado de un balance del factor económico y el requisito de cumplimiento y satisfacción de cada una de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Ya que en la investigación se ha tomado como base el criterio de la mejor combinación de los agregados, la misma que se ha determinado mediante la obtención del máximo peso unitario compactado de la mezcla de agregados (Agregado Global). Como $A/P = 50/50$, $A/P= 48/52$, $A/P=52/48$ de esta manera se determinara la cantidad de agua optima que nos permite obtener una mezcla cuyo asentamiento este comprendido entre 3" - 4". Por consiguiente el valor de agua optima se obtendrá del grafico cantidad de agua versus asentamiento.*

- En nuestro país y como en nuestra tesis de investigación es de gran importancia publicar métodos o procedimientos de diseño del concreto más eficiente y acoplado a nuestra realidad, uno de ellos es el Método del Agregado Global, el

cual nos permite evaluar el mejor comportamiento del agregado para la obtención de un concreto de mejor calidad.

C. Maria Patricia Leon / Fernando Ramirez. (2012) Realizo el estudio de la tesis titulada "**CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE AGREGADOS PARA CONCRETO MEDIANTE EL ANALISIS DE IMAGENES**". En la Pontifica Universidad Javeriana – Colombia. Con los resultados obtenidos concluye:

a. Las mezclas con igual dosificación presentan variaciones significativas en el asentamiento para los diferentes tipos de agregado, así mismo las partículas alargadas disminuyen el asentamiento del concreto y por lo tanto reducen su trabajabilidad. Esto implica ajustes en los diseños de mezclas de concreto para obtener la trabajabilidad deseada. Desde otro punto de vista La resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad de las mezclas con igual dosificación pero con agregados con diferentes contenidos de partículas alargadas no presentan diferencias significativas, por lo tanto la forma no representa un factor que influya en las propiedades mecánicas del concreto. Entonces al ajustar los diseños de mezclas utilizando agregados de diferentes formas para un asentamiento dado se obtuvo que los volúmenes de pasta varían en un 5,9%. En consecuencia las mezclas presentaron comportamientos de resistencia a la compresión similares.

- Esta investigación será de gran utilidad en la medida que evaluemos la trabajabilidad del concreto y en consecuencia Realizaremos el diseño de mezcla de concreto mediante el agregado “roca cuarcita” del centro poblado Tulpo para relaciones inversas agua/cemento de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55, para un asentamiento entre 3”- 4”. Para los tipos de cemento portland (Ms e Ico).

1.2 MARCO TEORICO

1.2.1 MATERIALES Y SU COMPOSICION DEL CONCRETO

2.2.1.1 CEMENTO PORTLAND

Bajo el sustento teórico de la Norma Técnica Peruana **NTP 334.009**, el cemento Portland es un cemento hidráulico creado mediante la molienda del Clinker, de tal manera que está compuesta de silicatos de calcio hidráulicos y que abarca generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

Cemento portland = Clinker Portland + Yeso.

La característica física del cemento Portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al combinarlo con agua producimos una pasta muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad.

1.2.1.1.1 MATERIAS PRIMAS DEL CEMENTO PORTLAND

Los principales elementos necesarios para la producción del cemento Portland son:

A) Materiales Calcáreos: Deben contener un apto volumen de carbonato de calcio (Co_3Ca) que debe de estar en el ratio de 60% a 80%, y no deberá de sobrepasar el 1.5% de magnesia.

B) Materiales Arcillosos: Deben contener sílice en cantidad entre 60% y 70%.

C) Minerales de Hierro: abastecen el óxido férrico en pequeñas cantidades, de tal manera que en ciertos casos éstos vienen con la arcilla.

d) Yeso: Aporta el sulfato de calcio.

Nota: El yeso se incorpora al Clinker para controlar (retardar y regular) el fraguado. En tal sentido sin el yeso, el cemento fraguaría muy velozmente ya que se vería obligado por la hidratación violenta del aluminato tricálcico y el ferro aluminato tetra cálcico.

| OXIDO | SIMBOLO | VARIACION (%) |
|--------------------|--------------------------------|---------------|
| Cal | CaO | 60 – 66 |
| Sílice | SiO ₂ | 19 – 25 |
| Alúmina | Al ₂ O ₃ | 3 – 8 |
| Hierro | Fe ₂ O | 1 – 5 |
| Magnesio | MgO | 0.5 |
| Trióxido de Azufre | SO ₃ | 1– 3 |

TABLA N°01: Composición del cemento portland

1.2.1.1.2 TIPOS CEMENTO

A. CEMENTOS PORTLAND SIN ADICIÓN

Constituidos por Clinker Portland y la inclusión solamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso). **Fuente:** Revista Aceros Arequipa, Pg 15.

- **CEMENTO TIPO I:** Es el cemento de uso general, diseñado para su uso en todo tipo de estructuras y construcciones civiles. Aplicaciones: revestimientos, pisos, pavimentos, cimentaciones, etc.
- **CEMENTO PUZOLÁNICO IP:** cuando hablamos de este tipo de cemento es porque se ha añadido puzolana hasta en un 15%, por esta razón posee una buena resistencia al ataque de sulfatos además de tener bajo calor de hidratación que ayuda al vaciado de concretos masivos, justamente por lo mencionado este cemento lo usamos en obras

portuarias que son expuestas al agua de mar, de la igual manera lo usamos en canales, alcantarillas, túneles y suelos ya que tienen alto contenido de sulfatos.

- **CEMENTO TIPO II:** Este cemento posee moderada resistencia al ataque de los sulfatos, se recomienda usar en ambientes agresivos. Con este cemento logramos obtener altas resistencias tempranas en el concreto.

El cemento Tipo II contiene no más del 8% de aluminato tricálcico (C3A). Los sulfatos en suelos húmedos o en agua penetran en el concreto y reaccionan con el C3A hidratado, ocasionando expansión, descascaramiento y agrietamiento del concreto.

- **CEMENTO TIPO III:** Este cemento se caracteriza por su desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda emplear cuando se quiera adelantar el desencofrado. Al fraguar, produce alto calor, por lo que es aplicable en climas fríos.
- **CEMENTO TIPO IV:** Al fraguar produce bajo calor, recomendable para vaciados de grandes masas de concreto (hormigón masa), tales como grandes presas por gravedad, donde la subida de temperatura derivada del calor generado durante el endurecimiento deba ser minimizada.
- **CEMENTO TIPO V:** De muy alta resistencia al ataque de sales, recomendable cuando el elemento de concreto esté en contacto con agua o ambientes salinos.

Aplicaciones: estructuras, canales, alcantarillado en contacto con suelos, ácidos y/o aguas subterráneas, uso en obras portuarias expuestas a aguas marinas, piscinas o acueductos.

Recuerda: los cementos tipo III y IV no son fabricados en nuestro país.

B. CEMENTO PORTLAND ADICIONADOS

Contienen además de Clinker Portland y yeso, 2 o más constituyentes inorgánicos que contribuyen a mejorar las propiedades del cemento. (Ej.: puzolanas, escorias granuladas de altos hornos, componentes calizos, sulfato de calcio, incorporadores de aire). Aquí tenemos según Normas técnicas:

- **CEMENTO PORTLAND PUZOLANICOS (NTP 334.044).**
 - ✓ Cemento Portland Puzolánico Tipo IP: Contenido de puzolana entre 15% y 40%.
 - ✓ Cemento Portland Puzolánico Modificado Tipo I (PM): Contenido de puzolana menos de 15%.
- **CEMENTO PORTLAND DE ESCORIA (NTP 334.049).**
 - ✓ Cemento Portland de Escoria Tipo IS: Contenido de escoria entre 25% y 70%.
 - ✓ Cemento Portland de Escoria Modificado Tipo I (SM): Contenido de escoria menor a 25%.

- **CEMENTOS PORTLAND COMPUESTO TIPO 1 (CO) (NTP 334.073).**
Cemento adicionado obtenido por la pulverización conjunta de Clinker Portland y materiales calizos (travertinos), hasta un 30% de peso.
- **CEMENTO DE ALBAÑILERÍA (NTP 334.069).**
Cemento obtenido por la pulverización de Clinker Portland y materiales que mejoran la plasticidad y la retención de agua.
- **CEMENTOS DE ESPECIFICACIONES DE LA PERFORMANCE (NTP 334.082).**
Cemento adicionado 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, calor de hidratación. Sus tipos son:
 - ✓ **GU:** De uso general. Se usa para cuando no se requiera propiedades especiales.
 - ✓ **HH:** De alta resistencia inicial.
 - ✓ **MS:** De moderada resistencia a los sulfatos. **HS:** De alta resistencia a los sulfatos.
 - ✓ **MH:** De moderado calor de hidratación.
 - ✓ **LH:** De bajo calor de hidratación.

FUENTE: Catacora Ccama, Oscar (2015). Influencia de Coberturas Orgánicas, en el Proceso de Fraguado de Concreto en Épocas de Heladas. Pg 18.

C. IMPORTANTES FABRICAS DE CEMENTO EN EL PERU

| NOMBRE | UBICACION |
|------------------------|-----------------------------|
| CEMENTOS PACASMAYO SA. | PACASMAYO – LA LIBERTAD |
| CEMENTOS MOCHICA SA. | PACASMAYO – LA LIBERTAD |
| CEMENTOS INKA SA. | CHOSICA – LIMA |
| CEMENTOS APU SA. | OTOCONGO - LIMA |
| CEMENTOS SOL SA. | OTOCONGO - LIMA |
| CEMENTOS LIMA SA. | OTOCONGO - LIMA |
| CEMENTOS ANDINO SA. | CONDORCOCHA – TARMA - JUNIN |
| CEMENTOS YURA SA. | YURA - AREQUIPA |
| CEMENTOS SUR SA. | CARACOTO – JULIACA -PUNO |
| CEMENTOS RIOJA SA. | PUCALLPA - UCAYALI |

TABLA N°02: Tipos de marcas de cemento portland en el Perú.

NOTA: El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. De papel krap extensible tipo Klupac, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior de polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad.

1.2.1.2 AGREGADOS

Los agregados también llamados áridos, son aquellos materiales de origen natural o artificial que al combinarlos con el cemento en presencia de agua y/o aditivos, llegamos a obtener una roca artificial denominada “concreto” u “hormigón”. Estos agregados están constituidos usualmente por partículas de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen dominio en todas las propiedades del concreto fresco y endurecido. Por otro lado sabemos que las tres cuartas partes del volumen del concreto son ocupadas por los agregados, así mismo estos deben contener sus partículas limpias, resistentes y durables, que a su vez desarrollen una buena adherencia en la pasta del concreto, por el contrario si tuvieran contenido de arcillas u otras impurezas entonces dificultaría la adherencia a los agregados por lo consiguiente no llegaríamos a obtener una buena resistencia del concreto. En tal sentido las propiedades de los agregados dependen en gran parte de la calidad de la roca madre de la cual provienen.

1.2.1.2.1 TIPO DE AGREGADOS

✓ AGREGADOS NATURALES

Son aquellos derivados de la extracción de canteras o debido al arrastre de los ríos. Según la forma de extraerse los podemos clasificar como material de cantera y material de río. Conviene hacer la diferenciación ya que el agregado de río sufre un cambio al ser arrastrados por el agua adquiriendo una textura lisa y dándole una forma redondeada que hace que lo diferenciamos al agregado de cantera, que por el proceso de extracción tiene superficie rugosa y forma angulosa.

✓ AGREGADOS ARTIFICIALES

Estos agregados se obtienen a partir de productos y procesos industriales, tales como arcillas expandidas, escorias de altos hornos, limaduras de hierro, etc. En algunos casos para ciertos tipos de concreto de baja resistencia, se suelen utilizar algunos residuos orgánicos como cascarilla de arroz, de palma, café, etc., mezclados con los agregados naturales para abaratar los costos del concreto y del mortero.

✓ AGREGADO GLOBAL U HORMIGON

- Sera un material procedente de ríos, cantera o cerro; compuesto de agregados finos, gruesos y de partículas duras. Su granulometría debe estar comprendida por el producto filtrado por la Malla N° 100 como mínimo y la de 2” como máximo.
- Comprende un método experimental para hallar las proporciones de agregados fino y grueso así como usos granulométricos considerados óptimos, para encontrar las proporciones de finos y gruesos en el diseño de mezclas, dentro de los cuales se puedan obtener concretos trabajables y compactos.

✓ **AGREGADO FINO**

Se le llama así a la arena gruesa que presenta granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos. Además, el agregado fino debe pasar el tamiz 3/8" y quedar retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

✓ **AGREGADO GRUESO**

Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

1.2.1.2.2 CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades.

2.2.1.2.2.1 POR SU ORIGEN

Su clasificación de estos agregados radica en su origen natural de las rocas y el desarrollo físico – químico involucrados en su formación. De esta manera lo dividimos en tres grandes grupos:

✓ **ROCAS IGNEAS**

Son aquellas que se endurecen a partir de una masa o "magma" proveniente de una erupción volcánica y que es localizada en la parte subyacente de la corteza terrestre, de tal manera que al penetrar la corteza terrestre se enfría y forman rocas ígneas intrusivas (granito, sienita, gabro); si logra salir completamente a la superficie forman rocas ígneas extrusivas, volcánicas (riolitas, andesitas, basaltos), los cuales poseen minerales vítreos.

CLASIFICACION SEGÚN VELOCIDAD DE CONSOLIDACION Y LOCALIZACION

| DENOMINACION | VELOCIDAD DE SOLIDIFICACION | LOCALIZACION |
|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| INTRUSIVAS, PLUTONICAS O ABISALES | LENTA | CONSOLIDADAS A GRAN PROFUNDIDAD |
| FILONIANAS O HIPOABISALES | MEDIANA | CONSOLIDADAS A PROFUNDIDAD MEDIA |
| EXTRUSIVAS, EFUSIVAS O VOLCANICAS | RAPIDA | CONSOLIDADAS CERCA O SOBRE LA SUPERFICIE (POR ERUPCION VOLCANICA) |

TABLA N°03 / FUENTE: Diego Sánchez (2001). Tecnología del Concreto y Del mortero. Pg. 66.

✓ **ROCAS SEDIMENTARIAS**

Se originan en la superficie terrestre, por acumulación de sedimentos mineralógicos (depositados por peso, o por precipitados químicamente), posteriormente se compactan y/o cementan por un material muy fino (sílice, oxidas, arcilla, etc.). En los precipitados químicos ocurren minerales amorfos.

CLASIFICACION SEGÚN EL AGENTE GEOLOGICO EXTERNO

| AGENTE | TRANSPORTE | DEPOSITO |
|--------|------------|--|
| AGUA | RIO | Depósitos aluviales de canto rodado, gravas arcillas, limo, etc. |
| | LAGO | Depósito de lacustres en estratos horizontales. |
| | MAR | Depósitos marinos que dependen de vientos y mareas. |
| HIELO | GLACIAR | Mezclas de toda clase de materiales y tamaños por su sistema de formación. |
| AIRE | VIENTO | Dunas o barjanas (arena), Loess (limo). |

TABLA N°04 / FUENTE: Diego Sánchez (2001). Tecnología del Concreto y Del mortero. Pg. 67.

CLASIFICACION DE LOS DEPOSITOS DE ROCAS

| DEPOSITO INCONSOLIDADO | TAMAÑO (mm) | DEPOSITO CONSOLIDADO DE ROCAS |
|------------------------|---------------|---|
| CANTOS | 256 – 64 | Conglomerado muy grueso |
| GRAVAS | 64 – 5 | Conglomerado |
| ARENAS | 5 – 0.074 | Areniscas |
| LIMOS | 0.074 – 0.002 | Limolitos |
| ARCILLAS | < 0.002 | Arcillolitas, lulitas o argilitas (según compactación). |

TABLA N°05 / FUENTE: Diego Sánchez (2001). Tecnología del Concreto y Del mortero. Pg. 67.

- ✓ **ROCAS METAMORFICAS:** son aquellas que llegaron a su estado actual después de ser sometidas a una exposición de intenso calor y presión. Estos fenómenos hacen provocar una cristalización y cambio mineralógico de las rocas preexistentes en rocas metamórficas, algunos ejemplos son el mármol, pizarra, cuarcita.

2.2.1.2.2.2 POR SU FORMA

La forma depende del tipo de roca y sus características, así como las condiciones de sedimentación y transporte que experimento durante la transformación. En el caso de los agregados triturados, rocas como los basaltos, andesitas, granitos, cuarcita y calizas tienden a producir fragmentos angulares cuando se trituran. Para obtener la forma en los agregados es necesario definir:

- ✓ **REDONDEZ**

Nos fijamos minuciosamente en su borde; si la partícula tiene aristas bien definidas entonces es angular, si por el contrario sus aristas están gastadas por la erosión o el desgaste del agua entonces estamos hablando de partículas redondeadas. **FUENTE:** (Norma NTC – norma técnica colombiana).

- ✓ **ESFERICIDAD**

Matemáticamente lo podemos definir como la relación entre área superficial y su volumen, este resultado debe ser menor que las partículas planas y alargadas, según la esfericidad las partículas pueden ser esféricas, cúbicas, tetraédricas, laminares y

alargadas. Entonces la forma de las partículas se manifiesta con dos términos, alagando a su redondez y a su esfericidad. Por ejemplo cúbica redondeada o cúbica angular. En lo común las gravas de río, glaciares, arenas de playa o desierto son materiales redondeados, y pueden ser esféricos (cantos rodados) y laminares. Por el contrario los agregados que son obtenidos por trituración y los provenientes de suelos residuales son angulares y su forma depende de la naturaleza de la roca y del equipo de trituración; así serán cúbicos, tetraédricos, laminares y alargados. **FUENTE:** (Norma NTC – norma técnica colombiana).

La norma NTC (Norma Técnica Colombiana) No. 174 define los términos de partícula plana y partícula alargada.

- **PARTÍCULA ALARGADA**

Es aquella cuya relación entre longitud y anchura es mayor de 1.5 es decir:

$$L/b > 1.5, \text{ Donde:}$$

L = longitud de la partícula

b = ancho de la partícula.

- **PARTÍCULA PLANA**

Es aquella cuya relación entre el espesor y el ancho es menor de 0.5, es decir:

$$D/b < 0.5, \text{ Donde:}$$

D = espesor de la partícula

b = ancho de la partícula.

CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS POR SU FORMA

| CLASIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN | EJEMPLO |
|----------------------------|--|---|
| REDONDEADA | Completamente desgastada por el agua o totalmente formada por fricción. | Grava de río o de Playa. |
| IRREGULAR | Irregulares por naturaleza, parcialmente Formada por fricción o con bordes redondeadas. | Pizarras de Superficie o subterránea. |
| ESCAMOSA | Materiales cuyo espesor es pequeño en comparación con sus otras dimensiones. | Roca laminada |
| ANGULAR | Con bordes bien definidos formados en las intersecciones de caras aproximadamente planas. | Rocas trituradas de todo tipo, Taludes. |
| ALARGADA | Material que suele ser angular, pero cuya longitud es bastante mayor que las otras dos dimensiones | ----- |
| ESCAMOSA Y ALARGADA | Material cuya longitud es bastante mayor Que el ancho y el ancho bastante mayor que el espesor. | ----- |

TABLA N°06: Clasificación de los agregados por su forma

2.2.1.2.2.3 POR SU FORMA SUPERFICIAL

Nos referimos a la presencia de rugosidad o irregularidades de los agregados, así mismo la estructura de los agregados puede ser suave o porosa a causa de la variación de sus minerales. Una tendencia muy porosa de los agregados influirá notablemente en la adhesión superficial del concreto y en el desarrollo de la hidratación, ya que podría humedecerse más agua que la requerida inicialmente, lo cual aumenta los costos y la resistencia en su etapa de endurecimiento, una roca que no es porosa es muy resistente a la abrasión; ejemplo: cuarzo cuarcita y basalto. A continuación mencionaremos la clasificación, descripción y ejemplos.

CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS POR SU TEXTURA

| CLASIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN | EJEMPLO |
|-------------------|---|---|
| VÍTREA | Fractura concooidal | Pedernal negro, Escoria vítrea. |
| LISA | Desgastada por el agua o lisa debido a fractura de roca laminada o de roca de grano fino. | Grava, horsteno pizarra, mármol, algunas riolitas. |
| GRANULAR | Fracturas que muestran granos más o menos redondeados en forma uniforme. | Arenisca, oolita. |
| ASPERA | Fractura áspera de roca de granos finos o medianos, que contengan partes cristalinas difíciles de detectar. | Basalto, felisita pórfido, Caliza. |
| CRISTALINA | Con partes cristalinas fáciles de detectar. | Granito, grabo, Cuarcita. |
| EN FORMA DE PANAL | Con cavidades y poros visibles. | Ladrillo, piedra pómez, escoria espumosa, Clinker, arcilla Expandida. |

TABLA N°07: Clasificación de los agregados por su Textura

2.2.1.2.2.4 POR SU TAMAÑO

La mejor manera de clasificar a los agregados es por su tamaño. El cual se hace notar por una variación de fracciones milimétricas hasta de varios centímetros en sección transversal. Entonces esta repartición de tamaño de las partículas se le conoce con el nombre de Granulometría.

La fracción fina de los agregados, cuyas partículas tienen un diámetro inferior a 4.76mm y no menor de 0.074mm, es lo que comúnmente le damos el nombre de arena y la fracción gruesa, son aquellas partículas que tienen un diámetro superior a 4.76mm, y la que denominamos agregado grueso o simplemente grava. Consecuentemente especificaremos las características que definen su tamaño:

- ✓ **GRANULOMETRIA:** La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de

tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para 29 agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto. (Abanto, 1998).

- ✓ **MODULO DE FINURA PARA AGREGADOS:** Es un índice aproximado del tamaño medio de las partículas de los agregados, siendo proporcional con el grosor del agregado, se usa para controlar la uniformidad de los agregados, además sirve como una medida de valor lubricante de agregado dado, en el entendimiento que cuando mayor es el módulo de finura, menos será el valor lubricante, igualmente menor la demanda por área superficial.

La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menor de 2.3 ni mayor de 3.1. Es un factor empírico que se obtiene de la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y dividido la sumatoria entre 100.

Según la Norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1. Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 a 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ ACUMULADOS RETENIDOS (1, 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

| MODULO DE FINURA | AGREGADO FINO |
|------------------|---------------------------|
| Menor que 2,00 | Muy fino o extra fino |
| 2,00 – 2,30 | Fino |
| 2,30 – 2,60 | Ligeramente fino |
| 2,60 – 2,90 | Mediano |
| 2,90 – 3,20 | Ligeramente grueso |
| 3,20 – 3,50 | Grueso |
| Mayor que 3,50 | Muy grueso o extra grueso |

TABLA N° 08 – Clasificación Agregado Fino De Acuerdo Al Módulo De Finura

✓ **MODULO DE FINURA PARA AGREGADO GLOBAL:** Al tener una combinación de materiales de diferentes dimensiones como arena y grava, el procedimiento a seguir para determinar el módulo de fineza es el siguiente:

- Primero calculamos el módulo de fineza para cada uno de los agregados por separado.
- Segundo calculamos el factor en que cada uno de ellos entra en la combinación.
- Y por último el módulo de finura del agregado global será la suma de los módulos de finura tanto del agregado fino como del grueso.

Es decir, si llamamos módulo de fineza del agregado global a m_c , módulo de fineza del A. fino a m_f y módulo de fineza del A. Grueso a m_g , entonces:

$$M_c = \frac{\text{Vol. Abs. A. fino}}{\text{Vol. Abs. Agregados}} m_f + \frac{\text{Vol. Abs. A. Grueso}}{\text{Vol. Abs. Agregados}} m_g$$

$$R_f = \frac{\text{Volumen Absoluto del A. Fino}}{\text{Vol. Absoluto de los Agregados}}$$

$$R_g = \frac{\text{Volumen Absoluto del A. Grueso}}{\text{Vol. Absoluto de los Agregados}}$$

Entonces:

$$M_c = R_f \cdot m_f + R_g \cdot m_g$$

Fuente: (Flavio abanto, 2009 Tecnología del concreto, p. 30)

✓ **CONTENIDO DE FINOS:** El contenido de finos o polvo no se refiere al contenido de arena fina ni a la cantidad de piedras de tamaño menor, sino a la suciedad que presentan los agregados (tamaños inferiores a 0.075 mm.).

El contenido de finos es importante por dos aspectos:

- A mayor suciedad habrá mayor demanda de agua, ya que aumenta la superficie a mojar y por lo tanto también aumentará el contenido de cemento si se quiere mantener constante la relación agua/cemento.
- Si el polvo está finamente adherido a los agregados, impide una buena unión con la pasta y por lo tanto la interface mortero-agregado será una zona débil por donde se puede originar la rotura del concreto

CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS SEGÚN SU TAMAÑO

| TAMAÑO DE LA PARTICULA EN mm. | DENOMINACION | CALSIFICACION |
|---|---|-----------------------|
| Pasante del tamiz N°200 inferior a 0.002 mm. Entre 0.002 – 0.074mm. | Arcilla Limo | Fraccion fina o finos |
| Pasante del tamiz N°4 y retenido en el tamiz N°200. Es decir entre 4.76 mm y 0.074 mm. | Arena | Agregado fino |
| Retenido en el tamiz N°4 Entre 4.76 mm y 19.1 mm (N°4 y 3/4") Entre 19.1 mm y 50.8 mm (3/4" y 2") Entre 50.8 mm y 152.4 mm (2" y 6") Superior a 152.4 mm (6") | Gravilla Grava Piedra Rajon, Piedra bola | Agregado grueso |

CUADRO N°09 / FUENTE: Diego Sánchez (2001). Tecnología del Concreto Pg. 59.

2.2.1.2.2.5 POR SU PESO ESPECIFICO O DENSIDAD

Se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ **PESO ESPECÍFICO NORMAL COMPRENDIDOS ENTRE 2.50 A 2.75.**
 - **Naturales:** Arenas y canto rodados de río o de cantera, piedra chancada, etc.
 - **Artificiales:** Escorias de alto horno, Clinker triturado, ladrillo partido, etc.

- ✓ **PESO ESPECÍFICO LIGEROS MENORES A 2.5**
 - **Naturales:** Escorias volcánicas y la piedra pómez, cuarcita, etc.
 - **Artificiales:** Clinker de altos hornos. las arcillas, pizarras, la perlita, la vermiculita, etc.

- ✓ **PESO ESPECÍFICO PESADOS MAYORES A 2.75**
 - **Naturales:** La hematita, la magnetita, la limonita, la baritina, etc.
 - **Artificiales:** Trozos de hierro, bolas de metal, virutas de acero, limaduras de hierro, etc

1.2.1.2.3 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

2.2.1.2.3.1 PROPIEDADES FISICAS

➤ **DENSIDAD O PESO ESPECIFICO**

Es una de las propiedades del agregado que depende directamente de las de la roca original de donde proviene, y está definida como la relación entre la masa y el volumen de una masa determinada. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

➤ **POROSIDAD**

Existen diversas porosidades que se presentan en los agregados, de las cuales la que suele medirse son la porosidad superficial o saturable. Cuanto más poroso es, menos resistencia

mecánica tiene, por lo tanto, cuanto menor sea la absorción, es más compacto y de mejor calidad. Desde el punto de vista de la porosidad y la capacidad de absorción de agua, el grano de agregado puede presentar una de las siguientes cuatro posibilidades:

- **Absolutamente seco:** tienen todos sus agujeros vacíos, internos y superficiales.
- **Seco al aire o exteriormente:** Con parte de la masa y sus agujeros internos llenos.
- **Saturado y superficialmente seco:** Con toda la masa y sus agujeros internos y de superficie llenos, pero con la superficie seca.
- **Húmedo:** Cuando están llenos todos sus agujeros, internos y superficiales, y además saturada toda su masa, se encuentra también acumulada la humedad en la superficie.

➤ **PESO UNITARIO**

Se divide el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Así mismo al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. Ahora bien la técnica para obtenerlo se encuentra Normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Este resultado es un valor muy útil sobre todo para hacer las conversiones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un agregado grueso de pesos unitarios altos representa que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

➤ **PORCENTAJE DE VACÍOS**

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.

➤ **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Es la dosis de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

➤ **ABSORCION**

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas.

2.2.1.2.3.2 PROPIEDADES MECANICAS

➤ **RESISTENCIA**

La resistencia de los agregados dependen de su composición textura y estructura y de tal manera que la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; Si las partículas de los agregados no están bien fijadas unos a otros entonces estas serán débiles. Ahora bien la resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total del matriz cementante. La norma británica establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4mm de diámetro y altura.

➤ **TENACIDAD**

Esta referenciada por la resistencia al impacto del material. Así mismo está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del de las partículas.

➤ **DUREZA**

Es la resistencia a la erosión, abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de su composición de su estructura. Ahora bien las rocas a emplearse en los concretos deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión. Y como ejemplo tenemos al cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

➤ **MÓDULO DE ELASTICIDAD**

Lo definimos como el cambio de esfuerzos con respecto a su deformación elástica, motivo por el cual es una medida a la resistencia del material a las deformaciones. Ahora bien el módulo de elasticidad en los agregados es muy inusual su determinación sin embargo en el concreto experimentara deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. Por otro lado el valor del módulo de elasticidad influirá en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

2.2.1.2.3.3 PROPIEDADES TERMICAS

➤ **COEFICIENTE DE EXPANSIÓN**

Cuantifica la capacidad de aumento de dimensiones de los agregados en función de la temperatura, depende mucho de la composición y estructura interna de las rocas y varia significativamente entre los diversos tipos de roca. En los agregados secos es alrededor de un 10% mayor que en estado parcialmente saturado. Los valores oscilan normalmente entre 0.9×10^{-6} a $8.9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

➤ **CALOR ESPECIFICO**

Es la cantidad de calor necesaria para incrementar en un grado centígrado la temperatura. No varía mucho en los diversos tipos de roca salvo en el caso de agregados muy ligeros y porosos.

➤ **CONDUCTIVIDAD TERMICA**

Es la mayor o menor facilidad para conducir el calor. Está influenciada básicamente por la porosidad siendo su rango de variación relativamente estrecho. Los valores usuales en los agregados son de 1.1 a 2.7 BTU/ pie.hr. °F.

➤ **DIFUSIVIDAD**

Representa la velocidad con que se pueden producir cambios térmicos dentro de una masa. Se expresa como el cociente de dividir la conductividad entre el producto de calor específico por la densidad.

2.2.1.2.3.4 PROPIEDADES QUIMICAS

➤ REACCIÓN ÁLCALI-SÍLICE.

Los álcalis en el cemento están constituidos por el óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y 35 humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción.

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado.

➤ REACCIÓN ÁLCALI-CARBONATOS.

Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción. Los procedimientos para la evaluación de esta característica se encuentran normalizados en ASTM C-586.

1.2.1.2.4 NORMAS Y REQUISITOS DEL CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS

Debe existir siempre los controles para poner manifiesto de la calidad de los materiales, así mismo verificar las necesidades de la obra y basándose en los criterios de emplear o no el material. Los ensayos que siempre se efectúan a los agregados se presentan a continuación:

1.2.1.2.4.1 GRANULOMETRIA

La granulometría está definida como la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra de agregado en fracciones de igual tamaño. La medida de la cuantía de cada una de estas fracciones es lo que se conoce como granulometría.

- **ANALISIS GRANULOMETRICO:** La operación de separar una masa de agregados en fracciones de igual tamaño, consiste en hacer pasar este a través de una serie de tamices que tienen aberturas cuadradas y cuyas características debe cumplir los parámetros de las normas ASTM C-33, Y NTP 400.037 y cumplir con las GRADACIONES establecidas en la NTP 400.012, respectivamente.

RIQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO

| TAMAÑO NOMINAL | PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------|
| | 4" | 3 ½" | 3" | 2 ½" | 2" | 1 ½" | 1" | ¾" | ½" | 3/8" | N°4 | N°8 | N°16 |
| 90 -37.5mm 3 ½ - 1 ½" | 100% | 90 % a 100% | | 25% a 60% | | 0% a 15% | | 0% a 5% | | | | | |
| 63 -37.5mm 2 ½ - 1 ½" | | | 100% | 90% a 100% | 35% a 70% | 0% a 15% | | 0% a 5% | | | | | |
| 50 -25mm 2" - 1" | | | | 100% | 90% a 100% | 35% a 70% | 0% a 15% | | 0% a 5% | | | | |
| 50 -4.75mm 2" - N°4 | | | | 100% | 95% a 100% | | 35% a 70% | | 0% a 10% | | 0% a 5% | | |
| 37.5-19mm 1 ½ - 3/4" | | | | | 100% | 90% a 100% | 20% a 55% | 0% a 5% | | 0% a 5% | | | |
| 37.5 -4.75m 1 ½ - N°4" | | | | | 100% | 95% a 100% | | 35% a 70% | | 10% a 30% | 0% a 5% | | |
| 25 -12.5mm 1" - 1 ½" | | | | | | 100% | 90% a 100% | 20% a 55% | 0% a 10% | 0% a 5% | | | |
| 25 -9.5mm 1" - 3/8" | | | | | | 100% | 90% a 100% | 40% a 85% | 10% a 40% | 0% a 15% | 0% a 5% | | |
| 25 -4.75mm 1" - N°4 | | | | | | 100% | 95% a 100% | | 25% a 60% | | 0% a 10% | 0% a 5% | |
| 19 -9.5mm 3/4" - 3/8" | | | | | | | 100% | 90% a 100% | 20% a 55% | 05 a 15% | 0% a 5% | | |
| 19 -4.0mm 3/4" - N°4 | | | | | | | 100% | 90% a 100% | | 20% a 55% | 0% a 10% | 0% a 5% | |
| 12.5 -4.75m 1/2" - N°4 | | | | | | | | 100% | 90% a 100% | 40% a 70% | 0% a 15% | 0% a 5% | |
| 9.5 -2.36m 3/8" - N°8 | | | | | | | | | 100% | 85% a 100% | 10% a 30% | 0% a 10% | 0% a 5% |

CUADRO 10 / FUENTE: Abanto Castillo (2013). Tecnología del Concreto. Pg. 40.

- ✓ **NOTA:** Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concretos con la calidad requerida. Además del tamaño máximo también es importante que la cantidad de granos de menor tamaño esté bien balanceada en la composición total del agregado. Los agregados con falta de éstos tamaños tienen una mayor cantidad de espacios vacíos entre sus partículas y puestos en el concreto requerirán más cantidad de pasta.

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO FINO.

| PORCENTAJES DE PESO QUE PASA | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|
| TAMIZ | LIMITES TOTALES | C | M | F |
| 9.5 mm – 3/8" | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75 – N°4 | 89 – 100 | 95 – 100 | 89 – 100 | 89 – 100 |
| 2.36 – N°8 | 65 – 100 | 80 – 100 | 65 – 100 | 80 – 100 |
| 1.38mm – N°16 | 45 - 100 | 50 – 85 | 45 – 100 | 70 - 100 |
| 0.59mm – N°30 | 25 – 100 | 25 – 60 | 25 – 80 | 55 – 100 |
| 0.295mm – N°50 | 5 – 70 | 10 – 30 | 5 – 48 | 5 – 70 |
| 0.148mm – N°100 | 0 – 12 | 2 – 10 | 0 – 12 * | 0 – 12 |

CUADRO N°11 / FUENTE: Abanto Castillo (2013). Tecnología del Concreto. Pg. 40.

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA EL GLOBAL.

| PORCENTAJES DE PESO QUE PASA | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| TAMIZ | Tamaño Máximo Nominal (1 ½") | Tamaño Máximo Nominal (3/4") | Tamaño Máximo Nominal (3/8") |
| 2" | 100% | | |
| 1 ½" | 95% – 100% | 100% | |
| ¾" | 45% - 80% | 95% - 100% | |
| ½" | | | 100% |
| 3/8" | | | 95% – 100% |
| N°4 | 25% - 50% | 35% - 55% | 30% - 65% |
| N°8 | | | 20% - 50% |
| N°16 | | | 15% - 40% |
| N°30 | 8% - 30 % | 10% - 35% | 10% - 30% |
| N°50 | | | 5% - 15% |
| N°100 | 0% - 8% | 0% - 8% | 0% - 8% |
| * INCREMENTAR 10% PARA FINOS DE ROCAS TRITURADAS. | | | |

CUADRO N°12 / FUENTE: Abanto Castillo (2013). Tecnología del Concreto. Pg. 40.

1.2.1.2.4.2 MODULO DE FINURA AGREGADOS FINO Y GRUESO

Lo denotamos por un indicador cercano al tamaño medio de los agregados. Cuando este indicador es bajo entonces quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es aun agregado grueso. Entonces el módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas técnicas granulométricas, servirán para controlar la su uniformidad.

Para el cálculo del módulo de fineza de un agregado se realiza sumando los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas estándar: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ ACUMULADOS RETENIDOS (1, 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

| MODULO DE FINURA | AGREGADO FINO |
|------------------|---------------------------|
| Menor que 2,00 | Muy fino o extra fino |
| 2,00 – 2,30 | Fino |
| 2,30 – 2,60 | Ligeramente fino |
| 2,60 – 2,90 | Mediano |
| 2,90 – 3,20 | Ligeramente grueso |
| 3,20 – 3,50 | Grueso |
| Mayor que 3,50 | Muy grueso o extra grueso |

CUADRO N°13: Rangos

del módulo

de finura.

NOTA: Según la Norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1.

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 a 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; Y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

✓ **MODULO DE FINURA PARA AGREGADO GLOBAL:** Al tener una combinación de materiales de diferentes dimensiones como arena y grava, el procedimiento a seguir para determinar el módulo de fineza es el siguiente:

- Primero calculamos el módulo de fineza para cada uno de los agregados por separado.
- Segundo calculamos el factor en que cada uno de ellos entra en la combinación.
- Y por último el módulo de finura del agregado global será la suma de los módulos de finura tanto del agregado fino como del grueso.

Es decir, si llamamos módulo de fineza del agregado global a m_c , módulo de fineza del A. fino a m_f y módulo de fineza del A. Grueso a m_g , entonces:

$$M_c = \frac{\text{Vol. Abs. A. fino}}{\text{Vol. Abs. Agregados}} m_f + \frac{\text{Vol. Abs. A. Grueso}}{\text{Vol. Abs. Agregados}} m_g$$

$$R_f = \frac{\text{Volumen Absoluto del A. Fino}}{\text{Vol. Absoluto de los Agregados}}$$

$$R_g = \frac{\text{Volumen Absoluto del A. Grueso}}{\text{Vol. Absoluto de los Agregados}}$$

Entonces:

$$M_c = R_f \cdot m_f + R_g \cdot m_g$$

Fuente: (Flavio abanto, 2009 Tecnología del concreto, p. 30)

1.2.1.2.4.3 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL

El tercer factor que se deriva del análisis granulométrico es el tamaño máximo nominal que está definido como la abertura del tamiz inmediatamente superior a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado sea el 15% o más. En la práctica lo que indica el tamaño máximo nominal es el tamaño promedio de partículas más grandes que hay dentro de la masa de agregado.

Por otro lado el tamaño máximo solo indica el tamaño de la partícula más grande que hay en la masa, la cual en algunos casos puede ser única.

1.2.1.2.4.4 DENSIDAD O PESO ESPECÍFICO - NTP 400.021

Es aquella que está definida como la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada.

Sin embargo, en el caso de los agregados para concreto hay necesidad de definir cuidadosamente el término densidad, puesto que generalmente entre sus partículas hay agujeros o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua, dependiendo de su absorción interna.

- **DENSIDAD ABSOLUTA:** Se encuentra definida como la relación del peso de la masa del material entre el volumen que ocupa única y exclusivamente la masa sólida, o sea, que se descartan todos los agujeros saturados y no saturables.

$$- \text{DENSIDAD ABSOLUTO} = \frac{P_s}{V_m - V_p}$$

Donde:

P_s = Peso seco de la masa m .

V_m = Volumen ocupado por la masa m .

V_p = Volumen de los poros (saturables y no saturables).

- **DENSIDAD NOMINAL:** Se encuentra definida como la relación del peso de la masa del material entre el volumen que ocupa las partículas de ese material, incluyendo sus agujeros no saturados.

$$- \text{DENSIDAD NOMINAL} = \frac{P_s}{V_m - V_{ps}}$$

Donde:

P_s = Peso seco de la masa m .

V_m = Volumen ocupado por la masa m .

V_{ps} = Volumen de los poros saturables.

- **DENSIDAD APARENTE:** Por último, la densidad aparente está definida como la relación que existe entre el peso de la masa del material y el volumen que ocupa las partículas de ese material, incluidos todo los poros, saturables y no saturables.

$$- \text{DENSIDAD APARENTE} = \frac{P_s}{V_m}$$

Donde:

P_s = Peso seco de la masa m.

V_m = Volumen ocupado por la masa m.

NOTA: Es conveniente anotar que la densidad aparente se puede determinar en estado seco o en estado húmedo, dependiendo del grado de saturación de sus poros. En el diseño de mezclas de concreto, la densidad que interesa es la *DENSIDAD APARENTE*, debido a que lógicamente con ella es que se determina la cantidad (en peso) de agregado requerida para un volumen unitario de concreto.

1.2.1.2.4.5 PORCENTAJE DE ABSORCION - NTP 400.012

El volumen de absorción de las partículas de agregados lo podemos calcular fácilmente por diferencia de pesos, entre el peso saturado y superficialmente seco y el peso seco, reflejado como un porcentaje del peso seco.

$$- \% \text{ DE ABSORCION} = \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde:

P_{SSS} = Peso seco de la muestra saturada y superficialmente seca.

P_s = Peso seco de la muestra.

1.2.1.2.4.6 MASA UNITARIO SUELO Y COMPACTADO - NTP 400.017

Se encuentra definido como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupa esas partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido. De tal manera que al colocar el agregado dentro del recipiente se obtendrá un acomodamiento de las partículas en que el menor volumen de espacios entre partícula y partícula se logra cuando se coloca la mayor cantidad posible de piedras, lo cual depende del tamaño, la granulometría, la forma y la textura del agregado.

$$- \text{MASA UNITARIA} = \frac{P_s}{V_r}$$

Donde:

P_s = Peso seco del material

V_r = Volumen del material

El denominador es el volumen del recipiente, el cual incluye el volumen de las partículas, el volumen de los agujeros de las partículas (saturable y no saturable) y el volumen de los espacios entre partícula y partícula. Por otro lado el numerador de la expresión será el peso del material que dependerá de que tan compactas y densas (poco porosas) sean las partículas.

Por lo tanto, la masa unitaria de un agregado nos brinda información de la calidad de este y su capacidad para ser empleado en la elaboración de concreto. Las masas unitarias que se describen a continuación, 1.100 kg/m³ y 1.600 kg/m³ son los valores que se deben oscilar para agregados naturales, según su grado de compactación.

- **MASA UNITARIA COMPACTADA:** Lo definiremos como al grado acomodamiento de las partículas del agregado cuando se ha sometido a vibración, ya que este movimiento mejorara el acomodamiento y aumentara la masa unitaria.

Lo valioso de este factor reside que lo utilizamos para determinan los *VOLÚMENES ABSOLUTOS* de agregados en el diseño de mezclas de concreto, ya que estas partículas quedaran confinadas dentro de la masa de concreto.

- **MASA UNITARIA SUELTA:** Es aquella que se encuentra en estado normal de reposo, de esta manera el volumen que ocupa será mayor y por lo tanto su masa unitaria será menor.

En este caso, el valor de la masa unitaria suelta es de vital importancia cuando vamos a utilizar los agregados, por ejemplo el transporte se hace por volumen y en estado suelto, de esta manera el volumen de agregado a transportar y consumir será mayor que el volumen de agregados dentro del concreto a fabricar, colocar y compactar.

1.2.1.2.4.7 CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA ASTM-566

Consideramos a la humedad como la diferencia en peso del material húmedo y el mismo secado al horno, de esta manera se suele expresar como porcentaje en peso, referido al material seco. Ahora bien esta humedad lo podemos encuentra en los agregados de dos maneras diferentes: una es rellenando los agujeros y micro agujeros internos de las partículas, y la otra es como una capa envolvente, más o menos gruesa.

Para poder determinar el contenido de humedad y de la absorción existen los siguientes ensayos normativos: “Método de ensayo para determinar la humedad superficial en el agregado fino, y ASTM C128, C127, C709.

$$\% \text{ DE HUMEDAD} = \frac{H - S}{S} \times 100$$

Donde:

- H = Muestra húmeda
S = Muestra seca en el horno.

1.2.1.3 AGUA PARA LA MEZCLA DE CONCRETO.

El agua suele representar aproximadamente entre 10 y 25 por ciento del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño máximo de agregado que se utilice y del asentamiento que se requiera. Así mismo casi cualquier agua natural que sea limpia y que no tenga un sabor u olor pronunciado, lo podemos utilizar para elaborar concreto. Sin embargo, existen aguas que no son limpias pero pueden ser adecuadas para el concreto.

Si el agua contiene exceso de impurezas no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. Entonces lo recomendable es que el agua debe de contener menos de 2,000 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos totales en su estructura y de esta manera puede ser utilizada para elaborar concreto.

2.2.1.3.1 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA

2.2.1.3.1.1 CARBONATOS Y BICARBONATOS ALCALINOS

Los carbonatos, bicarbonatos de sodio y potasio tienen diferentes efectos en los tiempos de fraguado del concreto. El carbonato de sodio puede ocasionar fraguados muy rápidos, por otro lado los bicarbonatos pueden acelerar o retardar el tiempo de fraguado.

De alguna u otra manera en concentraciones fuertes estas sales pueden reducir de manera significativa la resistencia del concreto. Cuando la suma de sales disueltas exceda 1,000 ppm, se tienen que realizar ensayos para analizar su consecuencia sobre el tiempo de fraguado y sobre la resistencia a los 28 días. Así mismo se tiene que considerar la posibilidad de que se presenten reacciones álcali-agregado graves.

2.2.1.3.1.2 CLORUROS

Existe una alarma respecto a un alto volumen de cloruros en el agua para elaborar concreto, se debe principalmente al posible efecto desfavorable que los iones de cloruro pudieran tener en la corrosión del acero de refuerzo, o de los torones de pres fuerzo. Así mismo los iones del cloruro atacan la superficie del acero mediante una copa de óxido por el medio químico altamente alcalino (pH 12.5) presente en el concreto. El nivel de iones cloruro solubles en el

agua en el cual la corrosión del acero de refuerzo inicia en el concreto es de alrededor de 0.15% del peso del cemento. Entonces se infiere que del contenido total de iones de cloruro en el concreto, sólo es soluble en el agua aproximadamente del 50% al 85%: el resto se mezcla químicamente en reacciones del concreto. El Reglamento de construcción del American Concrete Institute, ACI 318, limita el contenido de ión cloruro soluble al agua en el concreto, a los siguientes porcentajes en peso del cemento:

- Concreto presforzado. 0.06%
- Concreto reforzado expuesto a cloruros 0.15% durante su servicio.
- Concreto reforzado que vaya a estar seco 1.00% protegido contra la humedad durante su servicio.
- Otras construcciones de concreto reforzado 0.30%.

2.2.1.3.1.3 SULFATOS

La tendencia respecto a un crecido volumen de sulfatos en el agua, se debe a las probables reacciones expansivas y al daño por agresión de sulfatos, principalmente en aquellos lugares donde el concreto pueda quedar expuesto a suelos o agua con volúmenes elevados de sulfatos.

Debido a que se han trabajado satisfactoriamente con aguas que contenían 10,000 ppm de sulfato de sodio, entonces el límite del producto químico sulfato, como SO₄, de 3,000 ppm, se tendría que respetar o caso contrario que se tomen cuidados especiales.

1.2.1.4 ADITIVOS

Son aquellos productos que al incluir en el diseño de concreto facilitan modificar sus propiedades en una forma maliciosa de ser prevista y controlada.

Debido a que, agregados en pequeña proporción en el concreto y en el momento de su fabricación, perfeccionan una o varias de sus propiedades. Aun cuando los aditivos son un componente esporádico del concreto, existen algunas obras que los hacen indispensables. De esta manera su uso estará limitado por:

- Que se obtenga el resultado deseado sin tener que variar sustancialmente la dosificación básica.
- Que el producto no tenga efectos negativos en otras propiedades del concreto.
- Que un análisis de costo justifique su empleo.

1.2.1.4.1 RAZONES PRINCIPALES PARA EL USO DE ADITIVOS

- Reducción del costo de la construcción de concreto.
- Obtención de ciertas propiedades en el concreto de manera más efectiva que por otros medios.

- Asegurar la calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado.
- Superación de ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado.

1.2.2 CONCRETO

El concreto es un material que se logra obtener de una combinación de componentes: cemento portland, agregados (arena y piedra), agua y, de manera opcional, aditivos. La mezcla, de cemento portland y agua, uno los agregados, lo cual crea una masa semejante a una roca. De alguna u otra manera el agregado representa entre el 60% al 75% del volumen total del concreto estructural, el cemento entre un 7 a 15% y el aire atrapado entre 1 al 3%. Para ciertos proyectos podríamos incorporar hasta un 8% de aire, en forma de pequeñas burbujas en el mortero, así mismo podemos entenderlo que el aire incorporado es importante para concretos que van a estar sometidos a procesos de hielo – deshielo. Así mismo tendríamos que tener algunos requerimientos como:

- Fuente de extracción de los agregados gruesos y finos.
- Tipo de cemento portland.
- Fuente de extracción y calidad del agua para el mezclado.
- En el diseño de del concreto, siempre se debe de indicar el asentamiento.
- Dosificación en peso y volumen de los materiales para el diseño de concreto, asegurar una resistencia promedio a la compresión.

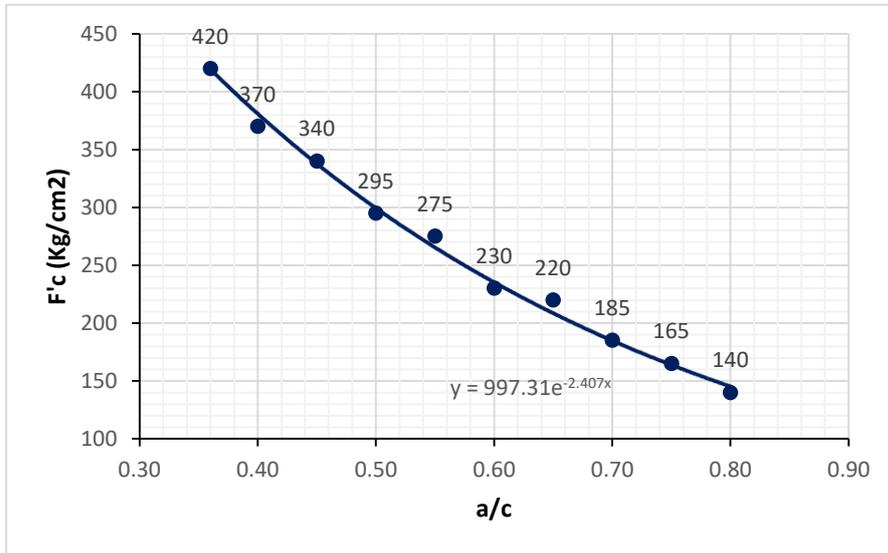
1.2.2.1 RELACION AGUA CEMENTO (a/c)

La importancia del agua resulta de gran magnitud, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de propiedades del material final que se obtendrá, en donde usualmente conforme más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. Así, se puede afirmar que la resistencia del concreto depende altamente de la relación por peso entre el agua y el cemento.

FUENTE: Hidalgo G. (2003). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto / Tecnología en Marcha

Por lo tanto la resistencia a la compresión disminuye para un concreto con o sin aire incorporado al aumentar la relación a/c *FUENTE: (F.Abanto, 2009, Tecnología del Concreto, P 40).*

En el siguiente cuadro visualizaremos la variación de la resistencia a la compresión en función a la relación agua cemento, con datos extraídos de la tesis titulada “El efecto de la variación agua/cemento en el concreto”.



| A/C | F'c (Kg/cm2) |
|------|--------------|
| 0.36 | 420 |
| 0.40 | 370 |
| 0.45 | 340 |
| 0.50 | 295 |
| 0.55 | 275 |
| 0.60 | 230 |
| 0.65 | 220 |
| 0.70 | 185 |
| 0.75 | 165 |
| 0.80 | 140 |

GRAFICA N°01 - CURVA a/c VS F'c (Kg/cm²) / (Guevara, G; Hidalgo Efecto de la variación agua/cemento en el concreto / Tecnología en Marcha.).

1.2.2.2 CURADO DEL CONCRETO

El curado es muy importante, ya que si este proceso se hace mal, se podría perder hasta el 30% de la resistencia esperada; por eso, lo recomendable sería hacerlo por 28 días. Cabe resaltar que la resistencia que se le especifica al concreto, aproximadamente el 70%, se genera en los primeros siete días. A los 14 días, la resistencia ha logrado llegar al 85% de lo que se espera en 28 días.

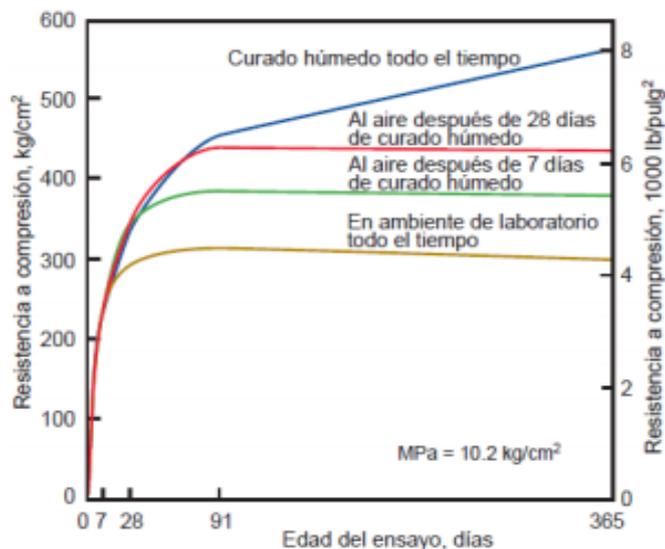


GRAFICO 2: Fuente: Gonnerman Y Shuman 1928

1.2.2.3 CONCRETO FRESCO

Se denomina concreto fresco al material que recién es preparado cuyo estado es plástico y moldeable, en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma del encofrado. Características relevantes:

C
A
R
A
C
T
E
R
I
S
T
I
C
A
S

✓ **TRABAJABILIDAD:** Determina la facilidad con que puede manejarse y compactarse la mezcla. Y se ve afectado por la forma de la partícula y las proporciones del agregado, el contenido de cemento y el contenido de agua.

✓ **ESTABILIDAD:** Es el desplazamiento que se produce en el concreto sin mediar la aplicación de fuerzas externas. Se cuantifica por medio de la exudación y la segregación.

A.EXUDACIÓN: Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Está influenciada por la cantidad de finos a mayores finos, menor exudación y viceversa.

B.SEGREGACIÓN: Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan.

✓ **CONSITENCIA:** Es la resistencia que opone el concreto a experimentar deformaciones. Esta propiedad depende de la forma, gradación y tamaño máximo del agregado en la mezcla, asimismo se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla, y se mide mediante la prueba del SLUMP.

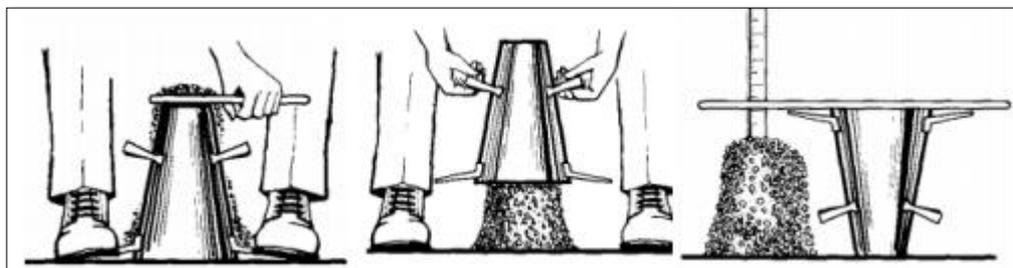


IMAGEN N° 01 – Desmolde y obtención del asentamiento en el rango vertical cono de Abrahms

CLASIFICACION DEL CONCRETO POR SU CONSISTENCIA

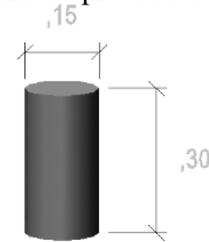
| TIPO DE CONCRETO | ASENTAMIENTO | TRABAJABILIDAD |
|--------------------------------|----------------|---|
| MUY SECO | < 2" | NO FLUYE |
| SECO | 2" – 3" | NECESITA AYUDA PARA FLUIR |
| PLASTIFICADO (ESTANDAR) | 4" – 5" | FLUYE MUY BIEN, FORMA PILAS SUAVES |
| FLUIDO | 6" – 7" | FLUYE RAPIDAMENTE, NO FORMA PILAS |
| MUY FLUIDO | > 7" | MUY FLUIDO > 8" SE PUEDE AUTO NIVELAR |

CUADRO N°14: Asentamiento Y Trabajabilidad Usado Generalmente En La Construcción

1.2.2.4 CONCRETO ENDURECIDO

Lo denotamos después de que el concreto ha fraguado y empieza a ganar resistencia y se endurece. De alguna manera no tendrá huellas de pisadas si se camina sobre él. Resistencia y durabilidad son unas de las características del concreto endurecido.

- ✓ **RESISTENCIA A LA COMPRESION:** Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos. Se realiza mediante el ensayo de rotura de probetas a edades de 7, 14, 21 y 28 días.



**C
A
R
A
C
T
E
R
I
S
T
I
C
A
S**

- ✓ **DURABILIDAD:** Indica que un concreto pueda durar muchos años de acuerdo a su calidad y diseño, donde dicha durabilidad depende de condiciones físicas, mecánicas, biológica y químicas.
- ✓ **IMPERMEABILIDAD:** El concreto es un sistema que tendrá orificios y jamás lograra ser totalmente impermeable. Entonces entenderemos por permeabilidad como la disposición de un material de absolver un fluido. Ahora bien para lograr una mejor impermeabilidad se tiene que utilizar aditivos impermeabilizantes, así mismo conservar una relación agua cemento muy baja. La permeabilidad depende de: (finura del cemento, Cantidad de agua. Compacidad).
- ✓ **ELASTICIDAD:** Es la capacidad del concreto de deformarse cuando es aplicado bajo carga, sin tener deformación permanente.

1.2.3 INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN EL CONCRETO

1.2.3.1 INFLUENCIA EN ESTADO FRESCO

✓ La absorción es quizás la propiedad del agregado que más afecta en el asentamiento del concreto, ya que las partículas absorben el agua directamente en la mezcladora, y de esta manera reduciendo la trabajabilidad de la mezcla. Por otro lado si dos o más agregados tuvieran absorción similar, entonces otros factores secundarios serán de importancia en el asentamiento de la mezcla, así como forma, tamaño y graduación; ya que mientras mayor superficie del agregado se tenga que cubrir con la mezcla, se tendrá menos fluidez. Un buen asentamiento y trabajabilidad de la mezcla se obtiene con la combinación de contenidos bajos de absorción y un coeficiente bueno con forma del agregado, en donde las partículas son aproximadamente redondas. *FUENTE: (Chan Yam / influencia de los agregados pétreos).*

✓ La forma de los agregados tiene incidencia sobre la trabajabilidad del concreto fresco. Las formas básicas de éstos se pueden simplificar en 4 tipos, que son: equidimensional o esférica, prismática, tabular o elíptica, e irregular. De todas éstas, la que mayor problema puede ocasionar para la trabajabilidad es aquella de tipo tabular que además está alargada (conocidas como piezas planas y alargadas); estas piezas pueden provocar disminución en la trabajabilidad ya que muy fácilmente pueden orientarse de manera preferencial en un solo plano, de manera que el agua y el espacio poroso pueden acumularse debajo de ellas. Además, gravas con esta forma ocasionan mayores requerimientos de arena, y eso hace necesario un incremento en el volumen de agua para la mezcla (Uribe 1991). Es deseable, entonces, que los agregados particularmente los gruesos tengan una forma un tanto angular y cúbica.

FUENTE: (Chan Yam / influencia de los agregados pétreos).

1.2.3.2 INFLUENCIA EN ESTADO ENDURECIDO

✓ Frecuentemente la variación de la resistencia del concreto puede explicarse con el cambio de la relación a/c, no obstante existe evidencia en la literatura que éste no siempre es el caso. Ahora bien en cuanto a la interrelación mecánica entre la matriz y el agregado grueso, la textura superficial de éste es principalmente responsable de la adherencia. La roca triturada produce una adherencia superior comparado con la grava de canto rodado; aunque en la adherencia también tiene influencia la relación a/c que afecta tanto física como químicamente la zona de interface. En un trabajo de investigación se encontró que concretos fabricados con agregados triturados resistieron más que los de canto rodado; el esfuerzo de compresión a los 28 días para los concretos hechos con agregados gruesos de grava redonda estuvo entre el 10% y 20% más bajos que los concretos preparados con agregados triturados.

Lo anterior puede ser atribuido tanto a la superficie lisa de los agregados de canto rodado, como a su posible menor resistencia, en relación a los agregados triturados, que fueron de basalto y caliza.

FUENTE: (Chan Yam / influencia de los agregados pétreos). (Özturan y Çeçen 1997).

- ✓ El efecto del tamaño máximo del agregado en la resistencia también es conocido. La tendencia observada indica que mientras que el TMA disminuye, la resistencia decrece. Este fenómeno se ha observado para gravas de 75.0, 37.5, 19.0 y 9.5 mm (3", 1½", ¾", y ⅜"). En contraste, no sucede lo mismo para el concreto hecho usando un TMA de 4.75 mm. (No. 4), esto es atribuido al tamaño pequeño del agregado y al factor de que esta mezcla representa, básicamente, mortero o micro concreto.

FUENTE: (Chan Yam / influencia de los agregados pétreos). (Sleiman 2000).

- ✓ La presencia de un porcentaje importante de materia orgánica en los agregados puede provocar problemas en la fabricación de concreto, ya que trae consigo efectos como inhibir la adecuada hidratación del cemento y por lo tanto causar un retraso en el endurecimiento del mismo. Los agregados contaminados pueden ser causa de reducción de la resistencia a la compresión del concreto; y además, pueden contener sustancias nocivas que afecten químicamente al material de diversas formas.

FUENTE: (Chan Yam / influencia de los agregados pétreos). (Uribe 1991).

1.2.3.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO, INFLUENCIADAS POR LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

| PROPIEDADES DEL CONCRETO | PROPIEDADES RELEVANTES DE LOS AGREGADOS |
|---|---|
| Durabilidad | Porosidad, permeabilidad, grado de saturación, resistencia al atención, textura y estructura, minerales de arcilla. |
| Resistencia al congelamiento y Descongelamiento. | Estructura de poros, módulo de elasticidad. |
| Resistencia al humedecimiento y desecamiento. | Coefficiente de expansión térmica |
| Resistencia al calentamiento y enfriamiento. | Dureza |
| Resistencia a la abrasión Reacción álcali-agregado. | Presencia de sílice reactiva en las partículas. |
| Resistencia a la compresión | Resistencia, textura superficial, limpieza, forma de la partícula y tamaño máximo |
| Contracción por desecamiento y por carga | Módulo de elasticidad, forma de la partícula, granulometría, limpieza, tamaño máximo arcillas presentes. |
| Coefficiente de expansión térmica | Coefficiente de expansión térmica y módulo de elasticidad |
| Conductividad Térmica | Conductividad Térmica |
| Calor específico | Calor específico |
| Peso unitario | Gravedad específica, forma de las partículas, granulometría y tamaño máximo |
| Módulos de elasticidad | Módulos de elasticidad, razón de Poisson |
| Desgaste | Tendencia al desgaste |
| Economía | Forma de las partículas, granulometría, tamaño máximo, calidad de proceso previo requerido, disponibilidad. |

CUADRO N°15: Propiedades del Concreto influenciadas por los agregados.

1.2.3.4 SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN LOS AGREGADOS

1.2.3.4.1 CONTENIDO DE ARCILLAS

La presencia excesiva de tamaños muy pequeños en la grava y en la arena puede afectar el comportamiento deseado de la mezcla de concreto, perjudicando al fraguado y la adquisición de resistencia mecánica de este.

En caso de agregados obtenidos por trituración, suele ser abundante la presencia de polvillo, como material fino, por efecto mismo de las mandíbulas trituradoras, sin embargo, para su uso en el concreto debe tener su superficie limpia. El lavado se usa para remover dichas cantidades excesivas de partículas finas consideradas dañinas para la buena calidad del concreto, y es uno de los pasos que usan los productores de agregados en la producción de los mismos. Si hay exceso de partículas finas cubriendo los agregados, resultara una inadecuada adhesión entre la pasta de cemento endurecida y el agregado. Esto puede causar bajas resistencias a la compresión, durabilidad reducida; además la presencia de material fino incrementa la demanda de agua en el concreto con lo cual puede resultar una durabilidad reducida, aumento de la contracción y problemas con la trabajabilidad.

1.2.3.4.2 SALES SOLUBLES

Algunos agregados pueden estar contaminados con un elevado contenido de sulfatos o de cloruros, adheridos a su superficie, por lo cual la arena resulta el agregado de mayor peligro, dada su elevada medida de superficie específica. Estas circunstancias no pueden ser detectadas por la vista ni por el gusto, pues muy pequeñas cantidades son suficientes para significar un peligro para el concreto; los sulfatos atacan al cemento produciendo reacciones expansivas que agrietan y desmoronan su masa.

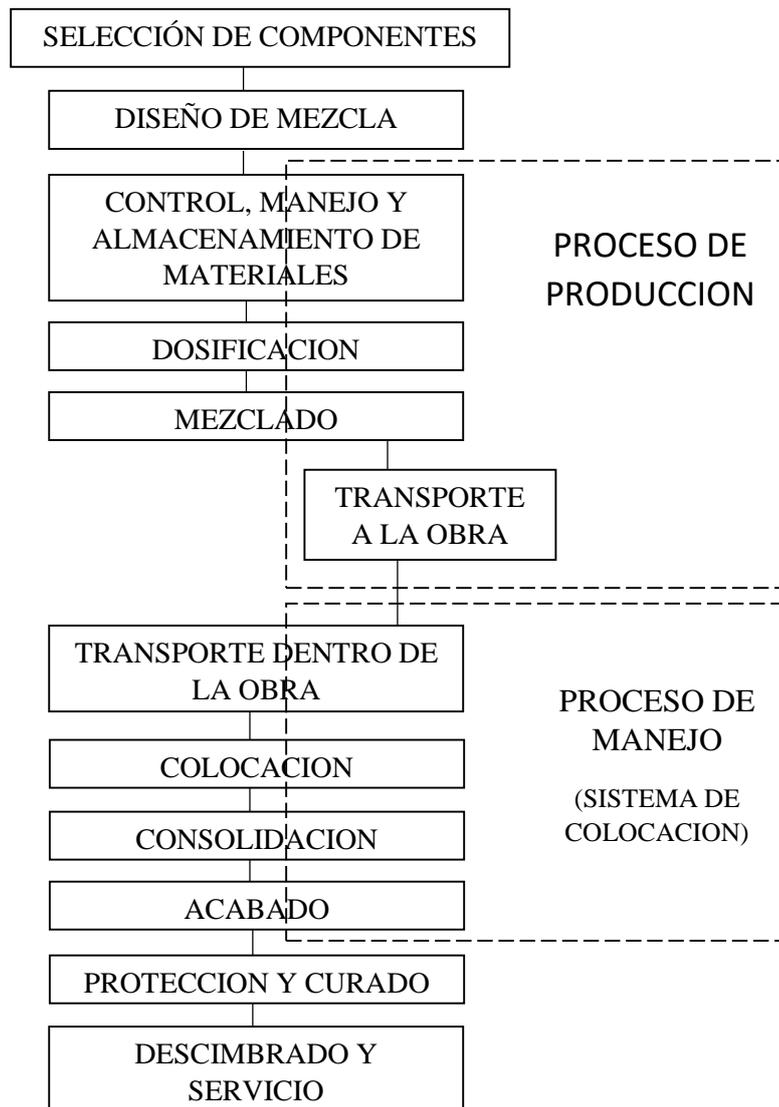
Los cloruros corroen el acero del concreto armado, perdiendo sus condiciones resistentes, aumenta el volumen y agrieta las secciones del concreto. Si el ataque corrosivo de los cloruros se produce en un medio ambiente agresivo, las primeras grietas se abren camino inmediatamente después de las soluciones del medio ambiente, y el ciclo destructivo se genera de forma acelerada.

1.2.3.4.3 MATERIA ORGANICA

En algunos casos se puede encontrar presencia de altos contenidos de materia orgánica en los agregados, las menos perjudiciales son las de tipo visible, tales como ramas o raíces ya que pueden detectarse y removerse de manera fácil. El peligro lo significa en mayor proporción la materia orgánica no visible que se impregna o adhiere a los granos del agregado.

La presencia de elevadas cantidades de ese tipo de sustancias puede interferir con las reacciones químicas de la hidratación del cemento, un concreto de menor resistencia y puede afectar la velocidad de reacción del cemento ocasionando retrasos considerables en su tiempo normal de fraguado.

2.2.4 ESQUEMA DE LOS PROCESOS DE SISEÑO, PRODUCCION, MANEJO, PROTECCION Y CURADO DEL CONCRETO HASTA OBTENER EL COCNRETO ENDURECIDO EN OBRA.



CUADRO N°16 / FUENTE: (Sánchez 2001 / Tecnología del concreto y del morteros, Pg280).

2.2.5 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Cuando se habla de diseño de mezclas nos estamos refiriendo, a la necesidad de conocer y determinar la dosificación de cada uno de los materiales que intervienen en una mezcla de concreto. Siendo el concreto un elemento que en su fase inicial es una mezcla plástica, que luego se transforma en una estructura sólida y resistente, cuyas características dependen de la dosificación de cada uno de sus componentes, entonces debemos determinar las cantidades relativas de materiales a ser usados en las mezclas de concreto; a fin de que dicha mezcla sea optima tanto en su fase sólida como en la fase endurecida y cumpla los requerimientos de cada proyecto. Esta dosificación o proporcionamiento puede realizarse mediante dos tipos de diseño:

- Diseños empíricos
- Diseños técnicos

Los diseños empíricos están basados en la experiencia; generalmente se usan en obras pequeñas y son las más comunes en uso. Los diseños técnicos están basados en métodos ya establecidos; en los cuales se debe de conocer y determinar en forma experimental en laboratorio cada una de las propiedades de los materiales a emplearse, se considera también el costo, requisitos de buen acabado y colocación del concreto y principalmente deben de cumplir con las propiedades en estado fresco (asentamiento, peso unitario, contenido de aire, fluidez, exudación y tiempo de fraguado) como también en estado endurecido (resistencia, durabilidad, etc).

Para la presente investigación se realizara este último tipo de diseño.

Un concreto es calificado de buena o mala calidad, de acuerdo a su resistencia en compresión (f_c) ya que este parámetro es de vital importancia ya que sobre el descansan teorías de diseño actual.

FUENTE: (E. Burgos 2012 / Variación del Módulo de Finura, Pg44).

2.2.5.1 CONCRETO CON AGREGADO GLOBAL

Tanto las propiedades del agregado como del cemento presentan marcados efectos en la resistencia y durabilidad del concreto, así como en el contenido de agua necesario para colocarlo.

En principio se puede admitir que si las fuentes de suministro de los integrantes del concreto son uniformes y se mantienen constantes, pequeñas variaciones en la granulometría y en el tamaño máximo de los agregados, así como en el contenido de cemento y en la trabajabilidad del concreto; no afectan apreciablemente la resistencia siempre y cuando la calidad de la pasta

de cemento definida por la relación agua/cemento se mantenga constante. En cambio, si las fuentes de suministro varían, como en el caso de cambios de calidad en el cemento o cuando ocurren cambios en las fuentes de suministros de los agregados, pueden producirse alteraciones importantes en la resistencia aun cuando la relación agua/cemento sea mantenida constante.

2.2.5.2 METODO DE DISEÑO

Existen varios métodos para el diseño de mezclas de concreto; pero todos se basan en los volúmenes absolutos de los componentes, con la condición primordial que la suma de todos ellos incluido el aire atrapado en el concreto sea la unidad cubica, cuyo uso general es 1m³.

$$\text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Arena} + \text{Vol. Piedra} + \text{Vol. Aire} = 1\text{m}^3$$

Para lo cual es necesario conocer cada una de las propiedades físicas de los materiales componentes, ya sea en estado seco o saturado superficialmente (s.s.s.) El método más usado es el proporcionado por el ACI, pero en la presente investigación usaremos el *METODO DEL AGREGADO GLOBAL*; por ser el que nos da mejores resultados acorde con nuestra realidad y característica de los materiales disponibles en nuestro país.

2.2.5.3 PROCEDIMIENTO

El método a utilizar será el del Agregado Global de esta manera se realiza el diseño de mezclas para diferente relación a/c de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 con un asentamiento de 3” - 4”, consecuentemente para diferente Cemento Portland tipo Ms e Ico, el cual será fabricado en el laboratorio de Ensayo de Materiales UPAO, Teniendo los siguientes pasos:

2.2.5.3.1 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Lo recomendable será utilizar asentamientos de 3” – 4” para mezclas de consistencia plástica.

2.2.5.3.2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO

Esto se determina por la granulometría del agregado grueso.

2.2.5.3.3 DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLA

El agua de mezcla se determina mediante mezclas de prueba, se comienza con el valor dada en tablas para un determinado asentamiento y el D_{max} (diámetro nominal máximo del agregado). Este valor inicial se varía en cada relación a/c; hasta conseguir el asentamiento dentro del rango establecido en los requerimientos de diseño, ver cuadro N°4.1.

| ASENTAMIENTO | AGUA, EN LT/M3, PARA LOS TAMAÑOS MÁXIMO NOMINALES DE AGREGADOS GRUESO Y CONSISTENCIAS INDICADOS | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1½" | 2" | 3" | 6" |
| CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | |
| % AIRE ATRAPADO | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| CONCRETO CON AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | |
| % AIRE INCLUIDO | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 |

CUADRO N°17: Agua inicial de acuerdo al asentamiento y Tamaño Máximo Nominal

2.2.5.3.4 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Está en relación al tamaño máximo nominal agregado grueso (TMN) de la **Tabla 4.2**. En el lado izquierdo se indica el contenido de aire atrapado aproximadamente que puede esperarse en concretos.

| TMN DEL AGREGADO GRUESO | AIRE ATRAPADO % | AIRE INCORPORADO % |
|-------------------------|-----------------|--------------------|
| 3/8" | 3.0 | 8 |
| 1/2" | 2.5 | 7 |
| 3/4" | 2.0 | 6 |
| 1" | 1.5 | 5 |
| 1 1/2" | 1.0 | 4.5 |
| 2" | 0.5 | 4 |
| 3" | 0.3 | 3.5 |
| 4" | 0.2 | 3 |

CUADRO N° 18 - Tabla 2. Requerimientos de Agua aproximada de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregado [ACI 211]

2.2.5.3.5 SELECCIÓN DE LA RELACION AGUA / CEMENTO

Hemos elegido las relaciones agua- cemento: 0.40, 0.45, 0.50 Y 0.55 para la presente investigación, por ser las más usadas en el sector de la construcción.

2.2.5.3.6 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CEMENTO

Al conocer la relación agua - cemento y el agua de mezcla, entonces pasamos a calcular el contenido de cemento.

2.2.5.3.7 DETERMINACION DE LA RELACION O PROPORCION DE AGREGADO FINO- AGREGADO GRUESO.

Lograremos obtenerlo mediante la repartición porcentual del agregado global, o caso contrario usado el máximo peso unitario compactado de la combinación de agregados (agregado global), para el diseño se presenta como agregado fino y grueso en “%” consecuentemente si es por el máximo peso unitario se evalúa el valor central del rango de variación obtenido de la curva porcentaje de agregado vs. Máximo peso unitario compactado).

2.2.5.3.8 DETERMINACION DE LOS PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS

Estos pesos se obtienen luego de conocer el volumen absolutos de los agregados fino y grueso. Así mismo los valores obtenidos del paso 1 al 8; corresponden al diseño seco (DS).

2.2.5.3.9CORRECCION POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Para trabajar con los pesos correctos en el diseño de mezclas de concreto. Debe considerarse el contenido de humedad de los agregados y la absorción.

2.2.5.3.10 NUMERO DE DISEÑOS

Se recomienda realizar como mínimo tres diseños para cada relación a/c; y con ello se obtiene el agua de diseño mediante la gráfica asentamiento vs. Agua de mezcla.

2.2.5.3.11 AJUSTE DE LAS MEZCLAS DE PRUEBA

Este ajuste o corrección se realiza para verificar las proporciones calculadas de las mezclas; para ello se realiza mezclas de prueba, los mismos que son preparados y verificados siguiendo la norma ASTM C-192.

2.2.5.3.12 SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES FINALES

Esta selección o determinación se realizara para la capacidad del volumen de un cono de abrams de 0.0055m³. Para ello se utiliza los porcentajes de arena y piedra obtenidos de la curva del porcentaje de agregados versus máximo peso unitario compactado. Y se realizara el diseño de mezclas de prueba manteniendo constante la relación a/c.

2.2.5.3.13 DETERMINACION DEL AGUA DE DISEÑO PARA LAS MEZCLAS DE PRUEBA.

Para cada proporción de agregados del paso anterior, y la relación a/c= 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55. Se determinara la cantidad de agua optima que nos permite obtener una mezcla cuyo asentamiento este comprendido entre 3" - 4". La cantidad de agua optima se obtendrá del Cuadro N°17 cantidad de agua versus asentamiento por lo consiguiente se realizara mezclas de prueba con tres proporciones de agua, de tal manera de obtener asentamientos menores y mayores al que hemos establecido (3"- 4"). Puede surgir el caso que los asentamientos buscados se adquieran en forma directa en una sola mezcla de prueba y de esta manera obtener directamente el agua ideal de dicho diseño. Por otro lado una vez que se determinl el agua

ideal en cada diseño de prueba y los asentamientos entre 3"- 4" fabricaremos tres probetas para cada relación de agregados ($A/C = 0.40, 0.45, 0.50$ y 0.55) los mismos que serán curados según el procedimiento establecido en la norma ASTM C-192, y también serán ensayados por resistencia a la compresión a edad de 28 días, según norma ASTM C-39.

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 AGREGADOS

Definimos como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 60% y el 75% de la unidad cúbica del concreto.

1.3.2 AGREGADO FINO

Lo definimos como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el Tamiz NTP 9.4mm (3/8") y cumple con los parámetros establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C-33.

1.3.3 AGREGADO GRUESO

Lo definimos como agregado grueso al material retenido en el Tamiz NTP 4.75 mm (N° 4) y que cumple con los parámetros establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C-33.

1.3.4 AGREGADO GLOBAL

Lo definiremos al agregado global como aquel material conformado por agregado fino y agregado grueso procedente de la desintegración mecánica o artificial de las rocas, así mismo tiene que estar en proporciones ideales y cumplir las especificaciones técnicas para su uso en la elaboración de mezclas de concreto.

Estos agregados se pueden utilizar en la elaboración de concreto tal como se encuentra en la corteza terrestre, siempre que cumplan los requisitos de la norma de agregados, caso de no cumplir se deberá procesar el material, hasta satisfacer las especificaciones técnicas. Su granulometría tiene que estar comprendida por aquellas partículas retenido en la malla N° 200 como mínimo y el que pase la malla de 2" como máximo. Por otro lado las características del agregado se encuentran estipuladas en Normas NTP 400.037 o ASTM C-33.

FUENTE: (Edwin B, 2012, Variación del Módulo de Finura del Agregado Fino en Concretos de Mediana y Baja Resistencia Pg. 34).

1.3.5 DISEÑO DE MEZCLAS

El valor $f'c$ de un concreto corresponde a la resistencia de la rotura por compresión a los 28 días, de un cilindro de 6" de diámetro y 12" de altura, elaborado y curado correctamente en condiciones óptimas y cargado a un determinado esfuerzo en la máquina de prueba.

FUENTE: (Revista Unicon, 2016, Concreto convencional).

1.3.6 CONCRETO FRESCO

Se denomina concreto fresco al material que recién es preparado cuyo estado es plástico y trabajable, en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma moldeable del encofrado.

FUENTE: (Revista Unicon, 2016, Concreto convencional).

1.3.7 CONCRETO ENDURECIDO

Es aquel que tras el proceso de hidratación ha pasado del estado plástico al estado rígido. Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece.

FUENTE: (Revista Unicon, 2016, Concreto convencional).

1.3.8 CEMENTO MS

- Tipo MS (NTP 334.082 / ASTM C1157)

Con una resistencia a la compresión de 170 Kg/cm^2 a los 7 días de curado y de 280 Kg/cm^2 a los 28 días de curado; con un tiempo de fraguado inicial de 45 minutos mínimo y 420 minutos máximo de fraguado final; y con resistencia a los sulfatos de 0.10% máximo 8 meses.

| PROPIEDADES FISICAS | MEDIDA | CPSAA | REQUISITOS NPT 334.090 |
|-----------------------|-------------------------|-------|------------------------|
| CONTENIDO DE AIRE | % | 5 | No Especifica |
| SUPERFICIE ESPECIFICA | Cm^2/gr | 3800 | No Especifica |
| RETENIDO M325 | % | 4.3 | No Especifica |
| DENSIDAD | g/ml | 3.04 | No Especifica |

CUADRO N° 19 – Especificaciones Técnicas cemento tipo Ms

1.3.9 CEMENTO ICO

- **Tipo ICO (NTP 334.082 / ASTM C1157)**

Con una resistencia a la compresión de 190 Kg/cm² a los 7 días de curado y de 240 Kg/cm² a los 28 días de curado; con un tiempo de fraguado inicial de 45 minutos mínimo y 375 minutos máximo de fraguado final.

| PROPIEDADES FISICAS | MEDIDA | CPSAA | REQUISITOS NPT 334.090 |
|-----------------------|---------------------|-------|------------------------|
| CONTENIDO DE AIRE | % | 4 | Máximo 12 |
| SUPERFICIE ESPECIFICA | Cm ² /gr | 5640 | No Especifica |
| RETENIDO M325 | % | 4.2 | No Especifica |
| DENSIDAD | g/ml | 2.92 | No Especifica |

CUADRO N° 20 – Especificaciones Técnicas cemento tipo Ico

1.4 HIPOTESIS

Las características del concreto en estado fresco y endurecido se ven afectadas por la variación de la relación agua /cemento (A/C= 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55). Por lo consiguiente para nuestro diseño de concreto utilizando el agregado global “roca cuarcita” y cemento portland tipo Ms e Ico, obtendremos una variación gradual de resistencia a la compresión (F’c) entre cada una de ella en un rango de 15% - 20%.

1.5 VARIABLES E INDICADORES

1.5.1 VARIABLES

1.5.1.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- (V1) Agregado “roca cuarcita

1.5.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- (V2) Características del concreto en estado fresco y endurecido para el diseño de mezcla con relación agua/cemento de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55. Para cemento portland (Ms e ICo).

1.5.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

| CONCEPTUALIZACION | VARIABLES | | DIMENSION | INDICADORES | INDICE | TECNICAS |
|--|---|---|------------------------|---------------------------------|------------------|--|
| | TIPO | DESCRIPCION | | | | INSTRUMENTOS |
| <p>Los Agregados, también denominados inertes o conglomerados son fragmentos que constituyen entre un 70% y 85% del peso del concreto, cuyas finalidades específicas son abaratar los costos de la mezcla y dotarla de ciertas características favorables dependiendo de la obra que se quiera ejecutar.</p> | I N D E P E N D I E N T E | Agregado "Roca Cuarcita" | PROPIEDADES FISCAS | .Granulometría | ----- | .Balanza, fiolas, Canastilla, Recipientes, Horno eléctrico, juego de tamieces. .Investigación biblioteca UPAO, normas Astm – c, Ntp. .investigación laboratorio UPAO |
| | | | | | .Peso Especifico | |
| | | | | | .Pesos Unitarios | kg/cm3 |
| | D E P E N D I E N T E | Características del concreto en estado fresco y endurecido para el diseño de mezcla con relación agua/cemento de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55. Para cemento portland (Ms e Ico). | CONCRETO FRESCO | .Asentamiento | Pulgadas | .normativa Astm – c , Ntp. |
| | | | | | | |
| | | | | .Estabilidad | ----- | |
| | | | | .Trabajabilidad | ----- | |
| | | | CONCRETO ENDURECIDO | .Resistencia a la Compresión | Kg/cm2 | .normativa Astm – c , Ntp. |

CUADRO N° 21 – OPERACIONALIZACION DE VARIABLES DEL PROYECTO

METODOLOGIA

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACION

- La presente investigación es Cualitativa.

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACION

- De acuerdo a lo elaborado es aplicada.

3.2 POBLACION Y MUESTRA

3.2.1 POBLACION

Agregado natural con nomenclatura de **CUARCITA** que abunda en diferentes sectores del centro poblado Santa Clara de Tulpo – Distrito Mollebamba – Provincia Santiago de Chuco.

3.2.2 MATERIALES

3.2.2.1 UBICACION

En el distrito de Mollebamba en el sector “Centro poblado Santa Clara de Tulpo” tenemos ubicada la mayor parte de canteras para la extracción de agregados para la construcción, debido a que su suelo es rico en yacimientos de agregados naturales y que para su extracción son sometidos únicamente a procesos manuales. Consecuentemente tenemos la cantera denominada “EL INCA” que se encuentra aproximadamente a 1.875 Km. Del centro poblado Santa Clara de Tulpo – Distrito de Mollebamba – Provincia de Santiago de Chuco. Y aproximadamente 10 minutos en vehículo. Así mismo tiene las siguientes coordenadas (s: -58149520, O: -78005899), teniendo una extensión de 200 metros longitudinales, 250 metros transversales y con un talud de 75 metros verticales. Su capacidad de producción es aproximadamente de 225 m³/mes. Esta capacidad se mantiene sin variar según los datos estadísticos ya son 3 años que viene siendo explotada, razón por la cual se puede afirmar que esta cantera seguirá produciendo agregado por varios años más a futuro. A razón de este estudio se extrajo una muestra significativa de 1.0 m³, del tercio central en sentido longitudinal de la cantera porque es allí donde se produce un 65% del total de producción. Así mismo para la extracción del material y el análisis de sus propiedades se siguió lo indicado en (NTP 400.010).



IMAGEN N°02 - Canteras Visualizadas Desde Toma Aérea / Fuente: google

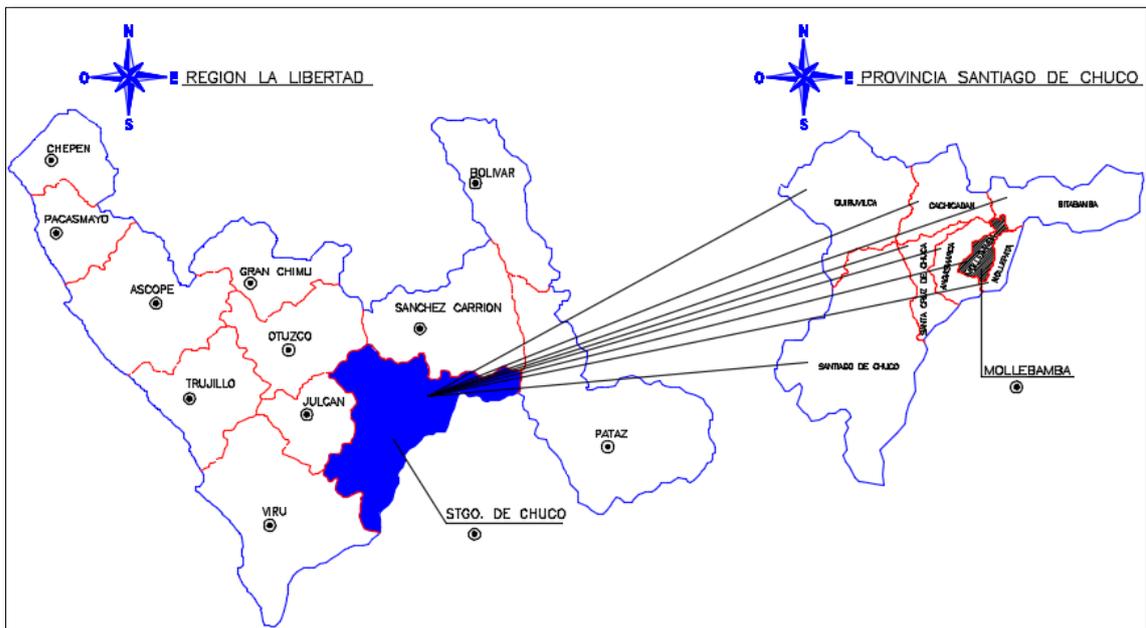


IMAGEN N°03 – Localización del distrito de Mollebamba / Fuente municipalidad de Santiago de



IMAGEN N°04 – Visualización In situ del agregado cuarcita / fuente propia



GRAFICA N° 05 - Extracción y proceso de zarandeo del agregado cuarcita

3.2.2.2 AGREGADO GLOBAL (ROCA CUARCITA) – CANTERA “EL INCA”

Es una roca metamórfica (cualquier roca cuando se somete a intensas presiones y temperaturas sufre cambios en sus minerales), dura que originalmente era de arenisca. Debido a su composición mineralógica es una roca muy dura y por tanto resiste a la meteorización. Algunos ejemplares se le puede comparar con mármoles, pero la cuarcita suele ser más translúcida, no se ralla con acero, ni efervescer con ácido. Las propiedades físicas y mecánicas se le resumen en el siguiente cuadro:

| AGREGADO - ROCA CUARCITA | |
|---|--|
| La cuarcita o metacuarcita es una roca metamórfica dura con alto contenido de cuarzo, es de origen sedimentario, formada por la consolidación con cemento silíceo de areniscas cuarzosas. | |
| CARACTERISTICAS | DESCRIPCION DEL AGREGADO |
| COMPOSICION: | Casi exclusivamente cuarzo/ sílice: 98.5%, Feldespato <1% |
| DENSIDAD: | Alrededor de : 2.3 a 2.4 gr/cm ³ |
| DUREZA: | 7 en la escala de Mohs |
| FRACTURA: | Concoide |
| POROSIDAD: | Baja o muy baja |
| CRUCERO: | Imperfecto |
| RAYA: | Incolora |
| ABSORCION: | 5% después de la inmersión al agua |
| TENACIDAD: | Frágil |
| COLOR: | Claro, gris, amarillo, blanco y rojo |
| PROPIEDADES: | Durabilidad y de noble aspecto, escasa absorción de agua, puede ser exfoliada y tiene más grosor que el sílex. |

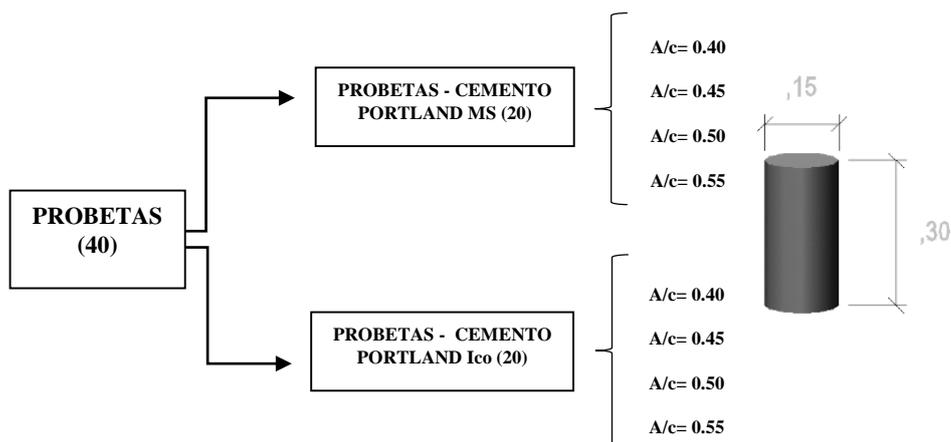
CUADRO N°22 – características del agregado “roca cuarcita” proporcionadas por el ing. Moises galoso del laboratorio de geología de la escuela de ing. Minas - Unt



IMAGEN N°06 - Agregado cuarcita escala de fotografía 1/1000

3.2.3 MUESTRA

La muestra está representada por 40 testigos de concreto de 30 cm de largo y 15 cm de diámetro, así mismo son elaborados según los lineamientos de la norma ASTM C192. Los primeros 20 testigos para cemento portland Ms y los 20 restantes con cemento portland ICo.



CUADRO N°23: Totalidad de Prueba de Testigos

3.3 TECNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

3.3.1 ANALISIS DOCUMENTAL

- La información recolectada respecto a las variables dependiente e independiente fue mediante fuentes secundarias: antecedentes de otras tesis, tópicos de concreto y normas técnicas. Finalmente se obtuvo una tabla resumen para las propiedades físicas del agregado grueso y fino obtenidas en el laboratorio de concreto – UPAO.

HERRAMIENTAS: Libros, memorias de cálculo – Excel.

3.3.2 ANALISIS ESTADISTICOS DE DATOS

- La información fue elaborada en el laboratorio de Ensayo de Materiales UPAO, teniendo los siguientes pasos: Diseño de mezclas para relación a/c de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 con un asentamiento de 3” - 4”, para el Cemento Portland tipo Ms e Ico.

HERRAMIENTAS: memorias de cálculo – Excel.

3.3.3 PRUEBAS DE LABORATORIO

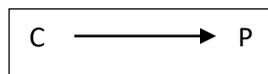
- Para determinar el asentamiento se tuvo que realizar varias pruebas de mezcla de tal

manera de encontrar la cantidad de agua necesaria y así conseguir el asentamiento dentro del rango establecido. Por otro lado, para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto se tuvo que realizar muestras o pruebas de testigos para cada relación agua cemento (a/c) y ser medidas en Kg/cm².

HERRAMIENTAS: Cono de abrahms, varilla de hincado, moldes para cilindros de concreto, máquina de compresión (250000lb), cámara de curado, herramienta menor.

3.4 DISEÑO DE INVESTIGACION

Donde:



C: Características del agregado “roca cuarcita”

P: Diseño de mezcla de concreto para relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55, para un asentamiento entre 3”- 4”. Para cemento portland (Ms e Ico).

3.5 PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

3.5.1 PROCESO DE LOS ENSAYOS EN EL LABORATORIO

Los siguientes ensayos se realizaron bajo los parámetros técnicos de la norma técnica peruana (NPT) y la norma internacional ASTM – C. aplicadas para las propiedades físicas del agregado Global.

3.5.1.1 GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL “ROCA CUARCITA”

3.5.1.1.1 NORMAS

NTP: 400.012

ASTM C – 136

3.5.1.1.2 DEFINICION

Se le conoce con el nombre de análisis mecánico y consiste en la determinación de la repartición por tamaño de las partículas de los agregados. De la granulometría se obtiene el módulo de finura y la superficie específica, así como se verifica si el agregado cumple con las especificaciones técnicas del proyecto. La granulometría influye en la trabajabilidad y economía del concreto ya que si el agregado tiene una gradación discontinua consumirá mayor pasta de cemento. En lo posible se debe trabajar con agregados de gradación uniforme o continua.

3.5.1.1.3 PROCEDIMIENTO

- Obtener una muestra representativa del Agregado Global, y deberá estar secada al aire.
- Pesar aproximadamente 5000 gr.
- Colocar las mallas estándar de diámetro mayor a menor.

- Colocar el material por partes y tamizar (esto para evitar que el exceso de peso rompa a la malla)
- Realizar el proceso de vibración mecánica de las mallas, girando 5° cada 25 segundos.
- Pesar el contenido de cada malla.
- Limpiar las mallas.
- Realizar el esquema de la curva granulométrica.

3.5.1.1.4 RESULTADOS ENSAYOS DEGRANULOMETRIA

|  | | UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO | | | | | |
|---|--------------------|--|---------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------|
| | | FACULTADA DE INGENIERIA | | ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL | | | |
| | | LABORATORIO DE MATERIALES – CONCRETO | | | | | |
| | | ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL | | | | | |
| TIPO DE AGREGADO | | AGREGADO GLOBAL | | NORMA: | NPT 400.017 | | |
| PROCEDENCIA | | C.P.TULPO – S. CHUCO | | FECHA: | 25/10/2019 | | |
| PESO DE LA MUESTRA | | 5 Kg. | | MUESTRA: | 01 | | |
| HUSO N° | | 01 | | HECHO POR: | Darwin & Eduardo | | |
| MALLA | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO PARCIAL | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ---- | LIMITE MAX Y MIN. ASTM. C - 136 | |
| 3" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | ---- | ---- |
| 2 ½" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | ---- | ---- |
| 2" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | ---- | ---- |
| 1 ½" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | 100.00 | 100.00 |
| 1" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | ---- | ---- |
| ¾" | 310.00 | 6.20 | 6.20 | 93.80 | | 95.00 | 100.00 |
| ½" | 710.00 | 14.20 | 20.40 | 79.60 | | ---- | ---- |
| 3/8" | 426.30 | 8.53 | 28.93 | 71.07 | | ---- | ---- |
| N°4 | 1120.00 | 22.40 | 51.33 | 48.67 | | 35.00 | 55.00 |
| N°8 | 782.00 | 15.64 | 66.97 | 33.03 | | ---- | ---- |
| N°16 | 621.30 | 12.43 | 79.39 | 20.61 | | ---- | ---- |
| N°30 | 482.70 | 9.65 | 89.05 | 10.95 | | 10.00 | 35.00 |
| N°50 | 358.10 | 7.16 | 96.21 | 3.79 | | ---- | ---- |
| N°100 | 172.30 | 3.45 | 99.65 | 0.35 | | 0.100 | 8.00 |
| N°200 | 10.30 | 0.21 | 99.86 | 0.14 | | ---- | ---- |
| PLATO | 34.20 | 0.14 | 100.00 | 000 | ---- | ---- | |
| TOTAL | 5000.00 | 100.00 | ---- | ---- | MODULO DE FINURA | 5.18 | |

CUADRO N°24: Ensayo de Análisis granulométrico del agregado global

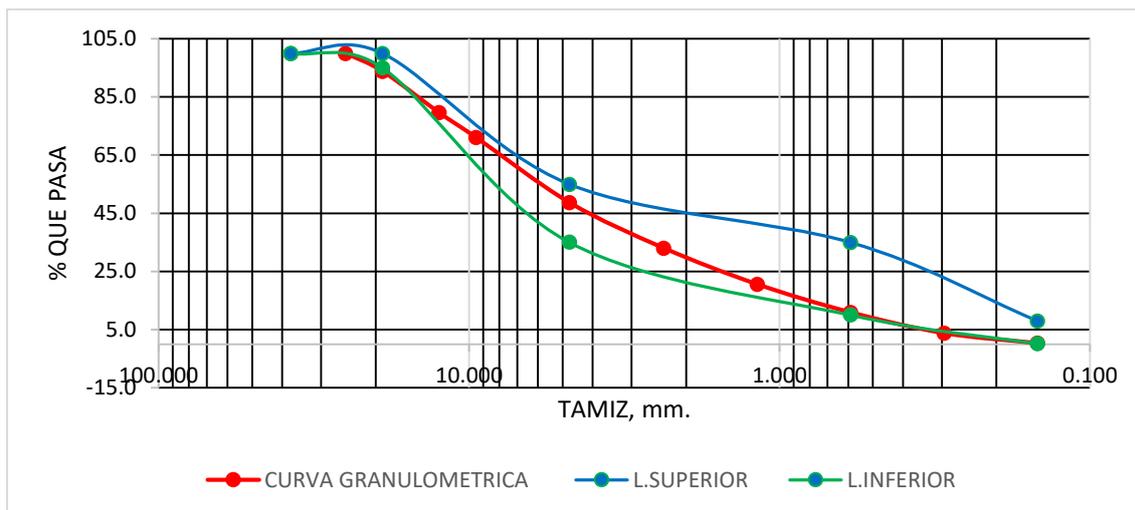


GRAFICO N°03: Curva granulométrica del agregado global

Observamos en el gráfico N°03 que la curva del agregado global “roca cuarcita” no se ajusta en un 100% a los límites dados por la norma NTP.400.037, entonces “se recomienda realizar ensayos sobre diseño de mezcla para una mejor experiencia”, y es justamente lo que se desarrollaremos en el proyecto.

3.5.1.1.5 PARABOLA DE FULLER

Procederemos a realizar una comparación del agregado global natural con la propuesta por la curva de fuller y analizar si con este material se puede utilizar el método de diseño del Agregado Global.

3.5.1.1.6 RESULTADOS DE PARABOLA DE FULLER

| CURVA GRANULOMETRICA - AGREGADO GLOBLA – FULLER | | |
|---|-----------------|-----------------------------|
| UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO | | |
| FACULTAD DE INGENIERIA | | ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL |
| LABORATORIO DE MATERIALES - CONCRETO | | |
| MALLA | AGREGADO GLOBAL | FULLER |
| Plg. | % QUE PASA | % QUE PASA |
| 3" | 00.00 | ---- |
| 2 ½" | 00.00 | ---- |
| 2" | 00.00 | ---- |
| 1 ½" | 00.00 | ---- |
| 1" | 100.00 | 100.00 |
| 1/2" | 93.80 | 87.18 |
| 3/8" | 79.60 | 70.71 |
| N°4 | 71.07 | 61.64 |
| N°8 | 48.67 | 43.59 |
| N°8 | 33.03 | 30.72 |
| N°16 | 20.61 | 21.73 |
| N°30 | 10.95 | 15.36 |
| N°50 | 3.79 | 10.86 |
| N°100 | 0.35 | 7.68 |

CUADRO N°25: tamizado del agregado global vs fuller

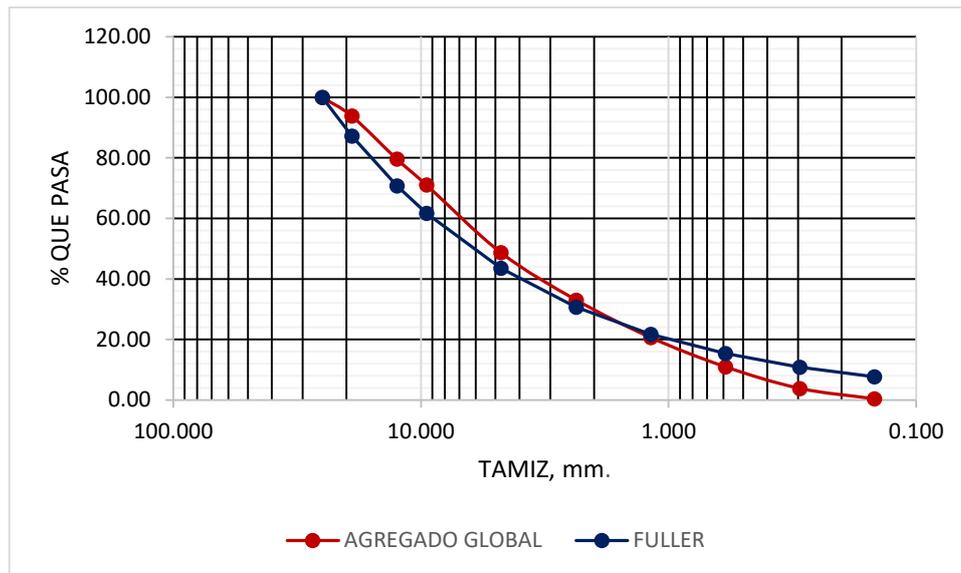


Grafico 4: comparación de la curva agregado global vs curva teórica de Fuller

Observamos en el gráfico 4 que el agregado global “roca cuarcita” de la cantera el “INCA” se ajusta de manera considerable a la Parábola de FULLER, lo cual indica que es conveniente para el diseño de mezclas mediante el método del Agregado Global.

3.5.1.2 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GLOBAL “ROCA CUARCITA”

3.5.1.2 NORMAS

NTP: 339.185
ASTM C - 566

3.5.1.3 DEFINICION

La humedad se calcula como la diferencia en peso entre: el material húmedo y el mismo material secado al horno, el resultado obtenido lo podemos expresar como porcentaje en peso, con respecto al material seco. Por otro lado la humedad de los agregados lo encontramos de dos maneras diferentes: una es rellenando los agujeros y micro agujeros internos de los granos, y la otra es como una capa envolvente, más o menos gruesa.

3.5.1.4 PROCEDIMIENTO

- Pesamos 2500 gr del agregado global en estado natural; luego lo llevamos al horno por un tiempo de 24 horas. De esta manera obtenemos el peso seco constante.
- Calculamos de esta manera: la diferencia de pesos de la muestra en estado natural y secada el horno, dividido entre el peso seco. Y el resultado obtenido lo multiplicamos por ciento (100), nos da el contenido de humedad del agregado fino.

3.5.1.5 RESULTADOS

| | | | | | |
|---|---|---------------|------------|-----------------------------|--------|
|  | UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO | | | | |
| | FACULTADA DE INGENIERIA | | | ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL | |
| | LABORATORIO DE MATERIALES – CONCRETO | | | | |
| | CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO | | | | |
| TIPO DE AGREGADO | AGREGADO GLOBAL | | NORMA: | NPT 339.0185 | |
| PROCEDENCIA | C.P.TULPO – S. CHUCO | | FECHA: | 25/10/2019 | |
| PESO DE LA MUESTRA | 2.5 Kg. | | MUESTRA: | PROMEDIO | |
| HUSO N° | 01 | | HECHO POR: | Darwin & Eduardo | |
| ENSAYO | SIMBOLO | M - 1 | M - 2 | M - 3 | UNIDAD |
| PESO DEL RECIPIENTE | R | 146.90 | 146.90 | 146.90 | gr |
| PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA | RMH | 2646.90 | 2646.90 | 2646.90 | gr |
| PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA | RMS | 2519.30 | 2518.58 | 2519.60 | gr |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA | A | 2500.00 | 2500.00 | 2500.00 | gr |
| PESO DE LA MUESTRA SECA | B | 2372.4 | 2371.96 | 2372.3 | gr |
| $w\%=(A-B)/A*100$ | W | 5.12 | 5.13 | 5.09 | % |
| | | 5.1133 | | % | |

TABLA N°26: Contenido de Humedad del agregado global

3.5.1.3 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO DEL AGREGADO GLOBAL “ROCA CUARCITA”

3.5.1.3.1 NORMAS

NTP: 400.022

ASTM C – 128

3.5.1.3.2 DEFINICION

El peso específico viene dado por la relación del peso seco de las partículas del agregado, al peso de un volumen igual de agua, se expresa en (gr/cm³). El peso específico de los agregados es expresado también como densidad, según el Sistema Internacional de Unidades (SIU). Es un buen indicador de calidad de los agregados y se usa como medida de control y diseño en las mezclas de concreto.

- **Peso Específico Aparente.-** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.
- **Peso Específico Nominal.-** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).

- **Peso Específico Saturado con Superficialmente Seca.**- Es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.

3.5.1.4 PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO DEL AGREGADO GLOBAL “ROCA CUARCITA”

3.5.1.4.1 NORMAS

NTP: 400.022

ASTM C – 128

3.5.1.4.2 DEFINICION

Es la cantidad de agua que absorbe el material debido a sus características como porosidad, permeabilidad, etc. Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciéndose el agua de la mezcla, como influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

3.5.1.4.3 RESULTADOS

| | | | |
|---|--|-----------------|-----------------------------|
|  | UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO | | |
| | FACULTADA DE INGENIERIA | | ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL |
| | LABORATORIO DE MATERIALES – CONCRETO | | |
| | PESO ESPECIFICO Y % ABSORCION DEL AGREGADO FINO DEL AGREGADO GLOBAL | | |
| TIPO DE AGREGADO | ARENA | NORMA: | NPT 400.017 |
| PROCEDENCIA | C.P.TULPO – S. CHUCO | FECHA: | 25/10/2019 |
| PESO DE LA MUESTRA | 0.5 Kg. | MUESTRA: | 01 |
| HUSO N° | 01 | HECHO POR: | Darwin & Eduardo |
| DESCRIPCION | SIMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| PESO DE LA FIOLA | - | 147.800 | gr |
| PESO AL AIRE DE LA MUESTRA DESEADA | A | 500.00 | gr |
| PESO DEL PICNOMETRO LLENO DE AGUA | B | 1020.23 | gr |
| PESO TOTAL DEL PICNOMETRO CON LA MUESTRA + AGUA | C | 1382.63 | gr |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA, CON SUPERFICIE SECA | S | 516.000 | gr |
| VOLUMEN DE LA FIOLA | V | 500.000 | ml |

| | | | |
|--|-----------------------------|---|--------------------------------|
| PESO ESPECIFICO APARENTE | = { A / (B + S - C) } | = | 2.255 gr/cm³ |
| PESO ESPECIFICO SATURADO CON SUPERFICIE SECA | = { S / (B + S - C) } | = | 2.3594 gr/cm ³ |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | = { A / (B + A - C) } | = | 2.636 gr/cm ³ |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | = { (S - A) X 100 } / A } | = | 3.200 gr/cm³ |

TABLA N°27: *Peso Específico y porcentaje de absorción del Agregado Fino*

3.5.1.5 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO DEL AGREGADO GLOBAL “ROCA CUARCITA”

3.5.1.5.1 NORMAS

NTP: 400.022

ASTM C – 128

3.5.1.5.2 DEFINICION

El peso específico viene dado por la relación del peso seco de las partículas del agregado, al peso de un volumen igual de agua, se expresa en (gr/cm³). El peso específico de los agregados es expresado también como densidad, según el Sistema Internacional de Unidades (SIU). Es un buen indicador de calidad de los agregados y se usa como medida de control y diseño en las mezclas de concreto.

- Peso Específico Aparente.- Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.
- Peso Específico Nominal.
- Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).
- Peso Específico Saturado con Superficialmente Seca.
- Es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.

3.5.1.6 PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO DEL AGREGADO GLOBAL “ROCA CUARCITA”

3.5.1.6.1 NORMAS

NTP: 400.022

ASTM C – 128

3.5.1.6.2 DEFINICION

Es la cantidad de agua que absorbe el material debido a sus características como porosidad, permeabilidad, etc. Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciéndose el agua de la mezcla, como influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

3.5.1.6.3 RESULTADOS

| | | | |
|---|--|---------------------------------|-----------------------------|
|  | UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO | | |
| | FACULTADA DE INGENIERIA | | ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL |
| | LABORATORIO DE MATERIALES – CONCRETO | | |
| | PESO ESPECIFICO Y % ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO DEL AGREGADO GLOBAL | | |
| TIPO DE AGREGADO | PIEDRA CHANCADA | NORMA: | NPT 400.017 |
| PROCEDENCIA | C.P.TULPO – S. CHUCO | FECHA: | 25/10/2019 |
| PESO DE LA MUESTRA | 3 Kg. | MUESTRA: | 01 |
| HUSO N° | 01 | HECHO POR: | Darwin & Eduardo |
| DESCRIPCION | SIMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA | - | 637.60 | gr |
| PESO AL AIRE DE LA MUESTRA DESEADA | A | 3000.00 | gr |
| PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA | B | 3107.00 | gr |
| PESO SUMERGIDO EN AGUA CON MUESTRA SATURADA | C | 1685.00 | gr |
| PESO ESPECIFICO APARENTE = $\{A / (B - C)\}$ | = | 2.1097 gr/cm³ | |
| PESO ESPECIFICO SATURADO CON SUPERFICIE SECA = $\{B / (B - C)\}$ | = | 2.1846 gr/cm ³ | |
| PESO ESPECIFICO APARENTE = $\{A / (A - C)\}$ | = | 2.3813 gr/cm ³ | |
| PORCENTAJE DE ABSORCION = $\{(B - A) \times 100\} / A\}$ | = | 3.5666 gr/cm³ | |

TABLA N°28: *Peso Especifico y porcentaje de absorción del Agregado Grueso*

3.5.1.7 PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GLOBAL “ROCA CUARCITA”

3.5.1.7.1 NORMAS

NTP: 400.017

ASTM C – 29

3.5.1.7.2 DEFINICION

El peso unitario está determinado por la relación de peso por unidad de volumen; esta relación se expresa en Kg/m³. El peso unitario varía por características tales como; forma y tamaño, absorción y contenido de humedad, granulometría del agregado; así como también de factores externos como el grado de compactación y el tamaño máximo.

- **Peso Unitario Suelto (P.U.S.):** Es cuando se llena el recipiente dado suavemente sin ninguna presión.

3.5.1.7.3 RESULTADOS

| | | | |
|---|--|-----------------------------|------------------|
|  | UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO | | |
| | FACULTADA DE INGENIERIA | ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL | |
| | LABORATORIO DE MATERIALES – CONCRETO | | |
| | PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO GLOBAL | | |
| TIPO DE AGREGADO | AGREGADO GLOBAL | NORMA: | NPT 400.017 |
| PROCEDENCIA | C.P.TULPO – S. CHUCO | FECHA: | 25/10/2019 |
| PESO DE LA MUESTRA | 10 Kg. | MUESTRA: | 01 |
| HUSO N° | 01 | HECHO POR: | Darwin & Eduardo |
| DESCRIPCION | SIMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE | - | 20.840 | Kg |
| PESO DEL RECIPIENTE | - | 7.285 | Kg |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA | WS | 12.499 | Kg |
| PESO DEL AGUA + RECIPIENTE | - | 16.710 | Kg |
| PESO DEL AGUA | Wa | 9.425 | Kg |
| VOLUMEN DEL MOLDE | - | 0.0094 | m-3 |
| FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE | f | 1000.00 | Kg/m3 |
| PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GLOBAL | P.U.S | 1438.196 | Kg/m |

TABLA N°29: *Peso Volumétrico Suelto del agregado global*

3.5.2 PROPORCION DEL DISEÑO DE MESCLA

El Procedimiento más usado es el que nos provee el ACI, pero en la presente investigación emplearemos el **METODO DEL AGREGADO GLOBAL**; por ser el que nos da mejores resultados conforme con nuestra realidad usando las característica de los materiales disponibles en nuestro país. Así mismo sabemos que todos se basan en los volúmenes absolutos de los componentes, con la condición única que la suma de todos ellos incluido el aire atrapado en el concreto sea la unidad, cuyo uso general es 1m³. (Edwin B., 2013 Perú, *Variación Del Módulo De Finura*, Pg. 43.

PROPIEDADES DE MATERIALES EMPLEADOS PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO

| RESULTADOS DEL LABORATORIO – AGREGADO GLOBAL – ROCA CUARCITA | | | |
|---|-------------------|--------------|------------------------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | ARENA | PIEDRA CHANCADA |
| PESO ESPECIFICO | Kg/m ³ | 2421.50 | 2408.03 |
| MODULO DE FINURA | ----- | 5.55 | |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | % | 3.24 | 3.96 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.09 | |
| PESO UNITARIO SUELTO | Kg/m ³ | 1441.82 | |

TABLA N°30: *Resumen de las Propiedades del Agregado Global*

| CEMENTO PORTLAND | | | |
|----------------------|-------------------|---------|----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | TIPO MS | TIPO ICO |
| PESO ESPECIFICO | Kg/m ³ | - | 3150 |
| PESO UNITARIO SUELTO | Kg/m ³ | - | 1500 |

TABLA N°31: Resumen de las Propiedades del Cemento Portland tipo Ms e Ico.

3.5.2.1 DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL CEMENTO TIPO MS

3.5.2.1.1 DISEÑO DE MEZCLA N°01 – a/c = 0.40

Presentamos a continuación la primera prueba del diseño de mezcla de concreto con la relación de agregados P/A=58/42 y relación a/c= 0.40, se procede el diseño empleando como primer valor de aproximación el volumen de 193lit/m³ de agua a fin de alcanzar el asentamiento requerido, caso contrario de no obtener el valor esperado, se seguirá diseñando mezclas de prueba adicionales variando la cantidad de agua.

1. **SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO Y EL TMN:**

- ✓ Asentamiento 3" - 4" (mezcla moldeable)
- ✓ Tamaño máximo nominal 1"

2. **DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA:**

De acorde al cuadro N°17 anterior (confeccionado por el comité 211 del ACI), para concreto sin aire incorporado, y en función del Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y para un asentamiento entre 3" y 4", se evalúa una cantidad de agua de diseño para agregados en estado seco de 193 litros por m³.

- ✓ Peso del Agua = 193 **Kg.**
- ✓ Volumen del agua = 0.193 **m³**

3. **SELECCIÓN DE LA RELACIÓN A/C Y DE LA CANTIDAD DE CEMENTO:**

Se calculara la cantidad de cemento en peso por metro cúbico de concreto. Sabiendo la relación de agua/cemento y el volumen de agua de diseño, entonces obtendremos la cantidad de cemento:

$$✓ \frac{A}{C} = 0.40, \text{ entonces } C = \frac{0.193 \text{ m}^3}{0.40 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 482.5 \text{ Kg.}$$

$$✓ \text{ Volumen del cemento} = \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso Especifico}} = \frac{482.5 \text{ kg}}{3150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.153 \text{ m}^3$$

4. **DETERMINACION DEL CONTENIDO DEL AIRE ATRAPADO:**

El porcentaje aproximado de aire atrapado en mezclas sin aire incorporado, para diferentes Tamaños Nominales Máximos del agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos de la Norma NTP 400.037 ó ASTM C-33. Para T.N.M. de 1" el

contenido de aire es de 2% del volumen del concreto. Estimación de la cantidad de agua de diseño por metro cúbico de concreto, según la consistencia deseada.

- ✓ % Aire = 2%
- ✓ Expresada en volumen = 0.020

5. *VOLUMEN ABSOLUTO PARCIAL:*

- ✓ V. Agua = 0.193 m³
- ✓ V. Cemento = 0.153 m³
- ✓ V. Aire = 0.020 m³

$$\Sigma = 0.366 \text{ m}^3$$

- ✓ V. Agre. Global = 1 - 0.366 = 0.634m³

6. *PORCENTAJE DE AGREGADOS:*

- ✓ % PIEDRA CHANCADA = 58.14 (Extraído le la Curva Granulométrica)
- ✓ % ARENA = 41.86 (Extraído le la Curva Granulométrica)

7. *VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GLOBAL:*

- ✓ V. Piedra Chancada = $\frac{V.Agre.Global \times \% Piedra}{100} = \frac{0.634m^3 \times 58.14}{100} = 0.37 \text{ m}^3$
- ✓ V. Piedra Arena = $\frac{V.Agre.Global \times \% Arena}{100} = \frac{0.634m^3 \times 41.86}{100} = 0.27 \text{ m}^3$

8. *PESO SECO DEL AGREGADO GLOBAL:*

- ✓ P. Piedra Chancada = $V. Piedra chancada \times P. específico Piedra Chancada$
 $= 0.37m^3 \times 2408.03 \frac{Kg}{m^3} = 887.39 \text{ kg.}$
- ✓ P. Arena = $V. Arena \times P. específico Arena$
 $= 0.27m^3 \times 2421.50 \frac{Kg}{m^3} = 642.46 \text{ kg.}$
- ✓ P. Agregado Global = $P. Piedra Chancada + P. Arena$
 $= 887.39 \text{ Kg} + 642.46 \text{ Kg} = 1529.85 \text{ Kg.}$

9. *PESO HUMEDO DEL AGREGADO GLOBAL:*

- ✓ P. Húmedo del Agre. Global = $P. Agre. Global \times (1 + \% \frac{Humedad}{100})$
 $= 1529.85 \text{ kg} \times (1 + \frac{5.09}{100}) = 1607.76 \text{ Kg.}$

10. *BALANCE DEL AGUA :*

- ✓ $\left[\left(\frac{\% Asorcion \times \% Arena}{100} \right) + \left(\frac{\% Asorcion \times \% Piedra Chancada}{100} \right) \right] - \% Humedad$

$$= \left[\left(\frac{3.24 \times 41.86}{100} \right) + \left(\frac{3.96 \times 58.14}{100} \right) \right] - 5.09$$

$$= -1.44 \%$$

11. AGUA EFECTIVA:

$$\checkmark P. del Agre. Global Humedo \times \frac{Blance del Agua}{100}$$

$$= 1607.76 \text{ kg} \times -\frac{1.44}{100}$$

$$= -23.10 \text{ Kg.}$$

12. AGUA CORREJIDA:

$$\checkmark \text{Volumen de Agua inicial} + (\text{Agua Efectiva})$$

$$= 210\text{Kg} + (-23.10)$$

$$= 169.90 \text{ Kg.}$$

13. RESUMEN DE MATERIALES EN PESO:

- ✓ Cemento = 482.5 kg.
- ✓ Agregado Global = 1607.76 kg.
- ✓ Agua = 169.90 kg.

14. CORRECCION POR RENDIMIENTO Y ASENTAMIENTO:

- ✓ Volumen Cono de Abrahms = 0.0055 m³
- ✓ Capacidad de Llenado = 0.0050 m³
- ✓ Factor de corrección por Rendimiento = $\frac{0.0055\text{m}^3}{0.0050\text{m}^3} = 1.092$
- ✓ Numero de probetas = 1

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|--|---|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{P. cemento}{P.U.S Cemento} \right) \times 1.092$ | $\left(\frac{P. agre. Global Seco}{P.U.S Agre. Global} \right) \times 1.092$ | $\left(\frac{Agua Corregida}{P. especifico Agua} \right) \times 1.092$ |
| $\left(\frac{482.5}{1500} \right) \times 1.092 = 0.35$ | $\left(\frac{1529.85}{1441.82} \right) \times 1.092 = 1.16$ | $\left(\frac{169.90}{1000} \right) \times 1.092 = 0.19$ |
| 0.35 | 1.16 | 0.19 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|---------------------------------|---|----------------------------------|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $(P. cemento) \times 1.092$ | $(P. agre. Global Humedo) \times 1.092$ | $(Agua Corregida) \times 1.092$ |
| $(482.5) \times 1.092 = 526.96$ | $(1607.76) \times 1.092 = 1755.90$ | $(169.90) \times 1.092 = 185.55$ |
| 526.96 | 1755.90 | 185.55 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso X}}{\text{Volumen Abrams X probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso X}}{\text{Volumen Abrams X probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso X}}{\text{Volumen Abrams X probetas}} \right)$ |
| $526.96 \times 0.0055 \times 1.00 = 2.898$ | $1755.90 \times 0.0055 \times 1 = 9.657$ | $185.55 \times 0.0055 \times 1 = 1.021$ |
| 2.90 | 9.66 | 1.02 |

TABLAS N°32: Primera prueba a/c: 0.40, dosificación en Volumen, Peso y Cono Abrahms

3.5.2.1.1.1 CORRECCION POR RENDIMIENTO

El volumen del cono de Abrahms dividido entre el volumen que se llenó realmente con concreto, nos arroja un factor de calibración por rendimiento $f = 1.092$. Por lo consecuente aplicaremos a todos los diseño futuros automáticamente.

3.5.2.1.1.2 CORRECCION POR ASENTAMIENTO

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.40 | | | Agua = 193 Lts/m³ | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 482.5 | 0.153 | 1.00 | 482.500 | 1.00 | 2.898 |
| AGUA | 193.00 | 0.193 | 0.40 | 169.901 | 0.352 | 1.021 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 640.39 | 0.264 | 1.327 | 673.010 | 1.395 | 4.043 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 889.45 | 0.369 | 1.843 | 934.754 | 1.937 | 5.615 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 0.999 | - | - | 4.684 | 13.577 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = | 3 1/4" |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.40 | | | Agua = 215 Lts/m³ | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 537.50 | 0.171 | 1.00 | 537.50 | 1.00 | 3.229 |
| AGUA | 215.00 | 0.215 | 0.40 | 193.34 | 0.36 | 1.161 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 600.52 | 0.248 | 1.117 | 631.11 | 1.174 | 3.791 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 834.08 | 0.346 | 1.552 | 876.56 | 1.631 | 5.265 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | - | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|--------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------|
| TOTAL | | 1.00 | - | | 4.165 | 13.446 |
| | | | | ASENTAMIENTO = | 5 1/4" | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.40 | | Agua = 203 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m³) | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 507.50 | 0.161 | 1.00 | 507.50 | 1.00 | 3.048 |
| AGUA | 203 | 0.203 | 0.40 | 180.55 | 0.356 | 1.085 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 622.27 | 0.257 | 1.226 | 653.97 | 1.289 | 3.928 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 864.28 | 0.359 | 1.703 | 908.302 | 1.790 | 5.456 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | | |
| | | | | ASENTAMIENTO = | 4 " | |

TABLAS N°33: Primera prueba a/c: 0.40, corrección por asentamiento

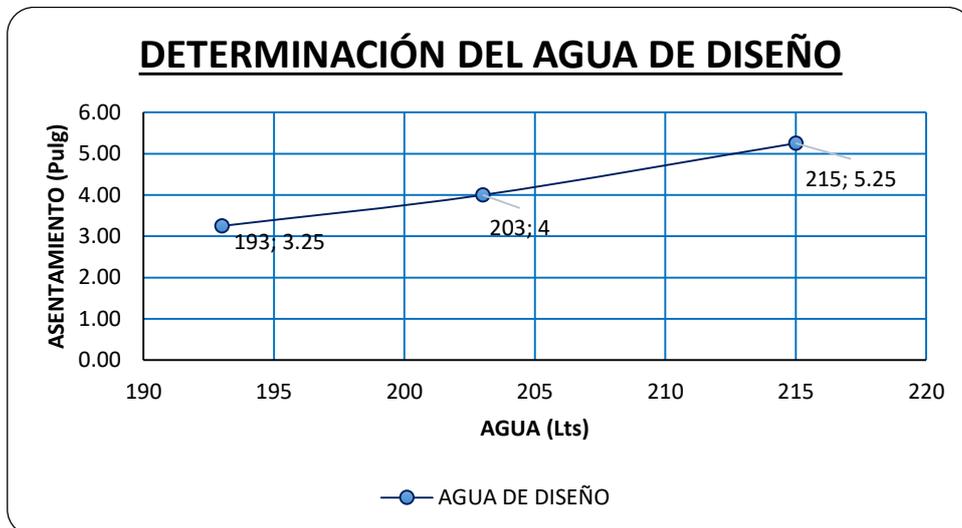


Grafico 5: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.40



IMAGEN N° 07 - Ensayo de Consistencia del concreto

3.5.2.1.1.3 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 203 litros y no la que asumimos de 193 litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|---|--|--|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{P. cemento}{P.U.S Cemento}\right)X1.092$ | $\left(\frac{P. agre. Global Seco}{P.U.S Agre. Global}\right)X1.092$ | $\left(\frac{Agua Corregida}{P. especifico Agua}\right)X1.092$ |
| $\left(\frac{507.5}{1500}\right)X1.092 = 0.37$ | $\left(\frac{1486.55}{1441.82}\right)X1.092 = 1.13$ | $\left(\frac{180.55}{1000}\right)X1.092 = 0.20$ |
| 0.37 | 1.13 | 0.20 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $(P. cemento)X1.092$ | $(P. agre. Global Humedo)X1.092$ | $(Agua Corregida)X1.092$ |
| $(507.5)X1.092 = 554.26$ | $(1562.27)X1.092 = 1706.21$ | $(188.01)X1.092 = 197.19$ |
| 554.26 | 1706.21 | 197.19 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{Dosif. en Peso X}{Volumen Abrams X probetas}\right)$ | $\left(\frac{Dosif. en Peso X}{Volumen Abrams X probetas}\right)$ | $\left(\frac{Dosif. en Peso X}{Volumen Abrams X probetas}\right)$ |
| $5554.26 X 0.0055 X 1.00 = 3.048$ | $1706.21 X 0.0055 X 1 = 9.384$ | $197.19 X 0.0055 X 1 = 1.085$ |
| 3.048 | 9.384 | 1.085 |

TABLAS N°34: Modificación de la dosificación a/c: 0.40, corrección por asentamiento

3.5.2.1.2 DISEÑO DE MEZCLA N°02 – a/c = 0.45

3.5.2.1.2.1 CORRECCION POR ASENTAMIENTO

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|---------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c = 0.45 | | Agua = 190 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 422.22 | 0.134 | 1.00 | 422.220 | 1.00 | 2.536 |
| AGUA | 190.00 | 0.190 | 0.45 | 166.094 | 0.393 | 0.998 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 662.76 | 0.274 | 1.57 | 696.515 | 1.650 | 4.184 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 920.52 | 0.382 | 2.18 | 967.400 | 2.291 | 5.811 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 4.764 | 13.529 |
| ASENTAMIENTO = 5" | | | | | | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c = 0.45 | | Agua = 180 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 400.00 | 0.127 | 1.00 | 400.00 | 1.00 | 2.403 |
| AGUA | 180.00 | 0.180 | 0.45 | 155.473 | 0.389 | 0.934 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 679.99 | 0.281 | 1.70 | 714.624 | 1.787 | 4.293 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 944.45 | 0.392 | 2.361 | 992.552 | 2.481 | 5.962 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | - | | | |
| TOTAL | | 1.00 | - | | 5.657 | 13.591 |
| ASENTAMIENTO = 4" | | | | | | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c = 0.45 | | Agua = 175 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 388.89 | 0.123 | 1.00 | 388.89 | 1.00 | 2.336 |
| AGUA | 175.00 | 0.175 | 0.45 | 150.162 | 0.386 | 0.902 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 688.61 | 0.284 | 1.771 | 723.678 | 1.861 | 4.347 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 956.41 | 0.397 | 2.459 | 1005.128 | 2.585 | 6.038 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 5.832 | 13.622 |
| ASENTAMIENTO = 3 1/4 " | | | | | | |

TABLAS N°35: Primera prueba a/c: 0.45, corrección por asentamiento.

3.5.2.1.2.2 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 180 litros y no la que asumimos de 190 litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

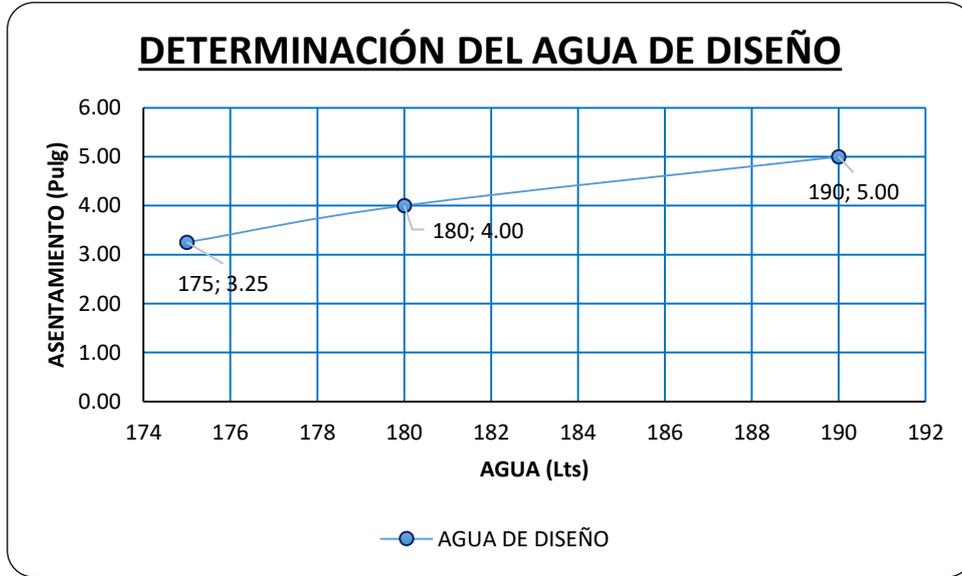


Grafico 6: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.45

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|--|---|--|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $\left(\frac{P. \text{ cemento}}{P. U. S \text{ Cemento}}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{P. \text{ agre. Global Seco}}{P. U. S \text{ Agre. Global}}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{\text{Agua Corregida}}{P. \text{ especifico Agua}}\right) \times 1.092$ |
| $\left(\frac{400}{1500}\right) \times 1.092 = 0.29$ | $\left(\frac{1624.44}{1441.82}\right) \times 1.092 = 1.23$ | $\left(\frac{155.47}{1000}\right) \times 1.092 = 0.17$ |
| 0.29 | 1.23 | 0.17 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|-------------------------------------|---|--|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $(P. \text{ cemento}) \times 1.092$ | $(P. \text{ agre. Global Humedo}) \times 1.092$ | $(\text{Agua Corregida}) \times 1.092$ |
| $(400.0) \times 1.092 = 436.85$ | $(1707.18) \times 1.092 = 1864.47$ | $(155.47) \times 1.092 = 169.80$ |
| 436.85 | 1864.47 | 169.80 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ |
| $436.85 \times 0.0055 \times 1.00 = 2.403$ | $1864.47 \times 0.0055 \times 1 = 10.255$ | $169.80 \times 0.0055 \times 1 = 0.934$ |
| 2.403 | 10.255 | 0.934 |

TABLAS N°36: Modificación de la dosificación a/c: 0.45, corrección por asentamiento

3.5.2.1.3 DISEÑO DE MEZCLA N°03 – a/c = 0.50

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.50 | | | Agua = 175 Lts/m³ | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m³) | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 350.00 | 0.11 | 1.00 | 350.00 | 1.00 | 2.102 |
| AGUA | 175.00 | 0.18 | 0.50 | 149.71 | 0.43 | 0.899 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 701.08 | 0.29 | 2.00 | 736.79 | 2.11 | 4.426 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 973.74 | 0.40 | 2.78 | 1023.34 | 2.92 | 6.147 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 6.457 | 13.574 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = 4 1/4" | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.50 | | | Agua = 177 Lts/m³ | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m³) | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 354.00 | 0.11 | 1.00 | 354.00 | 1.00 | 2.13 |
| AGUA | 177.00 | 0.18 | 0.50 | 151.83 | 0.43 | 0.91 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 697.78 | 0.29 | 1.97 | 733.32 | 2.07 | 4.41 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 969.15 | 0.40 | 2.74 | 1018.51 | 2.88 | 6.12 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 6.38 | 13.56 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = 4 3/4" | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.50 | | | Agua = 173 Lts/m³ | |
| Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | | |

| MATERIAL | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
|--------------------------|----------------|------------------------------------|-------|--------------------------|----------------|----------------|
| CEMENTO | 346.00 | 0.11 | 1.00 | 346.00 | 1.00 | 2.08 |
| AGUA | 173.00 | 0.17 | 0.50 | 147.59 | 0.43 | 0.89 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 704.38 | 0.29 | 2.04 | 740.26 | 2.14 | 4.45 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 978.33 | 0.41 | 2.83 | 1028.16 | 2.97 | 6.18 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 6.54 | 13.59 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = | 3 3/4 " |

TABLAS N°37: Primera prueba a/c: 0.50, corrección por asentamiento.

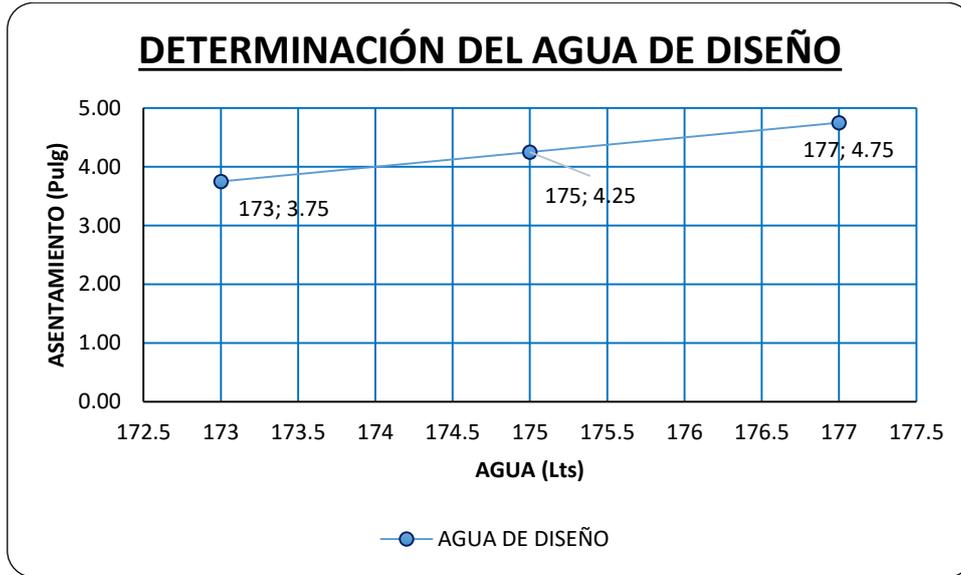


Grafico 7: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.50

3.5.2.1.3.1 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 173 litros y no la que asumimos de 177 litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|--|---|---|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $\left(\frac{P. cemento}{P. U. S Cemento}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{P. agre. Global Seco}{P. U. S Agre. Global}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{Agua Corregida}{P. especifico Agua}\right) \times 1.092$ |
| $\left(\frac{346.00}{1500}\right) \times 1.092 = 0.25$ | $\left(\frac{1682.71}{1441.82}\right) \times 1.092 = 1.27$ | $\left(\frac{147.59}{1000}\right) \times 1.092 = 0.16$ |
| 0.25 | 1.27 | 0.16 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| (P. cemento)X1.092 | (P. agre. Global Humedo)X1.092 | (Agua Corregida)X1.092 |
| (346.0)X1.092 = 377.86 | (1768.42)X1.092 = 1931.35 | (147.59)X1.092 = 161.19 |
| 377.86 | 1931.35 | 161.19 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso X}}{\text{Volumen Abrams X probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso X}}{\text{Volumen Abrams X probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso X}}{\text{Volumen Abrams X probetas}} \right)$ |
| $377.86 \times 0.0055 \times 1.00 = 2.078$ | $1931.35 \times 0.0055 \times 1 = 10.622$ | $161.19 \times 0.0055 \times 1 = 0.887$ |
| 2.078 | 10.622 | 0.887 |

TABLAS N°38: Modificación de la dosificación a/c: 0.50, corrección por asentamiento

3.5.2.1.4 DISEÑO DE MEZCLA N°03 – a/c = 0.55

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
|---|---|---|--------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | a/c= 0.55 | | | Agua = 170 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m³) | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 309.09 | 0.10 | 1.00 | 309.09 | 1.00 | 1.86 |
| AGUA | 170.00 | 0.17 | 0.55 | 144.056 | 0.47 | 0.87 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 719.25 | 0.30 | 2.33 | 755.89 | 2.45 | 4.54 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 998.98 | 0.42 | 3.23 | 1049.86 | 3.40 | 6.31 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 7.31 | 13.57 |
| | | | | ASENTAMIENTO = 4 3/4" | | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | a/c= 0.55 | | | Agua = 165 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco | Volumen Absoluto | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |

| | (Kg) | (m ³) | | | | |
|---|---|------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|----------------|
| CEMENTO | 300.00 | 0.10 | 1.00 | 300.00 | 1.00 | 1.80 |
| AGUA | 165.00 | 0.17 | 0.55 | 138.77 | 0.46 | 0.83 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 727.22 | 0.30 | 2.42 | 764.26 | 2.55 | 4.59 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 1010.05 | 0.42 | 3.37 | 1061.49 | 3.54 | 6.38 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 7.55 | 13.60 |
| ASENTAMIENTO = 4 1/4" | | | | | | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.55 | | Agua = 160 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 290.91 | 0.09 | 1.00 | 290.91 | 1.00 | 1.75 |
| AGUA | 160.00 | 0.16 | 0.55 | 133.48 | 0.46 | 0.80 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 735.19 | 0.30 | 2.53 | 772.63 | 2.66 | 4.64 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 1021.11 | 0.42 | 3.51 | 1073.12 | 3.69 | 6.45 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 7.80 | 13.64 |
| ASENTAMIENTO = 3 3/4 " | | | | | | |

TABLAS N°39: Primera prueba a/c: 0.55, corrección por asentamiento.

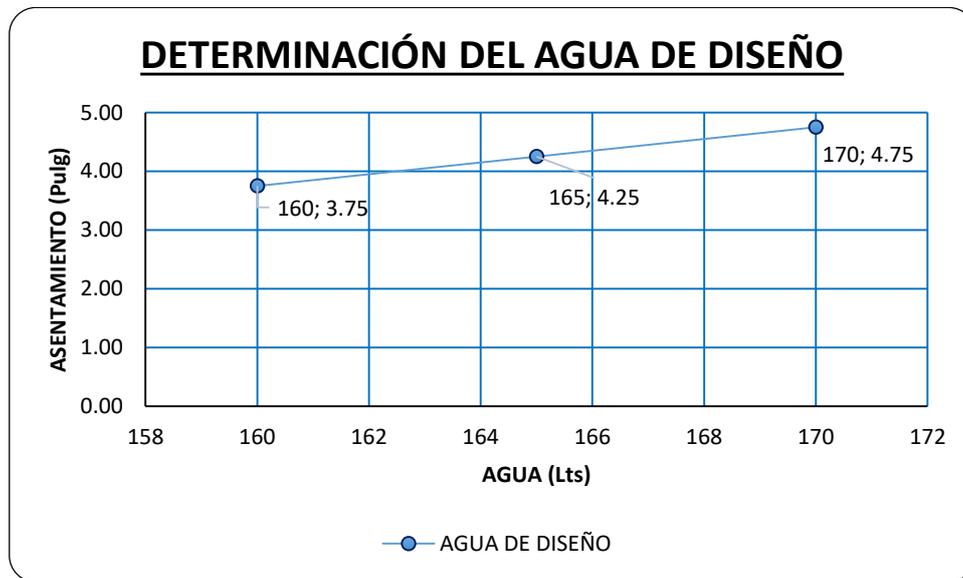


Grafico 8: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.50

3.5.2.1.4.1 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 160 litros y no la que asumimos de 170 litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|---|--|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{P. \text{ cemento}}{P. U. S \text{ Cemento}}\right) X 1.092$ | $\left(\frac{P. \text{ agre. Global Seco}}{P. U. S \text{ Agre. Global}}\right) X 1.092$ | $\left(\frac{\text{Agua Corregida}}{P. \text{ especifico Agua}}\right) X 1.092$ |
| $\left(\frac{290.91}{1500}\right) X 1.092 = 0.21$ | $\left(\frac{1756.30}{1441.82}\right) X 1.092 = 1.33$ | $\left(\frac{133.48}{1000}\right) X 1.092 = 0.15$ |
| 0.21 | 1.33 | 0.15 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $(P. \text{ cemento}) X 1.092$ | $(P. \text{ agre. Global Humedo}) X 1.092$ | $(\text{Agua Corregida}) X 1.092$ |
| $(290.91) X 1.092 = 317.71$ | $(1845.16) X 1.092 = 2015.82$ | $(133.48) X 1.092 = 145.78$ |
| 317.71 | 2015.82 | 145.78 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}}\right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}}\right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}}\right)$ |
| $317.71 X 0.0055 X 1.00 = 1.747$ | $2015.82 X 0.0055 X 1 = 11.087$ | $145.78 X 0.0055 X 1 = 0.934$ |
| 1.747 | 11.087 | 0.802 |

TABLAS N°40: Modificación de la dosificación a/c: 0.55, corrección por asentamiento

3.5.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA EL CEMENTO TIPO MS

3.5.2.2.1 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.40

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm ²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm ²) | PROMEDIO (Kg/cm ²) |
|------------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 50839.40 | 287.70 | 298.00 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 54530.60 | 308.58 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 63096.80 | 357.10 | 363.56 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 65817.10 | 372.40 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 63832.20 | 361.20 | |

TABLAS N°41: Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.40

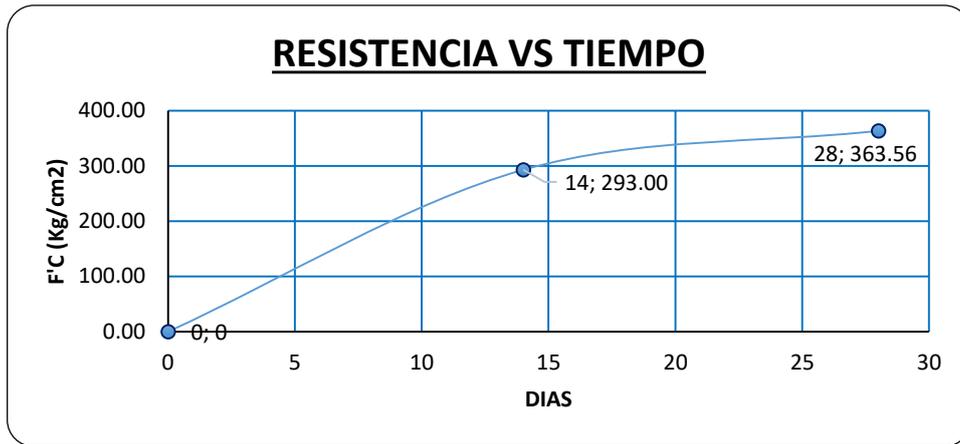


Grafico 9: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.40

3.5.2.2.2 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.45

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm²) | PROMEDIO (Kg/cm²) |
|------------|-----------|----------------|------------|-------------|--------------|-------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 48365.50 | 273.70 | 271.00 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 47411.30 | 268.30 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 55421.60 | 316.30 | 316.07 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 54217.10 | 309.50 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 55813.70 | 322.40 | |

TABLAS N°42: Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.45

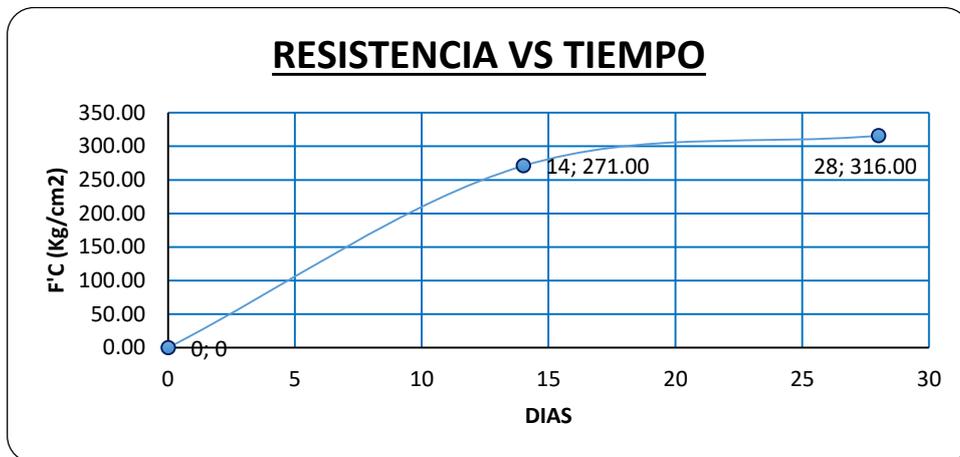


Grafico 10: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.45

3.5.2.2.3 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.50

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm²) | PROMEDIO (Kg/cm²) |
|------------|-----------|----------------|------------|-------------|--------------|-------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 40001.10 | 226.40 | 223.65 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 39042.90 | 220.90 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 44927.30 | 255.90 | 259.93 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 45812.70 | 265.50 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 45181.10 | 258.40 | |

TABLAS N°43: Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.50.

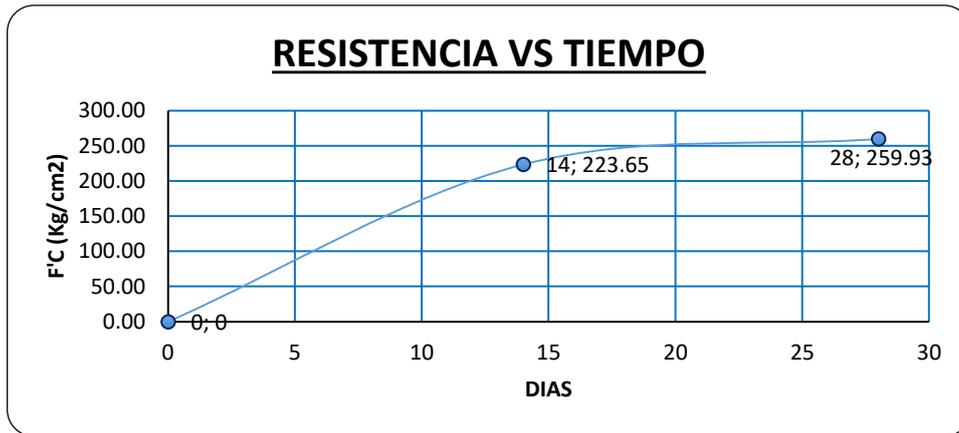


Gráfico 11: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.50

3.5.2.2.4 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.55

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm²) | PROMEDIO (Kg/cm²) |
|------------|-----------|----------------|------------|-------------|--------------|-------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 31813.10 | 180.00 | 176.05 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 30402.90 | 172.10 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 37328.50 | 211.20 | 211.80 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 38128.10 | 215.80 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 36821.90 | 208.40 | |

TABLAS N°44: Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.55.

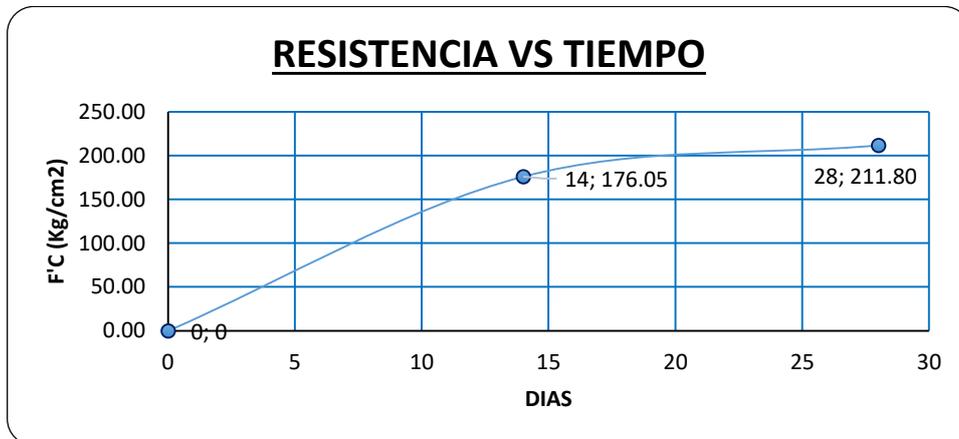


Gráfico 12: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.55

3.5.2.3 DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL CEMENTO TIPO ICO

PROPIEDADES DE MATERIALES EMPLEADOS PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO

| RESULTADOS DEL LABORATORIO – AGREGADO GLOBAL – ROCA CUARCITA | | | |
|--|--------|---------|-----------------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | ARENA | PIEDRA CHANCADA |
| PESO ESPECIFICO | Kg/m³ | 2421.50 | 2408.03 |
| MODULO DE FINURA | ----- | 5.55 | |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | % | 3.24 | 3.96 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.09 | |
| PESO UNITARIO SUELTO | Kg/m³ | 1441.82 | |

| CEMENTO PORTLAND | | | |
|----------------------|-------------------|---------|----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | TIPO MS | TIPO ICO |
| PESO ESPECIFICO | Kg/m ³ | - | 3130 |
| PESO UNITARIO SUELTO | Kg/m ³ | - | 1500 |

TABLAS N°45: Propiedades del agregado y cemento portland Ico.

3.5.2.3.1 DISEÑO DE MEZCLA N°01 – a/c = 0.40

Procedemos a seguir los mismos pasos de diseño de la Pg. 59.

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO – CEMENTO TIPO ICO | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|-------|-------------------------------|-------|---------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.40 | | Agua = 205 Lts/m ³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 512.50 | 0.16 | 1.00 | 512.50 | 1.00 | 3.08 |
| AGUA | 205.00 | 0.21 | 0.40 | 182.72 | 0.36 | 1.10 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 617.60 | 0.26 | 1.21 | 649.05 | 1.27 | 3.90 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 857.79 | 0.36 | 1.67 | 901.48 | 1.76 | 5.42 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 4.382 | 13.490 |
| | | | | ASENTAMIENTO = 4 3/4" | | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO – CEMENTO TIPO ICO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.40 | | Agua = 200 Lts/m ³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 500.00 | 0.16 | 1.00 | 500.00 | 1.00 | 3.00 |
| AGUA | 200.00 | 0.20 | 0.50 | 177.40 | 0.36 | 1.07 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 626.68 | 0.26 | 1.97 | 658.60 | 1.32 | 3.96 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 870.41 | 0.36 | 2.74 | 914.74 | 1.83 | 5.50 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.020 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 4.50 | 13.52 |
| | | | | ASENTAMIENTO = 4 1/4" | | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO – CEMENTO TIPO ICO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.40 | | Agua = 195 Lts/m ³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 487.50 | 0.16 | 1.00 | 487.50 | 1.00 | 2.93 |

| | | | | | | |
|--------------------------|--------|------|------|-----------------------|------|-------|
| AGUA | 195.00 | 0.20 | 0.40 | 172.07 | 0.35 | 1.03 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 635.77 | 0.26 | 1.30 | 668.15 | 1.37 | 4.01 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 883.03 | 0.37 | 1.81 | 928.01 | 1.90 | 5.57 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 4.63 | 13.55 |
| | | | | ASENTAMIENTO = 3 3/4" | | |

TABLAS N°46: Primera prueba a/c: 0.40, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico.

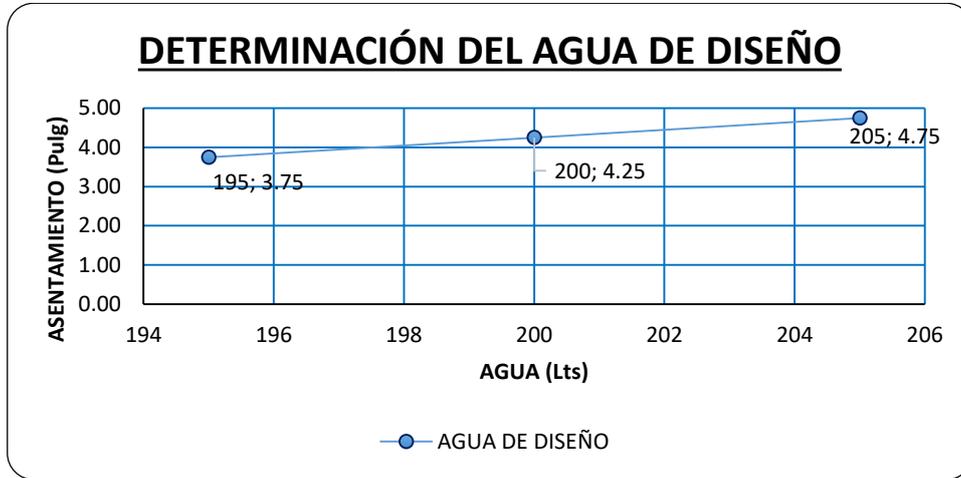


Grafico 13: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.40, Cemento Tipo Ico.

3.5.2.3.1.1 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 195 litros y no la que asumimos de 205 litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|--|---|---|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $\left(\frac{P. cemento}{P. U. S Cemento}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{P. agre. Global Seco}{P. U. S Agre. Global}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{Agua Corregida}{P. especifico Agua}\right) \times 1.092$ |
| $\left(\frac{487.50}{1500}\right) \times 1.092 = 0.35$ | $\left(\frac{1518.80}{1441.82}\right) \times 1.092 = 1.15$ | $\left(\frac{172.07}{1000}\right) \times 1.092 = 0.19$ |
| 0.35 | 1.15 | 0.19 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $(P. cemento) \times 1.092$ | $(P. agre. Global Humedo) \times 1.092$ | $(Agua Corregida) \times 1.092$ |

| | | |
|---|---|---|
| $(487.50) \times 1.092 = 532.42$ | $(1596.16) \times 1.092 = 1743.22$ | $(172.07) \times 1.092 = 187.92$ |
| 532.42 | 1743.22 | 187.92 |
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ |
| $532.42 \times 0.0055 \times 1.00 = 2.928$ | $1743.22 \times 0.0055 \times 1 = 9.588$ | $187.92 \times 0.0055 \times 1 = 1.034$ |
| 2.928 | 9.588 | 1.034 |

TABLAS N°47: Modificación de la dosificación a/c: 0.40, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico

3.5.2.3.2 DISEÑO DE MEZCLA N°03 – a/c = 0.45

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
|---|---|---|--------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | a/c = 0.45 | | | Agua = 190 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m³) | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 422.22 | 0.14 | 1.00 | 422.22 | 1.00 | 2.54 |
| AGUA | 190.00 | 0.19 | 0.45 | 166.13 | 0.39 | 1.00 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 661.89 | 0.27 | 1.57 | 695.61 | 1.65 | 4.18 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 919.31 | 0.38 | 2.18 | 966.14 | 2.29 | 5.80 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 5.33 | 13.52 |
| ASENTAMIENTO = | | | | | | 5" |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | a/c = 0.45 | | | Agua = 183 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m³) | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 406.67 | 0.13 | 1.00 | 406.67 | 1.00 | 2.44 |
| AGUA | 183.00 | 0.18 | 0.45 | 158.69 | 0.39 | 0.95 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 673.99 | 0.28 | 1.66 | 708.32 | 1.74 | 4.26 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 936.11 | 0.39 | 2.30 | 983.79 | 2.42 | 5.91 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 5.55 | 13.56 |
| ASENTAMIENTO = | | | | | | 4 1/4 " |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |

| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------|----------------|
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.45 | | | Agua = 178 Lts/m ³ | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 395.56 | 0.13 | 1.00 | 395.56 | 1.00 | 2.38 |
| AGUA | 178.00 | 0.18 | 0.45 | 153.38 | 0.39 | 0.92 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 682.63 | 0.28 | 1.73 | 717.39 | 1.81 | 4.31 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 948.11 | 0.39 | 2.40 | 996.40 | 2.52 | 5.99 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 5.72 | 13.59 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = 3 3/4 " | |

TABLAS N°48: Primera prueba a/c: 0.45, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico.

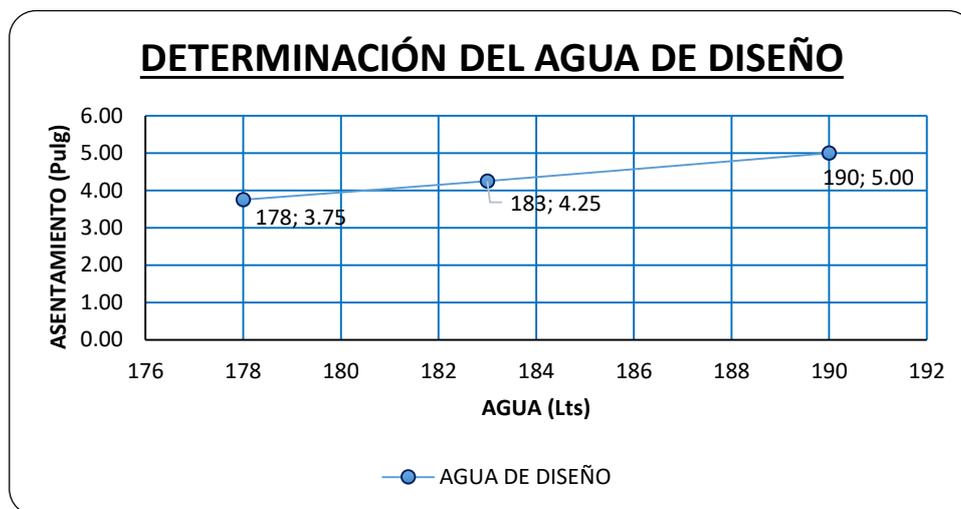


Grafico 14: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.45, Cemento Tipo Ico.

3.5.2.3.2.1 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 178 litros y no la que asumimos de 190 litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|--|---|---|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $\left(\frac{P. cemento}{P. U. S Cemento}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{P. agre. Global Seco}{P. U. S Agre. Global}\right) \times 1.092$ | $\left(\frac{Agua Corregida}{P. especifico Agua}\right) \times 1.092$ |
| $\left(\frac{395.56}{1500}\right) \times 1.092 = 0.29$ | $\left(\frac{1630.73}{1441.82}\right) \times 1.092 = 1.24$ | $\left(\frac{153.38}{1000}\right) \times 1.092 = 0.17$ |
| 0.29 | 1.24 | 0.17 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| (P. cemento)X1.092 | (P. agre. Global Humedo)X1.092 | (Agua Corregida)X1.092 |
| (395.56)X1.092 = 432.00 | (1713.79)X1.092 = 1871.69 | (153.38)X1.092 = 167.51 |
| 432.00 | 1871.69 | 167.51 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}} \right)$ |
| $432.00 \times 0.0055 \times 1.00 = 2.376$ | $1871.69 \times 0.0055 \times 1 = 10.294$ | $167.51 \times 0.0055 \times 1 = 0.934$ |
| 2.376 | 10.294 | 0.921 |

TABLAS N°49: Modificación de la dosificación a/c: 0.45, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico

3.5.2.3.3 DISEÑO DE MEZCLA N°03 – a/c = 0.50

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | a/c= 0.50 | | | Agua = 174 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m³) | D.U.S | D.O (Kg/m³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 348.00 | 0.11 | 1.00 | 348.00 | 1.00 | 2.09 |
| AGUA | 174.00 | 0.17 | 0.50 | 148.68 | 0.43 | 0.89 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 702.02 | 0.29 | 2.02 | 737.77 | 2.12 | 4.43 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 975.04 | 0.41 | 2.81 | 1024.71 | 2.95 | 6.16 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 6.49 | 13.57 |
| | | | | ASENTAMIENTO = 4 1/2" | | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | a/c= 0.50 | | | Agua = 170 Lts/m³ | | |
| Dosificación por m³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | | |

| MATERIAL | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
|---|---|------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|----------------|
| CEMENTO | 340.00 | 0.11 | 1.00 | 340.00 | 1.00 | 2.04 |
| AGUA | 170.00 | 0.17 | 0.50 | 144.44 | 0.43 | 0.87 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 708.64 | 0.29 | 2.08 | 744.74 | 2.19 | 4.47 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 984.24 | 0.41 | 2.90 | 1034.37 | 3.04 | 6.21 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 6.66 | 13.60 |
| ASENTAMIENTO = | | | | | | 3 3/4" |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c= 0.50 | | Agua = 166 Lts/m³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 332.00 | 0.11 | 1.00 | 332.00 | 1.00 | 1.99 |
| AGUA | 166.00 | 0.17 | 0.50 | 140.00 | 0.42 | 0.84 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 715.27 | 0.30 | 2.15 | 751.70 | 2.26 | 4.52 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 993.44 | 0.41 | 2.99 | 1044.04 | 3.15 | 6.27 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 6.83 | 13.62 |
| ASENTAMIENTO = | | | | | | 3 1/4 " |

TABLAS N°50: Primera prueba a/c: 0.50, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico.

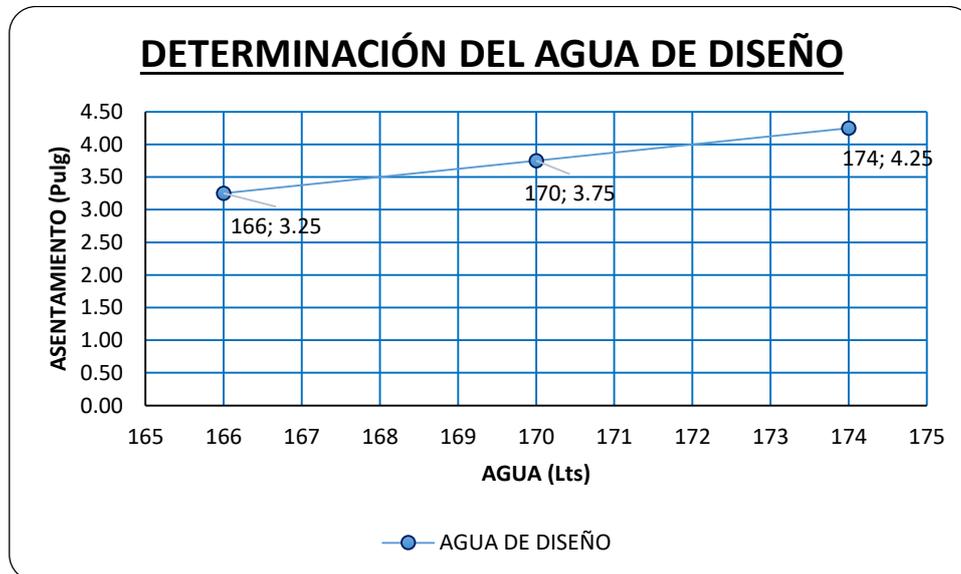


Grafico 15: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.50, Cemento Tipo Ico.

3.5.2.3.3.1 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 170 litros y no la que asumimos de 174

litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|---|--|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{P. \text{ cemento}}{P. U. S \text{ Cemento}}\right) X 1.092$ | $\left(\frac{P. \text{ agre. Global Seco}}{P. U. S \text{ Agre. Global}}\right) X 1.092$ | $\left(\frac{\text{Agua Corregida}}{P. \text{ especifico Agua}}\right) X 1.092$ |
| $\left(\frac{340}{1500}\right) X 1.092 = 0.25$ | $\left(\frac{1692.88}{1441.82}\right) X 1.092 = 1.28$ | $\left(\frac{144.44}{1000}\right) X 1.092 = 0.16$ |
| 0.25 | 1.28 | 0.16 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $(P. \text{ cemento}) X 1.092$ | $(P. \text{ agre. Global Humedo}) X 1.092$ | $(\text{Agua Corregida}) X 1.092$ |
| $(340.00) X 1.092 = 371.33$ | $(1779.11) X 1.092 = 1943.03$ | $(144.44) X 1.092 = 157.75$ |
| 371.33 | 1943.03 | 157.75 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}}\right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}}\right)$ | $\left(\frac{\text{Dosif. en Peso } X}{\text{Volumen Abrams } X \text{ probetas}}\right)$ |
| $371.33 X 0.0055 X 1.00 = 2.042$ | $1943.03 X 0.0055 X 1 = 10.687$ | $157.75 X 0.0055 X 1 = 0.868$ |
| 2.042 | 10.687 | 0.868 |

TABLAS N°51: Modificación de la dosificación a/c: 0.50, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico

3.5.2.3.4 DISEÑO DE MEZCLA N°03 – a/c = 0.55

| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------------|-------|-------------------------------|------------------------|---------------------|
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c = 0.55 | | Agua = 163 Lts/m ³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | Cono (Abrahms) (Kg) |
| CEMENTO | 296.36 | 0.10 | 1.00 | 296.36 | 1.00 | 1.78 |
| AGUA | 163.00 | 0.16 | 0.55 | 136.67 | 0.46 | 0.82 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 729.80 | 0.30 | 2.46 | 766.97 | 2.59 | 4.61 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 1013.63 | 0.42 | 3.42 | 1065.26 | 3.59 | 6.40 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 7.64 | 13.61 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = 4 3/4" | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c = 0.55 | | Agua = 160 Lts/m ³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 290.91 | 0.09 | 1.00 | 290.91 | 1.00 | 1.75 |
| AGUA | 160.00 | 0.16 | 0.55 | 133.51 | 0.46 | 0.80 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 734.59 | 0.30 | 2.53 | 772.01 | 2.65 | 4.64 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 1020.29 | 0.42 | 3.51 | 1072.25 | 3.69 | 6.44 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | - | - | - | - |
| TOTAL | | 1.00 | - | - | 7.80 | 13.63 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = 4 1/2" | |
| MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO | | | | | | |
| Determinación del Agua de Diseño | | | | | | |
| A/P = 41.86/58.14 | | a/c = 0.55 | | Agua = 157 Lts/m ³ | | |
| MATERIAL | Dosificación por m ³ de Concreto | | | Dosificación por Tanda | | |
| | Peso seco (Kg) | Volumen Absoluto (m ³) | D.U.S | D.O (Kg/m ³) | D.U.S | D.U.S (42.5Kg) |
| CEMENTO | 285.46 | 0.09 | 1.00 | 285.46 | 1.00 | 1.72 |
| AGUA | 157 | 0.16 | 0.55 | 130.33 | 0.46 | 0.78 |
| PORCENTAJE ARENA:41.86% | 739.38 | 0.31 | 2.59 | 777.04 | 2.72 | 4.67 |
| PORCENTAJE PIEDRA:58.14% | 1026.94 | 0.43 | 3.60 | 1079.25 | 3.78 | 6.48 |
| AIRE ATRAPADO (%) | 2.00 | 0.02 | | | | |
| TOTAL | | 1.00 | | | 7.96 | 13.65 |
| | | | | | ASENTAMIENTO = 3 1/2 " | |

TABLAS N°52: Primera prueba a/c: 0.55, corrección por asentamiento. Cemento Tipo Ico.

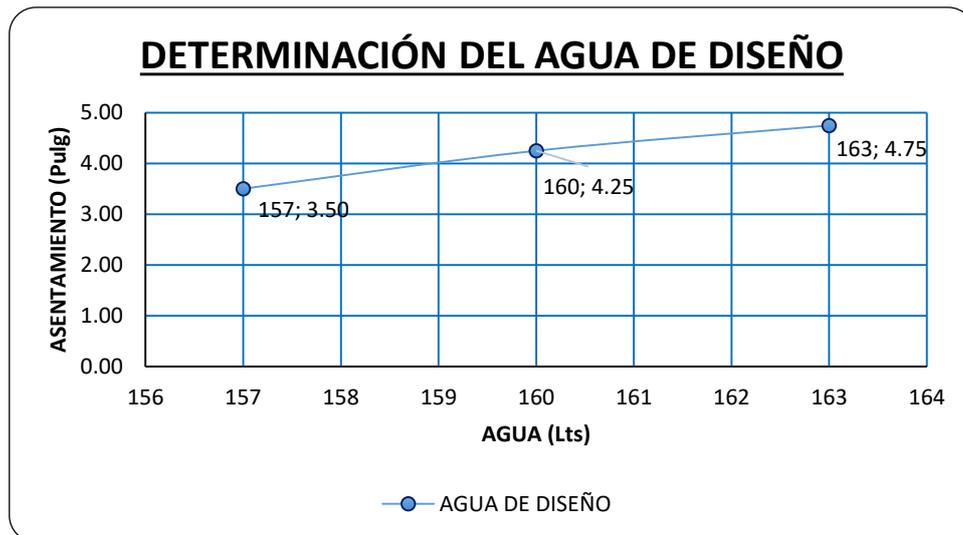


Grafico 16: Curva del Asentamiento vs Agua de Diseño, A/C: 0.55, Cemento Tipo Ico.

3.5.2.3.4.1 MODIFICACION DEL DISEÑO DE MESCCLA DE CONCRETO

Entonces de acuerdo al asentamiento de nuestro concreto por el método del Slump observamos que la mejor opción es utilizar la proporción de agua de 157 litros y no la que asumimos de 163 litros. Por lo cual insertaremos este dato en nuestro nuevo diseño de concreto. En consecuencia obtuvimos las siguientes dosificaciones:

| DOSIFICACION EN VOLUMEN | | |
|---|--|--|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $\left(\frac{P. cemento}{P. U. S Cemento}\right) X 1.092$ | $\left(\frac{P. agre. Global Seco}{P. U. S Agre. Global}\right) X 1.092$ | $\left(\frac{Agua Corregida}{P. especifico Agua}\right) X 1.092$ |
| $\left(\frac{290.91}{1500}\right) X 1.092 = 0.21$ | $\left(\frac{1766.32}{1441.82}\right) X 1.092 = 1.34$ | $\left(\frac{133.33}{1000}\right) X 1.092 = 0.14$ |
| 0.21 | 1.34 | 0.14 |

| DOSIFICACION EN PESO | | |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| CEMENTO m³ | AGREGADO GLOBAL m³ | AGUA m³ |
| $(P. cemento) X 1.092$ | $(P. agre. Global Humedo) X 1.092$ | $(Agua Corregida) X 1.092$ |
| $(285.45) X 1.092 = 311.76$ | $(1856.29) X 1.092 = 2027.32$ | $(130.33) X 1.092 = 142.34$ |
| 311.76 | 2027.32 | 142.34 |

| DOSIFICACION EN PESO CONO DE ABRAMS | | |
|---|---|---|
| CEMENTO m ³ | AGREGADO GLOBAL m ³ | AGUA m ³ |
| $\left(\begin{array}{c} \text{Dosif. en Peso } X \\ \text{Volumen Abrams } X \text{ probetas} \end{array} \right)$ | $\left(\begin{array}{c} \text{Dosif. en Peso } X \\ \text{Volumen Abrams } X \text{ probetas} \end{array} \right)$ | $\left(\begin{array}{c} \text{Dosif. en Peso } X \\ \text{Volumen Abrams } X \text{ probetas} \end{array} \right)$ |
| $311.76 \times 0.0055 \times 1.00 = 1.715$ | $2027.32 \times 0.0055 \times 1 = 11.150$ | $142.34 \times 0.0055 \times 1 = 0.783$ |
| 1.715 | 11.150 | 0.783 |

TABLAS N°53: Modificación de la dosificación a/c: 0.55, corrección por asentamiento, Cemento Tipo Ico

3.5.2.4 RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA EL CEMENTO TIPO ICO

3.5.2.4.1 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.40

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm ²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm ²) | PROMEDIO (Kg/cm ²) |
|------------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 43859.40 | 248.20 | 255.15 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 46315.70 | 262.10 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 53486.50 | 302.70 | 300.85 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 55100.20 | 311.81 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 50900.70 | 288.05 | |

TABLAS N°54: Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.40, Cemento Tipo Ico.

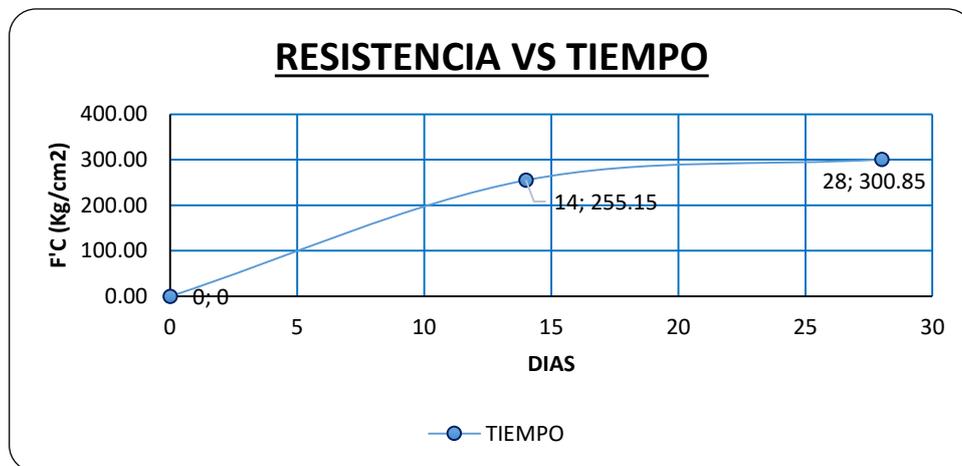


Grafico 17: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.40, Cemento Tipo Ico

3.5.2.4.2 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.45

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm ²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm ²) | PROMEDIO (Kg/cm ²) |
|------------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 37798.30 | 213.90 | 218.10 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 39286.20 | 222.30 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 43100.10 | 243.90 | 250.51 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 44202.20 | 250.10 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 45501.70 | 257.50 | |

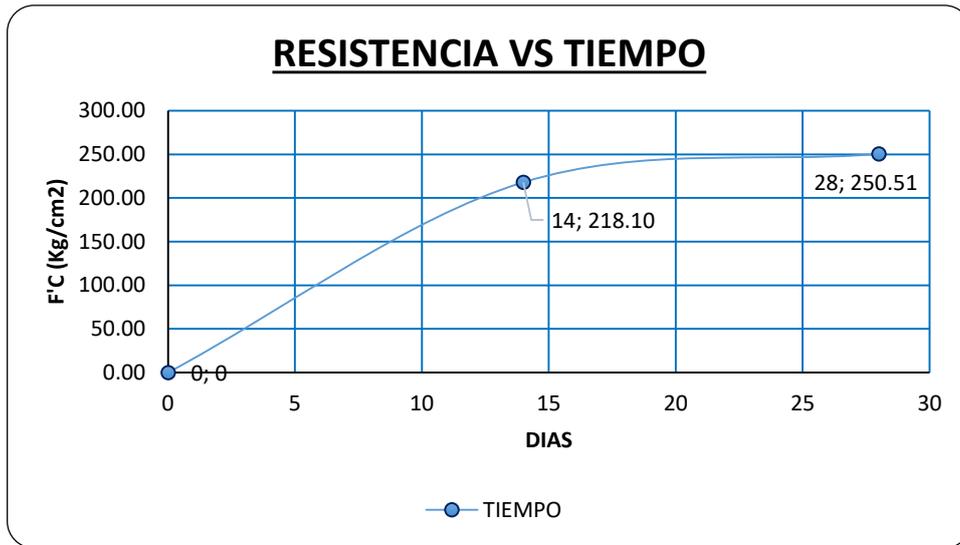


Grafico 18: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.45, Cemento Tipo Ico

3.5.2.4.3 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.50

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm²) | PROMEDIO (Kg/cm²) |
|------------|-----------|----------------|------------|-------------|--------------|-------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 30623.80 | 173.30 | 167.70 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 28644.70 | 162.10 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 36512.20 | 206.60 | 201.80 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 39960.80 | 226.10 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 30520.10 | 172.70 | |

TABLAS N°56: Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.50, Cemento Tipo Ico.

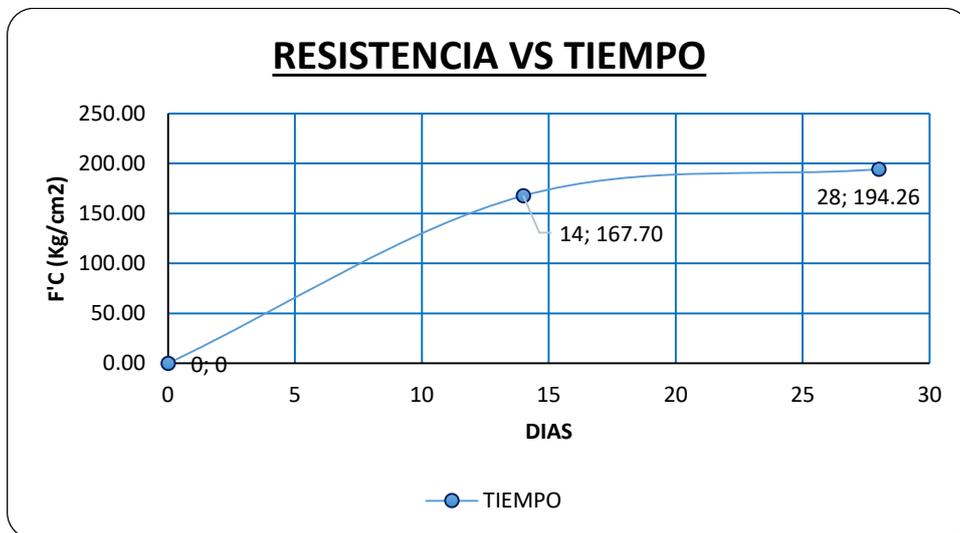


Grafico 19: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.50, Cemento Tipo Ico

3.5.2.4.4 RELACION AGUA CEMENTO A/C=0.55

| PROBETA N° | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm ²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm ²) | PROMEDIO (Kg/cm ²) |
|------------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 14 | 15.00 | 176.71 | 23086.70 | 131.10 | 133.20 |
| 2 | 14 | 15.00 | 176.71 | 23891.20 | 135.20 | |
| 3 | 28 | 15.00 | 176.71 | 27941.30 | 158.10 | 162.20 |
| 4 | 28 | 15.00 | 176.71 | 31990.20 | 181.10 | |
| 5 | 28 | 15.00 | 176.71 | 26050.10 | 147.40 | |

TABLAS N°57: Prueba de testigos en 14,28 días, a/c: 0.55, Cemento Tipo Ico.

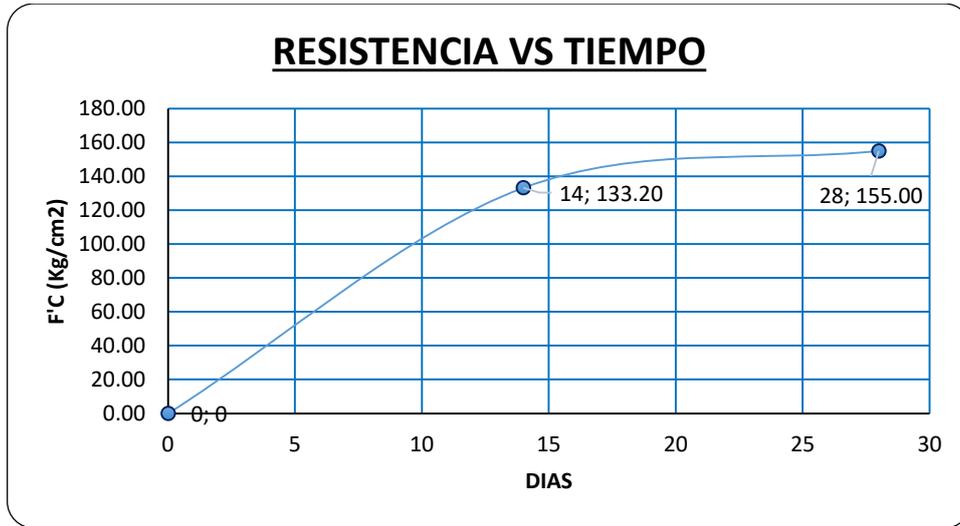


Grafico 20: Curva de resistencia vs tiempo, rotura de probetas, a/c: 0.55, Cemento Tipo Ico

RESULTADOS

4.1 RESUMEN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 ANALISIS FISICO QUIMICO DEL AGREGADO GLOBAL – CUARCITA



Charpas Peru S.A.C.

LABORATORIO RUC: 20543944468

CERTIFICADO DE LABORATORIO
(Análisis de mineral, agua, suelos, carbón activado, dore y soluciones)

CLIENTE : DARWIN AVILA VERA
REPORTE DE LABORATORIO : CB – 221018160
MUESTRA : AGREGADO GLOBAL (SANTIAGO DE CHUCO)
FECHA DE INGRESO : 20 DE AGOSTO DEL 2018

| DESCRIPCION | UNIDADES | RATIOS PERMISIBLES |
|---------------|---------------------------|--------------------|
| CLORUROS | % | 0.05 |
| SULFATOS | % | 0.03 |
| Ph | UNIDADES | 7 – 8.5 |
| SALINIDAD | % | 0.15 |
| CONDUCTIVIDAD | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | 3000 |
| DENSIDAD | gr/cm^3 | 2.3 – 2.5 |

AGREGADO GLOBAL – CUARCITA – SANTIAGO DE CHUCO

| DESCRIPCION | UNIDADES | RATIOS PERMISIBLES |
|---------------|---------------------------|---|
| CLORUROS | % | 0.035 |
| SULFATOS | % | 0.020 |
| Ph | UNIDADES | 7.81 |
| SALINIDAD | % | 0.05 |
| CONDUCTIVIDAD | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | 2151 |
| DENSIDAD | gr/cm^3 | 2.41 |
| DUREZA | (escala de mohs) | 7 |
| POROSIDAD | --- | Baja o muy baja |
| RAYA | --- | incolora |
| ABSORCION | % | 5% después de la inmersión en el agua |
| TENACIDAD | --- | frágil |
| COLOR | --- | Claro, gris, amarillo, blanco y rojo. |
| COMPOSICION | --- | Casi exclusivamente cuarzo / sílice 98.5 % / feldespatos < 1% |

TRUJILLO, lunes 13 de setiembre 2018



Marco Antonio Samaniego Torres
ING. METALURGISTA
R. CIP. N° 176179

- Las muestras se mantendrán bajo custodia por un tiempo de 20 días, luego de este tiempo se procederán a desecharas.
- El presente documento cuenta con tres códigos de seguridad, para verificar su autenticidad, llamar al teléfono indicado en la parte inferior.

IMAGEN N° 08 - Resultado de las características física químicas del agregado global.

**4.1.2 RESISTENCIA A LA COMOPRESION vs RELACION AGUA CEMENTO
a/c: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55; USANDO CEMENTO MS**

| PROBETA N° | A/C | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm ²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm ²) | PROMEDIO (Kg/cm ²) |
|------------|------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.40 | 28 | 15.00 | 176.71 | 63096.80 | 357.10 | 363.56 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 65817.10 | 372.40 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 63832.20 | 361.20 | |
| 1 | 0.45 | 28 | 15.00 | 176.71 | 55421.60 | 316.30 | 316.07 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 54217.10 | 309.50 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 55813.70 | 322.40 | |
| 1 | 0.50 | 28 | 15.00 | 176.71 | 44927.30 | 255.90 | 259.93 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 45812.70 | 265.50 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 45181.10 | 258.40 | |
| 1 | 0.55 | 28 | 15.00 | 176.71 | 37328.50 | 211.20 | 211.80 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 38128.10 | 215.80 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 36821.90 | 208.40 | |

TABLAS N°58: resumen de la resistencia a la compresión vs relación agua cemento, Con cemento Ms.

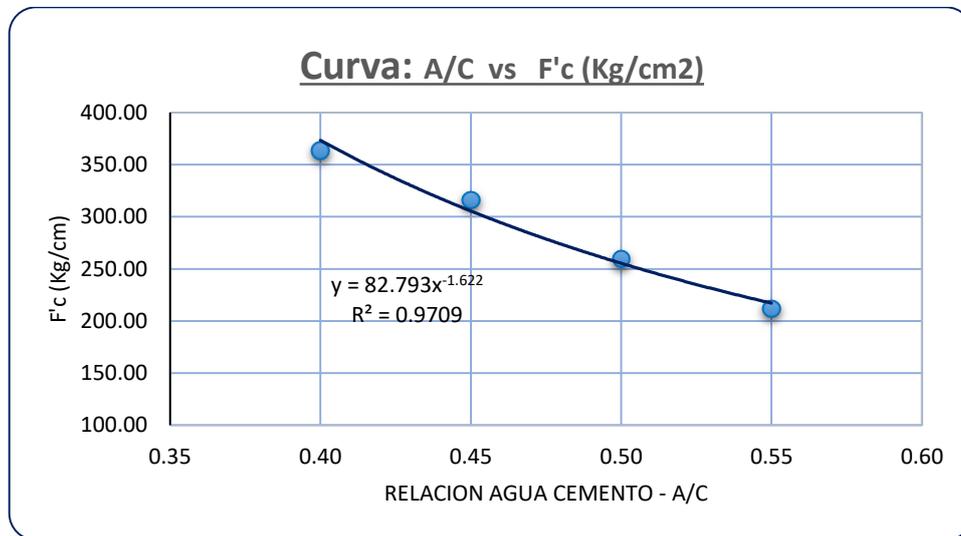


Grafico 21: Curva de resistencia vs relación agua cemento, con Cemento Tipo Ms

**4.1.3 RESISTENCIA A LA COMOPRESION vs RELACION AGUA CEMENTO
a/c: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55; USANDO CEMENTO ICO**

| PROBETA N° | A/C | EDAD dias | DIAMETRO (cm.) | AREA (cm ²) | CARGA (Kgf) | F'c (Kg/cm ²) | PROMEDIO (Kg/cm ²) |
|------------|------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.40 | 28 | 15.00 | 176.71 | 53486.50 | 302.70 | 300.85 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 55100.20 | 311.81 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 50900.70 | 288.05 | |
| 1 | 0.45 | 28 | 15.00 | 176.71 | 43100.10 | 243.90 | 250.51 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 44202.20 | 250.10 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 45501.70 | 257.50 | |
| 1 | 0.50 | 28 | 15.00 | 176.71 | 36512.20 | 206.60 | 201.80 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 39960.80 | 226.10 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 30520.10 | 172.70 | |
| 1 | 0.55 | 28 | 15.00 | 176.71 | 27941.30 | 158.10 | 162.20 |
| 2 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 31990.20 | 181.10 | |
| 3 | | 28 | 15.00 | 176.71 | 26050.10 | 147.40 | |

TABLAS N°59: resumen de la resistencia a la compresión vs relación agua cemento, Con cemento Ico.

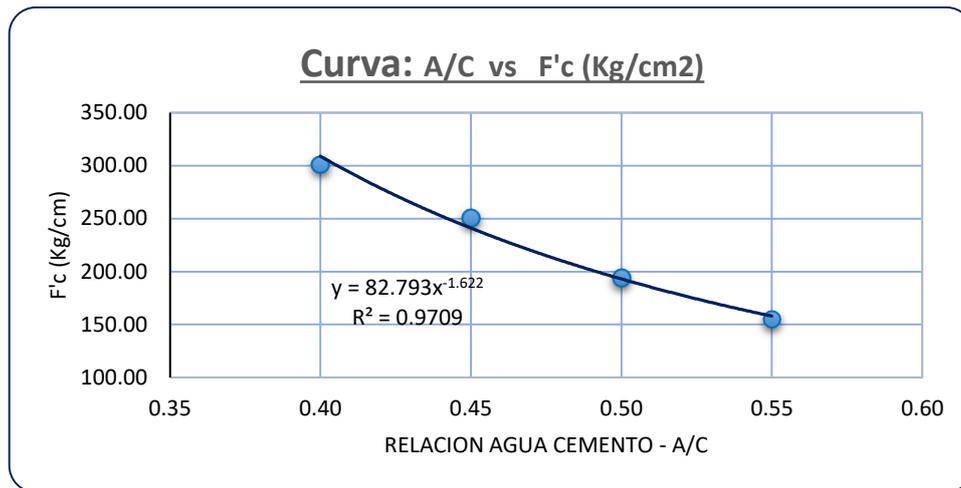


Grafico 22: Curva de resistencia vs relación agua cemento, con Cemento Tipo Ico.

4.1.4 VARIACION DEL PORCENTAJE EN EL AGREGADO GLOBAL ROCA CUARCITA (FINO Y GRUESO)

Bajo el sustento teórico de la tesis (*Burgos Pauro Edwin Galván. 2012/ variación del módulo finura del agregado fino*) se asume independientemente de la granulometría los agregados trabajan mejor por si solos en una proporción de 50 % de arena y 50% de piedra, Quedando demostrado por El Máximo Peso Unitario Compactado. Así mismo bajo los parámetros del ACI evaluamos que nuestro módulo de finura esta en el rango de 4.5 – 5.7. Por lo consiguiente al trabajar con nuestro agregado global nos encontramos con los siguientes datos:

- Piedra/ Arena: 58.14 /41.86
- Módulo de finura: 5.18, ver cuadro N°02555, página 51.

4.2 PRUEBA DE HIPOTESIS

La presente investigación buscó determinar la variación de resistencia a la compresión que existe entre cada una de la relación agua cemento (0.40, 0.45, 0.50, 0.55) para los tipos de cemento Ms e Ico. Tras culminar el método científico se encontró la existencia de una variación consecuente de 15% - 20 % entre cada una de ellas, así mismo visualizamos la relación inversa de: a mayor relación agua cemento menor la resistencia a la compresión. En tal sentido los resultados lo visualizamos en los siguientes cuadros:

4.2.1 VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 15 % - 20% PARA EL CEMENTO TIPO MS.

| RELACION AGUA CEMENTO | RECISTENCIA A LA COMPRESION | PORCENTAJE DE VARIACION |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 0.40 | 363.56 | 13.06 % |
| 0.45 | 316.07 | |
| | | 17.76 % |

| | | |
|------|--------|---------|
| 0.50 | 259.93 | |
| 0.55 | 211.80 | 18.51 % |

TABLAS N°60: resumen de la resistencia a la compresión y la variación de porcentaje, cemento Ms.

4.2.1 VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 15 % - 20% PARA EL CEMENTO TIPO ICO.

| RELACION AGUA CEMENTO | RECISTENCIA A LA COMPRESION | PORCENTAJE DE VARIACION |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 0.40 | 300.82 | 16.73 % |
| 0.45 | 250.51 | 19.44 % |
| 0.50 | 201.80 | 19.62 % |
| 0.55 | 162.20 | |

TABLAS N°61: resumen de la resistencia a la compresión y la variación de porcentaje, cemento Ico.

DISCUSION DE RESULTADOS

5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 INTERPRETACION DE RESULTADOS

- Las características encontradas del agregado global (Roca cuarcita) se encuentran dentro de los parámetros estipulados por la Astm-C y NTP. en lo consecuente mencionamos los resultados obtenidos:

| RESULTADOS DEL LABORATORIO – AGREGADO GLOBAL – ROCA CUARCITA | | | |
|---|-------------------|--------------|------------------------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | ARENA | PIEDRA CHANCADA |
| PESO ESPECIFICO | Kg/m ³ | 2421.50 | 2408.03 |
| MODULO DE FINURA | ----- | 5.55 | |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | % | 3.24 | 3.96 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.09 | |
| PESO UNITARIO SUELTO | Kg/m ³ | 1441.82 | |

TABLAS N°62: resumen de las características del agregado global. Laboratorio Upao.

Así mismo las presentes características son las necesarias para poder realizar el diseño de mezcla de concreto por el método máximo unitario compactado.

- Por otro lado las propiedades físicas y químicas del agregado global (roca cuarcita) se encuentran dentro de los parámetros estipulados por la NTP.334.090 en lo consecuente mencionamos los resultados obtenidos:

| RESULTADOS DEL LABORATORIO “CHARPAS PERU” – AGREGADO GLOBAL – ROCA CUARCITA | | | |
|--|--------------------|--|----------------------------|
| PARAMETROS | UNIDADES | LIMITES PERMISIBLES | LIMITES NTP.334.090 |
| CLORUROS | % | 0.035 | 0.05 |
| SULFATOS | % | 0.020 | 0.03 |
| Ph | UNIDADES | 7.81 | 7 – 8.5 |
| SALINIDAD | % | 0.05 | 0.15 |
| CONDUCTIVIDAD | μS / Cm. | 2151 | 3000 |
| DENSIDAD | gr/cm ³ | 2.41 | 2.30 – 2.50 |
| DUREZA | (escala de mohs) | 7 | - |
| POROSIDAD | ----- | Baja o muy baja | - |
| RAYA | ----- | incolora | - |
| ABSORCION | % | 5% después de la inmersión en el agua | - |
| TENACIDAD | ----- | frágil | - |
| COLOR | ----- | Claro, gris, amarillo, blanco y rojo. | - |
| COMPOSICION | ----- | Casi exclusivamente cuarzo / sílice 98.5 % / feldespato < 1% | - |

TABLAS N°63: resumen de las características del agregado global. Laboratorio Charpas.

- De los resultados obtenidos, uno de los puntos más importante fue obtener el diseño de mezclas de concreto para el cemento tipo Ms e Ico, usando nuestro agregado global "roca cuarcita".

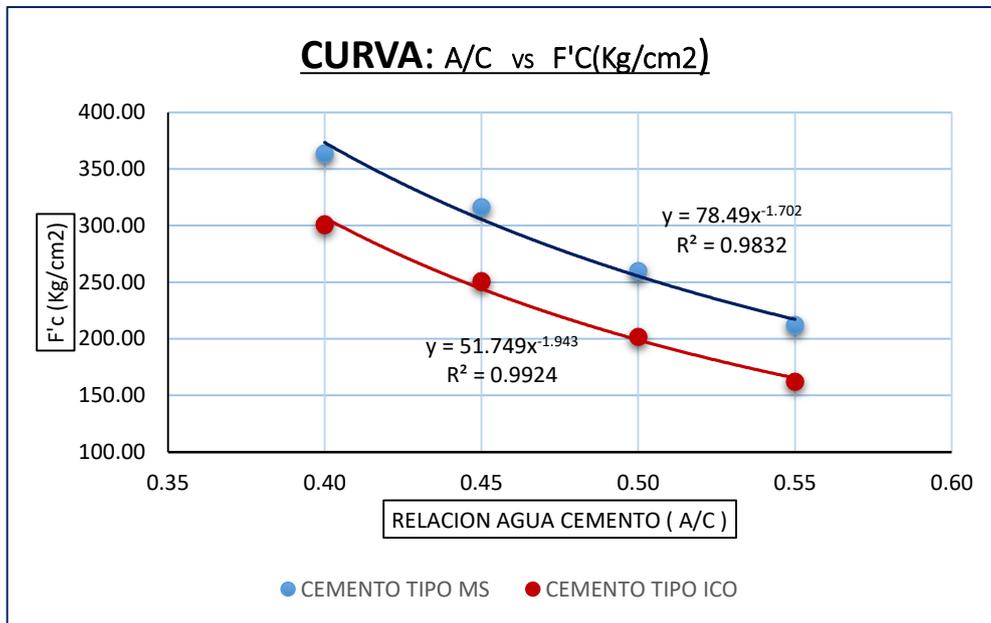


Gráfico 23: Curva de resistencia vs relación agua cemento, con Cemento Tipo Ico y Ms

Para lo cual se extrajo datos para el diseño de un concreto tradicional en partidas donde se usa las resistencias de concreto de 175kg/cm² y 210 kg/cm².

| CONCRETOS TRADICIONALES EN OBRA | | |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| TIPO DE CEMENTO | RESISTENCIA (Kg/cm²) | RELACION AGUA CEMENTO (a/c) |
| MS | 210 | 0.5519 |
| | 175 | 0.5881 |
| ICO | 210 | 0.4916 |
| | 175 | 0.5334 |

TABLAS N°64: resumen de la a/c para los concretos tradicionales.

CONCLUSIONES

- Existen muchos procedimientos para el diseño de mezclas de concreto; pero todos se basan en los volúmenes absolutos de los componentes, con la condición primordial que la suma de todos ellos incluido el aire atrapado en el concreto sea la unidad cubica, cuyo uso general es 1m³.

$$\text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Arena} + \text{Vol. Piedra} + \text{Vol. Aire} = 1\text{m}^3$$

Para lo cual es necesario conocer cada una de las propiedades físicas de los materiales componentes, ya sea en estado seco o saturado superficialmente (s.s.s.).

- La dosificación o proporcionamiento de una mezcla de concreto puede desarrollarse mediante dos tipos de diseño.
 - Diseños empíricos
 - Diseños técnicos

Los diseños empíricos están basados en la experiencia; generalmente se usan en obras pequeñas y son las más comunes en uso. Los diseños técnicos están basados en métodos ya establecidos; en los cuales se debe de conocer y determinar en forma experimental en laboratorio cada una de las propiedades de los materiales a emplearse, se considera también el costo, requisitos de buen acabado y colocación del concreto y principalmente deben de cumplir con las propiedades en estado fresco (asentamiento, peso unitario, contenido de aire, fluidez, exudación y tiempo de fraguado) como también en estado endurecido(resistencia, durabilidad, etc.).

- En todo diseño de mezcla de concreto se debe de tener una base de datos para su uso en algún futuro, por lo cual resumimos nuestro diseño en una dosificación para obra por tanda usando los tipos de cemento portland (Ico y Ms). Por lo consiguiente mostraremos la determinación de las características del concreto en estado fresco y endurecido fabricado con Agregado Global "roca cuarcita".

| TIPO DE CEMENTO | CARACTERISTICAS PARA EL DISEÑO | | | | | CARACTERISTICAS DEL CONCRETO | |
|-----------------|--------------------------------|-----------|---------------|--------------|-------------|------------------------------|------------|
| | | | DOSIFICACION | | | FRESCO | ENDURECIDO |
| | A/C | AGUA (lt) | CEMENTO (Bls) | AGRE. GLOBAL | AGUA (Lata) | SLUMP | F'c |
| ICO | 0.40 | 195 | 1.00 | 4.50 | 0.70 | 3 ¾" | 300.85 |
| | 0.45 | 178 | 1.00 | 6.00 | 0.80 | 3 ¾" | 250.51 |
| | 0.50 | 170 | 1.00 | 7.20 | 0.90 | 3 ¾" | 201.80 |
| | 0.55 | 157 | 1.00 | 9.00 | 1.00 | 3 ½" | 162.20 |
| MS | 0.40 | 203 | 1.00 | 4.30 | 0.70 | 4" | 363.56 |
| | 0.45 | 180 | 1.00 | 5.90 | 0.80 | 4" | 316.07 |
| | 0.50 | 173 | 1.00 | 7.10 | 0.90 | 3 ½" | 259.93 |
| | 0.55 | 160 | 1.00 | 8.80 | 1.00 | 3 ½" | 211.80 |

TABLAS N°65: resumen de la dosificación para las a/c en los tipos de cementos Ms e Ico.

- Se diagnosticaron las propiedades químicas del agregado global "roca cuarcita" y se consiguieron valores que están dentro de lo permisible por la NTP.334.090, por lo cual se concluye que estas propiedades no afectan de manera significativa en el diseño de mezcla del concreto.

- Llegamos a obtener una curva a/c Vs F'c para cada tipo de cemento, obteniéndose una holgura de resistencia a la compresión con el cemento Ms de (211.80 – 363.56) kg/cm² y para cemento tipo Ico (162.20 – 300.85) kg/cm².

RECOMENDACIONES

De la experiencia adquirida en esta investigación se expresamos las siguientes recomendaciones:

- Por lo tanto a la fecha ningún método teórico o empírico resulta ser exactamente preciso como para reemplazar a una comprobación experimental; por la diversidad de materiales disponibles en nuestro país. Es por eso que lo ideal es realizar el diseño de concreto usando el método DEL MAXIMO PESO UNITARIO COMPACTADO.
- Por tanto esta selección de los diferentes componentes que forman la mezcla de concreto y la proporción de cada uno de ellos, debe de ser el resultado de un balance del factor económico y el requisito de cumplimiento y satisfacción de cada una de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.
- Habrá que tener un especial cuidado en el Módulo de fineza del agregado global ya que si este varia de manera significativa también modificara los requerimientos de agua por metro cubico de concreto.
- En nuestro país es necesario difundir métodos de diseño del concreto más eficientes y adaptados a nuestra realidad, uno de ellos es el utilizado en esta tesis, el cual permite verificar el comportamiento de los agregados tanto fino, grueso y global para la obtención del concreto de mejor calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **CHAN Y, JOSÉ L, SOLÍS C, RÓMEL. (2003)** “Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto”.
- **ORTEGA C, ALBERTO R. (2013)** “calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles.”
- **HERNÁNDEZ E, CRISTINA G. (2014)** “Influencia de la Morfología de los Agregados en la Resistencia del Concreto”, en la Universidad Veracruzana – México.
- **VISCARDO OTERO TIFFANY. (2014).** Agregados para la construcción (piedra y arena), en la Universidad Federico Villareal – Perú.
- **BACH. NILA MAGALI SANTA CRUZ BALTA (2015)** “Influencia de la cantidad de agregado más fino que pasa la malla n°100 en la resistencia mecánica del concreto de baja y mediana resistencia fabricado con cemento tipo “I” andino”.
- **RIVERA LOPEZ, G (2008)** “Tecnología del concreto y Mortero”- Edit. Universidad del cauca – Colombia.
- **TORRE CASTILLO, A (2004)** “Curso Básico de Tecnología del Concreto”, Editorial UNI.
- **PASQUEL, E. (1992 – 1993).** Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú.
- **ASTM C - 136, NTP 400.012** método de ensayo estándar para determinar la granulometría y tamaños del agregados.
- **ASTM C - 29, NTP 400.022** método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados. **ASTM C 29, NTP 400.017** método de ensayo para los pesos unitarios y vacíos en los agregados.
- **ASTM C 29, NTP 400.017** método de ensayo para los pesos unitarios y vacíos en los agregados.
- **ASTM C 566, NTP 339.185** método de ensayo para el contenido de Humedad de los agregados.

ANEXOS

1. PANEL FOTOGRAFICO

1.1 Panel Fotográfico de la Investigación – In Situ



IMAGEN N° 09 - agregado fino de dos tonalidades puesto en obra para ser utilizado



IMAGEN N° 10 - agregado fino color blanco puesto en obra.

1.2 Panel Fotográfico de la Investigación – Laboratorio UPAO



IMAGEN N° 11 - Ensayo de granulometría realizado en el laboratorio de materiales Upao.



IMAGEN N° 12 Pesado del agregado grueso retenido en los tamices, realizando el ensayo de granulometría.



IMAGEN N° 13 Ensayo del peso unitario realizado en el laboratorio de materiales Upao.



IMAGEN N° 14 Ensayo de Peso específico realizado en el laboratorio de materiales Upao.



IMAGEN N° 15 Elaboración de la prueba de testigos en moldes de 30cm de alto x 15cm de diámetro.



IMAGEN N° 16 prueba de testigos listas para ser usadas en el ensayo de compresión.



IMAGEN N° 17 Rotura a la compresión de prueba de testigos – falla por corte.



IMAGEN N° 18 Testigos en la rotura de probetas, visualizamos la maquina compresora.

2. CERTIFICADOS

2.1 CEMENTO PORTLAND

2.1.1 REQUISITOS NORMALIZADOS DEL CEMENTO TIPO ICO



Cemento Portland compuesto tipo ICo.

Requisitos Normalizados

NTP 334.090 / Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

| QUÍMICOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENBAYOS |
|---------------------|----------------|----------------------|
| MgO (%) | 6.0 máx. | 2.2 |
| SO ₃ (%) | 4.0 máx. | 2.3 |

Propiedades Físicas

| REQUISITOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENBAYOS |
|--|----------------|----------------------|
| Contenido de aire del mortero (Volumen %) | 12 máx. | 5 |
| Superficie específica (cm ² /g) | A | 5920 |
| Retenido M325 (%) | A | 1.7 |
| Expansión en autoclave (%) | 0.80 máx. | 0.07 |
| Contracción en autoclave (%) | 0.20 máx. | 0.00 |
| Densidad (g/mL) | A | 2.94 |
| Resistencia a la compresión mín. (MPa) | | |
| 1 día | A | 9.8 |
| 8 días | | 13.0 |
| 7 días | | 20.0 |
| 28 días | | 25.0 |
| Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat | | |
| Inicial, no menor que: | 45 | 123 |
| Final, no mayor que: | 420 | 252 |

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

IMAGEN N° 19 Requisitos normalizados NTP 334.090 Cemento Portland Ico.

2.1.2 REQUISITOS NORMALIZADOS DEL CEMENTO TIPO MS



ISO 9001
C-CC-F-04
Versión 04

Cemento Portland tipo MS

Requisitos Normalizados

NTP 334.082 / Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Físicas

| REQUISITO | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAJO |
|--|----------------|---------------------|
| Contenido de aire Del mortero (Volumen %) | 12 máx. | 6 |
| Superficie específica (cm ² /g) | A | 4820 |
| Retenido M325 (%) | A | 1.7 |
| Expansión en autoclave (%) | 0.80 máx. | 0.16 |
| Contracción en autoclave (%) | 0.20 máx. | 0.10 |
| Densidad (g/mL) | A | 2.99 |
| Resistencia a la compresión min. (MPa) | | |
| 1 día | A | 9.3 |
| 3 días | 11 | 22.3 |
| 7 días | 18 | 32.5 |
| 28 días ⁽¹⁾ | 28 | 44.1 |
| Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat | | |
| Inicial, no menor que: | 45 | 155 |
| Final, no mayor que: | 420 | 279 |

Propiedades de desempeño

| REQUISITO | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAJOS |
|---|----------------|----------------------|
| Expansión de la barra de mortero (%) ⁽²⁾ | 0.020 máx. | 0.007 |
| Resistencia a la expansión de sulfatos (%) a 6 meses ⁽³⁾ | 0.10 máx. | 0.04 |
| Calor de hidratación a 7 días (kcal/kg) ⁽⁴⁾ | 70 máx. | 63 |

▲ No específica.
 (1) Requisito opcional.
 (2) Método de ensayo NTP 334.083
 (3) Método de ensayo NTP 334.084
 (4) Método de ensayo NTP 334.084



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

IMAGEN N° 20 Requisitos normalizados NTP 334.082 Cemento Portland Ms.

2.2 ROTURA DE PRUEBA DE TESTIGOS

2.2.1 CEMENTO PORTLAND TIPO MS

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C 39 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 04-01-2020 |
| | | Página | 1 de 4 |

| | | | |
|-------------|---|------------------------------|-------------|
| Proyecto | : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e lco" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUCO. | Registro N°: | KGL-LG-1 |
| Solicitante | : BR. DARWIN HEBERT AVILA VERA : Br. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ | Muestreado por: | Solicitante |
| Ubicación | : Trujillo - Trujillo - La Libertad. | Ensayado por: | C. Palacios |
| | | Fecha de Entrega de Informe: | 10/02/20 |

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO MS
DOSIFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.40

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm ²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm ²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------------------|--|--|
| 1 | PROBETA N° 1 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 50,840 | 15.0 | 176.71 | 288 | 299 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 54,530 | 15.0 | 176.71 | 309 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 63,090 | 15.0 | 176.71 | 357 | 363 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 65,810 | 15.0 | 176.71 | 372 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 63,830 | 15.0 | 176.71 | 361 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: TAMIEQUIPOS. (N° SERIE: 146)
CAPACIDAD: 100 TN.
CERTIFICADO CALIBRACIÓN: PT-UF-295-19 (11-12-2019)
LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

| | |
|--|---|
| ENSAYADO POR: | REVISADO POR: |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  |

N° RESOLUCIÓN INDECOPI: 016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION
RUC: 20603169612/MZ. 3 LT. 20 AA. HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
CONTACTO: RPC_974473889 - MOV. 942517809 / Email: javier_jjdv@hotmail.com

IMAGEN N° 21 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.40 y cemento Portland Ms.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C 39 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 06-01-2020 |
| | | Página | 2 de 4 |

Proyecto : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e lco" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUJO. Registro N°: KGL-LG-1
Solicitante : BR. DARWIN HEBERT AVILA VERA Muestreado por: Solicitante
: Br. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ Ensayado por: C. Palacios
Ubicación : Trujillo - Trujillo - La Libertad. Fecha de Entrega de Informe: 10/02/20

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO MS
DOSFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.45

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | PROBETA N° 1 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 48360 | 15.0 | 176.71 | 274 | 271 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 47410 | 15.0 | 176.71 | 268 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 55420 | 15.0 | 176.71 | 314 | 312 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 54210 | 15.0 | 176.71 | 307 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 55810 | 15.0 | 176.71 | 316 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: TAMBEQUIPOS. (N° SERIE: 146)
CAPACIDAD: 100 TN.
CERTIFICADO CALIBRACIÓN: PT-LF-295-19 (11-12-2019)
LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

| | |
|--|---|
| ENSAYADO POR: Nombre y firma:  | REVISADO POR: Nombre y firma:  ING. JAVIER I. DE LA CRUZ VASQUEZ REG. CIP: 145659 |
|--|---|

N° RESOLUCIÓN INDECOPI:016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN
RUC:20603169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: javier_jldv@hotmail.com

IMAGEN N° 22 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.45 y cemento Portland Ms.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C 39 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 06-01-2020 |
| | | Página | 3 de 4 |

Proyecto : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e Ico" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUJO. Registro N°: KGL-LG-1
Solicitante : BR. DARWIN HEBERT AVILA VERA Muestreado por: Solicitante
: Br. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ Ensayado por: C. Palacios
Ubicación : Trujillo - Trujillo - La Libertad. Fecha de Entrega de Informe: 10.02/20

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO MS
DOSIFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.50

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VAGIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | PROBETA N° 1 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 40000 | 15.0 | 176.71 | 226 | 224 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 39040 | 15.0 | 176.71 | 221 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 44920 | 15.0 | 176.71 | 254 | 256 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 45810 | 15.0 | 176.71 | 259 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 45180 | 15.0 | 176.71 | 256 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: TAMIEQUIPOS. (N° SERIE: 145)
CAPACIDAD: 100 TN.
CERTIFICADO CALIBRACIÓN: PT-UF-295-19 (11-12-2019)
LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

| | |
|--|---|
| ENSAYADO POR: | REVISADO POR: |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  |

N° RESOLUCIÓN INDECOPI:016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION
RUC:20603169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: javier_jdv@hotmail.com

IMAGEN N° 23 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.50 y cemento Portland Ms.

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 06-01-2020 |
| | | Página | 4 de 4 |

Proyecto : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e Ica" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUCO. Registro N°: **KGL-LG-1**
Solicitante : BR. DARWIN HEBERT AVILA VERA Muestreado por: Solicitante
: Br. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ Ensayado por: C. Palacios
Ubicación : Trujillo - Trujillo - La Libertad. Fecha de Entrega de Informe: 10/02/20

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO M5
DOSIFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.55

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VAGIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | PROBETA N° 1 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 31810 | 15.0 | 176.71 | 180 | 176 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 13/01/2020 | 27/01/2020 | 14 | 30400 | 15.0 | 176.71 | 172 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 37320 | 15.0 | 176.71 | 211 | 212 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 38130 | 15.0 | 176.71 | 216 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 13/01/2020 | 10/02/2020 | 28 | 36820 | 15.0 | 176.71 | 208 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: TAMMEQUIPOS. (N° SERIE: 145)
CAPACIDAD: 100 TN.
CERTIFICADO CALIBRACIÓN: PT-LF-295-19 (11-12-2019)
LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

ENSAYADO POR:
Nombre y firma:


REVISADO POR:
Nombre y firma:

ING. JAVIER I. DE LA CRUZ VASQUEZ
REG. CIP: 145639

N° RESOLUCIÓN INDECOPI-016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN
RUC:20503169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: javier_jldv@hotmail.com

IMAGEN N° 24 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.55 y cemento Portland Ms.

2.2.2 CEMENTO PORTLAND TIPO ICO

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C 39 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 06-01-2020 |
| | | Página | 1 de 4 |
| Proyecto : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e Ico" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUCO. Solicitante : BR. DARWIN HEBERT AVILA VERA : Br. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ Ubicación : Trujillo - Trujillo - La Libertad. | Registro N°: KGL-LG-2 Muestreado por: Solicitante Ensayado por: C. Palacios Fecha de Entrega de Informe: 17/02/20 | | |

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO ICO
DOSIFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.40

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | PROBETA N° 1 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 43860 | 15.0 | 176.71 | 248 | 255 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 46310 | 15.0 | 176.71 | 262 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 53490 | 15.0 | 176.71 | 303 | 301 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 55100 | 15.0 | 176.71 | 312 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 50900 | 15.0 | 176.71 | 288 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: TAMIEQUIPOS. (N° SERIE: 145)
CAPACIDAD: 100 TN.
CERTIFICADO O CALIBRACIÓN: PT-LF-295-19 (11-12-2019)
LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC.

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solidante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

| | |
|--|---|
| ENSAYADO POR: Nombre y firma:  | REVISADO POR: Nombre y firma:  ING. JAVIER J. DE LA CRUZ VASQUEZ REG. CIP: 145659 |
|--|---|

N° RESOLUCIÓN INDECOPI:016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN
RUC:20603169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: javier_jjdv@hotmail.com

IMAGEN N° 25 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.40 y cemento Portland Ico.

| | | | | |
|---|------------------------------------|--|---------|------------|
|  LABORATORIO DE GEOTECNIA CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN | INFORME DE ENSAYO | | Código | S GC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | Versión | 01 |
| | ASTM C39 | | Fecha | 06-01-2020 |
| | | | | Página |

Proyecto : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e Ico" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUCO. Registro N°: **KGL-LG-2**
Solicitante : B.R. DARWIN HEBERT AVILA VERA Muestreado por: Solicitante
 : B.R. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ Ensayado por: C. Palacios
Ubicación : Trujillo - Trujillo - La Libertad. Fecha de Entrega de Informe: 10/02/20

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO ICO
DOSIFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.45

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | PROBETA N° 1 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 37790 | 15.0 | 176.71 | 214 | 218 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 39280 | 15.0 | 176.71 | 222 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 43100 | 15.0 | 176.71 | 244 | 250 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 44200 | 15.0 | 176.71 | 250 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 45500 | 15.0 | 176.71 | 257 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
 MARCA: TAMBEQUIPOS (N° SERIE: 145)
 CAPACIDAD: 100 TN
 CERTIFICADO CALIBRACIÓN: PT-LF-295-19 (11-12-2019)
 LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
 Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solidante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

| | |
|--|---|
| ENSAYADO POR: Nombre y firma:  | REVISADO POR: Nombre y firma:  ING. JAVIER I. DE LA CRUZ VASQUEZ REG. CIP: 145659 |
|--|---|

N° RESOLUCIÓN INDECOPI-016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN
 RUC:20603169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
 CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: javier_jjdv@hotmail.com

IMAGEN N° 26 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.45 y cemento Portland Ico.

| | | | | |
|---|------------------------------------|--|---------|------------|
|  LABORATORIO DE GEOTECNIA CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN | INFORME DE ENSAYO | | Código | SGC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | Versión | 01 |
| | ASTM C 39 | | Fecha | 06-01-2020 |
| | | | | Página |

Proyecto : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e Ico" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUJO. Registro N°: KGL-LG-2
Solicitante : BR. DARWIN HEBERT AVILA VERA Muestreado por: Solicitante
: Br. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ Ensayado por: C. Palacios
Ubicación : Trujillo - Trujillo - La Libertad. Fecha de Entrega de Informe: 10/02/20

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO ICO
DOSIIFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.50

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | PROBETA N° 1 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 30620 | 15.0 | 176.71 | 173 | 168 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 28640 | 15.0 | 176.71 | 162 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 36510 | 15.0 | 176.71 | 207 | 720 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 39960 | 15.0 | 176.71 | 226 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 305200 | 15.0 | 176.71 | 1727 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: TAMIEQUIPOS. (N° SERIE: 145)
CAPACIDAD: 100 TN.
CERTIFICADO CALIBRACIÓN: PT-LF-295-19 (11-12-2019)
LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

| | |
|--|---|
| ENSAYADO POR: Nombre y firma:  | REVISADO POR: Nombre y firma:  |
|--|---|

N° RESOLUCIÓN INDECOPI-016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN
RUC:20603169612/MZ. 3 LT.20 AA.HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: javier_jldv@hotmail.com

IMAGEN N° 27 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.50 y cemento Portland Ico.

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-011 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C 39 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 06-01-2020 |
| | | Página | 4 de 4 |

Proyecto : CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON EL AGREGADO GLOBAL "ROCA CUARCITA" DE LA CANTERA EL INCA Y CEMENTO PORTLAND TIPO "Ms e Ico" DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA DE TULPO – SANTIAGO DE CHUCO. Registro N°: **KGL-LG-2**
Solicitante : BR. DARWIN HEBERT AVILA VERA Muestreado por: Solicitante
: Br. LUIS EDUARDO JIMENEZ VASQUEZ Ensayado por: C. Palacios
Ubicación : Trujillo - Trujillo - La Libertad. Fecha de Entrega de Informe: 10/02/20

Tipo Cemento: CEMENTO TIPO PACASMAYO ICO
DOSIFICACIÓN: RELACION AGUA CEMENTO A/C: 0.55

| N° | DESCRIPCIÓN | FECHA VACIADO | FECHA ENSAYO | EDAD (días) | CARGA (kg) | DIÁM. (cm.) | ÁREA (cm²) | RESIST. OBTENIDA (kg/cm²) | RESIST. PROMEDIO (kg/cm²) |
|----|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | PROBETA N° 1 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 23090 | 15.0 | 176.71 | 131 | 133 |
| 2 | PROBETA N° 2 | 18/01/2020 | 01/02/2020 | 14 | 23890 | 15.0 | 176.71 | 135 | |
| 3 | PROBETA N° 3 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 27940 | 15.0 | 176.71 | 158 | 162 |
| 4 | PROBETA N° 4 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 31990 | 15.0 | 176.71 | 181 | |
| 5 | PROBETA N° 5 | 18/01/2020 | 15/02/2020 | 28 | 26050 | 15.0 | 176.71 | 147 | |

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: TAMBEQUIPOS. (N° SERIE: 145)
CAPACIDAD: 100 TN.
CERTIFICADO CALIBRACIÓN: PT-UF-295-19 (11-12-2019)
LAB. METROLOGIA PERUTEST SAC

ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solidante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

ENSAYADO POR:

Nombre y firma:



REVISADO POR:

Nombre y firma:



N° RESOLUCIÓN INDECOPI: 016074-2018/DSD - KINSA GEOLABS SAC - LABORATORIO DE GEOTECNIA, CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN
RUC: 20603169612/MZ. 3 LT. 20 AA. HH. CORAZÓN DE JESÚS-LAREDO / URB. SAN ISIDRO I ETAPA CALLE PLATA MZ. H LT. 02 - TRUJILLO
CONTACTO: RPC_974473899 - MOV. 942517809 / Email: javier_jjdv@hotmail.com

IMAGEN N° 28 Rotura de probetas con edades de 14 y 28 días; con a/c: 0.55 y cemento Portland Ico.