



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO FLUIDO PARA PILOTES
EN CLIMAS TROPICALES DE LA REGION DE PUNO
APLICANDO ADITIVOS”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ROBERTO ABAD TAMAYO REYES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PUNO – PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO FLUIDO PARA PILOTES EN CLIMAS TROPICALES DE LA REGION DE PUNO APLICANDO ADITIVOS

AUTOR

ROBERTO ABAD TAMAYO REYES

RECuento DE PALABRAS

26339 Words

RECuento DE CARACTERES

134098 Characters

RECuento DE PÁGINAS

141 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.0MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 25, 2023 1:01 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 25, 2023 1:03 PM GMT-5

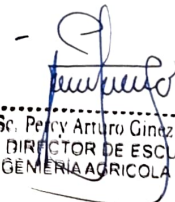
● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 10% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)


MSc. Percy Arturo Ginez Choque
DIRECTOR DE ESCUELA
INGENIERIA AGRICOLA - UNAP



D. Sc. Velazco Coaquira Edilberto
DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

Resumen



DEDICATORIA

A Dios por derramar sus bendiciones sobre mí y darme su fuerza para poder vencer todos los obstáculos.

A mí madre Matilde Reyes, por darme su ejemplo de vida, y por brindarme su ayuda incondicional

A mis hermanos Elvis, Heber, Eliana quienes con su ayuda, consejos y enseñanzas me ayudaron a seguir adelante

A mis docentes y amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola muchas gracias.

Roberto Tamayo



AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater Universidad Nacional del Altiplano, a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme dado el conocimiento. Al. M.Sc. Percy Arturo Gines Choque, M.Sc. Roberto Alfaro Alejo por sus, recomendaciones, por sus consejos e inculcación de esfuerzo, respeto y disciplina. Al laboratorio de Concreto del contratista,

Al técnico Jhon Macedo. Por su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo experimental. A mis compañeros de trabajo y amigos, por compartirme sus conocimientos, experiencias.

Roberto Tamayo



ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 15

ABSTRACT..... 16

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18

1.1.1. Problema general 19

1.1.2. Problemas específicos..... 19

1.2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO 19

1.3 HIPOTESIS DEL TRABAJO..... 20

1.3.1. Hipótesis general 20

1.3.2. Hipótesis específicas..... 20

1.4. OBJETIVO DEL TRABAJO 21

1.4.1. Objetivo general..... 21

1.4.2. Objetivos específicos 21

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 22

2.1.1. Antecedentes regionales 22



| | |
|---|-----------|
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 23 |
| 2.1.3. Antecedentes Internacionales | 25 |
| 2.2. MARCO TEORICO | 25 |
| 2.2.1. Concreto..... | 25 |
| 2.2.1.1. Concreto fluido | 26 |
| 2.2.1.2. Aplicación del concreto fluido..... | 26 |
| 2.2.1.3. Materiales componentes del concreto fluido | 27 |
| 2.2.2. Cemento | 27 |
| 2.2.2.1. Cemento Portland (ASTM C-150, NTP 334.009) | 28 |
| 2.2.2.2. Composición del cemento..... | 28 |
| 2.2.2.3. Tipos de cemento | 29 |
| 2.2.3. Agua..... | 31 |
| 2.2.4. Áridos | 32 |
| 2.2.4.1. Árido fino y árido grueso..... | 33 |
| 2.2.4.2. Requisito granulométrico de la arena | 35 |
| 2.2.4.3. Límites de sustancias perjudiciales..... | 36 |
| 2.2.4.4. Requisito granulométrico del árido grueso..... | 36 |
| 2.2.4.5. Propiedades físicas de los agregados | 39 |
| 2.2.5. Análisis granulométrico | 46 |
| 2.2.6. Módulo de fineza | 46 |
| 2.2.7. Aditivos..... | 47 |
| 2.2.7.1. Clasificación | 50 |
| 2.2.7.2. Plastificantes | 51 |
| 2.2.7.3. Súper plastificantes | 52 |
| 2.2.7.4. Retardadores de fragua | 55 |



| | |
|---|----|
| 2.2.7.5. Requisitos de los aditivos | 56 |
| 2.2.7.6. Consideraciones de empleo | 56 |
| 2.2.8. Diseño de mezcla de concreto | 57 |
| 2.2.8.1. Concreto en estado fresco | 57 |
| 2.2.8.2. Medida de la consistencia y docilidad (Slump) | 57 |
| 2.2.8.3. Otras propiedades de concreto en estado fresco | 59 |
| 2.2.8.4. Concreto en estado endurecido | 59 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

| | |
|---|-----------|
| 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN..... | 61 |
| 3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN..... | 61 |
| 3.3. TAMAÑO MUESTRAL..... | 62 |
| 3.4. DETERMINACION DE LA FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD | 62 |
| 3.5. GENERALIDADES..... | 63 |
| 3.6. COMPONENTES DE MEZCLA | 64 |
| 3.6.1. Áridos | 64 |
| 3.6.2. Cemento | 68 |
| 3.6.3. Agua..... | 69 |
| 3.6.4. Aditivos químicos | 70 |
| 3.7. METODOLOGIA DEL DISEÑO | 71 |
| 3.7.1. Método A.C.I.-211 para hormigón convencional | 71 |
| 3.7.2. Secuencia de procedimiento de diseño de mezcla de concreto fluido..... | 73 |
| 3.7.3. Datos de los materiales para elaborar los diseños de mezcla de concreto fluido. | 74 |
| 3.8. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVOS (0.0%) | 75 |



| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.8.1 | Elaboracion de la mezcla de concreto (cero aditivos) | 77 |
| 3.8.2. | Evolucion de consistencia en el tiempo..... | 78 |
| 3.8.3. | Resistencia a la compresion (ASTM C-39) $f'c=280$ kg. /cm ² 0.0%) Aditivos | 79 |
| 3.9. | DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO (0.2% DE RETARDANTE DE FRAGUA-1.0% PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA) | 81 |
| 3.9.1. | Elaboracion de la mezcla de concreto (0.2% - 1.0%)..... | 82 |
| 3.9.2. | Evolucion de consistencia en el tiempo..... | 83 |
| 3.9.3. | Resistencia a compresión (ASTM C -39)..... | 85 |
| 3.10. | DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO (0.35% DE RETARDANTE DE FRAGUA - 1.3% PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA) | 87 |
| 3.10.1. | Elaboracion de la mezcla al (0.35% - 1.35%) de aditivo..... | 88 |
| 3.10.2. | Evolucion de consistencia en el tiempo..... | 89 |
| 3.10.3. | Resistencia a compresion (ASTM C -39) (0.35%-1.3%) aditivo | 91 |
| 3.11. | OPERACIONALIZACION DE VARIABLES | 92 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUCION

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 4.1. | EVALUACION DE LA MEZCLA FLUIDA EN ESTADO FRESCO (0.0% DE ADITIVOS) | 94 |
| 4.1.1. | Evaluacion de la mezcla fluida en estado endurecido (0.0% de aditivos)..... | 95 |
| 4.2. | EVALUACION DE LA MEZCLA FLUIDA EN ESTADO FRESCO (0.2% DE RETARDANTE DE FRAGUA – 1.0% DE PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA) | 98 |



| | |
|---|------------|
| 4.2.1. Evaluacion de la mezcla fluida en estado estado endurecido (0.2% de retardante de fragua – 1.0% de plastificante reductor de agua)..... | 99 |
| 4.3. EVALUACION DE LA MEZCLA FLUIDA EN ESTADO FRESCO (0.35% DE RETARDANTE DE FRAGUA – 1.3% DE PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA) | 102 |
| 4.3.1. Evaluacion de la mezcla fluida en estado estado endurecido (0.35% de retardante de fragua – 1.3% de plastificante reductor de agua)..... | 103 |
| 4.4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 107 |
| 4.4.1 Análisis y discusión de relación agua cemento (R. A/c) | 110 |
| 4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 110 |
| 4.5.1. Concreto en estado fresco | 110 |
| 4.5.2 Concreto en estado endurecido | 115 |
| V. CONCLUSIONES..... | 118 |
| VI. RECOMENDACIONES | 119 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 120 |
| ANEXOS..... | 122 |

Área : Ingeniería de infraestructura rural

Tema : Tecnología del concreto

Fecha de sustentación: 02 de mayo de 2023



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Composición, requerimiento químico del cemento Portland TI..... | 29 |
| Tabla 2. Características, física requerimiento del cemento Portland T-1 | 29 |
| Tabla 3. Límites permisibles para el agua de la mezcla | 31 |
| Tabla 4. Requisito granulométrico del árido fino | 36 |
| Tabla 5. Límite de sustancias perjudiciales | 36 |
| Tabla 6. Serie de tamices para concreto Norma C-33 – 90 | 46 |
| Tabla 7. Descripción del tamaño de muestra | 62 |
| Tabla 8. Características del agregado grueso..... | 65 |
| Tabla 9. Propiedades físicas del agregado grueso | 66 |
| Tabla 10. Requerimiento de calidad del agregado grueso | 66 |
| Tabla 11. Características del agregado fino..... | 67 |
| Tabla 12. Propiedades Físicas del Agregado fino..... | 68 |
| Tabla 13. Requerimiento de calidad del agregado fino | 68 |
| Tabla 14. Características técnicas del cemento Portland T-I..... | 69 |
| Tabla 15. Requerimientos físicos del cemento portland tipo I | 69 |
| Tabla 16. Requisitos físicos de agua para concreto | 70 |
| Tabla 17. Resistencia Promedio Requerida | 73 |
| Tabla 18. Relación agua cemento Relación. (A/C) | 74 |
| Tabla 19. Características de los agregados | 74 |
| Tabla 20. Datos de diseño $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$ | 74 |
| Tabla 21. Diseño de mezcla de concreto hidráulico (0.35% - 1.3%) aditivos..... | 87 |
| Tabla 22. Resistencia a compresión (ASTM C-39) $f'c= 280 \text{ kg./cm}^2$ (0.35%-1.3%) aditivo | 91 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 23. Matriz de consistencia | 93 |
| Tabla 24. Reduccion de asentamiento en el tiempo..... | 94 |
| Tabla 25. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.0%) Aditivo | 96 |
| Tabla 26. Reduccion de asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%) aditivo..... | 99 |
| Tabla 27. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.2% - 1.0%) Aditivo..... | 100 |
| Tabla 28. Reducción de asentamiento el tiempo (0.35% - 1.3%) aditivo..... | 103 |
| Tabla 29. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.35%-1.3%) Aditivo..... | 105 |
| Tabla 30. pearson´s coeficiente de correlación (T-1) | 112 |
| Tabla 31. Coeficiente de correlación de P-valores | 112 |
| Tabla 32. Pearson´s coeficiente de correlación (T-2)..... | 113 |
| Tabla 33. Coeficiente de correlación de P- valores (T-2)..... | 113 |
| Tabla 34. Pearson´s coeficiente de correlación (T-3)..... | 114 |
| Tabla 35. Coeficiente de correlación de P- valores (T-3 | 114 |
| Tabla 36. Normalidad de errores | 115 |
| Tabla 37. Homogeneidad de varianza..... | 115 |
| Tabla 38. Independencia de errores | 116 |
| Tabla 39. Possible outliers = No discrepant point | 116 |
| Tabla 40. Prueba múltiple de comparación Tukey HSD | 116 |
| Tabla 41. Prueba múltiple de comparación. Scott-Knott..... | 117 |
| Tabla 42. Prueba múltiple de comparación. Duncan | 117 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1 Materiales de la mezcla de concreto fluido | 27 |
| Figura 2. Peso especifico | 40 |
| Figura 3. Ensayo de equivalente de arena..... | 45 |
| Figura 4. Acción plastificante | 54 |
| Figura 5. De relación agua cemento | 54 |
| Figura 6. Ensayo de revenimiento (Slump) | 58 |
| Figura 7. Granulometría del agregado grueso | 65 |
| Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino | 67 |
| Figura 9. Mezcla de concreto cero aditivos | 77 |
| Figura 10. Asentamiento inicial 9” | 77 |
| Figura. 11. Asentamiento a 2 horas | 77 |
| Figura 12. Reduccion de asentamiento en el tiempo | 78 |
| Figura. 13 Resistencia $f'c=280$ kg./cm ² VS.EDAD (DIAS)..... | 80 |
| Figura 14. Asentamiento inicial 9 ¼” | 82 |
| Figura 15. Asentamiento final 4”..... | 82 |
| Figura 16. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%)..... | 84 |
| Figura 17. Resistencia $f'c=280$ kg./cm ² vs. edad (días)..... | 86 |
| Figura 18. Mezcla de concreto (0.35% - 1.3%) asentamiento 9 ½” | 88 |
| Figura 19. Peso volumetrico | 88 |
| Figura 20. Asentamiento final 8” | 89 |
| Figura 21 Reducción de asentamiento en el tiempo (1.3% - 0.35%)..... | 90 |
| Figura 22. Resistencia $f'c=280$ kg./cm ² vs. edad (días)..... | 92 |
| Figura 23. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.0) aditivo | 95 |



| | |
|--|-----|
| Figura 24. Ensayo a la compresion (ASTM C-39) | 97 |
| Figura 25. Testigos para el ensayo a la compresión | 97 |
| Figura 26. Resistencia $f'c=280$ kg./cm ² VS. edad (dias) | 98 |
| Figura 27. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%) aditivo | 99 |
| Figura 28. Resistencia a compresión (ASTM C- 39) $f'c= 280$ kg./cm ² (0.2%-1.0%) aditivo | 101 |
| Figura 29. Ensayo a la compresion (ASTM C-39) | 101 |
| Figura 30. Resistencia $f'c=280$ kg./cm ² VS. edad (dias) | 102 |
| Figura 31. Ensayo de resistencia a la compresion (0.2% - 1.0%) aditivo | 102 |
| Figura 32. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.35% - 1.3%) aditivo | 103 |
| Figura 33. Resistencia a compresión (ASTM C-39) $f'c= 280$ kg./cm ² (0.35%-1.3%) aditivo | 106 |
| Figura 34. Resistencia $f'c=280$ kg./cm ² VS. edad (dias) (0.35%-1.3%) aditivo | 106 |
| Figura 35. Ensayo a compresión (ASTM C-39) | 107 |
| Figura 36. Comparación de pérdida de asentamiento de los tres diseños evaluados.... | 108 |
| Figura 37. Comparación de evolución de Resistencia vs días | 109 |
| Figura 38. Resistencias con diferentes tasas de aplicación de aditivo | 109 |
| Figura 39. Resistencia vs. Relación agua cemento (R. A/C) | 110 |
| Figura 40. Reducción de fluidez en el tiempo, para los tratamientos T-1, T-2 Y T-3.. | 111 |
| Figura 41. Coeficiente de correlación de Pearson para el tratamiento T-1..... | 112 |
| Figura 42. Coeficiente de correlación de Pearson para el tratamiento T-2..... | 113 |
| Figura 43. Coeficiente de correlación para el tratamiento T-3 | 114 |
| Figura 44. Diferencia de medias entre tratamientos (T-1, T-2, Y T-3), método Tukey | 117 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|-------------------|--|
| $f'c$: | Resistencia a la compresión del concreto, kg/cm ² |
| A ^{°F} : | Agregado fino. |
| A ^{°G} : | Agregado grueso |
| W%: | Contenido de humedad |
| TM: | Tamaño máximo del agregado. |
| TMN: | Tamaño máximo nominal del agregado. |
| mf : | Módulo de fineza del agregado fino. |
| mg : | Módulo de fineza del agregado grueso. |
| R.a/c: | Relación agua/cemento. |
| P.U.: | Peso unitario. |
| ACI: | American Concrete Institute. |
| ASTM: | American Society of Testing Materials. |
| NTP: | Norma técnica peruana |
| T-1: | Tratamiento uno |
| EETT: | Especificaciones Técnicas |



RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene por objetivo diseñar una mezcla de concreto fluido, con asentamientos entre 8” y 9” pulgadas, que cumpla con la permanencia de fluidez durante tres horas, y alcanzar la resistencia requerida por el proyecto, $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$. A los 28 días de edad Para cimentaciones profundas (Pilotes) de los puentes Llocllamayo uno y dos de la región Puno provincia de Carabaya, tramo - 4, se realizó por el método de muestreo probabilístico experimental, donde se experimentó tres tratamientos con diferentes dosis de aditivo el primero diseño patrón cero aditivos el segundo tratamiento con retardante de fragua al 0.2% de peso de cemento y plastificante reductor de agua al 1% de peso de cemento el tratamiento tres se diseñó con retardante de fragua al 0.35% y plastificante reductor de agua al 1.3%, se utilizó el tradicional modelo de diseño de concreto ACI-211, el proyecto se encuentra en una zona tropical donde predomina temperaturas promedio de 20 - 28 °c , al diseñar las mezclas de concreto se diferencié las características físicas de la mezcla en estado fresco y posteriormente en estado endurecido, se estimó la dosis adecuada de aditivos para la mezcla de concreto fluido, para su permanencia de asentamiento solicitado por las especificaciones, al realizar el ensayo a compresión la resistencias alcanzaron notablemente el $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$, se utilizaron los siguientes elementos como cemento Portland tipo I; los aditivos Plastiment TM-12 retardan te de fragua y (Sikament 306), plastificante reductor de agua, y los áridos, agregado grueso tamaño máximo 1/2” y arena menor 3/8” de la cantera de la zona, debemos terminar este estudio de diseño de mezcla de concreto fluido concluyendo que esta tesis será un aporte a la tecnología de concreto para obras hidráulicas.

Palabras Clave: Aditivos, concreto, fluidez, resistencia.



ABSTRACT

The objective of this research study is to design a fluid concrete mix, with slumps between 8" and 9", that complies with the fluidity permanence during three hours, and to reach the resistance required by the project, $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$. At 28 days of age for deep foundations (piles) of Llocllamayo bridges one and two of the Puno region, province of Carabaya, section - 4, was carried out by the experimental probabilistic sampling method, where three treatments were experimented with different doses of additive, the first design pattern zero additives, the second treatment with retardant of forge at 0.2% by weight of cement and water-reducing plasticizer at 1% by weight of cement, the third treatment was designed with 0.35% setting retardant and 1.3%, the traditional ACI-211 concrete design model was used, the project is located in a tropical zone where average temperatures of 20 - 28 °c predominate, when designing the concrete mixes the physical characteristics of the mix in fresh state and later in hardened state were differentiated, the adequate dose of additives was estimated for the fluid concrete mix, for its permanence of slump requested by the specifications, when performing the compression test the resistances reached notably the $f'c = 280 \text{ kg.}$ /The following elements were used: Portland cement type I; Plastiment TM-12 and Sikament 306 admixtures, water reducing plasticizer, and the aggregates, coarse aggregate maximum size 1/2" and minor sand 3/8" from the local quarry. We must finish this study of fluid concrete mix design concluding that this thesis will be a contribution to the concrete technology for hydraulic works.

Key words: Additives, concrete, fluidity, resistance.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación desarrolla el diseño de mezclas de concreto fluido para pilotes excavados hormigonados ínsito (cimentaciones profundas), para climas tropicales de la región Puno, proyecto Variante Llocllamayo a llevarse a cabo en el río San Gabán que consta de dos puentes Llocllamayo uno y Llocllamayo dos, del Distrito de San Gabán, Provincia de Carabaya, Departamento de Puno; como parte de las obras a ejecutarse dentro del Corredor Vial Interoceánico Sur Perú-Brasil – Tramo IV: Azángaro – Puente Inambari. De acuerdo con los requerimientos alcanzados por el proyecto contempla el empleo de concreto fluido para pilotes con un volumen total de concreto de 2,000 m³, considerando un volumen por pilote de 22.6 m³, cada zapata cuenta con 18 pilotes en ambos estribos, con una profundidad de 20m y un diámetro de 1.20 m. el cual será abastecido mediante una planta de concreto y camiones mixer con una capacidad de 8 m³. La resistencia de diseño a los 28 días especificada por el proyecto de ingeniería corresponde a un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Contará con un tamaño máximo nominal de ½”, una relación agua cemento menor a 0.50, preferentemente en un rango entre 0.45 y 0.50, una permanencia de pérdida de slump de 3 horas, por lo que se deberá considerar un periodo de 3 horas del concreto en estado fluido y con una trabajabilidad adecuada sin llegar a la fragua inicial, el slump deberá encontrarse entre 8” y 9”, La planta de concreto se ubica en el Km. 306 y la ubicación de los frentes de trabajo en el Km. 295, debiéndose considerar una distancia de transporte de 11 Km. El procedimiento constructivo a emplearse corresponde a pilotes perforados y colados in situ, con camisa recuperable. No se prevé el uso de lamas bentónicas. En el ambiente de trabajo, se presentan una temperatura ambiente media de 28°C. La descarga de los camiones mixer se realizará en



forma continua mediante una tubería tremie de 8” de diámetro, desde la superficie hasta el fondo de excavación del pilote, el proyecto de ingeniería contempla especificaciones técnicas, con un sentido más amplio, por lo que han sido tomadas como marco de referencia para la elaboración del presente estudio de investigación, adicionalmente se a tenido en cuenta los requerimientos específicos del proyecto. Para la elaboración de los diseños de mezcla contemplados en el presente estudio se han utilizado agregados de la cantera “Rio Blanco” provistos y muestreados por el laboratorio del proyecto, la fuente de agua a utilizada es del rio chahuarmayo ubicada en el margen izquierdo de la vía, en el km. 294+400, fuente de agua autorizada provista de un certificado de evaluación analizado en la facultad de ingeniería química de la UNA. Puno. El cemento a emplear según especificación de proyecto es el cemento tipo I. Los aditivos evaluados en la elaboración del diseño han sido el Plastiment TM-12 y Sikament 306, empleados el primero como retardante de fragua y el segundo como plastificante reductor de agua de alto rango.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú y específicamente en zona tropical de la región de Puno existe un problema con el diseño de la mezcla de concreto fluido para pilotes excavados y vaciados insito esto debido a las temperaturas elevadas que presenta el clima tropical de la región puno, también debemos mencionar las exigencias del proyecto en la calidad de la mezcla de concreto como son fluidez con asentamiento de 8”a 9”, que debe permanecer durante 3 horas como mínimo, otras características solicitadas son llegar a ala resistencias requeridas a los 28 días, la mezcla deberá ser plástica, no deberá presentar segregación, estos problemas hacen que debemos aplicar aditivos químicos para el diseño de mezcla de concreto fluido tales como son retardante de fragua y plastificante reductor de agua.



1.1.1. Problema general

¿La aplicación de aditivos químicos ayudaran a resolver los problemas de diseño de la mezcla de concreto fluido $f'c = 280 \text{ kg? / cm}^2$ en climas tropicales de la región de Puno, solicitados por el proyecto?

1.1.2. Problemas específicos

- Diseñar una mezcla de concreto fluido empleando aditivo retardante de fragua, para atenuar los tiempos de aplicación durante la operatividad, deberá permanecer fluido durante 3 horas como mínimo.
- Diseñar una mezcla de concreto fluido aplicando aditivo plastificante para darle trabajabilidad y plasticidad a la mezcla de concreto
- Diseñar una mezcla de concreto fluido de alta resistencia $f'c = 280 \text{ kg. / cm}^2$ acorde con las especificaciones del proyecto.

1.2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Debido a las exigencias de las especificaciones técnicas del proyecto y la inminente construcción de los Puentes LLocllamayo uno y LLocllamayo dos ubicado en el distrito de San Gabán provincia de Carabaya departamento de Puno, estructuras pertenecientes a la carretera interoceánica Sur tramo – 4 origina el estudio y diseño de mezcla de concreto fluido y de alta resistencia, y que su tiempo trabajable sea en un promedio de tres horas, para elementos estructurales conformantes de sub estructuras llamados pilotes (cimentaciones profundas) vaciados en sitio con tipo de concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ la importancia de los mencionados puentes conlleva a investigaciones en laboratorio para verificar la eficiencia y la operatividad de la mezcla aplicando aditivos químicos como el retardante de fragua y el plastificante que se usara en el diseño de



mezcla de concreto fluido para pilotes hormigonados en sitio, esto beneficiara al proceso constructivo debido a su compleja construcción de estas sub estructuras llamados pilotes (cimentaciones profundas).

1.3 HIPOTESIS DEL TRABAJO

1.3.1. Hipótesis general

El uso de aditivos químicos como son retardante de fragua y plastificante reductor de agua, en su dosis correcta, resolverá el problema de permanencia de asentamiento (slump) del diseño de mezcla de concreto fluido para climas tropicales en la región de Puno aplicado en pilotes (cimentaciones profundas)

1.3.2. Hipótesis específicas

- El empleo de aditivo retardante de fragua Plastiment TM-12 en las tasas experimentadas de 0%,0.2%,0.35% de peso de cemento, como cualquier agente químico modificador del comportamiento de mezclas de concreto, tiene un tiempo de acción localizado, para cada una de las dosificaciones, siendo la apropiada entre 0.2% - 0.35% de peso de cemento.
- la aplicación de aditivo plastificante le dará esa fluidez a la mezcla de concreto para la trabajabilidad y cohesión durante el tiempo de concretado en los pilotes excavados y vaciados ínsito
- El empleo de aditivo plastificante en las diferentes dosis experimentadas para cada diseño con respecto al peso de cemento en porcentajes de 1% y 1.3% reducen el agua de mezclado, así obteniendo menores relaciones de agua cemento y por ende se incrementa las resistencias. obteniendo así una mezcla



de concreto fluido de alta resistencia $f'c = 280 \text{ kg. / cm}^2$ acorde con las especificaciones del proyecto.

1.4. OBJETIVO DEL TRABAJO

1.4.1. Objetivo general

Diseñar una mezcla de concreto fluido y permanente en tres horas con revenimientos de (8 a 9) pulgadas para climas tropicales, acorde con las especificaciones para la sub estructura de pilotes (cimentaciones profundas)

1.4.2. Objetivos específicos

- Estimar la dosis correcta de aditivos retardante de fragua Plastiment TM-12, plastificante Sikament-306 reductor de agua de para darle fluidez y trabajabilidad a la mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg./cm}^2$.
- Obtener una mezcla con asentamientos de (8 a 9) pulgadas que deberá permanecer fluida durante 3 horas con buena cohesión y fluida, (buena trabajabilidad)
- Estimar la resistencia a la compresión requerida por el proyecto a los 28 días, $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El poco conocimiento de aditivos químicos y la mala dosificación de materiales empleados para mezclas de concreto fluido hacen que consultemos bibliografía existente.

2.1.1. Antecedentes regionales

Hernán Coapaza – Rene Armando Cahui, presentan en su tesis de grado (influencia del aditivo súper plastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg. / cm^2) como una opción de modificar la mezcla de concreto para losas aligeradas de viviendas de la ciudad de Puno construidas por los mismos pobladores, el estudio que realizaron se basa en la adición de aditivo súper plastificante reductor de agua en diferentes dosis (0.70%, 1.05%, 1.40% de peso del cemento), para un solo tipo de concreto sin afectar las proporciones de los agregados de la mezcla de concreto $f'c=210$ kg/ cm^2 al emplear el aditivo súper plastificante reductor de agua observaron un incremento del asentamiento a comparación de la mezcla tradicional, también alcanzaron otros resultados de resistencia a la compresión en comparación al concreto tradicional que suelen emplear los pobladores de la ciudad de Puno, los áridos que utilizaron son de la cantera de Cutimbo, canto rodado claro está que para su diseño de mezcla patrón se separó por el tamiz número cuatro, mientras que las viviendas autoconstruidas se empleó el material integral de cantera (hormigón). Para diseño de mezcla patrón utilizaron el método de módulo de fineza y la mezcla elaborada en campo se realizó manualmente utilizando las siguientes proporciones 36 palas de material



integral (hormigón) tamaño máximo de 1 pulgada, al comparar el diseño de mezcla de concreto patrón con la mezcla

De las viviendas hallaron la relación agua cemento (R. a/c) 0.56 para la mezcla patrón, y para la mezcla de viviendas que fue por paladas en número de 36 por bolsa de cemento y 28 litros de agua obtuvieron una relación agua cemento (R. a/c) de 0.66. Estas relaciones agua cemento tienen una diferencia apreciable donde al hacer el ensayo a la compresión para la (R. a/c = 0.56) $f'c=210 \text{ Kg./cm}^2$ a los 28 días alcanzaron una resistencia de en (189.84%, 202.35% y 182.00%); y para la mezcla de concreto tradicional de las viviendas con relación agua cemento de 0.66. la resistencia a la compresión alcanzada es de (en 171.92%, 180.10% y 158.10%), a 28 días de edad. Donde se concluye que el aditivo súper plastificante reductor de agua mejora la trabajabilidad e incrementa las resistencias del concreto endurecido.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Enrique Pasquel Carbajal – (1993) Tópicos de tecnología del concreto en el Perú.

En el texto de concreto Tópicos de tecnología de concreto nos da a conocer el poco conocimiento que tenemos acerca del uso de aditivos en nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos por la opinión generalizada de su elevado costo, que no justifica su uso en el concreto de manera habitual; si se realiza una investigación minuciosa del incremento en el precio del m^3 . De concreto, el aumento que normalmente oscila entre el 0.5 al 5% Dependiendo del producto en particular, afirma el autor, el uso de aditivos tiene otras bondades al momento de



poner en práctica, menor tiempo de ejecución, incremento de eficiencia y vida útil de las estructuras, mejor desenvolvimiento de la mezcla de concreto (trabajable), estas bondades influirán en los costos de operación mano de obra, concluye que el empleo de aditivos le da apreciables beneficios y que ese valor incrementado es aparente frente a los beneficios que brindan los aditivos.

El poco conocimiento y empleo de aditivos hace que no tengamos experiencia para poder apreciar los atributos de los aditivos, a esto se suma la inexperiencia de algunos profesionales, y poder experimentar en nuestras diversas regiones del Perú, esta idea supuesta del alto costo de los aditivos trae como resultado la carencia del desarrollo de la tecnología del concreto en el Perú, el uso de aditivos en obras civiles de nuestro país es poco frecuente, solo los proyectos de alguna importancia llegan a utilizar los aditivos para concreto, es por eso que no existe una organización dedicada a esta tecnología. En nuestro país, existen diversos climas como el de la selva cálido con elevadas temperaturas, y el de la sierra con bajas temperaturas llegando al punto de congelamiento y deshielo, para atenuar estos factores es necesario utilizar los aditivos como son retardantes de fragua, incorporadores de aire acelerantes de fragua y plastificantes, el uso de plastificantes reductores de agua en estado fresco hace que la mezcla sea más dócil, y en estado endurecido alcance apreciables resistencia a la compresión estas características le darán mayor durabilidad a las estructuras, el estudio de resinas vegetales es poco conocido para la elaboración de aditivos, en nuestro país la escasa curiosidad de parte de los profesionales en nuevas tecnologías de concreto involucra al desconocimiento y así no poder aprovechar las bondades de los aditivos.



2.1.3. Antecedentes Internacionales

Portland cement Association – (2004).

Existen diversos aditivos en la actualidad a base de resinas vegetales, los aditivos son productos que son parte de la mezcla de concreto como el cemento la arena, grava y el agua, los aditivos se usan para diversos factores por el tipo de clima cálido de la selva o de bajas temperaturas de la sierra, por el tipo de estructura donde hay mayor cuantía de acero, por el proceso constructivo, el tiempo de espera para el vaciado, los aditivos para concreto son aplicados antes, durante el mezclado o después del mezclado según indique su ficha técnica. Los aditivos se ordenan según su propósito, como retardadores de fragua, para atenuar los tiempos de operación, plastificantes reductores de agua para darle trabajabilidad cohesión a la mezcla de concreto, alcanzar significativas resistencias, acelerantes de fragua para lograr fraguado rápido y alcanzar resistencia apreciables a menor edad, inclusores de aire para las regiones con bajas temperaturas, impermeabilizantes, Aditivos de control de hidratación. Inhibidores de corrosión.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Concreto

El concreto es la mezcla de materiales dosificados, compuesto de áridos, cemento, arena, grava y agua y en algunos casos aditivos el comportamiento de la mezcla en estado fresco se acomoda al encofrado, espacios donde se ara el vaciado, y en estado endurecido adquiere solidez, actualmente el concreto es un



material indispensable para los proyectos de construcción. (Pasquel Carbajal, 1998)

2.2.1.1. Concreto fluido

Se le denomina concreto fluido a la mezcla que tiene asentamientos (slump) de 6 a 8 pulgadas este tipo de mezcla tiene la particularidad de acomodarse con baja energía de consolidación, el concreto fluido es recomendado donde existe alta densidad de acero, espacios inaccesibles para el vibrado, también para concretos bajo agua, cimentaciones profundas, otras características del concreto fluido es la docilidad, cohesión, plasticidad, con estos concretos se ahorra en mano de obra . (Fernández Cánovas, 1989 p. 186)

Los policarboxilatos actúan por repulsión estérica, ya que por su ionización no es suficiente para promover una repulsión eléctrica considerable. Tienen moléculas más largas, más robustas y con ramificaciones que contribuyen a la dispersión de las partículas de cemento, entendiéndose que cuanto mayor es el tamaño de la cadena, más fluida es la mezcla. “Los policarboxilatos se basan químicamente en copolímeros de ácido acrílico y grupos éter de ácido acrílico, que poseen largas cadenas laterales a diferencia de los plastificantes tradicionales. La capacidad reductora de agua o poder plastificante, es incrementado drásticamente (hasta 40 % de reducción en el agua de mezclado).” (García Rojas & Guerrero Contreras, 2009, p. 145)

2.2.1.2. Aplicación del concreto fluido

- En pilotes excavados vaciados ínsito con tubería tremí
- En elementos de la estructura donde hay alta densidad de acero

- Para estructuras esbeltas y de gran altura
- Para bombeo de concreto

2.2.1.3. Materiales componentes del concreto fluido

El concreto fluido está compuesto de cemento, arena, grava, agua, aditivos, aire como elemento pasivo, reductor de agua de alto rango y plastificante, retardantes de fragua para que mantenga su trabajabilidad, plasticidad, para presentar segregación en un periodo de tiempo que el proyecto lo solicite.

| |
|-------------------|
| Aditivo 0.1%-0.4% |
| Agua 8%-15% |
| Cemento 15%-20% |
| Arena 40%-45% |
| Grava 30%-32% |

Figura 1 Materiales de la mezcla de concreto fluido

Fuente: elaboracion propia

2.2.2. Cemento

El cemento está compuesto como de roca caliza, hierro, sílice y alúmina, estos materiales en proporción son calcinados en un horno para la obtención de Clinker y luego pasados por molinos, hasta alcanzar un polvo muy fino al que se le denomina cemento Portland. (Ochoa, 2012).

El cemento junto con los agregados (mezcla de concreto) posee una alta alta capacidad moldeable, en estado fresco, y en estado endurecido resistencias apreciables, es por eso que tiene gran demanda para la construcción de estructuras



como Puentes, Túneles, Puertos, Edificios, y Viviendas esta demanda está relacionada al incremento de la población del planeta, otra característica particular del cemento es que es accesible a la economía de los proyectos de importancia en estos últimos años el cemento es un material rutinario para la construcción de viviendas en nuestro país por tener características de resistencia y estar al alcance económico de la población. (Ochoa, 2012)

2.2.2.1. Cemento Portland (ASTM C-150, NTP 334.009)

El nombre de Portland deriva de la isla llamada Portland cerca del puerto de Dorset Inglaterra, en 1824 el constructor Joseph Apsdin lo denomina como cemento Portland en referencia al material que existe en la isla. (Pasquel, 1998)

“El cemento tiene una característica intrínseca de ser un aglomerante es decir es un pegamento industrial, su composición es de silicato de calcio y puzolanas. (Pasquel, 1998).

2.2.2.2. Composición del cemento

La composición del cemento contiene los siguientes elementos, oxido de calcio, oxido de sílice, oxido de aluminio y oxido de fierro, etc. Estos elementos son la principal composición de material (cemento) (Pasquel, 1998).

Tabla 1. Composición, requerimiento químico del cemento Portland TI.

| Composición química | Cemento Portland TI | Norma técnica NTP 334.009 – ASTM C150 |
|---|---------------------|---------------------------------------|
| Oxido de magnesio, MgO, % | 2.0 - 4.0 | 6.00 |
| Trióxido de azufre, SO ₃ , % | 1.8 -2.5 | 3.00 |
| Perdida por Ignición al fuego, P.F % | 0.1 - 2.5 | 3.00 |
| Residuo Insoluble, R.I % | < 1.5 | 1.5 |

Fuente: Cemento Yura

Tabla 2. Características, física requerimiento del cemento Portland T-1

| Características físicas | Cemento Portland TI | Norma técnica NTP 334.009- ASTM C150 |
|---|---------------------|--------------------------------------|
| Peso específico gr./cm ³ | 3.10 – 3.15 | 2600 mínimo |
| Finura (superficie específica-blaine), cm ² /g | 3000 - 3700 | 0.80 máximo |
| Expansión en Autoclave, % | 0.0 - 0.2 | 45 - 375 |
| Tiempo de fraguado vicat inicial, minutos | 140 - 190 | 12.00 máximo |
| contenido de aire del mortero % | 4 – 8 | 12.0 |
| Resistencia a la compresión, kgf/cm ² | | Mínimo |
| 03 días | 250 - 350 | 122 |
| 07 días | 310 - 420 | 194 |
| 28 días | 400 - 470 | 286 |

Fuente: cemento Yura

2.2.2.3. Tipos de cemento

- **Cemento Tipo I:**

De uso más comercial y general para todo tipo de estructura normal, que no requiere solicitudes particulares, como la exposición a aguas sulfatadas o suelos salitrosos, sometido a aguas de mar, se emplea para la construcción de viviendas, puentes pavimento rígido edificios, etc.



- **Cemento Tipo II:**

El cemento tipo II es recomendado para estructuras que están expuesta a las aguas sulfatadas y para concretos masivos donde se produce un elevado calor de hidratación se puede utilizar para las cimentaciones profundas sometidas al agua de mar, contiene no más del 8% de aluminato tricálcico, su uso no es comercial.

- **Cemento Tipo III:**

El cemento tipo III alcanza Altas resistencias en poco tiempo a los 7 días de edad logra llegar a su resistencia requerida, su empleo es para un desencofrado en menos tiempo o cuando la estructura será puesto en servicio.

- **Cemento Tipo IV:**

Este cemento es parecido al cemento tipo II también es usado en concretos masivos donde se desarrollara un alto calor de hidratación, tiene la particularidad de desarrollar resistencias en más tiempo (edad).

- **Cemento Tipo V:**

El cemento tipo V tiene la bondad apreciable de resistencia a los sulfatos, estructuras que están sometidas a las aguas termales sub terrenas sulfatadas, en severas condiciones, el contenido de aluminio tricíclico es bajo no excede el 5% esta característica le da alta resistencia a los sulfatos, se recomienda bajas relaciones agua cemento con el fin permeabilizar la estructura expuesta a los sulfatos, si la mezcla de concreto es pobre en cemento esto no impidira el ataque de los sulfatos, asi se utilice el cemento tipo V. (CEMEX. 2019)

2.2.3. Agua

Definición

El agua, es el líquido elemento importante para la fabricación de concreto, el agua para concreto deberá estar libre de impurezas, como materia orgánica, aceites, arcillas, etc. Deberá ser limpia y fresca, el agua para la fabricación de concreto deberá ser muestreada cuidadosamente y llevada a un laboratorio para su análisis químico para obtención de un certificado de calidad acorde con la norma técnica peruana (NTP). (Art. Tecnología de Mat. 2015)

La dosificación de agua para la mezcla de concreto se analizará en laboratorio de concreto, esto dependerá mucho del tipo de concreto, un incremento de agua a la mezcla que no está dentro del diseño de mezcla podría tener consecuencias negativas de resultados, en estado fresco y estado endurecido. (Art.cemex2019)

Tabla 3. Límites permisibles para el agua de la mezcla

| Descripción | Limite Permissible | |
|-----------------------|--------------------|--------|
| Sólidos en suspensión | 5000 ppm | Máximo |
| Materia Orgánica | 3 pmm | Máximo |
| Alcalinidad (NaCHCO3) | 1000 ppm | Máximo |
| Sulfatos (ion SO4) | 600 ppm | Máximo |
| Cloruro (ion Cl) | 1000 ppm | Máximo |
| pH | 5 – 8 | Máximo |

Fuente. NTP339088



2.2.4. Áridos

Definición

Los agregados como la arena grava son de naturaleza inorgánica, materiales granulares inertes (áridos), estos materiales por general provienen de lecho de ríos canto rodado (hormigón), también se fabrican artificialmente en plantas chancadoras en diversos tamaños según la norma especificada. Estos agregados artificiales contribuyen a un mejor desempeño de la mezcla de concreto en estado fresco y estado endurecido. (Fernández Cánovas, 1989 p. 107)

El concreto como un material artificial requiere de componentes de buena calidad como son el agregado fino y agregado grueso, estos deberán pasar los ensayos correspondientes, debido a que estos materiales ocupan entre 60% y 70% del volumen del concreto, las características de los agregados es de suma importancia para el buen desempeño del concreto en estado fresco y estado endurecido.

La recomendaciones que se dan para el cuidado y conservación de los agregados es que deben estar cubiertos con lonas para que no se contaminen, deberán estar acopiados uniformemente para evitar segregaciones, al momento de transportarlos también deberan ser cubiertos para evitar excesos de humedad o contaminación, los ensayos de granulometría, abrasión peso específico, planas y alargadas se aran según su frecuencia que indique las normas. o especificaciones técnicas del proyecto. (ASTM C-33) y (NTP 400.037). (Art. Cemento Yura)

Los agregados son muy importantes debido al volumen que ocupan en una unidad cubica que es del 70% al 80%, las características que deberá tener el



agregado grueso es la siguiente, deberá tener forma cubica en un determinado porcentaje, resistencia a la abrasión libre de impurezas estos ensayos se realizaran según la norma técnica (NTP 400.037), las características del agregado fino son las siguientes, deberá estar limpia libre de materia orgánica y arcillas, los requisitos granulométricos deberá estar acorde con la norma (ASTM C-33), estas propiedades de los áridos fino y grueso ara que se tenga una mezcla de calidad de un buen desempeño en estado fresco y endurecido, buena trabajabilidad, apreciables resistencias a la compresión. Los áridos que provienen de forma natural, de lecho de rio tienen tamaños diferentes que no aportan al buen desempeño del concreto, es por eso que es muy importante la calidad de los agregados, estas características de los agregados serán determinantes para la resistencia y durabilidad de las estructuras. A su vez influirán de manera positiva en los costos de obra. (Rivva Lopez, Control del Concreto en Obra, 2004)

2.2.4.1. Árido fino y árido grueso

Se considera como agregado fino (árido fino) al material comúnmente llamada arena, que al ser tamizado o zarandeado pasa por la malla número (4- ASTM C-33) este agregado fino deberá cumplir con los requisitos granulométricos especificados en la norma (ASTM C-33), utilizando los tamices de la tabla (4).

Se clasifica como arena gruesa cuan el módulo de fineza es 3.0 o por el tamaño de 2 a 4 mm, gruesa y de 2 a 0.063 mm como fina, también se clasifica como filler a la fracción que pasa el tamiz de abertura de 0.063 mm.



Se considera como agregado grueso a la fracción de material retenido en la malla 4 (ASTM C-33), para una clasificación según su requisito granulométrico por tamaño máximo se clasifica en 2 pulgadas, 1"1/2 de 1", 3/4" 1/2", el ensayo granulométrico se realiza siguiendo la norma (ASTM C-33) obedeciendo al uso granulométrico como se muestra en la tabla (6).

El árido fino o agregado fino deberá cumplir con las normas de calidad ya que una arena de mala calidad nos dará resultados negativos.

Los agregados finos en algunos casos provienen de lecho de río siendo estas de apreciables características para la mezcla de concreto, también provienen de las playas de mar, estas se distinguen por dar el problema de eflorescencias blanquecinas, haciendo un tratamiento de lavado con agua dulce mejoran su calidad, las arenas de desierto tienen la característica de ser muy finas debido a la fricción producida por los vientos.

Las variaciones de arena es decir si son muy finas o gruesas influyen en el concreto tanto en estado fresco o estado endurecido, una arena gruesa en estado fresco para que la mezcla presente una exudación, mientras que una arena muy fina traerá consecuencias negativas en la calidad del concreto.

La calidad del agregado grueso se caracteriza por su resistencia, a la abrasión, densidad, módulo de elasticidad y compactación.

Para caracterizar y calificar la calidad de roca de forma aproximada, se realiza haciendo un rayado superficial con una navaja, si el desgaste es superficial se puede tener idea de que su compresión sea a 100 N/mm² y una densidad mayor a 2.6 kg./dm³.



Los agregados finos y gruesos son determinantes en el concreto en estado fresco y estado endurecido, si es una grava de forma cubica y angulosa, limpia esto le permitirá una buena adherencia con la pasta de cemento. (Manuel Fernández Cánovas, 1989 p. 113)

2.2.4.2. Requisito granulométrico de la arena

La arena deberá ser tamizada por las mallas correspondientes según indica la norma (ASMT C-33), número de tamices que se observa en la tabla (4) norma (NTP 400.037)

- El ensayo de granulometría de la arena deberá tener continuidad en las mallas retenidas no saliéndose de los parámetros de la especificación, con fracciones retenidos en los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 de la serie de Tyler.
- Para el módulo de fineza se considera el valor de ± 0.2 de 2.35 y 3.15 preferentemente el módulo de fineza se encontrara entre estos dos valores, es recomendable mantener estos límites para asumir el porcentaje de agregado grueso.
- Las arenas con un módulo de fineza de 2.8 y 3.2 se considera arenas gruesas, son recomendables para concretos de alta resistencia, y los que se sitúan entre 2.2 y 2.8 le dan mejor trabajabilidad a la mezcla de concreto.

Tabla 4. Requisito granulométrico del árido fino

| Malla | % que pasa |
|-------|------------|
| 4 | 95 – 100 |
| 8 | 80 – 100 |
| 6 | 50 – 85 |
| 30 | 25 – 60 |
| 50 | 10 – 30 |
| 100 | 02 - 10 |

Fuente: ASTM C-33

2.2.4.3. Límites de sustancias perjudiciales

El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado fino no deberá exceder los límites fijados por la norma (NTP 400.037), los cuales están indicados en la Tabla siguiente.

Tabla 5. Límite de sustancias perjudiciales

| | % máximo |
|---|----------|
| Material más fino que la malla 200 | |
| a) Concretos sujetos a abrasión | 3% |
| b) Otros concretos | 5% |
| <u>Carbón</u> | |
| a) Cuando la apariencia superficial es importante | 0.5% |
| b) Otros concretos | 1% |
| Lentes de arcilla y partículas desmenuzables | 3% |

2.2.4.4. Requisito granulométrico del árido grueso

El agregado grueso deberá cumplir el uso granulométrico dentro de los límites especificados en la norma (NTP 400.037.) o en la norma (ASTM C-33), se recomienda en las próximas líneas.

- La curva granulométrica deberá estar dentro de los límites de la (EETT)
- La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4".



- El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de un quinto de la menor separación entre los lados del encofrado, un tercio de altura de la altura de la losa, de ser el caso
- Tres cuartos del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, o ductos.

(E. Rivva Lopez p.20)

Tabla 6. Gradación del Agregado Grueso Porcentajes que pasa por los Tamices Normalizados (NTP 400. 037)

| HUSO | T. Max. Nominal mm. | T. Max. Nominal Pulgadas | 100 mm | 90 mm | 75 mm | 63 mm | 50 mm | 37.5 mm | 25.0 mm | 19.0 mm | 12.5 mm | 9.50 mm | 4.75 mm | 2.36 mm | 1.18 mm | 300 um |
|------|---------------------|--------------------------|---------|-------------|---------|-------------|----------|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|--------|
| | | | 4 pulg. | 3 1/2 pulg. | 3 pulg. | 2 1/2 pulg. | 2 pulg. | 1 1/2 pulg. | 1 pulg. | 3/4 pulg. | 1/2 pulg. | 3/8 pulg. | N°4 | N°8 | N°16 | N°50 |
| 1 | 90mm a 37.5 mm | 3 1/2" a 1 1/2" | 100 | 90 - 100 | — | 25 - 60 | — | 0 - 15 | — | 0 - 15 | — | — | — | — | — | — |
| 2 | 63 mm a 37.5 mm | 3 1/2" a 1 1/2" | — | — | 100 | 90 - 100 | 35 - 70 | 0 - 15 | — | 0 - 5 | — | — | — | — | — | — |
| 3 | 50 mm a 25.0 mm | 2" a 1" | — | — | — | 100 | 90 - 100 | 35 - 70 | 0 - 15 | — | 0 - 15 | — | — | — | — | — |
| 357 | 50 mm a 4.75 mm | 2" a N° 4 | — | — | — | 100 | 95 - 100 | — | 35 - 70 | — | 10 - 30 | — | 0 - 5 | — | — | — |
| 4 | 37.5 mm a 19.0 mm | 1 1/2" a 1/4" | — | — | — | — | 100 | 90 - 100 | 20 - 55 | 0 - 5 | — | 0 - 5 | — | — | — | — |
| 467 | 37.5 mm a 4.75 mm | 1 1/2" a N° 4 | — | — | — | 100 | 95 - 100 | — | 35 - 70 | — | 10 - 30 | 0 - 5 | — | — | — | — |
| 5 | 25.0 mm a 9.5 mm | 1" a 1/2" | — | — | — | — | — | 100 | 90 - 100 | 20 - 55 | 0 - 10 | 0 - 5 | — | — | — | — |
| 56 | 25.0 mm a 9.5 mm | 1" a 3/8" | — | — | — | — | — | 100 | 90 - 100 | 40 - 85 | 10 - 40 | 0 - 15 | 0 - 5 | — | — | — |
| 57 | 25.0 mm a 4.75 mm | 1" a N° 4 | — | — | — | — | — | 100 | 95 - 100 | — | 25 - 60 | — | 0 - 10 | 0 - 5 | — | — |
| 6 | 19.0 mm a 9.5 mm | 3/4" a 3/8" | — | — | — | — | — | — | 100 | 95 - 100 | 20 - 55 | 0 - 15 | 0 - 5 | — | — | — |
| 67 | 19.0 mm a 4.75 mm | 3/4" a N° 4 | — | — | — | — | — | — | 100 | 90 - 100 | — | 20 - 55 | 0 - 10 | 0 - 5 | — | — |
| 7 | 12.5 mm a 4.75 mm | 1/2" a N° 4 | — | — | — | — | — | — | — | 100 | 90 - 100 | 40 - 70 | 0 - 15 | 0 - 5 | — | — |
| 8 | 9.5 mm a 2.36 mm | 3/8" a N° 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | 100 | 85 - 100 | 10 - 30 | 0 - 10 | 0 - 5 | — |
| 89 | 9.5 mm a 1.18 mm | 3/8" a N° 16 | — | — | — | — | — | — | — | — | 100 | 90 - 100 | 25 - 55 | 5 - 30 | 0 - 10 | 0 - 5 |
| 9 | 4.75 mm a 1.18 mm | N° 4 a 16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 100 | 85 - 100 | 10 - 40 | 0 - 10 | 0 - 5 |

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400. 037



2.2.4.5. Propiedades físicas de los agregados

El agregado grueso y fino tiene las siguientes propiedades físicas de notable consideración como son granulometría, peso específico, peso unitario, densidad, forma, humedad a esto se suma una serie de ensayos físicos importantes como el ensayo de durabilidad, abrasión, material que pasa por el tamiz 200, estos ensayos serán comparados con los parámetros de las normas (ASTM) - (NTP), las evaluaciones realizadas a los materiales nos ayudaran a la toma decisiones al momento de diseñar la mezcla de concreto. (Pasquel Carbajal 1998 P.72)

- **Peso específico**

Para hallar el peso específico de los materiales se realizará una división del peso de material entre su volumen, el cociente de esta operación es el resultado, (peso específico), sin considerar los vacíos según las normas (ASTM C-127 Y C-128,) (NTP 400.021 y 400.022) se sigue un procedimiento estándar de acuerdo con el manual de laboratorio en estado saturado, y en estado seco secado al horno y estado natural hallando la humedad del material, en la figura (2) se muestra la distribución de volúmenes de los sólidos, oquedades, para hallar el resultado se usara la siguiente formula representada líneas abajo, la estimación de peso específico para los áridos normales se sitúa entre (2.5 y 2.75 gr./cm³) (Pasquel Carbajal 1998 P.74)

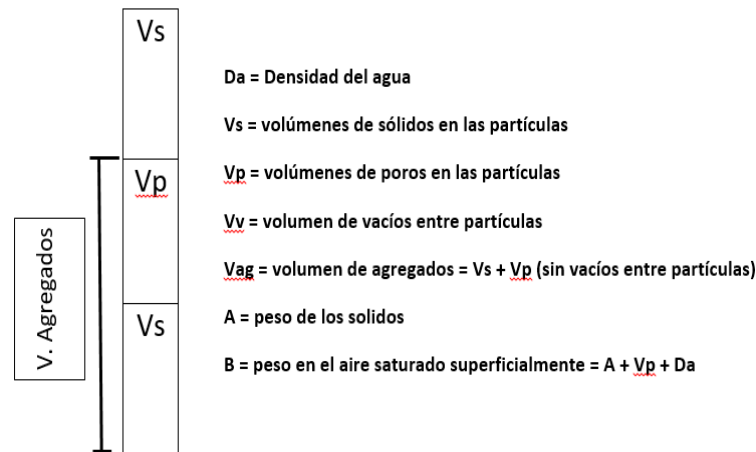


Figura 2. Peso específico

Fuente: Pasquel Carbajal

- **Peso unitario**

Matemáticamente es el cociente que se halla al dividir el peso de una fracción de material entre su volumen de recipiente conocido incluyendo los vacíos, este ensayo nos demostrara el acomodamiento de las partículas, el ensayo se realizara siguiendo el procedimiento del manual de ensayos de laboratorio de la norma (ASTM C-29). Para el peso unitario compactado o varillado se realizara el siguiente procedimiento, conocer el volumen del recipiente y su peso, luego en tres capas se colocara el material en cada capa se apisonara con 25 varilladas con una varilla de 16.mm de diámetro, luego de compactar el material se pesara, se realizara como mínimo tres veces este procedimiento para sacar un promedio, este valor estimado servirá para hacer los cálculos en el diseño de mezcla, para las proporciones en volumen y proporciones en peso, el resultado se estima para áridos normales entre (1,500 y 1,700 kg/m³). (Pasquel Carbajal p.74)



- Peso Unitario

$$P. u. s. = \frac{\text{Peso del Material}}{\text{Peso del Recipiente}}$$

- Peso Unitario Compactado

$$P. u. c = \frac{\text{Peso del Material Compactado}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

- **Porcentaje de vacíos**

Es el volumen de oquedades que tiene una fracción de material en un volumen determinado representado en porcentaje, este resultado permite conocer el nivel de acomodamiento del material.

- **Absorción**

Los áridos tienen la capacidad de absorción, que no es lo mismo que la humedad de áridos, la absorción es de llenar los vacíos con agua al interior de las partículas en estado de saturación, no se alcanza a ocupar todos los vacíos de las partículas, este valor estimado en porcentaje nos ayudara en los cálculos de dosificación del agua para la mezcla de concreto. Para hallar el porcentaje de absorción se ara según el procedimiento de la norma (ASTM C – 127 Y 128) establece la metodología para su determinación en la siguiente formula.

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S.S.S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$



- **Porosidad**

Es una característica de los agregados que es el volumen de espacios vacíos que tienen las partículas, no hay un método estándar para hallar este volumen, existen partículas que a simple vista pesan poco en relación a su volumen, esto significa que posee una apreciable cantidad de vacíos en su estructura interna, una manera de estimar esta característica es realizando el ensayo de absorción resultado que nos da en porcentaje de vacíos, cabe señalar que al saturar la muestra no se llena los vacíos en su totalidad.

- **Humedad**

La humedad de los agregados fino como del grueso son diferentes la arena alcanza mayores porcentajes de humedad mientras que la grava en menor porcentaje, esta cantidad de agua superficial retenida es por tiempo determinado, de acuerdo a su exposición a la intemperie, el factor de humedad es muy importante para la corrección de agua para la mezcla de concreto. La humedad se expresa de la siguiente manera según (ASTM C-566).

$$\textit{Humedad} = \frac{\text{Peso horiginal de la Muestra} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

- **Características resistentes**

Esta característica de los agregados es una propiedad de resistencia a esfuerzos y tensiones, durabilidad, causados por diversos agentes, (Pasquel Carbajal P. 79)



- **Resistencia**

Es una característica de los agregados que al ser sometidos a fuerzas de compresión, cizallamiento y flexión, la resistencia se mide en kg./cm^2 llamada también resistencia a la compresión para este ensayo se requiere de núcleos cilíndricos o cúbicos, el resultado de este ensayo estimara relativamente algunas propiedades del agregado como densidad, peso específico y absorción, en líneas anteriores se mencionó que las partículas normales tienen un peso específico de 2.5 a 2.7 si es así, se tendría también una resistencia a la compresión de 750 a 1200 kg./cm^2 , los agregados de peso específico entre 1.6 a 2.5 denotaran resistencias entre 200 y 750 kg./cm^2 estos resultados de resistencia a la compresión nos darán un indicio del comportamiento del concreto en estado endurecido.

Tenacidad

Es la capacidad de las partículas de resistencia al impacto, capacidad de no sufrir deformaciones, está relacionada con las propiedades de resistencia, flexión, y cizallamiento, esta evaluación servirá para la producción de piedra chancada, si se encuentra dificultades, su resultado es más cualitativo que cuantitativo.

- **Dureza**

Esta propiedad física de la grava se puede medir con el ensayo de Abrasión (máquina de los Ángeles) , resistencia al desgaste, el ensayo se realiza en un cilindro metálico y con esferas de metal en un número de 12 conjuntamente con la grava al interior del cilindro, siguiendo el procedimiento del manual de laboratorio de suelos, pavimentos y concreto del (MTC E-207), normas (ASTM) aplicables son la (C-131 y C- 535) (Pasquel carbajal 1998)



- **Características químicas**

La presencia de humedad o exposición al agua del concreto causara reacciones químicas de mayor importancia si los agregados contienen sílice reactiva estos elementos químicos reaccionan con los cementos Portland dando lugar a expansiones peligrosas del concreto. (Fernández Cánovas p.133)

- **Características geométricas y morfológicas**

Los agregados artificiales presentan una textura apreciable y una forma cubica estos atributos sirven para la adherencia de la pasta de cemento con la grava, mientras que el canto rodado (hormigón) tiene una textura lisa no apropiada para la adherencia con la pasta de cemento, estas características influyen notablemente en la resistencia y durabilidad del concreto. (Pasquel Carvajal p.86)

- **Forma**

La forma de los agregados está dada por su procedencia, el canto rodado de rio tiene una textura lisa por el transporte de materiales que realiza el agua (aguas arriba), los agregados producidos artificialmente provenientes de plantas chancadoras tienen forma cubica, textura rugosa estas características son de muy buena referencia para la fabricación de la mezcla de concreto.

- **Textura**

Es la cara superficial de los agregados, los agregados provenientes de forma natural tienen la textura lisa, y los agregados artificiales tienen la textura rugosa que facilita la adherencia de la pasta de cemento.

- **Arcillas y partículas finas**

Los áridos deben estar libre de impurezas como polvo, arcillas provenientes de la contaminación, en el acopio, si las partículas tienen adherido en las caras polvo o arcillas, esto sería perjudicial para la adherencia de la pasta de cemento, esto provocaría el incremento de agua y por consecuencia afectaría la resistencia del concreto.

El ensayo para estimar la cantidad de arcilla se llama Equivalente de arena, se usa dos probetas en donde se coloca una fracción de arena y luego se agrega el agua, para hacer el ensayo se hará de acuerdo a la norma (AASHTO T-176, ASTM D2419), (MTC-E114), la muestra entrara en saturación por 10 minutos pasado los 10 minutos se agitará por tiempo de un minuto luego se dejará decantar por un tiempo de 20 minutos, se procederá con la lectura como se muestra en la figura (3). (Fernández Cánovas p.129)



Figura 3. Ensayo de equivalente de arena

2.2.5. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico tiene el propósito de seleccionar la grava en sus diferentes tamaños en porcentajes retenidos, una vez hallado los valores se representara gráficamente en una hoja semilogaritmica donde la curva granulométrica deberá conservar los márgenes de las especificaciones y el uso granulométrico según la (NTP 400.037) (ASTM C-33), tabla (3). Otro concepto importante es el del Tamaño máximo, que en términos generales significa el menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado Se define operativamente como Tamaño máximo nominal el correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido. (Alfaro & Espinoza, 2021).

Tabla 6. Serie de tamices para concreto Norma C-33 – 90

| Abertura Pulg. | Abertura mm. |
|----------------|--------------|
| 3" | 76.2 |
| 1" 1/2 | 38.1 |
| 3/4" | 19 |
| 3/8" | 9.5 |
| N°4 | 4.75 |
| N°8 | 2.36 |
| N°16 | 1.18 |
| N°30 | 0.6 |
| N°50 | 0.3 |
| N°100 | 0.15 |
| N°200 | 0.075 |

2.2.6. Módulo de fineza

EL módulo de fineza es la suma de los porcentajes retenidos dividido entre 100, fue establecido por Duff Abrams en el año 1955 el módulo de fineza es importante para saber si una arena es fina o gruesa, se considera arena gruesa entre los valores (2.8 – 3.2, +0.2) , estos parámetros nos permitirán asumir el porcentaje de grava para el diseño de mezcla, independientemente de la gradación individual,



requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia, lo que lo convierte en un parámetro ideal para el diseño y control de mezclas (Pasquel Carbajal P.91).

De la formula

$$MF = \frac{1}{100} (8.0 + 24.0 + 35.0 + 64.0 + 83.5 + 100) = 3.14$$

- **Tamaño máximo**

Son las partículas que pasan por el primer tamiz en su totalidad NTP 400.011.

- **Tamaño máximo nominal**

Es el primer retenido de las partículas en el tamiz de abertura que indica su dimensión, NTP 400.011

2.2.7. Aditivos

Definición

Los aditivos son ingredientes que se considera necesario para la mezcla de concreto, como componente añadido a la mezcla antes y durante el mezclado, o después del mezclado, para una mezcla de cemento arena agua (mortero) o para una mezcla de concreto, en los dos casos más aditivos, este componente deberá ser dosificado cuidadosamente siguiendo las indicaciones de la ficha técnica y asiendo ensayos en laboratorio para obtener la dosis correcta, el aditivo tiene el propósito de poder modificar la mezcla de concreto notablemente en estado fresco y estado endurecido. (J Calleja Hormigón)



Los conceptos de aditivo son amplios, pero es un elemento positivo para modificar el aglomerante o mezcla de concreto durante la operación, para facilitar el colado y los tiempos de fragua y en estado endurecido su acción ha de ser estable durante el tiempo.

Los aditivos como productos químicos tienen propósitos diferentes, podemos mencionar algunos, por el tipo de vaciado, por el tiempo para ponerlo a servicio, menos tiempo, por el tipo de concreto, he aquí donde los aditivos entran a tallar cumpliendo una función importante la de modificar la mezcla de concreto.

Los aditivos como cualquier agente químico tiene contradicciones, y ara cambios inevitables en la mezcla de concreto, esto sucede cuando se aplica informalmente o por desconocimiento, estos problemas causaran un efecto secundario.

Antes de comprar grandes lotes de aditivo que se busca, se deberá hacer pruebas en laboratorio con el cemento a usar, los agregados de la zona, el aditivo aplicado en otras obras y dosis conocida no significa que tendrá el mismo efecto en otra región esto puede cambiar por tipo de cemento, agregados y clima,

Cementos que contengan aluminato de calcio y calcinados a alto horno de elevado contenido en escorias no deben utilizarse aditivos salvo que se ensayen previamente.

La dosis aplicada a la mezcla de concreto deberá ser ensayada previamente en laboratorio de concreto, una dosis mal aplicada causara efectos secundarios irreversibles, el control en planta es importante para un buen desempeño de la mezcla de concreto, si se sobrepasa ciertas dosis de aditivo es contraproducente



para la mezcla de concreto o que incluso se consigan efectos contrarios a los deseados.

Para el empleo de aditivos se deberá revisar la ficha técnica donde indica hasta que porcentaje máximo y mínimo se aplicara por kilogramo de cemento, es necesario conocer el volumen de aditivos líquidos, para que no afecte en la relación agua cemento.

Los aditivos en estado líquidos son significativamente recomendables, por su fácil dispersión con el agua, mientras que los aditivos solidos suelen formar grumos y esto hace que no tengamos una mezcla homogénea.

Tenemos que evitar la mezcla de aditivos porque cada uno tiene un propósito, y así no alterar la mezcla de concreto, la mezcla de aditivos puede traer efectos secundarios negativos, estas mezclas alteradas pueden traer consecuencias peligrosas.

Si existe dudas consultar con el área técnica del producto, caso contrario se deberá hacer ensayos en laboratorio de concreto, esta segunda opción es la más recomendada porque nos permite apreciar las bondades del aditivo a emplearse tanto en estado fresco como estado sólido, si hay un cambio de cemento también se volverá hacer ensayos en laboratorio, si se cambió el aditivo por otra marca de igual manera se ara nuevos ensayo, para evitar problemas con la mezcla de concreto.

Conviene no olvidar lo que dice Venuat respecto a los aditivos: "el correcto empleo de un aditivo supone no sólo que se haya elegido bien, sino que esté además, sea correctamente utilizado".



En la actualidad el uso de aditivos se ha vuelto indispensable, es por eso que hay gran demanda de aditivos en los proyectos importantes, porque las mezclas de concreto diseñadas con aditivos presentan una mejor calidad, características en estado fresco, docilidad cohesión , y en estado endurecido mayores resistencias y durabilidad.

Únicamente deben utilizarse aditivos de marca reconocida, cuyos requisitos a cumplir vienen recogidos en las normas UNE-EN 934-2 y UNE-EN 934-6, así como en las correspondientes normas UNE españolas.

Por último, cabe indicar que nunca un aditivo va a transformar a una mezcla de concreto malo en uno bueno, pero si podrá alcanzar que una mezcla de concreto bueno sea mejor. (Fernández Cánovas Pág. 304),

2.2.7.1. Clasificación

De acuerdo con su función principal la norma UNE-EN 934-2 y la norma ASTM C-499 clasifica a los aditivos para concreto en los siguientes:

- Aditivo reductor de agua/plastificante.- este aditivo nos permite reducir el agua sin afectar su consistencia, otro propósito es de aumentar su asentamiento (slump) sin variar la relación agua/cemento, este aditivo funciona con doble propósito como reductor de agua y como plastificante.
- Aditivo reductor de agua de alta actividad/superplastificante.- aditivo de alto rango reductor de agua, modificador de la mezcla de concreto para darle más fluidez y alto desempeño de trabajabilidad, reduce notablemente la cantidad de agua, obteniendo menores relaciones agua/cemento, está recomendado para concretos de alta resistencia.



- Aditivo reductor de agua.- Aditivo que reduce la pérdida de agua, disminuyendo la exudación.
- Aditivo inclusor de aire.- Recomendado para regiones alto andinas de bajas temperaturas, permite incorporar aire a la mezcla de concreto, (burbujas) que permiten atenuar los cambios bruscos de temperatura.
- Aditivo acelerador de fraguado.- Se caracteriza por pasar del estado fresco al estado rígido, en poco tiempo, alcanzando resistencias a tempranas edades se usa para estructuras que necesitan ponerlas a servicio en menor tiempo.
- Aditivo retardador de fraguado.- Aditivo usado para transporte de mezcla a distancias considerables, para trabajos de operación laboriosa donde tenga que mantener el asentamiento requerido para los trabajos.
- Aditivo hidrófugo de masa.- Aditivo que reduce la absorción capilar del concreto endurecido.

2.2.7.2. Plastificantes

Los aditivos plastificantes tienen el propósito de darle docilidad, cohesión a los morteros, en mezclas de concreto, aumenta la fluidez sin afectar las relaciones agua/cemento, son los indicados para el colado en lugares inaccesibles, o donde existe alta densidad de acero, en algunos casos actúa como reductor de agua.

En vista que los concretos de alta resistencia necesitan bajas relaciones agua/cemento, y tener la característica de fluidez, estas características no se conseguiría sin los aditivos plastificantes, las propiedades que le da el plastificante es muy importante para los trabajos complicados y laboriosos que se presentan en



los proyectos, para un desempeño eficiente de la mezcla de concreto, es necesario utilizar plastificantes, la mezcla permanecerá homogénea y no necesitara mucha energía de compactación esto ayudara notablemente en la mano de obra.

Los plastificantes son productos líquidos de naturaleza orgánica formados por macromoléculas tenso activas que tienden a mejorar la cohesión y reología del mortero u hormigón, sin introducir aire en su masa.

Estas moléculas tienen un extremo de su cadena hidrófilo con afinidad por el agua y otro hidrófobo, las partículas de cemento quedan adsorbidas lo cual produce un efecto lubricante y una repulsión entre las partículas, no pudiendo hidratarse de forma rápida, de esta manera atenúa el requerimiento de más agua.

Es imprescindible el uso de plastificantes en mezclas fluidas para bombeo, concretos bajo agua, el plastificante tiene esa propiedad de cohesión y plasticidad, en los morteros que se aplica para concreto lanzado, el uso de plastificantes es necesario, en estructuras de alta cuantía de acero también es recomendado para su acomodamiento con menor energía de compactación.

2.2.7.3. Súper plastificantes

Los plastificantes solo reducen el agua en un máximo de 15%, por lo tanto no es considerado como un súper plastificante de alto rango reductor de agua, si pretendemos usar el aditivo plastificante como reductor de agua de alto rango necesitaríamos volúmenes considerables, esta práctica nos llevaría a consecuencias no previstas como mayor cantidad de vacíos, segregación, exudación, modificaciones en el fraguado.



Los súper plastificantes se fabricaron hace décadas pero su desarrollo y evolución continua, estos productos súper plastificantes reductores de agua de alto rango tienen el propósito de disminuir el agua de amasado hasta en un 30% sin presentar inconvenientes mencionados líneas atrás.

También conocidos como súper fluidificantes y reductores de agua de alta actividad, se conoce que aparecieron en el año de 1964 en Japón y posteriormente en Alemania en 1972 actualmente se fabrican en diversas naciones.

Con el fin de aumentar la, fluidez de la mezcla de concreto y su buen desempeño nos lleva a la idea de incrementar el agua de amasado para conseguir mayor fluidez, pero esta idea que es supuestamente económica, incrementara mayores costos, así también afectara en las propiedades físicas del concreto en estado fresco, segregación, exudación, y estado endurecido, influye desfavorablemente en las propiedades mecánicas, durabilidad, resistencia, y permeabilidad,

Los aditivos súper plastificantes de alta actividad modifican la reología de la mezcla, alcanzando mezclas de concreto dóciles manejables fáciles de poner en obra, su capacidad apreciable de reducción de agua permite obtener bajas relaciones agua/cemento, esta bondad permitirá también reducir la proporción de cemento sin afectar su resistencia requerida. (Fernández Cánovas Pág. 308),

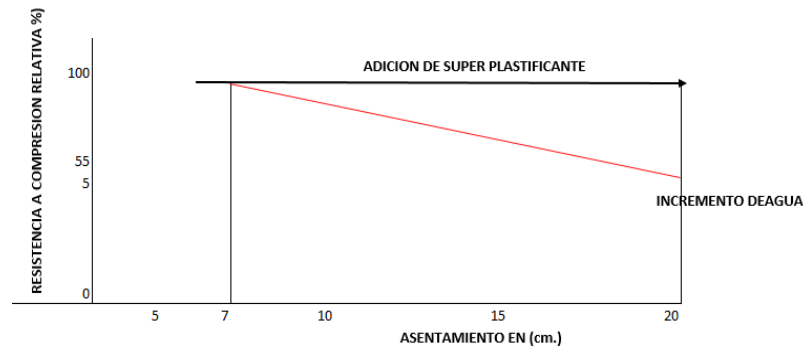


Figura 4. Acción plastificante

Fuente: (Fernández Cánovas 2007)

El otro propósito de empleo de estos aditivos radica en, bajar las relaciones agua / cemento y mantener la fluidez de la mezcla de concreto, aplicando aditivos súper plastificantes reductores de agua, con lo que se puede reducir la relación agua/cemento y conseguir incrementar las resistencias mecánicas, los súper plastificantes, se clasifican en tres grupos fundamentales:

- Condensados de formaldehído melanina sulfonados (SMF).
- Condensados de formaldehído naftaleno sulfonados (SNF).
- Lignosulfonatos modificados (MSL). - Derivados de éteres policarboxílicos.

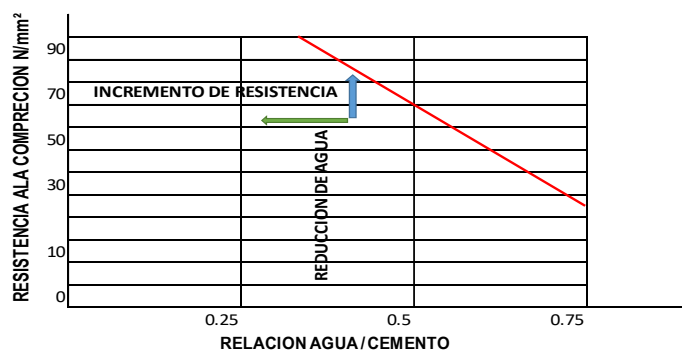


Figura 5. De relación agua cemento

Fuente: (Fernández Cánovas 2007)



2.2.7.4. Retardadores de fragua

Son sustancias que retardan la disolución de los constituyentes anhidros del Cemento o su difusión.

Los retardadores de fragua se clasifican como sustancias inorgánicas y orgánicas, dentro de las inorgánicas se encuentran sustancias solubles como el óxido de zinc, fosfatos y fluoruros, cloruro de aluminio, cloruro de zinc, sulfato de cobre, nitrato de calcio, etc. Entre las orgánicas tenemos los derivados de resinas vegetales, la glucosa, almidón, sacarosa, celulosa, azúcares, aminoácidos, etc., en pequeñas fracciones y concentraciones pueden parar el proceso de fragua, y endurecimiento de la mezcla de concreto.

Los retardadores actúan según su naturaleza de formas distintas, formando sales cálcicas que son adsorbidas por las partículas de cemento, envolviendo a la partícula de cemento y de esta manera retrasando su hidratación, la otra forma es favoreciendo la solubilidad de sulfato de calcio que de por sí es un retardador de fragua.

Cuando el aditivo retardador de fragua no es correctamente aplicado tiene serias consecuencias como el no fraguar por más de 24 horas y no alcanzar el endurecimiento del concreto, se deberá tener un exhaustivo control a la hora de dosificar este aditivo, es por eso que optan por usar plastificantes reductores de agua que también retardan el fraguado pero en poco tiempo, una desventaja de usar retardadores de fragua es que las resistencias a tempranas edades son menores a lo esperado.



La tarea principal del aditivo retardador de fragua es de permanecer fresco en el tiempo con las características iniciales de amasado, para un determinado tiempo, su empleo es frecuente cuando se tiene que transportar a considerables distancias, la mezcla de concreto, también es recomendable para hormigones bombeados,

2.2.7.5. Requisitos de los aditivos

Según la norma (ASTM C – 494) para modificar las propiedades del concreto deberá cumplir lo siguiente.

- Libre o exento de cloruros
- Reducir la demanda de agua
- Incrementar la resistencia a compresión
- Darle trabajabilidad a la mezcla de concreto

Para que la mezcla de concreto tenga un desempeño adecuado para las condiciones particulares de la zona (clima), y para el proceso constructivo de la estructura a ejecutarse, se deberá hacer ensayos en laboratorio de concreto con anterioridad, para hallar la dosis correcta, que tendrá un tiempo de acción localizado.

2.2.7.6. Consideraciones de empleo

- Verificar la fecha de expiración
- Verificar la ficha técnica
- Pedir el certificado de calidad
- Verificar el producto según sus características



- Verificar la ficha de seguridad

2.2.8. Diseño de mezcla de concreto

Es la dosificación correcta de cemento, piedra y arena, agua y aditivos para la mezcla de concreto, estas proporciones deberán ser idóneas según el método de diseño usado, para la trabajabilidad, según sea la estructura donde se aplicara, la mezcla de concreto en estado endurecido deberá tener resistencia y durabilidad requeridas por el proyecto.

2.2.8.1. Concreto en estado fresco

Denominamos "concreto fresco" a la mezcla de concreto que posee docilidad, plasticidad, tiene la facultad de poder moldearse. El concreto fresco posee una vida que está comprendida entre el momento en que abandona la mezcladora u hormigonera y aquél en que se inicia el fraguado del cemento; esta vida es variable dependiendo del tipo de cemento empleado, de la dosificación de agua, de la temperatura, del empleo de aditivos, etc. Las propiedades más características del hormigón fresco son: la consistencia, la docilidad y la homogeneidad.

2.2.8.2. Medida de la consistencia y docilidad (Slump)

El ensayo de consistencia, (slump) también llamado asentamiento lo realizamos cuando la mezcla de concreto está en estado fresco, para estimar la medida de asentamiento, utilizaremos el cono de Abrams este ensayo es fácil de realizar, los resultados que nos brindara el cono de Abrams es importante para poder calificar su consistencia, si está seca, trabajable o fluida, para hacer el

ensayo inicialmente mojaremos el cono, y luego lo asentaremos en la base sujetándolo rígidamente, ahora le echaremos mezcla de concreto en tres capas, cada capa deberá ser apisonada con la varilla de acero con 25 golpes, una vez terminado el llenado se enrasara la parte superior del cono, para luego levantar hacia arriba lentamente el cono, la altura que hay entre el cono y el asentamiento de la mezcla será la medida, como se muestra en la figura (6), el ensayo se realizara siguiendo la norma (ASTM C – 43), (UNE-EN 12350-2).

Las medidas del cono son las siguientes la altura del cono es de 30 cm, el diámetro inferior es de 10 cm, diámetro superior 20 cm. La varilla tiene un diámetro de 16 mm. Y una longitud de 60 cm.

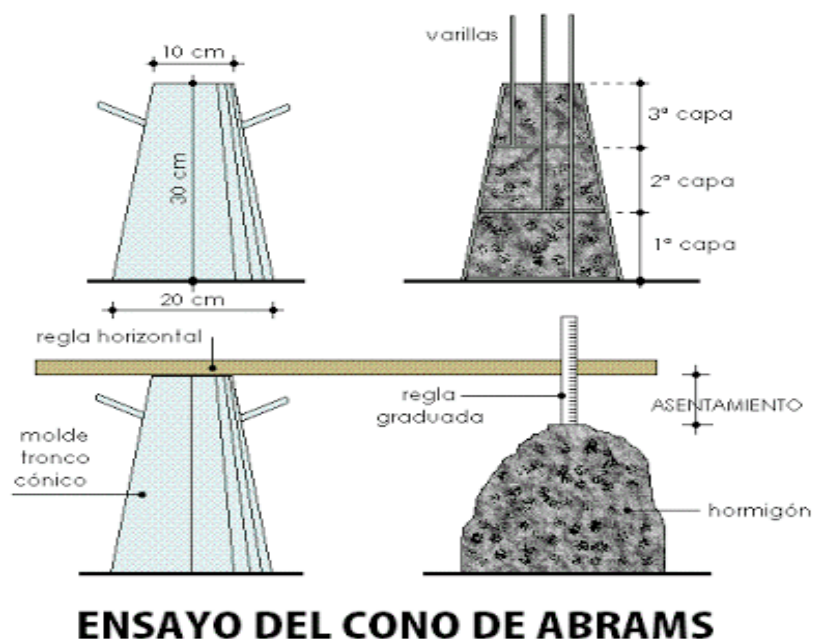


Figura 6. Ensayo de revenimiento (Slump)



2.2.8.3. Otras propiedades de concreto en estado fresco

- **Trabajabilidad:** Se considera una mezcla trabajable si su capacidad de acomodamiento no requiere de mucha energía de compactación, las mezclas dóciles, es recomendada en estructuras que presenten una apreciable cuantía de acero, se puede medir con el cono de Abrams.
- **Segregación:** Es una característica de la mezcla de concreto no deseada, es la separación de los áridos finos de los gruesos, esto se debe a dosificaciones no apropiadas de los áridos, también podría ser por un exceso de aditivos.
- **Exudación:** Se muestra cuando el agua de amasado asciende hacia arriba, esta característica no deseada se produce algunas veces por la carencia de finos,

Una arena muy gruesa, o también depende de la finura del cemento.

- **Contracción:** Se produce cuando empieza el inicio de fragua, por la pérdida de agua y cambio volumétrico del concreto, también está asociado a los cambios bruscos de temperatura, este fenómeno hace que se fisure el elemento de la estructura.

2.2.8.4. Concreto en estado endurecido

Es una característica intrínseca de la mezcla de concreto, una vez obtenida esta propiedad de maduración en edad (días), tiene capacidad de soportar cargas de presión siendo su mejor comportamiento con respecto a la tracción.

- Resistencia *a la flexión*

El concreto no se caracteriza por tener esta propiedad, su mayor virtud del concreto es de resistir a la compresión, los elementos de la estructura, vigas,



columnas están sometidos a la flexión y compresión, tienen una zona sometida a compresión y otra región en que predominan los esfuerzos a flexión, esta propiedad es importante en estructuras de concreto simple como las losas de pavimentos (Sánchez, 1996, Rivva, 2000)

- Resistencia ala tracción

La tracción no es una propiedad que caracteriza al concreto, es un material que se resiste a las fuerzas opuestas (tracción) baja, del orden de la décima parte de su resistencia a la compresión. Esta fragilidad de la resistencia a fuerzas opuestas, es causa frecuente de fisuración. (Fernández Cánovas Pág. 408)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada, Se trata de un muestreo probabilístico para un diseño experimental (Alfaro & Gonzales, 2008), basado en tres tratamientos.

Se utilizó tradicional método ACI 211, la técnica consiste en determinar la dosificación de los áridos, aditivos, agua, etc. Para una mezcla de concreto de consistencia fluida adecuada, para el concretado de pilotes, y el concreto a diseñar deberá garantizar una resistencia requerida por el proyecto a los 28 días, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, la metodología para hallar la dosis correcta de aditivo se usara la ficha técnica del fabricante de aditivos, así también la experiencia propia de laboratorio del contratista, la metodología para el asentamiento requerido, trabajabilidad de la mezcla se ha encontrado en base a las evaluaciones con el ensayo de slump ASTM C - 43 (Estándar Test Method for Slump of Hydraulic-cement concret).

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se trata de un muestreo probabilístico para un diseño experimental (Alfaro & Gonzales, 2008) cuantitativo.

- 1.- Patrón cero aditivos.
- 2.- con aditivo plastificante al 1% por kilogramo de cemento y retardante de fragua al 0.2%.
3. - Con aditivo plastificante al 1.3 % por kilogramo de cemento y retardante de fragua al 0.35% por kilogramo de cemento



3.3. TAMAÑO MUESTRAL

El tamaño de la muestra está determinado por el número de ensayos realizados, en tres juegos con un total de 48 testigos. Se trata de un muestreo probabilístico para un diseño experimental (Alfaro & Gonzales, 2008) basado en la experiencia de trabajo del laboratorio del contratista, ficha técnica de los aditivos.

Tabla 7. Descripción del tamaño de muestra

| Tipo de mezcla | Edad | | | | N° de briquetas |
|--|------|---|----|----|-----------------|
| | 3 | 7 | 14 | 28 | |
| Cero aditivos (patrón) | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| Con aditivo Retardante al 0.2%, plast. 1.0% | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| Con aditivo Retardante al 0.35%, plast. 1.3% | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| N° total de briquetas | | | | | 48 |

Nota: Elaboración propia

3.4. DETERMINACION DE LA FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD

Se realizó ensayos de revenimiento siguiendo la norma, slump ASTM C - 43 (Estándar Test Method for Slump of Hidraulic-cement concret).

Para cada tipo de mezcla durante el tiempo que nuestras especificaciones lo piden, donde se tuvo un horizonte de 180 minutos con temperaturas que oscilan entre 25 y 27 °C de concreto y 26° a 30 °C , ambiente, con intervalos que se muestra en las tablas (21, 23 y 24.)



3.5. GENERALIDADES

La construcción de los Puentes requiere una mezcla de concreto muy particular (fluida Slump 8 a 9 pulg.) con un periodo de tiempo de permanencia en fluidez de tres horas como mínimo) para cimentaciones profundas (pilotes hormigonados ínsito), el problema a mencionar es las elevadas temperaturas de la zona tropical en un promedio de 26°C a 30°C, que no ayudan a la mezcla a tener la fluidez deseada, el estudio y diseño de mezcla de concreto fluido en la zona tropical de la región de Puno nos llevó hacer tres diseños de mezcla de concreto con diferentes dosis de aditivo.

1. Patrón cero aditivos.
2. Con aditivo plastificante al 1% por kilogramo de cemento y retardante de fragua al 0.2%. por kilogramo de cemento
3. Con aditivo plastificante al 1.3 % por kilogramo de cemento y retardante de fragua al 0.35% por kilogramo de cemento

Se utilizó dos tipos de aditivo de reconocida marca, **retardante de fragua** y un plastificante de alto rango, reductor de agua, se experimentó la modificación y los cambios de las propiedades de la mezcla de concreto en estado fresco como en estado endurecido, para el diseño se utilizó el tradicional método A.C.I 211.

La importancia de los mencionados puentes conlleva a desarrollar el análisis e investigación en el laboratorio del contratista para verificar la eficiencia y operatividad del concreto diseñado teniendo presente las siguientes consideraciones.

- Clima cálido
- Aplicación de concreto con alta concentración de acero
- Aplicación de concreto bajo agua

3.6. COMPONENTES DE MEZCLA

La masa de concreto está constituida por agregados gruesos y finos, cemento portland tipo I, agua de amasado aditivo plastificante reductor de agua Sikament 306 con el fin de darle cohesión y trabajabilidad dándole alta docilidad, retardante de fragua Plastiment TM – 12 con el fin de atenuar la pérdida de fluidez y trabajabilidad se tiene en cuenta que los aditivos empleados están libres de cloruros que atenten contra la integridad del acero.

3.6.1. Áridos

Los concretos diseñados en la presente tesis corresponden a una mezcla de materiales pétreos (finos y gruesos) dosificados por separado tal como lo contempla la norma ASTM C-33, provenientes de la cantera Rio Blanco ubicado en el km. 306+820 L/d. del Corredor Vial y está constituido por depósitos aluviales, arrastre de sólidos generados por la corriente del Rio San Gabán, compuesto por gravas sub redondeadas y redondeadas en matriz arenosa de granos gruesos, La cantera Rio Blanco cumple las características de potencia y calidad, y por su condición de origen aluvial es una cantera renovable.

- **Agregado grueso**

La gradación empleada se ajusta a la norma ASTM C-33 de acuerdo al huso granulométrico N°6 NTP 400.037 para tamaños máximos nominales de 12.5 mm. (1/2")

Se considera como agregado grueso al material que queda retenido en el tamiz 4.74mm (N°4), Para el presente diseño de concreto fluido el agregado

grueso empleado es triturado por estricto cumplimiento del expediente técnico y es proveniente de la cantera km 306+820. Los análisis básicos de caracterización física, así como los diseños de mezcla fueron desarrollados en el laboratorio del concesionario, otros ensayos especiales químicos han sido desarrollados en laboratorios externos como: ARPL (Lima), se muestra los resultados de la evaluación del agregado grueso primeramente en cuanto a su granulometría o gradación y luego en cuanto a requerimiento de calidad.

En la figura (1.8) se muestra la gradación del agregado grueso y se puede observar que se ubica dentro de los límites del huso N°-6 de la NTP 400. 037.

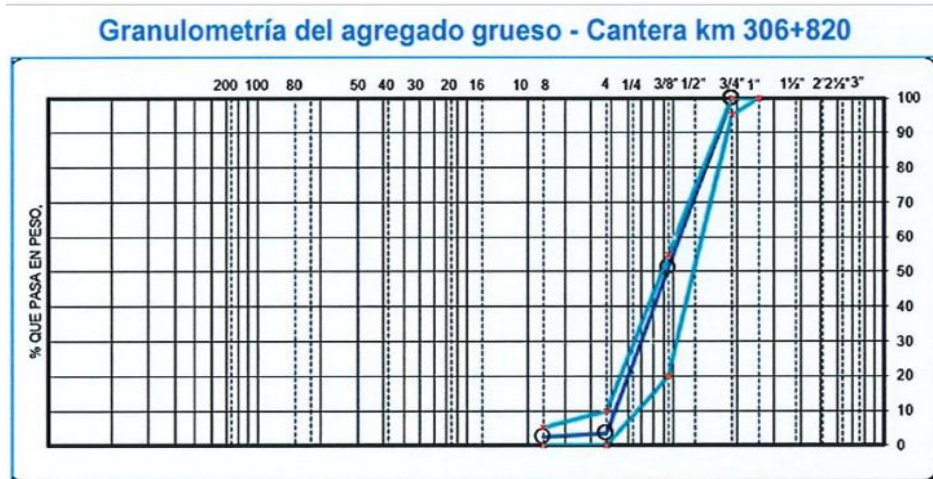


Figura 7. Granulometría del agregado grueso

Fuente: Propia

Tabla 8. Características del agregado grueso

| TM. TM.N. MF. DEL AGREGADO GRUESO | |
|--|-----------------|
| Parámetro | Agregado grueso |
| Tamaño máximo | 3/4" |
| Tamaño máximo nominal | 1/2" |
| Módulo de fineza | 6.41 |

Fuente: elaboracion propia

Tabla 9. Propiedades físicas del agregado grueso

| Parámetros | Norma | Resultados |
|---|-------------|------------|
| Peso específico,(gr/cm ³) | MTC E - 205 | 2751 |
| Peso unitario suelto, (kg/m ³) | MTC E - 203 | 1467 |
| Peso unitario compactado, (kg/m ³) | MTC E - 203 | 1593 |
| Absorción (%) | MTC E - 205 | 0.75 |
| Humedad (%) | MTC E - 108 | 0.15 |

Fuente: MTC 2011

Tabla 10. Requerimiento de calidad del agregado grueso

| PARAMETROS | NORMA | REQ. EETT | RESULTADOS | APROVACION |
|---|-------------|-------------|------------|------------|
| Partículas chatas y alargadas (%) | NTP 400.040 | 10, max. | 4.4 | Cumple |
| Partículas con una cara fracturada,(%) | MTC E-210 | 60, min. | 100 | Cumple |
| Partículas con dos o más caras fracturadas,(%) | MTC E-210 | 100, max. | 100 | Cumple |
| Abración M. angeles | MTC E-207 | 40, max. | 18.2 | Cumple |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E-209 | 18, max. | 1.0 | Cumple |
| Terrones de arcilla y partículas deleznales | MTC E-212 | 3, max. | 00 | Cumple |
| Contenido de sulfatos (ion SO ₄),(%) | AASHTO T290 | 1, max. | 0.0458 | Cumple |
| Contenido de cloruro (ion Cl),(%) | AASHTO T291 | 0.1, max. | 0.0010 | Cumple |
| Carbon y lignito | MTC E-210 | 0.5, max. | Ausente | Cumple |
| Reactividad alcali-agregado | ASTM D289 | No reactivo | inocuo | Cumple |

Fuente: propia

- **Agregado fino**

La arena zarandeada lavada, proveniente de la cantera Rio Blanco km. 306, esta arena natural procesada logra ajustarse a la norma ASTM C-33 y NTP 400.037, con un módulo de fineza de 2.84.

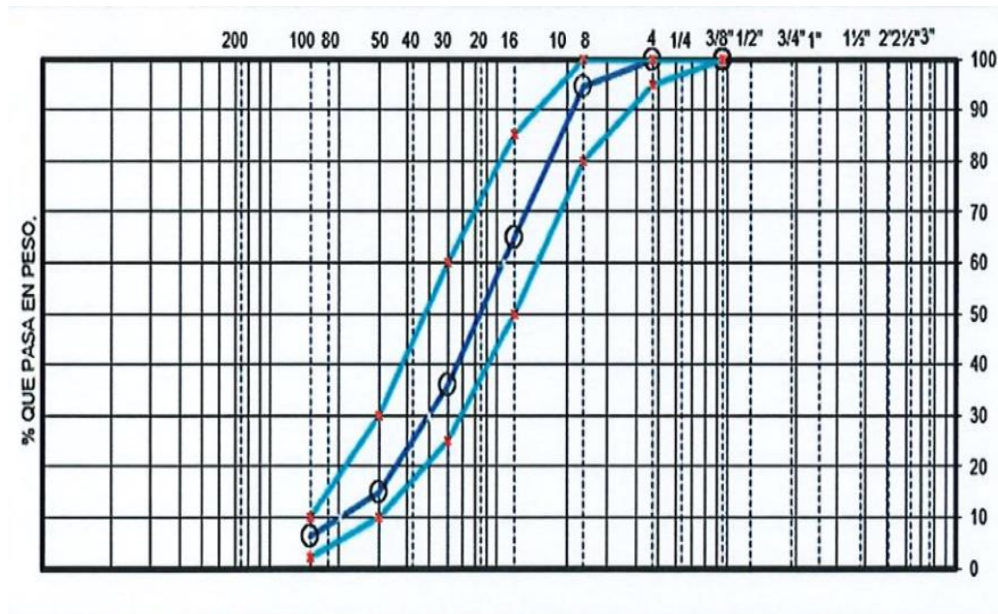


Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino

Tabla 11. Características del agregado fino

| TM. TMN. MF. DEL AGREGADO FINO | |
|---------------------------------------|---------------|
| Parámetro | Agregado Fino |
| Tamaño máximo | 4/16" |
| Tamaño máximo nominal | 4.75 mm. |
| Módulo de fineza | 2.84 |

Fuente: elaboracion propia

Tabla 12. Propiedades Físicas del Agregado fino

| Propiedades Físicas del Agregado fino | | |
|---|-----------|------------|
| Parámetros | Norma | Resultados |
| Peso Específico, (gr./cm ²) | MTC E-205 | 2.669 |
| Peso Unitario Compactado (gr./cm ²) | MTC E-203 | 1756 |
| Peso Unitario Suelto (gr./cm ²) | MTC E-203 | 1591 |
| Absorción (%) | MTC E-205 | 1.802 |
| Humedad (%) | MTC E-108 | 1.41 |

Fuente MTC – 2011

Tabla 13. Requerimiento de calidad del agregado fino

| | | | | |
|---|-------------|-----------|--------|--------|
| Equivalente de Arena, (%) | MTC E-114 | 75, min. | 83 | Cumple |
| Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables,(%) | MTC E-210 | 3, Max. | 0 | Cumple |
| Material que pasa la Malla N 200, (%) | MTC E-202 | 3, Max. | 2.82 | Cumple |
| Partículas livianas | MTC E-207 | 0.5, Max. | 0 | Cumple |
| Durabilidad al Sulfato de Magnesio | MTC E-209 | 15, Max. | 6 | Cumple |
| Contenido de Sulfatos (ion SO ₄), (%) | AASHTO T290 | 1, Max. | 0.0329 | Cumple |
| Contenido de cloruros (ion Cl).(%) | AASHTO T291 | 0.1, Max. | 0.0016 | Cumple |

Nota: Elaboración propia

3.6.2. Cemento

El aglomerante a emplear será cemento Portland tipo I, de la denominación Yura fabricado por cementos Yura-Arequipa, las características físico químicas del producto pegante se observan en los certificados de calidad, (anexos).

Tabla 14. Características técnicas del cemento Portland T-I

| Características técnicas del cemento Portland T-I | | |
|---|----------------------|---------------|
| Parámetro | Cemento Portland T-I | NTP - 334.009 |
| Peso específico (gr./cm ³) | 3.09 | |
| Requerimientos Químicos | | |
| Oxido de Magnesio, MgO, % | 2.52 | 6.0 |
| Trióxido de Azufre, SO ₃ , % | 2.53 | 3.0 |
| Perdida por Ignición (%) | 1.39 | 3.0 |
| Residuo insoluble, (%) | 0.93 | 1: 5 |

Fuente: Cemento Yura

Tabla 15. Requerimientos físicos del cemento portland tipo I

| Requerimientos físicos del cemento portland tipo I | | |
|---|-----------|-----------|
| Finura (superficie específica Blaine, cm ² /gr.) | 3,720 | 2600 |
| Expansión en autoclave, % | 0.05 | 0.80 max. |
| Tiempo de fragua, ensayos vicat, minuto | | |
| Tiempo de fraguado inicial (minutos) | 184 | 45 min. |
| Tiempo de fraguado final (minutos) | 235 | 375max. |
| Contenido de aire del mortero | 5.47 | 12max. |
| Resistencia a la compresión, Kg/cm ² | | |
| 01 día | 164 | |
| 03 días | pendiente | |
| 07 días | pendiente | 122min. |
| 28 días | pendiente | 194min. |

Fuente: cementos Yura

3.6.3. Agua

La fuente de agua autorizada para el diseño de mezcla de concreto fluido está ubicada en el margen izquierdo río afluente al río San Gabán denominado Chaguarmayo km, 300+050, los resultados físicos químicos son satisfactorios de acuerdo a la norma MTC E 716.

Tabla 16. Requisitos físicos de agua para concreto

| PARAMETRO | REQ. EETT. | FUENTE KM 300+050. |
|--|------------|--------------------|
| Contenido de cloruros ion Cl (ppm) | 1000 | 33.99 |
| Contenido de sulfatos ion (So4) (ppm) | 1000 | 40.8 |
| Álcalis como Na ₂ O+0.658ksO(ppm) | 1000 | 87.78 |
| Solidos totales por masa, (ppm) | 5000 | 6 |
| Materia orgánica, (ppm) | 3 | < 0.10 |
| PH. | 5.5 - 8 | 7.07 |

Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Aditivos químicos

- **Aditivo plastificante reductor de agua**

El aditivo empleado pertenece a la firma SIKA denominado sikament 306 de alto poder fluidificante y reductor de agua para poder conseguir altas resistencias el mencionado aditivo cumple un doble propósito ya mencionado, su tasa de acción como plastificante es de 0.5% - 1% del peso del cemento y como superplastificante reductor de agua la tasa es de 1% - 2% de peso de cemento, para obtener asentamientos de (8''- 9'') ensayado según la norma ASTM 143, el aditivo cumple con la norma ASTM C-494 tipo G, la ficha técnica se muestra en los anexos.

- **Aditivo retardante de fragua**

Aditivo que también pertenece a la marca SIKA denominado plastiment TM-12 este aditivo retardante permite prolongar los tiempos de fragua, la tasa de aplicación según su ficha técnica recomienda 0.2% - 0.9% previa pruebas de diseño.

Para la estructura que se va emplear el aditivo cumple con la norma ASTM C-494 tipo B y tipo D, la ficha técnica se muestra en los anexos.



3.7. METODOLOGIA DEL DISEÑO

Debido a la poca experiencia en cimentaciones profundas, pilotes hormigonados ínsito en la región de Puno, se experimentara tres diseños de mezcla de concreto con diferentes dosis de aditivo recomendadas por el fabricante y con experiencia propia de laboratorio del contratista, se eligió el tradicional método convencional A.C.I. – 211

3.7.1. Método A.C.I.-211 para hormigón convencional

Es un método en el que se parte de la resistencia que debe tener el concreto, siendo adecuado para todo tipo de estructura.

Los cuadros de valores que se dan en este método están basados en el empleo de cementos americanos recogidos de la norma ASTM C-150 – 99 este método fija la relación agua cemento según predominen las razones de durabilidad o de resistencia.

En el primer caso la durabilidad está relacionada con la resistencia que ofrece el hormigón frente a acciones externas agresivas tanto de tipo físico como químico, como pueden ser los efectos del hielo y deshielo o la acción de las aguas puras, de mar, sulfatadas u otros agentes agresivos.

Está basado en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C-33, define el agua de mezcla empíricamente en función del tamaño máximo del agregado y del asentamiento como medida de trabajabilidad, establece de manera empírica el volumen del agregado grueso compactado en seco en función al tamaño máximo de la piedra y el módulo de fineza de la arena según la tabla y correlaciona la relación agua



cemento en peso con la resistencia en compresión, según la tabla correspondiente.

(Pasquel Carbajal Pág. 185)

Estos criterios de diseño servirán como guía para nuestro diseño ya que las tablas del comité A.C.I. 211 no se utilizan en forma absoluta solo nos permitirán acercarnos a la mejor propuesta de diseño en base a experimentación de mezclas de concreto fluido confeccionadas en laboratorio.

La trabajabilidad de la mezcla se ha encontrado en base a las evaluaciones con el ensayo de Slump ASTM C - 143 (Estándar Test Method for Slump of Hydraulic-cement concret). Se siguió las recomendaciones de la norma Española para concreto fluidos. (UNE)-EN1536: 2011 + A1.

- Alta capacidad de resistencia contra la segregación
- Alta plasticidad y buena cohesión
- Buena fluidez
- Capacidad de auto compactación
- Suficiente trabajabilidad durante el proceso de vertido incluido la retirada de fundas provisionales

Para la elaboración de mezcla de concreto fluido se siguió los siguientes parámetros de diseño.

- Resistencia a la compresión según especificación a 28 días $f'c=280$ kg./ cm²
- Asentamiento inicial menor 9"
- Asentamiento mínimo de permanencia de 8"
- Tamaño máximo de agregado grueso $\frac{3}{4}$ "



- Consumo mínimo de cementante mayor a 375 kg/cm² para hormigones bajo agua
- Relación agua/cemento menor 0.50

3.7.2. Secuencia de procedimiento de diseño de mezcla de concreto fluido

- Selección de resistencia promedio kg./cm²
- Elección del Tamaño Máximo de Agregado.
- Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire.
- Selección de la relación agua cemento (a/c)
- Elección del asentamiento o slump

Se utilizó la tabla de nuestras EETT. N° 506.1 donde indica lo siguiente.

Tabla 17. Resistencia Promedio Requerida

| Resistencia Promedio Requerida | |
|--|--|
| Resistencia Especificada a la compresión | Resistencia Promedio Requerida a la compresión |
| <20.6 Mpa (210kg/cm ²) | f'c + 6.8 MPA (70 Kg./cm ²) |
| 20.6 - 34.4 Mpa (210-350 kg./cm ²) | f'c + 8.3 MPA (85 Kg./cm ²) |
| > 34.3 Mpa (350kg./cm ²) | f'c + 9.8 MPA (100 Kg./cm ²) |

Fuente: EETT - PP

- Aplicando la tabla (18), tenemos una resistencia promedio de f'cr=365 kg./cm²
- Ahora bien para hallar la relación agua cemento aremos una interpolación usando la tabla del A.C.I en donde se obtiene la Relación a/c= **0.47** este dato se tomara como referencia para diseñar las mezclas de concreto fluido.

Tabla 18. Relación agua cemento Relación. (A/C)

| Resistencia a compresión a 28 días | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| kg./cm ² | | |
| 450 | 0.38 | |
| 400 | 0.43 | |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 150 | 0.80 | 0.71 |
| 150 | 0.80 | 0.71 |

Fuente: A.C.I 211

Con estos datos procederemos a hacer el diseño de mezcla (1) ensayo (0) aditivos.

3.7.3. Datos de los materiales para elaborar los diseños de mezcla de concreto fluido.

Tabla 19. Características de los agregados

| CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS | ARENA | GRAVA |
|---|--------|-------|
| Peso específico P.E (kg./M ³) | 2.669 | 2.731 |
| Peso unitario suelto(kg/m ³) | 1591 | 1467 |
| Peso unitario compactado (kg/m ³) | 1756 | 1593 |
| Contenido de humedad (%C.H.) | 1.41 | 0.15 |
| Absorción (ABS.) | 1.802 | 0.75 |
| Módulo de fineza (M.F.) | 2.84 | 6.3 |
| Tamaño máximo (T.M.) | < 3/8" | 1/2" |

Fuente: Propia

Tabla 20. Datos de diseño $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$

| DATOS DE DISEÑO $f'c = 280 \text{ Kg./cm}^2$ | |
|--|-----------------|
| Resistencia compresión promedio kg/cm ² | 365 |
| Peso específico del cemento (kg/m ³) | 3.09 |
| aire incorporado (si)-(no) | no |
| Asentamiento-slump (pulg.) | 8"- 9" |
| Relación agua cemento | < 0. 47 |
| volumen de mezcla | 1m ³ |

Fuente: Propia

3.8. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVOS (0.0%)

Tabla 21. Diseño de mezcla

| | | | |
|--|---|----------------------|-----------|
| ESTRUCTURA : | PUENTE LLOCLLAMAYO: 1 Y LLOCLLAMAYO: 2 | FECHA: | 23-Oct-21 |
| ELEMENTO : | PILOTES (CIMENTACIONES PROFUNDAS) | REVISADO: | RTR |
| RESISTENCIA : | 280 Kg/cm² | ING. RESPON : | CAS |
| DATOS | | | |
| Concreto sin aire incorporado | | | |
| Cemento = | 0.1447 | m ³ | |
| Agua = | 0.2235 | m ³ | |
| Aire = | 0.020 | m ³ | |
| | 0.0000 | m ³ | |
| % Reduccion agua estimado | 0.0 | % | |
| f'c= | 280 | kg/cm ² | |
| Factor de Seguridad | 85 | % | |
| f'c (diseño) = | 365 | kg/cm ² | |
| Cemento Portland | yura | | |
| Tipo I | X | | |
| Peso específico | 3.09 | | |
| Agregado Fino Cantera Rio Blanco km 306+800 LD | | | |
| Peso específico (base saturada) | 2.669 | Tn/m ³ | |
| Peso unitario compactado | 1.756 | Tn/m ³ | |
| Peso unitario suelto | 1.591 | Tn/m ³ | |
| Absorción | 1.802 | % | |
| Humedad (w) | 1.41 | % | |
| Módulo de fineza | 2.84 | | |
| Agrego Grueso Chancado Cantera Rio Blanco km 306+800 LD | | | |
| Tam. Máx Nominal | 1/2 " | | |
| Peso unitario compactado | 1.593 | Tn/m ³ | |
| Peso unitario suelto | 1.467 | Tn/m ³ | |
| Peso específico (base saturada) | 2.731 | Tn/m ³ | |
| Absorción | 0.750 | % | |
| Humedad (w) | 0.15 | % | |
| PROCESAMIENTO (Continuación) | | | |
| Volúmenes absolutos | | | |
| Agregado grueso = | 0.0000 | m ³ | |
| Sub-total | 0.2683 | m ³ | |
| Contenido de Agregado fino | | | |
| Volúmen absoluto fino = | 0.3435 | m ³ | |
| Peso fino seco = | 917 | kg/m ³ | |
| Valores de diseño | | | |
| Cemento = | 447 | kg/m ³ | |
| Agua = | 224 | lt/m ³ | |
| Agregado fino seco = | 917 | kg/m ³ | |
| Agregado grueso seco = | 733 | kg/m ³ | |
| | 0.00 | kg/m ³ | |
| | 0.00 | kg/m ³ | |
| | 0.00 | kg/m ³ | |
| Corrección por humedad | | | |
| Agregado fino húmedo = | 930 | kg/m ³ | |
| Agregado grueso húmedo = | 734 | kg/m ³ | |
| Humedad superficial de los agregados | | | |

| VARIABLES DE CALCULO | | | | | | |
|---|---------------------------|---------|---|-----|-----|------|
| Seleccionar el asentamiento de acuerdo a especificación | 20 - 22 cm | | | | | |
| Aditivo Retardante Fragua | 0.0 % cemento | | | | | |
| Plastificante: Reductor de Agua | 0.00 % cemento | | | | | |
| Volumen unitario de agua | 224 lt/m ³ | | | | | |
| Contenido de aire atrapado | 2.0 % | | | | | |
| Relación a/c por resistencia | 0.500 a/c | | | | | |
| Factor cemento | 447 kg/m ³ | | | | | |
| | 10.5 bis | | | | | |
| Contenido agregado grueso | 0.460 peso/m ³ | | | | | |
| Peso agregado grueso = | 733 kg/m ³ | | | | | |
| RESULTADOS FINALES | | | | | | |
| Proporción en peso (húmedo) | | | | | | |
| 447 | 930 | 734 | c | af | ag | agua |
| 447 | 447 | 447 | 1 | 2.1 | 1.6 | 20.5 |
| lt/saco | | | | | | |
| Proporción en Volumen pie3 (Humedo) | | | | | | |
| 10.5 | 20.597 | 17.632 | c | af | ag | agua |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 1 | 2.0 | 1.7 | 20.5 |
| lt/saco | | | | | | |
| Relación a/c | | | | | | |
| a/c diseño | 0.50 | | | | | |
| a/c efectivo | 0.48 | | | | | |
| Peso por tanda | | | | | | |
| cemento = | 42.5 | kg/saco | | | | |
| agua efectiva = | 20.5 | lt/saco | | | | |
| agregado fino húmedo = | 88.4 | kg/saco | | | | |
| agregado grueso húmedo = | 69.8 | kg/saco | | | | |

| | | |
|--|-------------|-------------------------|
| Agregado fino = | 0.39 | % |
| Agregado grueso seco = | 0.60 | % |
| Aporte de humedad (agua) de los agregados | | |
| Agregado fino = | 3.59 | lt/m ³ |
| Agregado grueso seco = | 4.40 | lt/m ³ |
| Aporte de humedad agregados = | 7.99 | lt/m ³ |
| Agua efectiva = | 215.51 | lt/m ³ |
| Pesos corregidos por humedad | | |
| Cemento = | 447 | kg/m ³ |
| Agua efectiva = | 216 | lt/m ³ |
| Agregado fino húmedo = | 930 | kg/m ³ |
| Agregado grueso húmedo = | 734 | kg/m ³ |
| | 0.000 | kg/m ³ |
| | 0.00 | kg/m ³ |
| Peso Volumétrico | 2326 | kg/m³ |

3.8.1 Elaboracion de la mezcla de concreto (cero aditivos)



Figura 9. Mezcla de concreto cero aditivos



Figura 10. Asentamiento inicial 9"



Figura. 11. Asentamiento a 2 horas

3.8.2. Evolucion de consistencia en el tiempo

Para la mezcla de concreto patrón $f'c=280$ kg/cm² cero aditivos y con la fluidez de revenimiento de un máximo de 9", se midió la pérdida de consistencia en el tiempo con el cono de Abrams en intervalos de tiempo de 30 minutos, y se obtuvo los siguientes datos como se muestra en la tabla (21) y el grafico numero (14) slump vs. horas

Tabla 22. Reducción de asentamiento en el tiempo

| hora | T. transcurrido | slump | T° concreto | T° ambiente |
|-------|-----------------|--------|-------------|-------------|
| 8:45 | 10 minutos | 9 " | 25.2 | 26.4 |
| 9:05 | 30 minutos | 7 1/4" | 26.1 | 27.1 |
| 9:35 | 60 minutos | 5 1/4" | 27.0 | 27.8 |
| 10:05 | 90 minutos | 3 1/2" | 27.8 | 27.0 |
| 10:35 | 120 minutos | 2 1/4" | 28.2 | 27.8 |
| 11:05 | 150 minutos | 1 " | 28.5 | 28.5 |
| 11:35 | 180 minutos | 0" | 28.0 | 29.0 |

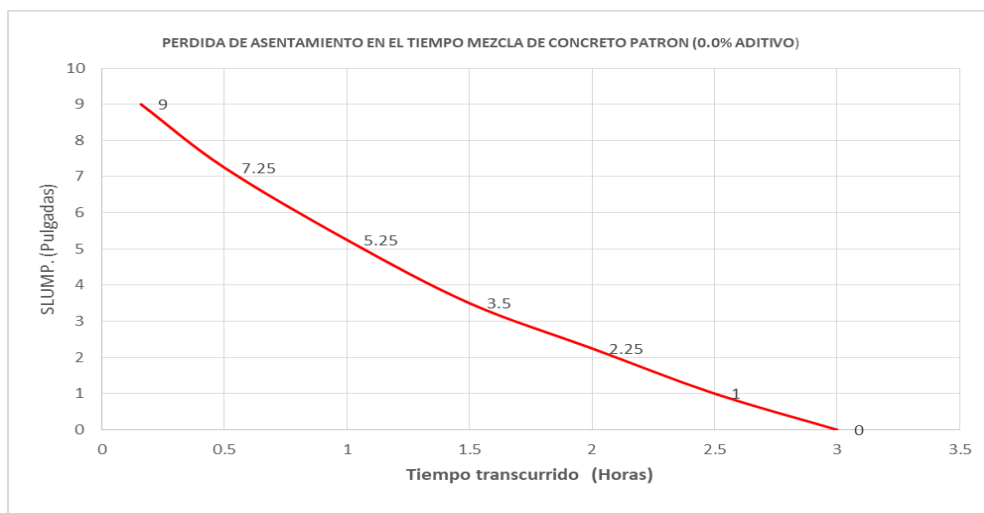


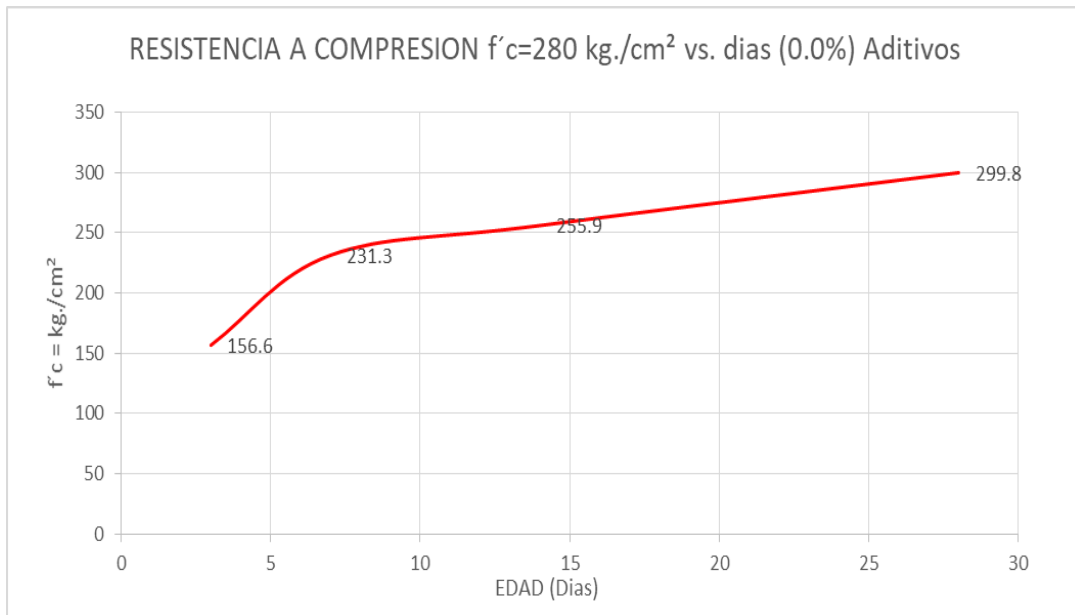
Figura 12. Reduccion de asentamiento en el tiempo

3.8.3. Resistencia a la compresión (ASTM C-39) $f'c=280$ kg./cm² (0.0%) Aditivos

Tabla 23. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280$ Kg. / cm² (0.0%) Aditivo

| Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280$ Kg. / cm ² (0.0%) Aditivo | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-------------|-----------------|-------|------------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|--|---------------------------------|
| N° de probeta | Fecha de moldaje | Edad (días) | Fecha de rotura | Slump | Peso volumétrico | Carga Rot. (Kg). | Area (cm ²) | Resistencia (kg./cm ²) | RESISTENCIA (Kg./cm ²) | % Prom. de Resistencia | Promedio Resistencia kg./cm ² | Observaciones |
| M -1 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 28740 | 180.7 | 159.05 | 280 | | | cem. = 447 Kg. / m ³ |
| M -2 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 27980 | 180.5 | 155.01 | 280 | 55.93 | 156.60 | agua = 224Litros |
| M -3 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 28134 | 180.3 | 156.04 | 280 | | | R. a/c = 0.50 |
| M -4 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 28214 | 180.5 | 156.31 | 280 | | | (0.0 %) Aditivos |
| M -5 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 41560 | 179.4 | 231.66 | 280 | | | Cemento Tipo - I |
| M -6 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 42200 | 180.2 | 234.18 | 280 | 82.78 | 231.33 | |
| M -7 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 41500 | 181.2 | 229.03 | 280 | | | |
| M -8 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 41700 | 179.5 | 232.31 | 280 | | | |
| M -9 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 46380 | 180.6 | 256.81 | 280 | | | |
| M -10 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 45760 | 179.6 | 254.79 | 280 | 91.40 | 255.92 | |
| M -11 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 46100 | 178.5 | 258.26 | 280 | | | |
| M -12 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 45360 | 178.7 | 253.83 | 280 | | | |
| M -13 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 53200 | 179.5 | 296.38 | 280 | | | |
| M -14 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 53323 | 180.1 | 296.07 | 280 | 107.10 | 299.87 | |
| M -15 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 54230 | 179.7 | 301.78 | 280 | | | |
| M -16 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 54578 | 178.8 | 305.25 | 280 | | | |

Figura. 13 Resistencia $f'c=280$ kg./cm² VS.EDAD (DIAS)



3.9. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO (0.2% DE RETARDANTE DE FRAGUA-1.0% PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA)

Tabla 24. Diseño de mezcla de concreto hidráulico (0.2%-1-0%) aditivos

| | | | | |
|---|--|---------------------|--|--------------------------|
| ESTRUCTURA : | PUENTE LLOCLLAMAYO: 1 Y LLOCLLAMAYO: 2 | | FECHA: | 24-Oct-21 |
| ELEMENTO : | PILOTES (CIMENTACIONES PROFUNDAS) | | REVISADO: | RTR |
| RESISTENCIA : | 280 Kg/cm ² | | ING. RESPON : | CAS |
| DATOS | | | PROCESAMIENTO (Continuación) | |
| Concreto sin aire incorporado | | | Volúmenes absolutos | |
| Ret. De Fragua TM-12 | 1170 | Kg/m ³ | Cemento = | 0.1446 m ³ |
| Super Plastificante Sikament 306 | 1190 | kg/m ³ | Agua = | 0.2100 m ³ |
| | | | Aire = | 0.020 m ³ |
| % Reduccion agua estimado | 6.3 | % | Ret. De Fragua TM-12 | 0.0008 |
| f'c= | 280 | kg/cm ² | Super Plastificante Sikament 306 | 0.0038 m ³ |
| Incremento de Resistencia | 85 | kg/cm ² | Agregado grueso = | 0.2683 m ³ |
| Fr (diseño) = | 365 | kg/cm ² | Sub-total | 0.647 m ³ |
| Cemento Portland | Yura | | Contenido de Agregado fino | |
| Tipo I | X | | Volúmen absoluto fino = | 0.3526 m ³ |
| Peso específico | 3.09 | | Valores de diseño | |
| Agregado Fino Cantera Rio Blanco km 306+800 LD | | | Cemento = | 447 kg/m ³ |
| Peso específico (base saturada) | 2.669 | Tn/m ³ | Agua = | 210 lt/m ³ |
| Peso unitario compactado | 1.756 | Tn/m ³ | Agregado fino seco = | 941 kg/m ³ |
| Peso unitario suelto | 1.591 | Tn/m ³ | Agregado grueso seco = | 733 kg/m ³ |
| Absorción | 1.802 | % | Ret. De Fragua TM-12 | 0.89 kg/m ³ |
| Humedad (w) | 1.41 | % | Super Plastificante Sikament 306 | 4.47 kg/m ³ |
| Módulo de fineza | 2.84 | | Corrección por humedad | |
| Agreg Grueso Chancado Cantera Rio Blanco km 306+800 LD | | | Agregado fino húmedo = | 954 kg/m ³ |
| Tam. Máx Nominal | 1/2 " | | Agregado grueso húmedo = | 734 kg/m ³ |
| Peso unitario compactado | 1.593 | Tn/m ³ | Humedad superficial de los agregados | |
| Peso unitario suelto | 1.467 | Tn/m ³ | Agregado fino = | 0.39 % |
| Peso específico (base saturada) | 2.731 | Tn/m ³ | Agregado grueso seco = | 0.60 % |
| Absorción | 0.750 | % | Aporte de humedad (agua) de los agregados | |
| Humedad (w) | 0.15 | % | Agregado fino = | 3.69 lt/m ³ |
| VARIABLES DE CALCULO | | | Agregado grueso seco = | 4.40 lt/m ³ |
| Seleccionar el asentamiento final | 20-22.0 | cm | Aporte de humedad agregados = | 8.09 lt/m ³ |
| Super Plastificante Sikament 306 | 1.0 | % cemento | Agua efectiva = | 201.91 lt/m ³ |
| Retardante Fragua | 0.20 | % cemento | Pesos corregidos por humedad | |
| Volúmen unitario de agua | 210 | lt/m ³ | Cemento = | 447 kg/m ³ |
| Contenido de aire atrapado | 2.0 | % | Agua efectiva = | 202 lt/m ³ |
| Reajuste en Curvas Maestras | 0.470 | a/c | Agregado fino húmedo = | 954 kg/m ³ |
| Factor cemento | 447 | kg/m ³ | Agregado grueso húmedo = | 734 kg/m ³ |
| | 10.5 | bls | Ret. De Fragua TM-12 | 0.894 kg/m ³ |
| Contenido agregado grueso | 0.460 | peso/m ³ | Súper Plastificante Sikament 306 | 4.47 kg/m ³ |
| Peso agregado grueso = | 733 | kg/m ³ | Peso Volumétrico | |
| Proporción en peso (húmedo) | | | | 2342 kg/m ³ |
| 447 | 954 | 734 | c | af |
| | | | | ag |
| | | | | agua |

| | | | | | | |
|---|--------|--------|----------------------------------|------------|------------|-------------|
| 447 | 447 | 447 | 1 | 2.1 | 1.6 | 19.2 |
| Proporción en Volumen pie³ (Humedo) | | | | | | |
| 10.5 | 21.140 | 17.632 | c | af | ag | agua |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 1 | 2.0 | 1.7 | 19.2 |
| Relación a/c | | | Peso por tanda | | | |
| a/c diseño | 0.47 | | cemento = | | 42.5 | kg/saco |
| a/c efectivo | 0.45 | | agua efectiva = | | 19.2 | lt/saco |
| | | | agregado fino húmedo = | | 90.8 | kg/saco |
| | | | agregado grueso húmedo = | | 69.8 | kg/saco |
| | | | Retardante de fragua TM-12 | | 72.6 | ml / saco |
| | | | Súper Plastificante Sikament 306 | | 357 | ml / saco |

3.9.1. Elaboracion de la mezcla de concreto (0.2% - 1.0%)



Figura 14. Asentamiento inicial 9 ¼”



Figura 15. Asentamiento final 4”



3.9.2. Evolucion de consistencia en el tiempo

Para el diseño de concreto fluido $f'c=280 \text{ kg. /cm}^2$ con aditivos Plastiment TM -12 retardante de fragua al 0.2%, plastificante Sikament - 306 al 1.0% la perdida de consistencia en el tiempo se midió con el cono de Abrams donde se obtuvo un slump de cuatro pulgadas para un tiempo de tres horas lo que quiere decir que no cumple los requerimientos de fluidez, como se muestra en la tabla (23).

Tabla 25. Reducción de Asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%)

| Reducción de Asentamiento en el tiempo | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------------|-------------|--|
| hora | T. Transcurrido | Slump | T° Concreto | T° Ambiente | |
| 09:05 | 10 minutos | 9 " | 25.2 | 26.4 | |
| 08:35 | 30 minutos | 8 " | 26.1 | 27.1 | |
| 10:05 | 60 minutos | 7 " | 27 | 27.8 | |
| 10:35 | 90 minutos | 6 " | 27.8 | 27 | |
| 11:05 | 120 minutos | 5 " | 28.2 | 27.8 | |
| 11:35 | 150 minutos | 5 " | 28.5 | 29 | |
| 12:05 | 180 minutos | 4 " | 28 | 30 | |

Fuente: Elaboración propia

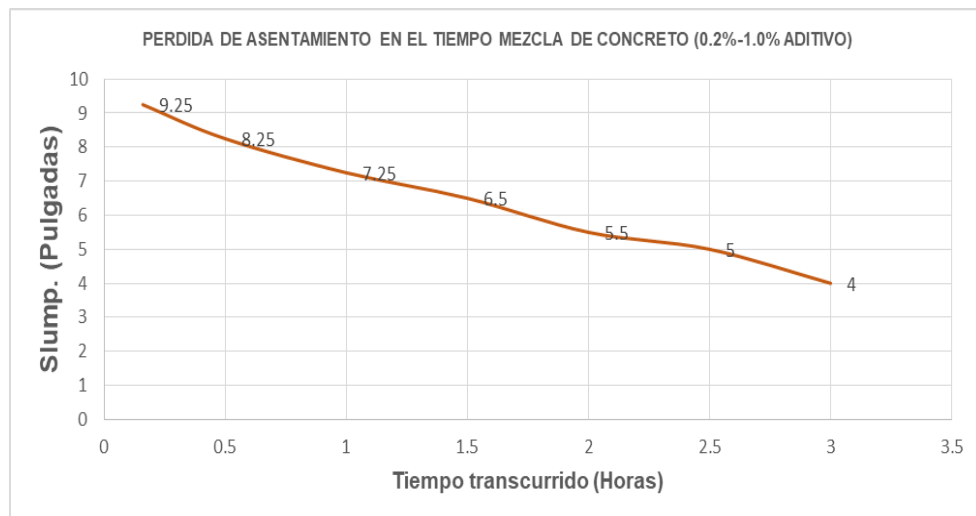


Figura 16. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%)

3.9.3. Resistencia a compresión (ASTM C -39)

Resistencia a compresión (ASTM - 39) $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 (0.2\% - 1.0\%)$ aditivo

Tabla. 26. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2 (0.2\% - 1.0\%)$ ADITIVO

| N° de probeta | Fecha de moldaje | Edad (días) | Fecha de rotura | Slump | Peso volumétrico | Carga Rot. (kg). | Area (cm ²) | Resistencia (Kg. / cm ²) | RESISTENCIA (Kg / cm ²) E.T. | % Prom. de Resistencia | Promedio Resistencia kg./cm ² | Observaciones |
|---------------|------------------|-------------|-----------------|--------|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|--|------------------------|--|--|
| M-1 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 31200 | 179.5 | 173.82 | 280 | 62.21 | 174.18 | cem. = 447 Kg. / m ³ agua = 210 Litros |
| M-2 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 31423 | 178.7 | 175.84 | 280 | 62.21 | 174.18 | agua = 210 Litros |
| M-3 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 30897 | 179.3 | 172.32 | 280 | 62.21 | 174.18 | R. a/c = 0.47 (1.0%) |
| M-4 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 31490 | 180.2 | 174.75 | 280 | 62.21 | 174.18 | PLASTIFICANTE |
| M-5 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 45204 | 180 | 251.13 | 280 | 62.21 | 174.18 | (0.2%) Ret. de fragua |
| M-6 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 44345 | 178.9 | 247.88 | 280 | 62.21 | 174.18 | Cemento Tipo - I |
| M-7 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 44678 | 179.5 | 248.90 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-8 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 44562 | 180.4 | 247.02 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-9 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 49780 | 179.3 | 277.64 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-10 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 49540 | 178.6 | 277.38 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-11 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 50234 | 179.6 | 279.70 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-12 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 50784 | 178.4 | 284.66 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-13 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 56320 | 180.2 | 312.54 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-14 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 57120 | 179.5 | 318.22 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-15 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 57879 | 180.3 | 321.01 | 280 | 62.21 | 174.18 | |
| M-16 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 56756 | 178.7 | 317.60 | 280 | 62.21 | 174.18 | |

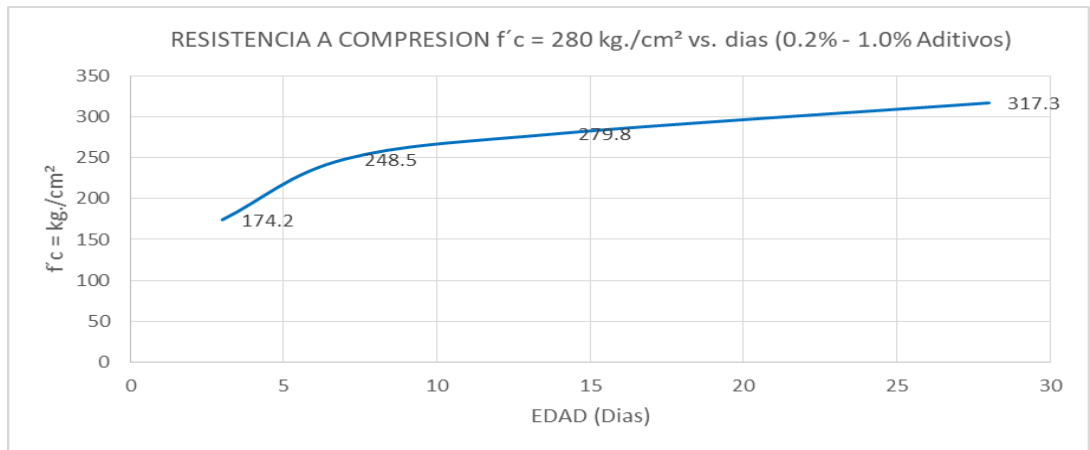


Figura 17. Resistencia $f'c=280 \text{ kg./cm}^2$ vs. edad (dias)

3.10. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO (0.35% DE RETARDANTE DE FRAGUA - 1.3% PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA)

Tabla 21. Diseño de mezcla de concreto hidráulico (0.35% - 1.3%) aditivos

| | | | |
|----------------------|---|----------------------|-----------|
| ESTRUCTURA : | PUENTE LLOCLLAMAYO: 1 Y LLOCLLAMAYO: 2 | FECHA: | 26-Set-21 |
| ELEMENTO : | PILOTES (CIMENTACIONES PROFUNDAS) | REVISADO: | RTR |
| RESISTENCIA : | 280 Kg/cm² | ING. RESPON : | CAS |

| DATOS | | | PROCESAMIENTO (Continuación) | | |
|---|---------|---------------------|--|--------|-------------------|
| Concreto sin aire incorporado | | | Volúmenes absolutos | | |
| Ret. De Fragua TM-12 | 1170 | Kg/m ³ | Cemento = | 0.1445 | m ³ |
| Super Plastificante Sikament 306 | 1190 | kg/m ³ | Agua = | 0.1965 | m ³ |
| | | | Aire = | 0.020 | m ³ |
| % Reduccion agua estimado | 12.5 | % | | | |
| f'c= | 280 | kg/cm ² | Super Plastificante Sikament 306 | 0.0049 | m ³ |
| Incremento de Resistencia | 85 | kg/cm ² | Agregado grueso = | 0.2742 | m ³ |
| F'r (diseño) = | 365 | kg/cm ² | Sub-total | 0.641 | m ³ |
| Cemento Portland | Yura | | Contenido de Agregado fino | | |
| Tipo I | X | | Volúmen absoluto fino = | 0.3586 | m ³ |
| Peso específico | 3.09 | | Peso fino seco = | 957 | kg/m ³ |
| Agregado Fino Cantera Rio Blanco km 306+800 LD | | | Valores de diseño | | |
| Peso específico (base saturada) | 2.669 | Tn/m ³ | Cemento = | 447 | kg/m ³ |
| Peso unitario compactado | 1.756 | Tn/m ³ | Agua = | 197 | lt/m ³ |
| Peso unitario suelto | 1.591 | Tn/m ³ | Agregado fino seco = | 957 | kg/m ³ |
| Absorción | 1.802 | % | Agregado grueso seco = | 749 | kg/m ³ |
| Humedad (w) | 1.41 | % | Super Plastificante Sikament 306 | 5.81 | kg/m ³ |
| Módulo de fineza | 2.84 | | Corrección por humedad | | |
| Agreg Grueso Chancado Cantera Rio Blanco km 306+800 LD | | | Humedad superficial de los agregados | | |
| Tam. Máx Nominal | 1/2 " | | Agregado fino = | 0.39 | % |
| Peso unitario compactado | 1.593 | Tn/m ³ | Agregado grueso seco = | 0.60 | % |
| Peso unitario suelto | 1.467 | Tn/m ³ | Aporte de humedad (agua) de los agregados | | |
| Peso específico (base saturada) | 2.731 | Tn/m ³ | Agregado fino = | 3.75 | lt/m ³ |
| Absorción | 0.750 | % | Agregado grueso seco = | 4.49 | lt/m ³ |
| Humedad (w) | 0.15 | % | Aporte de humedad agregados = | 8.24 | lt/m ³ |
| VARIABLES DE CALCULO | | | Agua efectiva = | | |
| Seleccionar el asentamiento final | 20-22,0 | cm | Agua efectiva = | 188.26 | lt/m ³ |
| Super Plastificante Sikament 306 | 1.3 | % cemento | Pesos corregidos por humedad | | |
| Retardante Fragua | 0.35 | % cemento | Cemento = | 447 | kg/m ³ |
| Volúmen unitario de agua | 197 | lt/m ³ | Agua efectiva = | 188 | lt/m ³ |
| Contenido de aire atrapado | 2.0 | % | Agregado fino húmedo = | 971 | kg/m ³ |
| Reajuste en Curvas Maestras | 0.440 | a/c | Agregado grueso húmedo = | 750 | kg/m ³ |
| Factor cemento | 447 | kg/m ³ | Super Plastificante Sikament 306 | 5.81 | kg/m ³ |
| | 10.5 | bls | Peso Volumétrico | | |
| Contenido agregado grueso | 0.470 | peso/m ³ | | 2363 | kg/m ³ |
| Peso agregado grueso = | 749 | kg/m ³ | Proporción en peso (húmedo) | | |

| | 447 | 971 | 750 | c | af | ag | agua |
|--|------|--------|--------|----------------------------------|-------|-----|-----------|
| | 447 | 447 | 447 | 1 | 2.2 | 1.7 | 17.9 |
| Proporción en Volumen pie3 (Humedo) | | | | | | | |
| | 10.5 | 21.503 | 18.015 | c | af | ag | agua |
| | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 1 | 2.0 | 1.7 | 17.9 |
| Relación a/c | | | | Peso por tanda | | | |
| a/c diseño | 0.44 | | | cemento = | 42.5 | | kg/saco |
| a/c efectivo | 0.42 | | | agua efectiva = | 17.9 | | lt/saco |
| | | | | agregado fino húmedo = | 92.4 | | kg/saco |
| | | | | agregado grueso húmedo = | 71.4 | | kg/saco |
| | | | | Retardante de fragua TM-12 | 127.1 | | kg/saco |
| | | | | Super Plastificante Sikament 306 | 464.3 | | ml / saco |

3.10.1. Elaboracion de la mezcla al (0.35% - 1.35%) de aditivo



Figura 18. Mezcla de concreto (0.35% - 1.3%) asentamiento 9 ½”



Figura 19. Peso volumetrico



Figura 20. Asentamiento final 8''

3.10.2. Evolucion de consistencia en el tiempo

El diseño de mezcla de concreto fluido $f'c = 280 \text{ kg. / cm}^2$ con Plastiment TM – 12 retardante de fragua al 0.35% de peso de cemento y Sikament 306 plastificante reductor de agua al 1.3% de peso de cemento, se estimó un tiempo satisfactorio de asentamiento (slump) de 8'' pulg. Para un tiempo de tres horas con intervalos de tiempo de 30 minutos para el concretado de pilotes (cimentaciones profundas) excavados vaciados ínsito como se muestra en la tabla (24) y grafico (28) Slump vs. Horas.

Tabla 28. Reducción de asentamiento el tiempo (1.3% - 0.35%)

| Reducción de asentamiento el tiempo (1.3% - 0.35%) | | | | | |
|--|--------------|-------|-------------|-------------|--|
| hora | Transcurrido | slump | T° concreto | T° ambiente | |
| 09:30 | 10 minutos | 9 ½'' | 25.1 | 24 | |
| 09:50 | 30 minutos | 9 ¼'' | 25.6 | 25.1 | |
| 11:20 | 60 minutos | 9'' | 25.9 | 26.2 | |
| 11:50 | 90 minutos | 8 ¾'' | 26.1 | 27 | |
| 12:20 | 120 minutos | 8 ½'' | 26.4 | 27.8 | |
| 12:50 | 150 minutos | 8 ¼'' | 26.8 | 28.5 | |
| 13:20 | 180 minutos | 8'' | 27.7 | 29.8 | |

Fuente: elaboración propia

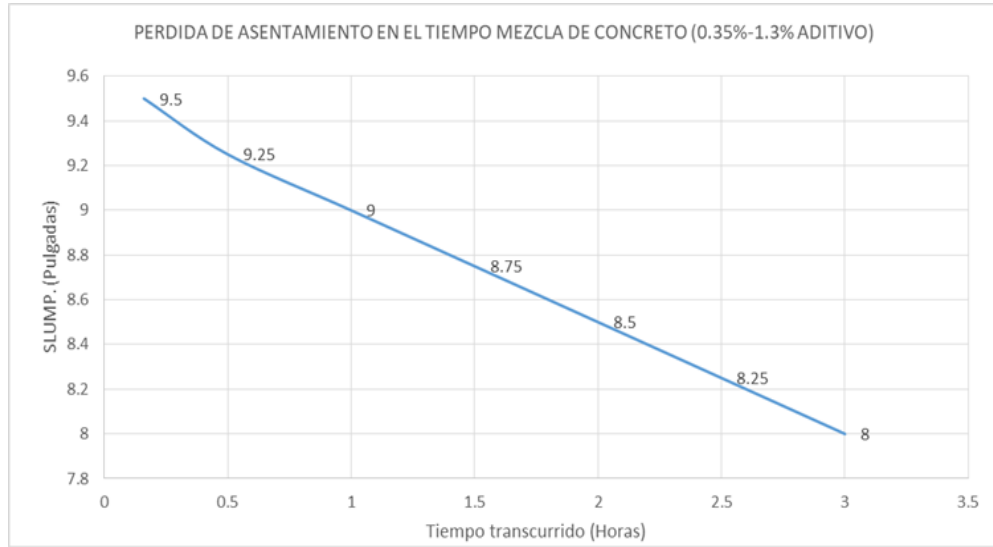


Figura 21 Reducción de asentamiento en el tiempo (1.3% - 0.35%)

3.10.3. Resistencia a compresión (ASTM C-39) (0.35%-1.3%) aditivo

Tabla 22. Resistencia a compresión (ASTM C-39) $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$ (0.35%-1.3%) aditivo

| Resistencia a la Compresión (ASTM C-39) $f'c = 280 \text{ Kg./cm}^2$ (0.35%-1.3%) aditivo | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------------|-----------------|--------|------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|---|---|
| N° de probeta | Fecha de moldeaje | Edad (días) | Fecha de rotura | Slump | Peso volumetrico (Kg.) | Carga Rot. (Kg.) | Area (cm ²) | Resistenci a (Kg./cm ²) | RESISTENCIA A (Kg./cm ²) E.T. | % Prom. de Resistenci a | Promedio Resistenci a Kg./cm ² | Observaciones |
| M-1 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33075 | 178.4 | 185.40 | 280 | | | cem. = 447 Kg. / m ³ |
| M-2 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33223 | 179 | 185.60 | 280 | 66.42 | 185.98 | agua = 197Litros |
| M-3 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33597 | 179.6 | 187.07 | 280 | | | R. a/c = 0.44 (1.3%) |
| M-4 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33190 | 178.6 | 185.83 | 280 | | | PLASTIFICANTE (0.35%) Ret. de fragua |
| M-5 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47123 | 179.7 | 262.23 | 280 | | | Cemento Tipo - I |
| M-6 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47265 | 180.1 | 262.44 | 280 | | | |
| M-7 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47312 | 180.3 | 262.41 | 280 | | | |
| M-8 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47432 | 179.4 | 264.39 | 280 | | | |
| M-9 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53602 | 178.7 | 299.96 | 280 | | | |
| M-10 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53503 | 179.3 | 298.40 | 280 | 106.59 | 298.45 | |
| M-11 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53212 | 178.7 | 297.77 | 280 | | | |
| M-12 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53402 | 179.4 | 297.67 | 280 | | | |
| M-13 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 60200 | 178.7 | 336.88 | 280 | | | |
| M-14 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 60132 | 180.1 | 333.88 | 280 | 119.07 | 333.40 | |
| M-15 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 59576 | 179.6 | 331.71 | 280 | | | |
| M-16 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 59703 | 180.3 | 331.13 | 280 | | | |

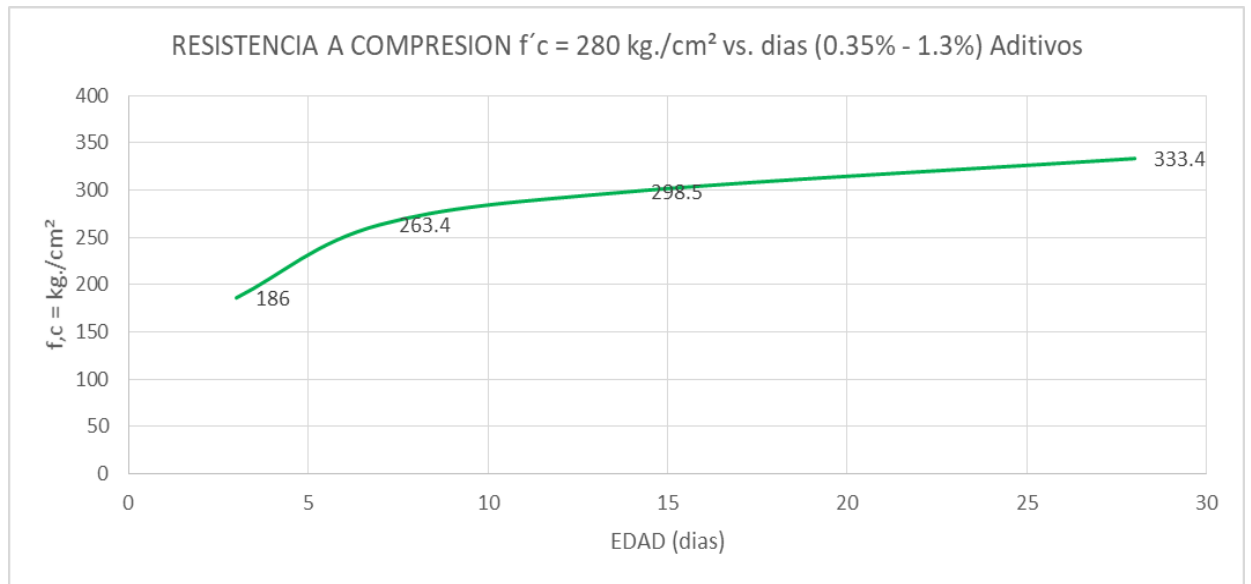


Figura 22. Resistencia $f'c=280 \text{ kg./cm}^2$ vs. edad (dias)

Fuente elaboracion propia

3.11. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Las variables estudiadas es el porcentaje de aditivo Plastiment TM-12 retardante de fragua y el plastificante Sikament-306 aditivos adicionados a la mezcla de concreto fluido $f'c=280 \text{ kg. /cm}^2$, la adición de estos elementos tienen el propósito de darle fluidez y trabajabilidad en un tiempo mínimo de tres horas y la vez llegar a la resistencia a compresión a los 28 días

Matriz de consistencia.

Tabla 23. Matriz de consistencia

| | DEFINICION DEL PROBLEMA | HIPOTESIS | VARIABLES | INDICADORES | FACTOR A MEDIR |
|---------|---|---|---|---|---|
| GENERAL | ¿El diseño con aditivos químicos ayudaran a resolver los problemas de la mezcla de concreto fluido $f'c=280$ kg./cm ² en climas tropicales de la región de Puno? | La aplicación de aditivos como son retardante de fragua y un plastificante en su dosis correcta, ayudara a resolver el problema del diseño de concreto fluido y obtener altas resistencias a compresión para climas tropicales de la región de Puno aplicado en pilotes (cimentaciones profundas) | INDEPENDIENTE La dosificación de aditivos como el retardante de fragua y el plastificante y la proporción de áridos | Proporciones de aditivo, agua y áridos en peso | Dosis de aditivo empleado en porcentaje con respecto al peso de cemento |
| | | | DEPENDIENTE Propiedades del diseño de mezcla de concreto fluido $f'c=280$ kg./cm ² con la adición de aditivos (slump). | Fluidez de la mezcla de concreto en un tiempo determinado, resistencia a la compresión. | Perdida de asentamiento de la mezcla de concreto fluido en el tiempo Asentamiento o slump. |

Nota: elaboración Propia



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EVALUACION DE LA MEZCLA FLUIDA EN ESTADO FRESCO (0.0% DE ADITIVOS)

En procura de conseguir una mezcla fluida trabajable, cohesiva iniciamos con el primer diseño que es el patron cero aditivos donde se evaluó los asentamientos (Slump), en intervalos de 30 minutos siguiendo la norma (ASTM C-143). donde se demuestra que la mezcla fluida sin aditivos la tendencia será a disminuir la fluidez en el tiempo y a las tres horas su asentamiento o revenimiento es cero, otro factor negativo es la temperatura ambiente y de la mezcla de concreto debido al calor de hidratación que produce la reacción del agua con el cemento, como se observa en la tabla (26) y el grafico (31) Slump vs. horas.

Reduccion de asentamiento en el tiempo (0.0) aditivo

Tabla 24. Reduccion de asentamiento en el tiempo

| hora | T. transcurrido | slump | T° concreto | T° ambiente |
|-------|-----------------|--------|-------------|-------------|
| 8:45 | 10 minutos | 9 ” | 25.2 | 26.4 |
| 9:05 | 30 minutos | 7 1/4” | 26.1 | 27.1 |
| 9:35 | 60 minutos | 5 1/4” | 27.0 | 27.8 |
| 10:05 | 90 minutos | 3 1/2” | 27.8 | 27.0 |
| 10:35 | 120 minutos | 2 1/4” | 28.2 | 27.8 |
| 11:05 | 150 minutos | 1 ” | 28.5 | 28.5 |
| 11:35 | 180 minutos | 0” | 28.0 | 29.0 |

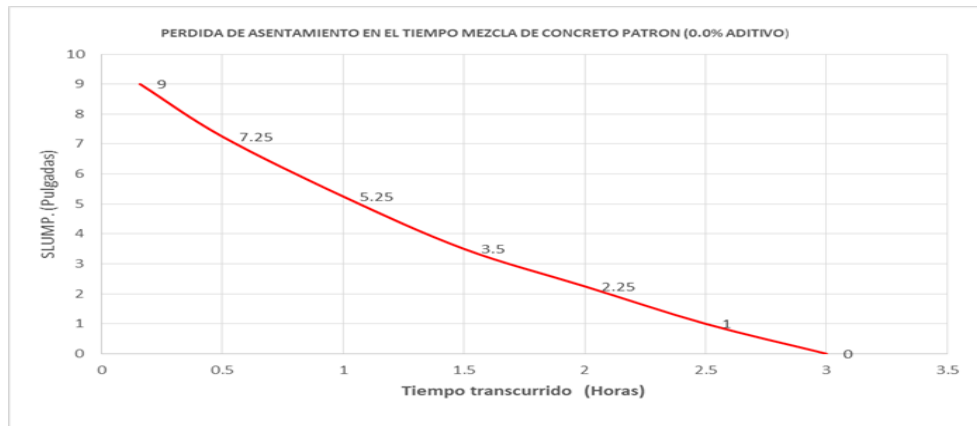


Figura 23. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.0) aditivo

4.1.1. Evaluacion de la mezcla fluida en estado endurecido (0.0% de aditivos)

La mezcla fluida cero aditivos alcanza llegar a la resistencia requerida a los 28 dias de edad, al realizar el ensayo a la comprecion norma (ASTM C-39), a los tres dias alcanzo una resistencia de 56% a los 7 dias 83%, 14 dias 91.4%, 28 dias 107%, asi lo demuestra la figura (32), los testigos a ensayar se observa en la figura (34),y el equipo para el ensayo a compresión se observa en la figura(33).

Tabla 25. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.0%) Aditivo

| RESISTENCIA A COMPRESION (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.0%) ADITIVO | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|------------------|-------------|-----------------|-------|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|--|---------------------------------|
| Ubic. | N° de probeta | Fecha de moldaje | Edad (días) | Fecha de rotura | Slump | Peso volumetrico | Carga Rot. (Kg). | Area (cm ²) | Resistencia (Kg. / cm ²) | RESISTENCIA (Kg / cm ²) | % Prom. de Resistencia | Promedio Resistencia kg./cm ² | Observaciones |
| Lab. | M -1 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 28740 | 180.7 | 159.05 | 280 | | | cem. = 447 Kg. / m ³ |
| Lab. | M -2 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 27980 | 180.5 | 155.01 | 280 | 55.93 | 156.60 | agua = 224Litros |
| Lab. | M -3 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 28134 | 180.3 | 156.04 | 280 | | | R. a/c = 0.50 |
| Lab. | M -4 | 24/10/2021 | 3 | 27/10/2021 | 9" | 2326 | 28214 | 180.5 | 156.31 | 280 | | | (0.0 %) Aditivos |
| Lab. | M -5 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 41560 | 179.4 | 231.66 | 280 | | | Cemento Tipo - I |
| Lab. | M -6 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 42200 | 180.2 | 234.18 | 280 | 82.78 | 231.33 | |
| Lab. | M -7 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 41500 | 181.2 | 229.03 | 280 | | | |
| Lab. | M -8 | 24/10/2021 | 7 | 31/10/2021 | 9" | 2326 | 41700 | 179.5 | 232.31 | 280 | | | |
| Lab. | M -9 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 46380 | 180.6 | 256.81 | 280 | | | |
| Lab. | M -10 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 45760 | 179.6 | 254.79 | 280 | 91.40 | 255.92 | |
| Lab. | M -11 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 46100 | 178.5 | 258.26 | 280 | | | |
| Lab. | M -12 | 24/10/2021 | 14 | 7/11/2021 | 9" | 2326 | 45360 | 178.7 | 253.83 | 280 | | | |
| Lab. | M -13 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 53200 | 179.5 | 296.38 | 280 | | | |
| Lab. | M -14 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 53323 | 180.1 | 296.07 | 280 | 107.10 | 299.87 | |
| Lab. | M -15 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 54230 | 179.7 | 301.78 | 280 | | | |
| Lab. | M -16 | 24/10/2021 | 28 | 21/11/2021 | 9" | 2326 | 54578 | 178.8 | 305.25 | 280 | | | |



Figura 24. Ensayo a la compresion (ASTM C-39)



Figura 25. Testigos para el ensayo a la compresión

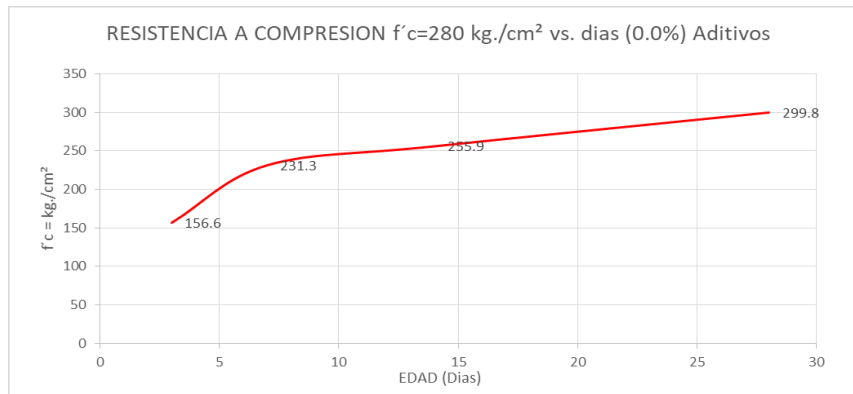


Figura 26. Resistencia $f'c=280$ kg./cm² VS. edad (dias)

4.2. EVALUACION DE LA MEZCLA FLUIDA EN ESTADO FRESCO (0.2% DE RETARDANTE DE FRAGUA – 1.0% DE PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA)

El diseño de mezcla modificada con aditivos de 0.2% de retardante de fragua y 1.0% de plastificante con respecto al peso de cemento, se evaluo la fluidez cada 30 minutos siguiendo la norma (ASTM C- 143) con el cono de Abrams, esta mezcla con este porcentaje de aditivo no conserva la permanencia de fluidez de 8” en un tiempo de tres horas, que requiere el proyecto para el concretado de pilotes, esto se muestra en la tabla (27) y el grafico (36) de slump vs. Horas.

Reduccion de asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%) aditivo

Tabla 26. Reduccion de asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%) aditivo

| hora | T. Transcurrido | Slump | T° Concreto | T° Ambiente |
|-------|-----------------|--------|-------------|-------------|
| 09:05 | 10 minutos | 9 ” | 25.2 | 26.4 |
| 08:35 | 30 minutos | 8 1/4” | 26.1 | 27.1 |
| 10:05 | 60 minutos | 7 1/4” | 27 | 27.8 |
| 1035 | 90 minutos | 6 1/2” | 27.8 | 27 |
| 11:05 | 120 minutos | 5 1/2” | 28.2 | 27.8 |
| 11:35 | 150 minutos | 5 ” | 28.5 | 29 |
| 12:05 | 180 minutos | 4” | 28 | 30 |

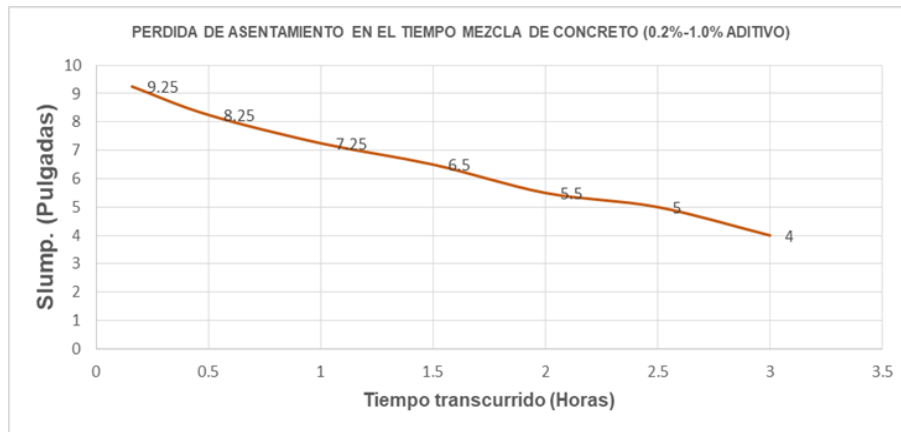


Figura 27. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.2% - 1.0%) aditivo

4.2.1. Evaluacion de la mezcla fluida en estado estado endurecido (0.2% de retardante de fragua – 1.0% de plastificante reductor de agua)

Con la adición de aditivos como el retardante en 0.2% y plastificante en 1.0% de peso de cemento los resultados a compresion superan el 100%, de su resistencia $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$ a los 28 dias, siguiendo la norma (ASTM C – 39) cave señalar que en este segundo diseño se obtubo una relacion agua cemento, (R. $a/c = 0.47$) como se muestra en figura (37).

Tabla 27. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f_c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.2% - 1.0%) Aditivo

| RESISTENCIA A COMPRESION (ASTM C -39) $f_c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.2% - 1.0%) ADITIVO | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|------------------|-------------|-----------------|--------|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|------------------------|--|---------------------------------|
| Ubic. | N° de probeta | Fecha de moldaje | Edad (días) | Fecha de rotura | Slump | Peso volumetrico | Carga Rot. (Kg). | Area (cm ²) | Resistencia (Kg. / cm ²) | RESISTENCIA (Kg./cm ²) E.T. | % Prom. de Resistencia | Promedio Resistencia kg./cm ² | Observaciones |
| Lab. | M -1 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 31200 | 179.5 | 173.82 | 280 | | | cem. = 447 Kg. / m ³ |
| Lab. | M -2 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 31423 | 178.7 | 175.84 | 280 | 62.21 | 174.18 | agua = 210litros |
| Lab. | M -3 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 30897 | 179.3 | 172.32 | 280 | | | R. a/c = 0.47 (1.0%) |
| Lab. | M -4 | 26/10/2021 | 3 | 29/10/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 31490 | 180.2 | 174.75 | 280 | | | PLASTIFICANTE |
| Lab. | M -5 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 45204 | 180 | 251.13 | 280 | | | (0.2%) Ret. de fragua |
| Lab. | M -6 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 44345 | 178.9 | 247.88 | 280 | 88.83 | 248.52 | Cemento Tipo - I |
| Lab. | M -7 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 44678 | 179.5 | 248.90 | 280 | | | |
| Lab. | M -8 | 26/10/2021 | 7 | 2/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 44562 | 180.4 | 247.02 | 280 | | | |
| Lab. | M -9 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 49780 | 179.3 | 277.64 | 280 | | | |
| Lab. | M -10 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 49540 | 178.6 | 277.38 | 280 | 99.94 | 279.84 | |
| Lab. | M -11 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 50234 | 179.6 | 279.70 | 280 | | | |
| Lab. | M -12 | 26/10/2021 | 14 | 9/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 50784 | 178.4 | 284.66 | 280 | | | |
| Lab. | M -13 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 56320 | 180.2 | 312.54 | 280 | | | |
| Lab. | M -14 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 57120 | 179.5 | 318.22 | 280 | 113.34 | 317.34 | |
| Lab. | M -15 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 57879 | 180.3 | 321.01 | 280 | | | |
| Lab. | M -16 | 26/10/2021 | 28 | 23/11/2021 | 9" 1/4 | 2342 | 56756 | 178.7 | 317.60 | 280 | | | |



Figura 28. Resistencia a compresión (ASTM C- 39) $f'_c = 280 \text{ kg./cm}^2(0.2\%-1.0\%)$ aditivo

Fuente: Elaboracion propia



Figura 29. Ensayo a la compresion (ASTM C-39)

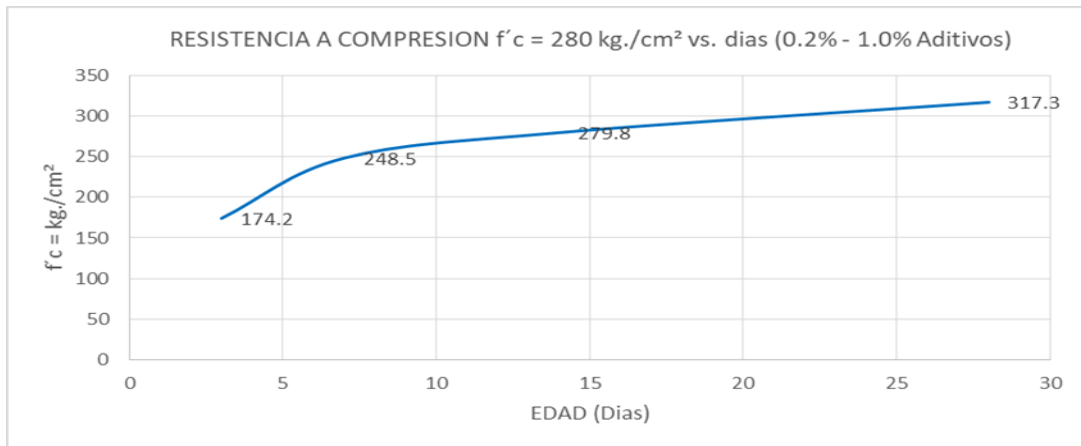


Figura 30. Resistencia $f'c=280 \text{ kg./cm}^2$ VS. edad (dias)



Figura 31. Ensayo de resistencia a la compresion (0.2% - 1.0%) aditivo

4.3. EVALUACION DE LA MEZCLA FLUIDA EN ESTADO FRESCO (0.35% DE RETARDANTE DE FRAGUA – 1.3% DE PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA)

Con la experiencia de los ensayos anteriores de mezcla, se estimó la dosis correcta de aditivos, que mantienen la permanencia de asentamiento (slump) durante un tiempo de 3 horas, la medición de asentamiento se realizó según la norma (ASTM C-143), utilizando

el cono de Abrams los resultados obtenidos se muestran en tabla (28) y el grafico (42)

Slump vs. Horas.

Tabla 28. Reducción de asentamiento el tiempo (0.35% - 1.3%) aditivo

| Reducción de asentamiento el tiempo (0.35% - 1.3%) aditivo | hora | Transcurrido | slump | T° concreto | T° ambiente |
|--|-------|--------------|-------|-------------|-------------|
| | 09:30 | 10 minutos | 9 ½" | 25.1 | 24 |
| | 09:50 | 30 minutos | 9 ¼" | 25.6 | 25.1 |
| | 11:20 | 60 minutos | 9" | 25.9 | 26.2 |
| | 11:50 | 90 minutos | 8 ¾" | 26.1 | 27 |
| | 12:20 | 120 minutos | 8 ½" | 26.4 | 27.8 |
| | 12:50 | 150 minutos | 8 ¼" | 26.8 | 28.5 |
| | 13:20 | 180 minutos | 8" | 27.7 | 29.8 |

Nota: elaboración propia

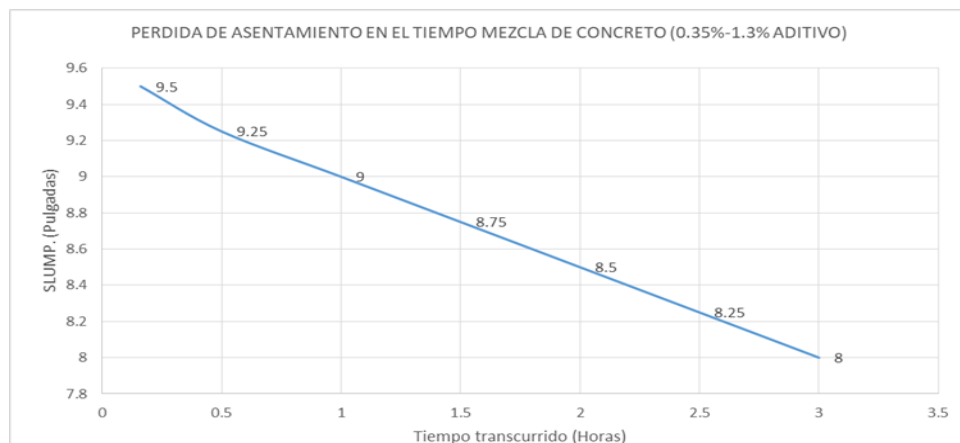


Figura 32. Reducción de asentamiento en el tiempo (0.35% - 1.3%) aditivo

4.3.1. Evaluación de la mezcla fluida en estado endurecido (0.35% de retardante de fragua – 1.3% de plastificante reductor de agua)

La adición de aditivos en mayor porcentaje nos permite encontrar una nueva relación agua cemento ($R. a/c = 0.44$), la resistencia a la compresión supera notablemente lo solicitado por el proyecto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, a los tres días alcanzo



una resistencia de 66% a los 7 días 94%, 14 días 106%, 28 días 119%, así lo demuestra la figura (43) y el gráfico (44) resistencia vs. Edad (días).

Tabla 29. Resistencia a la Compresión (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.35%-1.3%) Aditivo

| Tabla. 32 RESISTENCIA A COMPRESION (ASTM C -39) $f'c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ (0.35%-1.3%) ADITIVO | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|------------------|-------------|-----------------|--------|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|------|--|---|
| Ubic. | N° de probeta | Fecha de moldaje | Edad (días) | Fecha de rotura | Slump | Peso volumétrico | Carga Rot. (Kg). | Area (cm ²) | RESISTENCIA | | Promedio Resistencia Kg./cm ² | Observaciones |
| | | | | | | | | | Resistencia (Kg. / cm ²) | E.T. | | |
| Lab. | M -1 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33075 | 178.4 | 185.40 | 280 | | cem. = 447 Kg. / m ³ |
| Lab. | M -2 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33223 | 179 | 185.60 | 280 | 66.42 | 185.98 agua = 197Litros |
| Lab. | M -3 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33597 | 179.6 | 187.07 | 280 | | R. a/c = 0.44 (1.3%) |
| Lab. | M -4 | 27/10/2021 | 3 | 30/10/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 33190 | 178.6 | 185.83 | 280 | | PLASTIFICANTE (0.35%) Ret. de fragua |
| Lab. | M -5 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47123 | 179.7 | 262.23 | 280 | | Cemento Tipo - I |
| Lab. | M -6 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47265 | 180.1 | 262.44 | 280 | | |
| Lab. | M -7 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47312 | 180.3 | 262.41 | 280 | | |
| Lab. | M -8 | 27/10/2021 | 7 | 3/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 47432 | 179.4 | 264.39 | 280 | | |
| Lab. | M -9 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53602 | 178.7 | 299.96 | 280 | | |
| Lab. | M -10 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53503 | 179.3 | 298.40 | 280 | 106.59 | 298.45 |
| Lab. | M -11 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53212 | 178.7 | 297.77 | 280 | | |
| Lab. | M -12 | 27/10/2021 | 14 | 10/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 53402 | 179.4 | 297.67 | 280 | | |
| Lab. | M -13 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 60200 | 178.7 | 336.88 | 280 | | |
| Lab. | M -14 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 60132 | 180.1 | 333.88 | 280 | 119.07 | 333.40 |
| Lab. | M -15 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 59576 | 179.6 | 331.71 | 280 | | |
| Lab. | M -16 | 27/10/2021 | 28 | 24/11/2021 | 9" 1/2 | 2363 | 59703 | 180.3 | 331.13 | 280 | | |

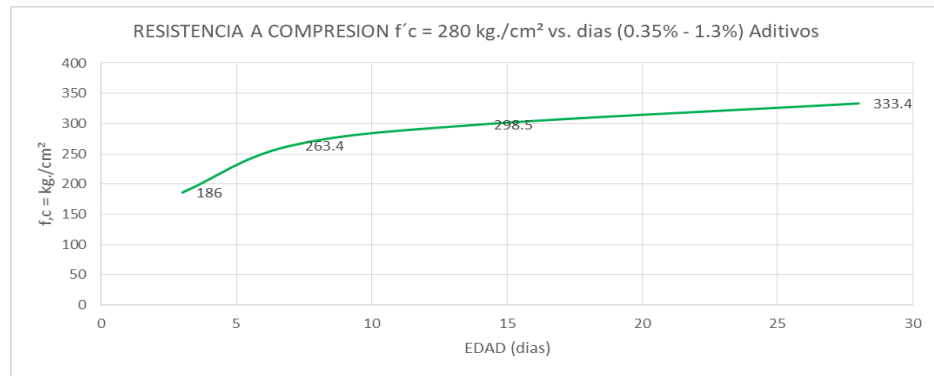


Figura 33. Resistencia a compresión (ASTM C-39) $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$ (0.35%-1.3%) aditivo



Figura 34. Resistencia $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$ VS. edad (dias) (0.35%-1.3%) aditivo



Figura 35. Ensayo a compresión (ASTM C-39)

4.4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el análisis y discusión de resultados de la mezcla de concreto fluido tomaremos los tres gráficos de asentamiento vs. Tiempo en horas primero el diseño patrón cero aditivos el segundo con aditivo 0.2% de retardante y 1.0% de plastificante, luego el tercero con aditivo 0.35% de retardante y 1.3% de plastificante donde se observa el siguiente gráfico (47).

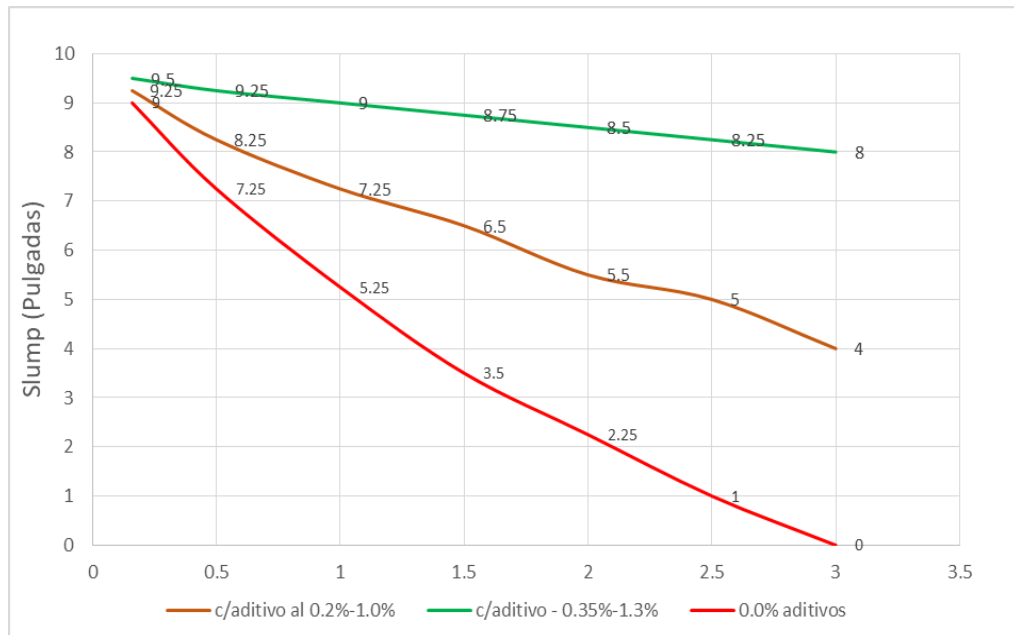


Figura 36. Comparación de pérdida de asentamiento de los tres diseños evaluados

Se confirma que el empleo del aditivo Plastiment TM-12 en tasa de 0.35% peso de cemento, como un agente químico modificador del comportamiento de mezclas de concreto, tiene un tiempo de acción localizado, de tres horas estudiado y calculado en laboratorio, la adición de plastificante reductor de agua, tasa de 1.3% permite darle a la mezcla fluidez, entre (8''- 9'') de asentamiento para la operatividad durante el vaciado de pilotes hormigonados ínsito este plastificante de alto poder fluidificante permite apreciables reducciones de agua, el porcentaje reductor estimado y aplicado en la presente dosificación se sitúa en 12.5%, esta reducción de agua nos permite alcanzar resistencias mayores al $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$ a 28 días de edad solicitados por el proyecto como se muestra en los gráficos (48-49), por ello se dispuso aprobar el diseño con la tasa estimada.

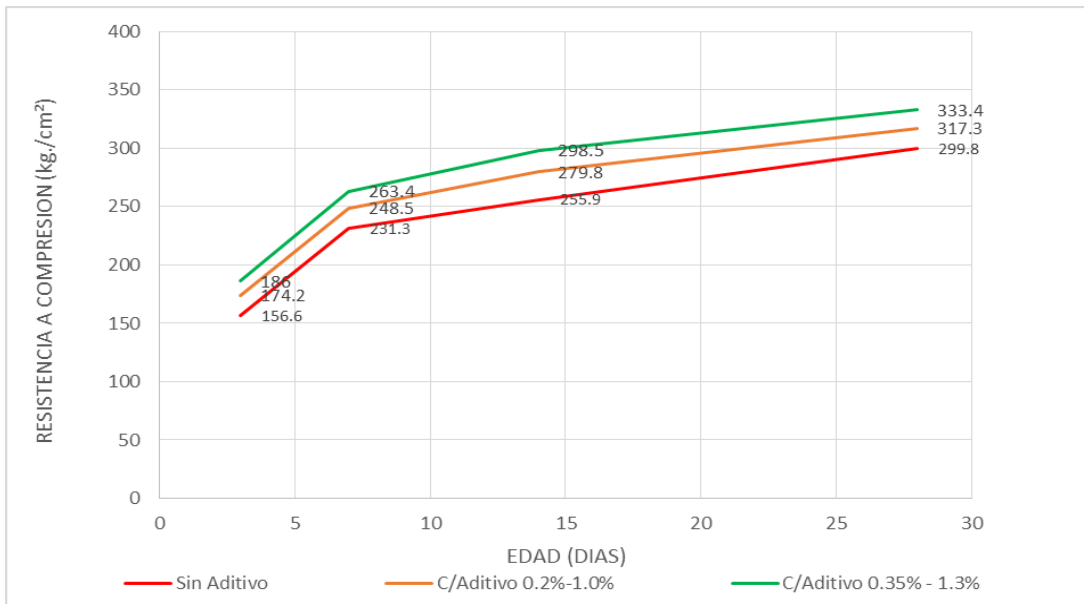


Figura 37. Comparación de evolución de Resistencia vs días

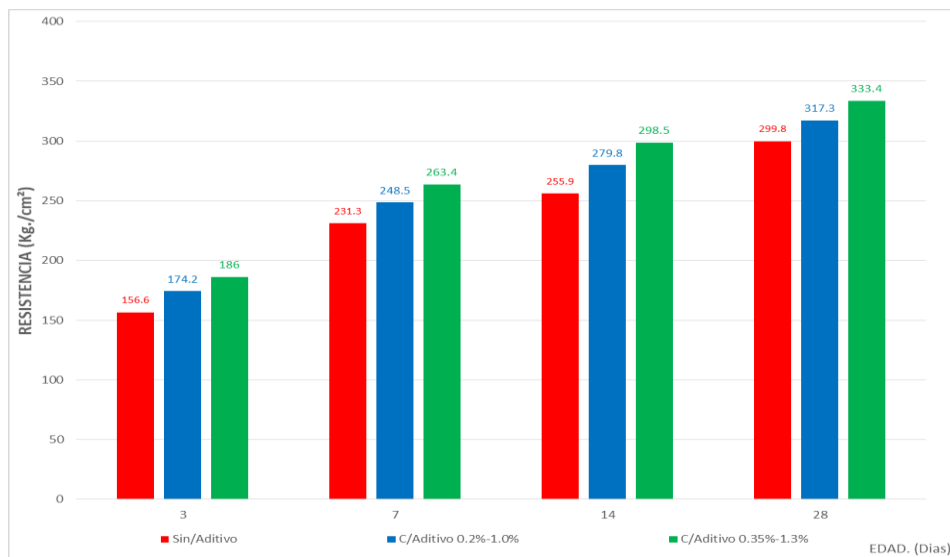


Figura 38. Resistencias con diferentes tasas de aplicación de aditivo

4.4.1 Análisis y discusión de relación agua cemento (R. A/c)



Figura 39. Resistencia vs. Relación agua cemento (R. A/C)

Fuente: Elaboración propia

Se confirma que los empleos de aditivos químicos reductores de agua actúan en la (Relación a/c) obteniendo bajas relaciones agua cemento, incrementa notablemente la resistencia a la compresión a 28 días de edad.

4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.5.1. Concreto en estado fresco

Efectuado el análisis de las características del concreto en estado fresco, considerando el coeficiente de correlación de Pearson, para los tres tratamientos, existe fuerte correlación entre las variables analizadas tales como el tiempo transcurrido y el slump, inicialmente sin ningún tipo de aditivo (Tabla 29 y 30). Lo que, sin embargo, al agregar el aditivo retardante de fragua al 0.2% y 1.0% de plastificante reductor de agua, incrementa el slump (Tabla 31 y 32). Al igual que para el tratamiento T-3 con 0.35% de retardante de fragua y 1.3% de plastificante

reductor de agua, logra alcanzar en 180 minutos un slump de 8 pulgadas (Tabla 33 y 34), que es un valor más conveniente para efectuar los trabajos de la concreta in situ, que se aprecia en la figura (51).

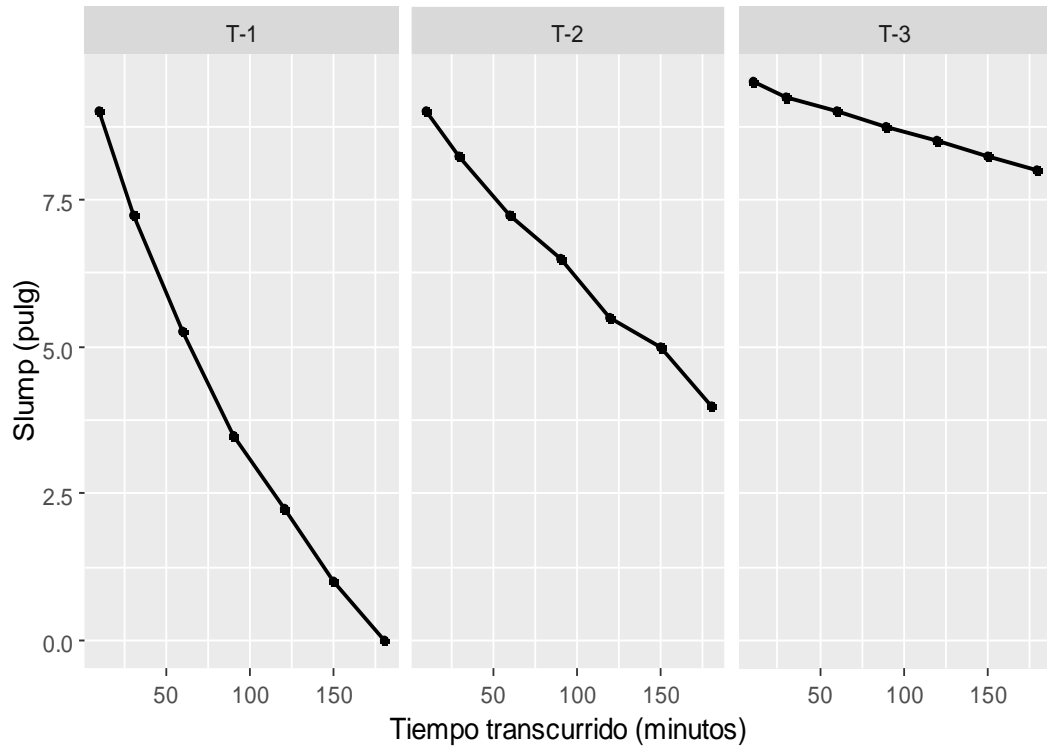


Figura 40. Reducción de fluidez en el tiempo, para los tratamientos T-1, T-2 Y T-3

La fuerte correlación de las variables analizadas se muestra en las figuras 52, 53 y 54 donde también se demuestra que existe incremento del calor de hidratación en el tiempo transcurrido. En este caso se puede destacar el coeficiente de correlación entre el tiempo trascurrido con el slump que es de -0.989, -0.997 y 0.999, para los tratamiento T-1, T-2 y T-3 respectivamente.

Tabla 30. pearson´s coeficiente de correlación (T-1)

| pearson´s coeficiente de correlación (T-1) | | | | |
|---|---------------|----------|--------------|------------|
| | Tiempo trans. | Slump | Temp. Concr. | Temp. Amb. |
| Tiempo transcurrido | 1.000 | -0.989 | 0.899 | 0.902 |
| Slump | -0.989 | 1.000 | -952.000 | -0.881 |
| Temperatura de concreto | 0.899 | -952.000 | 1.000 | 0.761 |
| Temperatura ambiente | 0.902 | -0.881 | 0.761 | 1.000 |

Tabla 31. Coeficiente de correlación de P-valores

| p - valúes for the coeficiente de correlación (T-1) | | | | |
|---|---------------|------------|--------------|------------|
| | Tiempo trans. | Slump | Temp. Concr. | Temp. Amb. |
| Tiempo transcurrido | 2.49e - 40 | 2.71e - 05 | 0.005887 | 0.00541 |
| Slump | 2.71e - 05 | 0.000 | 0.000956 | 0.00878 |
| Temperatura de concreto | 5.89e - 03 | 9.56e - 04 | 0.000 | 0.04703 |
| Temperatura ambiente | 5.41e - 03 | 8.78e - 03 | 0.047031 | 0.00000 |

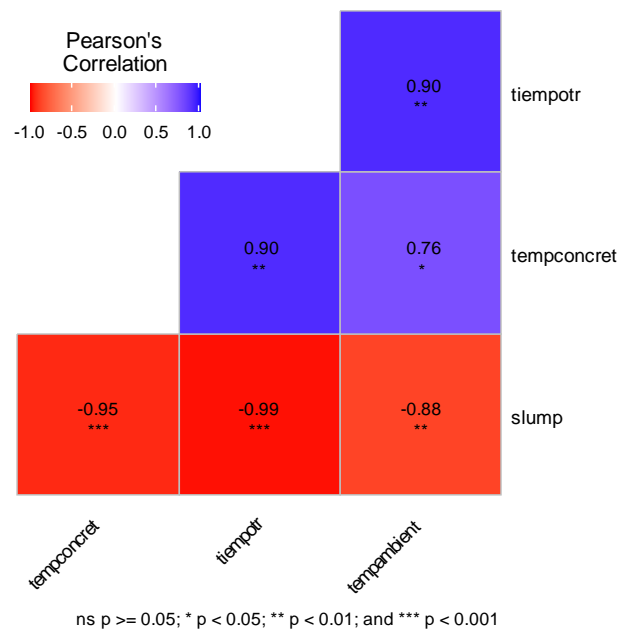


Figura 41. Coeficiente de correlación de Pearson para el tratamiento T-1

Tabla 32. Pearson's coeficiente de correlación (T-2)

| Pearson's coeficiente de correlación (T-2) | | | | |
|--|---------------|--------|--------------|------------|
| | Tiempo trans. | Slump | Temp. Concr. | Temp. Amb. |
| Tiempo transcurrido | 1.0 | -0.997 | 0.89900 | 0.90400 |
| Slump | -0.997 | 1.000 | -0.91500 | -0.89400 |
| Temperatura de concreto | 0.899 | -0.915 | 1.00000 | 0.69900 |
| Temperatura ambiente | 0.904 | -0.894 | 0.69900 | 1.00000 |

Tabla 33. Coeficiente de correlación de P- valores (T-2)

| values for the coeficiente de correlación (T-2) | | | | |
|---|---------------|------------|--------------|------------|
| | Tiempo trans. | Slump | Temp. Concr. | Temp. Amb. |
| Tiempo transcurrido | 2.49e - 40 | 9.92e - 07 | 0.00589 | 0.00520 |
| Slump | 9.92e - 07 | 0.00e + 00 | 0.00388 | 0.00660 |
| Temperatura de concreto | 5.89e - 03 | 3.88e - 03 | 0.00000 | 0.08020 |
| Temperatura ambiente | 5.20e - 03 | 6.60e - 03 | 0.08025 | 0.00000 |

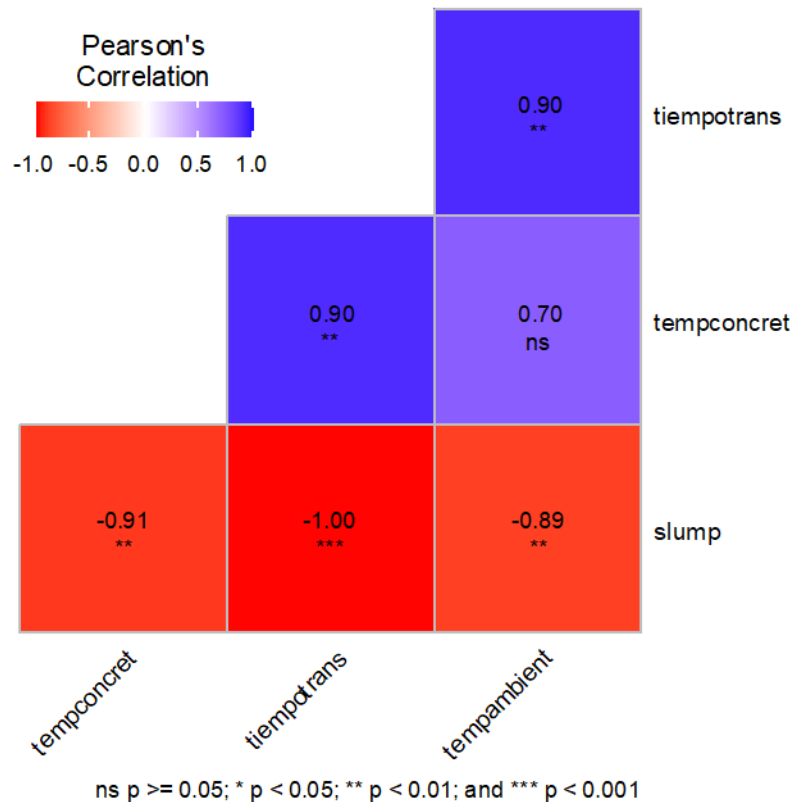


Figura 42. Coeficiente de correlación de Pearson para el tratamiento T-2

Tabla 34. Pearson's coeficiente de correlación (T-3)

| Pearson's coeficiente de correlación (T-3) | | | | |
|--|---------------|--------|--------------|------------|
| | Tiempo trans. | Slump | Temp. Concr. | Temp. Amb. |
| Tiempo transcurrido | 1.000 | -0.999 | 0.973 | 0.9940 |
| Slump | -0.999 | 1.000 | -0.974 | -0.9970 |
| Temperatura de concreto | 0.973 | -0.974 | 1.000 | 0.9800 |
| Temperatura ambiente | 0.994 | -0.997 | 0.980 | 1.0000 |

Tabla 35. Coeficiente de correlación de P- valores (T-3)

| Coeficiente de correlación de valores (T-3) | | | | |
|---|---------------|------------|--------------|------------|
| | Tiempo trans. | Slump | Temp. Concr. | Temp. Amb. |
| Tiempo transcurrido | 2.49e - 40 | 8.44e - 08 | 0.000227 | 6.27e - 06 |
| Slump | 8.44e - 08 | 1.41e - 39 | 0.000216 | 1.16e - 06 |
| Temperatura de concreto | 2.27e - 04 | 2.16e - 04 | 0.000000 | 1.08e - 04 |
| Temperatura ambiente | 6.27e - 06 | 1.16e - 06 | 0.000108 | 0.00e + 00 |

)

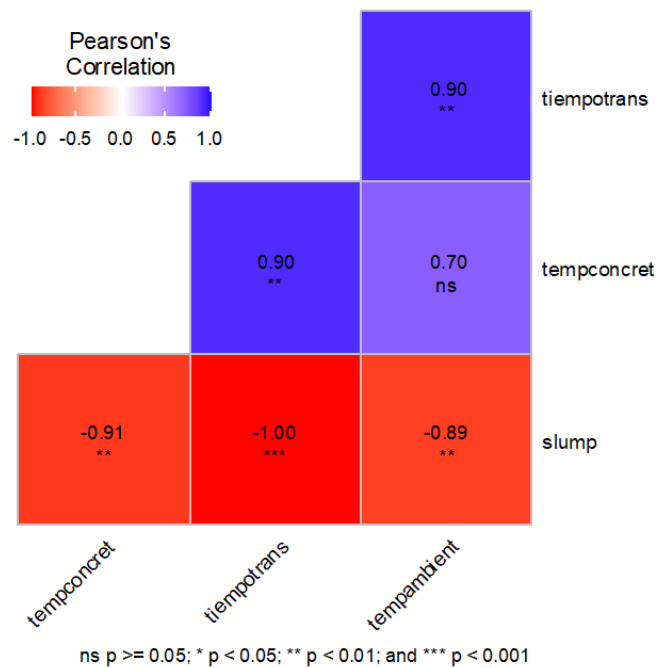


Figura 43. Coeficiente de correlación para el tratamiento T-3

4.5.2 Concreto en estado endurecido

El análisis del concreto endurecido se llevó a cabo, por diferencia de medias, donde se encontró que existen diferencias entre los tres tratamientos, resultando con una mayor resistencia final para el tratamiento 3. En las próximas líneas se presenta la salida del código en R, considera inicialmente un análisis de normalidad de errores, homogeneidad de varianzas, independencia de los errores, estadística descriptiva, análisis de varianza (ANOVA). Para luego proceder a las pruebas de comparación múltiple por Tukey, Scott-Knott y Duncan. Donde para todos los casos se tiene las diferencias altamente significativas.

Tabla 36. Normalidad de errores

| Normalidad de errores | | |
|---|-----------|-----------|
| Method | Statistic | P.valor |
| La prueba de normalidad de Shapiro - Wilk (W) | 0.961179 | 0.8005215 |

Como el valor - p calculada es mayor que el nivel de significado de 5 %, la hipótesis H0 no es rechazada. Por consiguiente, los errores pueden ser considerados normales.

Tabla 37. Homogeneidad de varianza

| homogeneidad de Variances | | |
|--------------------------------------|-----------|-----------|
| Method | Statistic | P.valor |
| Bartlett test (Bartlett's K-squared) | 0.7165842 | 0.6988689 |

Como el valor - p calculada es mayor que el nivel de significancia de 5 %, la hipótesis H0 no es rechazada. Por consiguiente, las varianzas pueden ser consideradas homogéneas.

Tabla 38. Independencia de errores

| Independencia de errores | | |
|--------------------------|-----------|----------|
| Method | Statistic | P.valor |
| durbin-watson (DW) | 1.919926 | 0.204586 |

Como el valor - p calculado es mayor que el nivel de significancia de 5 %, la hipótesis H0 no es rechazada. Por consiguiente, los errores pueden ser considerados independientes

Información adicional

CV (%) = 1.14

MStrat/MST = 0.99

Mean = 316.872

Median = 317.9111

Possible outliers = No discrepant point

Tabla 39. Possible outliers = No discrepant point

| Análisis de varianza | | | | | |
|----------------------|----|-----------|------------|----------|---------------|
| | Df | Sum Sq | Mean. Sq | F value | Pr (F) |
| Trat. | 2 | 2250.0279 | 1125.01394 | 86.66721 | 1.31881e - 06 |
| Residuals | 9 | 116.8276 | 12.98085 | | |

Como el p-valor calculado, está menos del nivel de significancia de 5 %. La hipótesis H0 de igualdad de manera es rechazada. Por consiguiente, al menos dos tratamientos difieren

Tabla 40. Prueba múltiple de comparación Tukey HSD

| Prueba múltiple de comparación Tukey HSD | | |
|--|----------|--------|
| | Resp. | groups |
| T-3 | 333.4012 | a |
| T-2 | 317.3447 | b |
| T-1 | 299.8700 | c |

En la figura se muestra tres grupos de tratamientos, a una significancia de 5%.

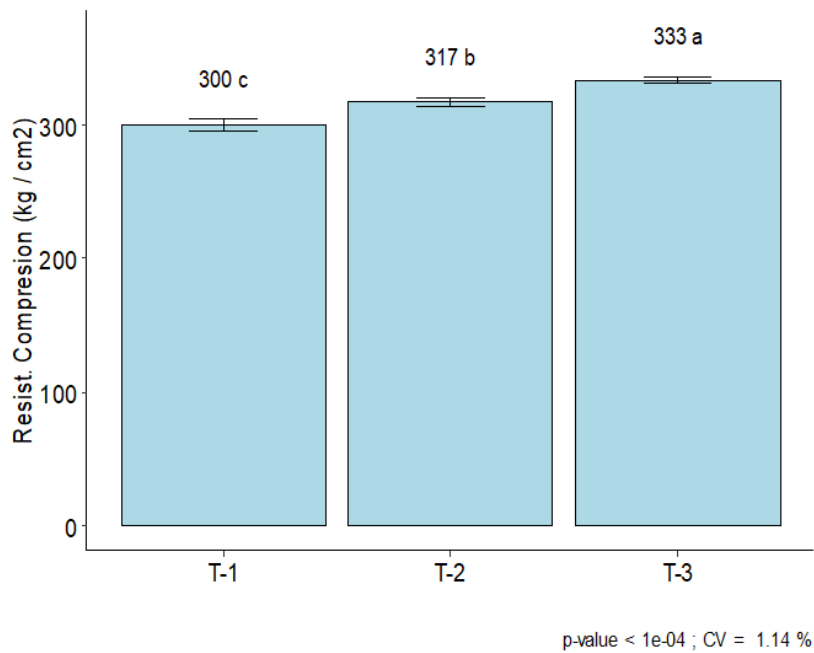


Figura 44. Diferencia de medias entre tratamientos (T-1, T-2, Y T-3), método Tukey

Prueba múltiple de comparación. Scott-Knott

Tabla 41. Prueba múltiple de comparación. Scott-Knott

| Prueba múltiple de Comparación: Scott-Knott | | |
|---|-----------|--------|
| | Resp. | groups |
| T-3 | 333..4012 | a |
| T-2 | 317.3447 | b |
| T-1 | 299.8700 | c |

Prueba múltiple de comparación. Duncan

Tabla 42. Prueba múltiple de comparación. Duncan

| Prueba múltiple de Comparación: Duncan | | |
|--|-----------|--------|
| | Resp. | groups |
| T-3 | 333..4012 | a |
| T-2 | 317.3447 | b |
| T-1 | 299.87 | c |



V. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES GENERALES

- La aplicación de aditivo retardante de fragua Plastiment TM-12 en dosis de 0.35% de peso de cemento, como se evidencia conserva el asentamiento de 8" pulgadas para un tiempo de tres horas, tiempo necesario para el vaciado de los pilotes (cimentaciones profundas), y poder atenuar el clima tropical, el plastificante reductor de agua Sikament-306 en 1.3% de peso de cemento le da fluidez, asentamientos (Slumps) entre (8"- 9"), reduce la relación a/c. y las resistencias a la compresión a 28 días de edad alcanzan notablemente el $f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$.

CONCLUSION ESPECÍFICAS

- Se concluye que los aditivos retardantes de fragua y plastificante reductor de agua actúan como modificadores de mezcla, el retardante de fragua Plastiment TM – 12, tasa de 0.35% logra mantener la fluidez de mezcla en un periodo localizado de 3 horas, esta característica de fluidez ayudara al proceso constructivo de pilotes (cimentaciones profundas)
- El plastificante reductor de agua Sikament – 306, tasa de 1.3% le da fluidez asentamientos (Slumps) (8" – 9") y cohesión, docilidad solicitada para concretos bajo agua para cimentaciones profundas.
- El desarrollo de la resistencia a compresión para concreto $f'c = 280 \text{ kg./ cm}^2$ empleado para pilotes muestra una espléndida tendencia de crecimiento desde los tres días superando el $f'c = 280 \text{ kg./ cm}^2$ ensayo a compresión los 28 días de edad.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el diseño de mezcla de concreto en obra, y con las condiciones del clima de la región y áridos de la zona.
- Producir mezcla de concreto con el diseño aprobado para un tramo de prueba para los ajustes correspondientes en volúmenes mayores a un m³
- Se recomienda la adición de aditivo plastificante al inicio junto con el agua y al finalizar el aditivo retardante.
- Se recomienda un batido de la mezcla de concreto de 5 minutos como mínimo una vez terminado el carguío.
- Se recomienda hacer los ensayos de frecuencia a los áridos según indiquen las especificaciones técnicas del proyecto
- Se recomienda que el módulo de fineza de la arena sea menor 3.0
- Se recomienda utilizar aditivos para obras importantes
- Los aditivos deberán estar almacenados en lugares apropiados exentos de calor y lluvia.
- Los agregados deberán estar protegidos de lluvia y polvo, cubiertos con lonas para evitar contaminación y exceso de humedad.
- El cemento deberá tener una temperatura menor a 20 °C y deberá ser verificado físicamente antes de cada faena.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pasquel, E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú (2ª ed.) Lima - Perú.
- Fernández, C. (2007). Hormigón (8ª ed.) Madrid – España
- Coapaza H. & Armando R., presentan en su tesis de grado (influencia del aditivo súper plastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg. / cm^2 como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda auto construidos en Puno. Para optar el título de Ingeniería civil en la Universidad Nacional del Altiplano.
- ACI 211. (2002). Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete. American Concrete Institute - ACI Committee 211, Estados Unidos.
- ASTM C - 43 (Estándar Test Method for Slump of Hidraulic-cement concret)
- Rivva, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto (1ª ed.). Lima, Peru: Capitulo Peruano
- Del American Concrete Institute ACI PERÚ.
- Kosmatka , & Panarese, W. C. (1988). Design and Control of Concrete Mixtures (13 ed.), (S. I. Portland Cement Association, Ed.)
- MTC E 204. (2016). Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos. Manual de Ensayos, Ministerio de Transporte y Comunicación, Lima - Perú.
- NTP 339.035. (2013). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Normas Técnicas Peruanas, Instituto Nacional de la Calidad -INACAL, Lima - Perú.
- Abanto, F. (1995). Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas). Lima, Peru: San Marcos.



- ASTM C 150. (2007). Standardized Specification for Portland Cement. American Society for Testing and Materials Internacional., Estados Unidos.
- Rivva, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto (1ª ed.). Lima, Peru: Capitulo Peruano del American Concrete Institute ACI PERÚ.
- Alekseev, A., Sazonov, P., Zorin, D., & Vinogradova, S. (2019). Application of pile foundations in structurally unstable soils. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 265, p. 05020). EDP Sciences.
- Alfaro, R., & Gonzales, V. (2008). *Estadística y probabilidades para ingenieros*. UNA Puno
- Jiang, H., Fall, M., Yilmaz, E., Li, Y., & Yang, L. (2020). Effect of mineral admixtures on flow properties of fresh cemented paste backfill: Assessment of time dependency and thixotropy. *Powder Technology*, 372, 258-266.
- Alfaro, R., & Espinoza, A. (2021). *Caracterización geotécnica de suelos mediante ensayos de laboratorio*. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Kim, J. H., Beacraft, M., & Shah, S. P. (2010). Effect of mineral admixtures on formwork pressure of self-consolidating concrete. *Cement and Concrete Composites*, 32(9), 665-671.
- Larisch, M. (2019, October). Concrete defects in bored piles as a result of insufficient applications of chemical admixtures. In *The NZ Concrete Industry Conference*.
- Pilares-Hualpa, I. A., Alfaro-Alejo, R., Pilares-Calla, C. A., & Alfaro-Vilca, O. E. (2021). Characterization of expansive soils for the foundation of an irrigation canal in the Peruvian Andes, Cabana-Mañazo case. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 939, No. 1, p. 012062). IOP Publishing.



ANEXOS



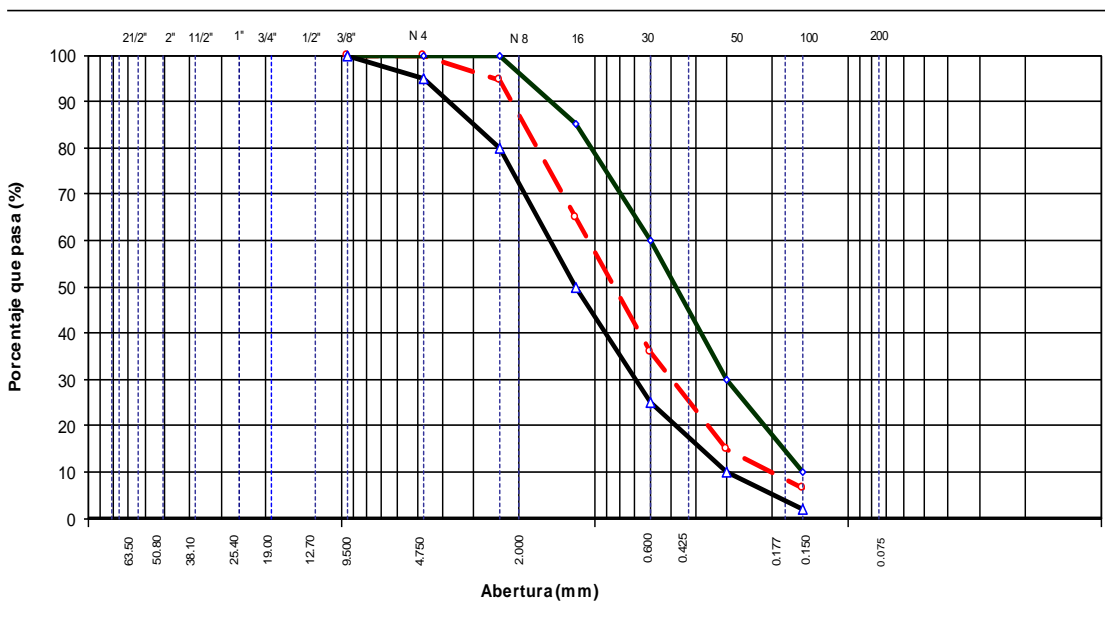
A-1 ENSAYOS DE MATAIALES

| ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422; MTC E 204) | | | |
|---|---|---|---------------------|
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
| ESTRUCTURA | : | PUENTE 1-PUENTE. 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | |
| ELEMENTO | : | CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTES HORMIGONADOS INSITU) | TECNICO : S.A.A |
| PROG (KM.) | : | RIO BLANCO KM 306+800 LD | HECHO POR : R.T.R. |
| FECHA | : | 14/10/2021 | ING. RESP. : R.L.L. |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---|---|-------------------------|
| MATERIAL | : | ARENA ZARANDEADA LAVADA (PLANTA INDUSTRIAL) | TAMAÑO MAXIMO : 4.76 mm |
| PROCED. | : | CANTERA RIO BLANCO | PESO INICIAL : 1214.8 g |
| KM. | : | 306+800 | |

| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|----------|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|
| 1" | 25.400 | | | | | | MUESTRA : |
| 3/4" | 19.000 | | | | | | ARENA LAVADA ZARANDEADA PARA CONCRETO |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | |
| 3/8" | 9.500 | | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | Modulo de Fineza : 2.84 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 95 | % < Nº 200 = 3.0 |
| Nº 8 | 2.360 | 63.8 | 5.3 | 5.3 | 94.7 | 80 | |
| Nº 10 | 2.000 | | | | | | |
| Nº 16 | 1.190 | 363.20 | 29.9 | 35.2 | 64.8 | 50 | 85 |
| Nº 20 | 0.840 | | | | | | |
| Nº 30 | 0.600 | 351.70 | 29.0 | 64.2 | 35.8 | 25 | 60 |
| Nº 40 | 0.425 | | | | | | Humedad natural = 1.41% |
| Nº 50 | 0.300 | 256.40 | 21.1 | 85.3 | 14.7 | 10 | 30 |
| Nº 80 | 0.177 | | | | | | OBSERVACIONES : |
| Nº 100 | 0.150 | 102.30 | 8.4 | 93.7 | 6.3 | 2 | 10 |
| Nº 200 | 0.000 | 39.80 | 3.3 | 97.0 | 3.0 | 0 | 5 |
| < Nº 200 | FONDO | 37.00 | 3.0 | 100.0 | | | |

CURVA GRANULOMETRICA





GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85, ASTM C127 Y C128, MTC E206 Y E205)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|---------------------|---|-------------------|------------|
| ESTRUCTURA : | PUENTE 1 – PUENTE 2 (VARIANTE LLOCLAMAYO) | TECNICO | S.A.A |
| ELEMENTO : | CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTES HORMIGONADOS INSITU) | HECHO POR | R.T.R |
| CANTERA : | RIO BLANCO | ING. RESP. | R.L.L. |
| PROG. (KM) : | KM 306+800 LD | FECHA | 13/10/2021 |

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : AGREGADO FINO < 4.76 mm : Arena Lavada Zarandeada

| | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|
| A | Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr) | | | | | |
| B | Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr) | | | | | |
| C | Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr) | | | | | |
| D | Peso material seco en estufa (105 °C)(gr) | | | | | |
| E | Vol. de masa = C - (A - D) (gr) | | | | | |
| | Pe bulk (Base seca) = D/C | | | | | |
| | Pe bulk (Base saturada) = A/C | | | | | |
| | Pe aparente (Base Seca) = D/E | | | | | |
| | % de absorción = ((A - D) / D * 100) | | | | | |

AGREGADO FINO

| | Nº de ensayo | 1 | 2 | 3 | | |
|---|---|--------|--------|---|--|----------|
| A | Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr) | 500 | 500 | | | |
| B | Peso Frasco + agua | 1304.3 | 1311 | | | |
| C | Peso Frasco + agua + A (gr) | 1804.3 | 1811.0 | | | |
| D | Peso del Mat. + agua en el frasco (gr) | 1620.3 | 1627 | | | |
| E | Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr) | 184.0 | 184.0 | | | |
| F | Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr) | 491.1 | 491.2 | | | |
| G | Vol de masa = E - (A - F) (gr) | 175.1 | 175.2 | | | PROMEDIO |
| | Pe bulk (Base seca) = F/E | 2.669 | 2.670 | | | 2.669 |
| | Pe bulk (Base saturada) = A/E | 2.717 | 2.717 | | | 2.717 |
| | Pe aparente (Base Seca) = F/G | 2.805 | 2.804 | | | 2.804 |
| | % de absorción = ((A - F)/F)*100 | 1.812 | 1.792 | | | 1.802 |

OBSERVACIONES :



PESO UNITARIO DE AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-19) - (NORMA MTC E- 203)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|-----------|---|-------------|-------------|
| OBRA | : PUNTE 1 – PUNTE 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | | |
| ELEMENTO | : CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTOS HORMIGONADOS INSITU) | | |
| CANTERA | : RIO BLANCO | Responsable | : R.T.R. |
| UBICACIÓN | : KM. 306 + 800 | FECHA | : 16-Oct-21 |
| MUESTRA | ARENA LAVADA < 4.75 | | |

AGREGADO FINO SIN COMPACTAR

| MATERIAL : ARENA LAVADA < 4.75 CALICATA : PROGRESIVA : | | IDENTIFICACION | | | | Promedio |
|--|----------------------|----------------|----------|----------|---|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del recipiente + muestra | (Kg) | 14.054 | 14.070 | 14.062 | | |
| Peso del recipiente | (Kg) | 8.950 | 8.960 | 8.954 | | |
| Peso de la muestra | (Kg) | 5.104 | 5.110 | 5.108 | | |
| Volumen | (m ³) | 0.00320 | 0.00320 | 0.00320 | | |
| Peso unitario sin compactado humedo | (Kg/m ³) | 1595.000 | 1596.875 | 1596.250 | | 1596 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso de tara | (g) | 87.3 | 87.3 | 87.3 | | |
| Peso de tara + muestra humeda | (g) | 611.8 | 611.8 | 611.8 | | |
| Peso de tara + muestra seca | (g) | 610.2 | 610.2 | 610.2 | | |
| Peso Agua | (g) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | | |
| Peso Suelo Seco | (g) | 522.9 | 522.9 | 522.9 | | |
| Contenido de humedad | (%) | 0.3 | 0.3 | 0.3 | | |
| Peso unitario suelto seco | (Kg/m ³) | 1590.134 | 1592.004 | 1591.381 | | 1591 |

AGREGADO FINO COMPACTADO

| CANTERA : CALICATA : PROGRESIVA : | | IDENTIFICACION | | | | Promedio |
|---|----------------------|----------------|----------|----------|---|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del recipiente + muestra | (Kg) | 14.589 | 14.572 | 14.613 | | |
| Peso del recipiente | (Kg) | 8.958 | 8.950 | 8.955 | | |
| Peso de la muestra | (Kg) | 5.631 | 5.622 | 5.658 | | |
| Volumen | (m ³) | 0.00320 | 0.00320 | 0.00320 | | |
| Peso unitario compactado humedo | (Kg/m ³) | 1759.688 | 1756.875 | 1768.125 | | 1762 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso de tara | (g) | 87.3 | 87.3 | 87.3 | | |
| Peso de tara + muestra humeda | (g) | 611.8 | 611.8 | 611.8 | | |
| Peso de tara + muestra seca | (g) | 610.2 | 610.2 | 610.2 | | |
| Peso Agua | (g) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | | |
| Peso Suelo Seco | (g) | 522.9 | 522.9 | 522.9 | | |
| Contenido de humedad | (%) | 0.306 | 0.3 | 0.3 | | |
| Peso unitario compactado seco | (Kg/m ³) | 1754.32 | 1751.516 | 1762.731 | | 1756 |

Observaciones:



EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA AASHTO T-176, ASTM D2419, MTC E114)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|-------------------|---|-------------------|--------------|
| ESTRUCTURA | : PUENTE. 1 – PUENTE. 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | TÉCNICO | : S.A.A |
| ELEMENTO | : CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTES HORMIGONADOS INSITU) | HECHO POR | : R.T.R. |
| CANTERA | : RIO BLANCO | ING. RESP. | : R.L.L. |
| PROGRESIVA | : Km. 306 + 800 L/D. | FECHA | : 17/10/2021 |

| MUESTRA | : | PRODUCCIÓN EN PLANTA | IDENTIFICACIÓN | | | | PROMEDIO |
|---|----|----------------------|----------------|-------------|-------------|---|---------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| MATERIAL | : | ARENA LAVADA | | | | | |
| | | LAVADORA INDUSTRIAL | | | | | |
| Tamaño máximo (pasa malla N° 4) | mm | | 4.75 | 4.75 | 4.75 | | |
| Hora de entrada a saturación | | | 16:40 | 16:42 | 16:44 | | |
| Hora de salida de saturación (mas 10") | | | 16:50 | 16:52 | 16:54 | | |
| Hora de entrada a decantación | | | 16:52 | 16:54 | 16:56 | | |
| Hora de salida de decantación (mas 20") | | | 17:12 | 17:14 | 17:16 | | |
| Altura máxima de material fino | mm | | 5.00 | 5.10 | 5.00 | | |
| Altura máxima de la arena | mm | | 4.00 | 4.10 | 4.00 | | |
| EQUIVALENTE DE ARENA | % | | 80.0 | 80.4 | 80.0 | | 80.1 % |

OBSERVACIÓN: Muestra de produccion



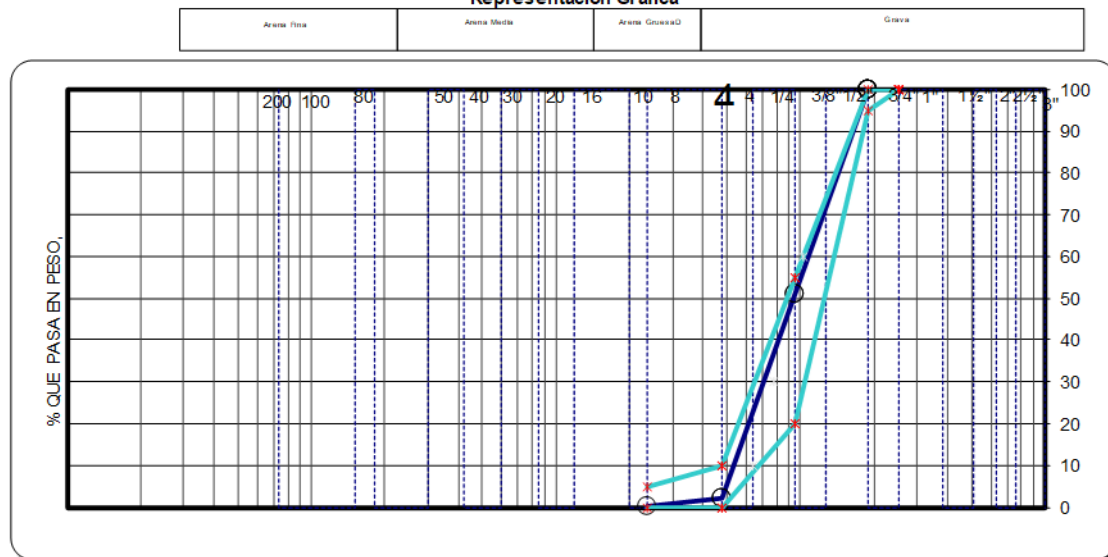
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E- 07) ASTM C-33

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|----------------------------------|--|--|
| OBRA : PUENTE 1 - PUENTE 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | TÉCNICO : S.A.A | | |
| ELEMENTO : CIMENTACIONES PROFUNDAS (PLOTES HORMIGONADOS INSITU) | REVISADO : R.L.L | | |
| TRAMO : IV CORREDOR VIAL INTEROCÉANICO SUR PERU-BRASIL | RESPONSABLE : R.T.R | | |
| MATERIAL : PIEDRA TRITURADA O CHANCA DA T.M. 1/2" | FECHA : 17-Oct-21 | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
| PROGRESIVA : KM: 306 + 800 Cantera Rio blanco | CERTIFICADO : | | |
| MUESTRA : planta chancadora | LA DO : | | |
| PROF. (m) : | OBSERVACIONES : T.M. 1/2" | | |

| Tamiz Ø | Material retenido | | | Material Pasante (%) | Especificaciones A.G.2 | | Descripción | |
|------------|-------------------|--------|-------------|----------------------------|------------------------|------------------|-------------|--|
| | Pulgada | mm | Peso (g) | | Retenido (%) | Acumulado (%) | | m in. (%) |
| 4" | | 100.00 | | | | | | % de Humedad % de Grava: 97.9 % de Arena: 2.1 Tamaño Máximo: % Pasante N°200: Peso Inicial: 10385.0 Porción de finos: Color: L.L.: LP.: I.P.: M.F.: % CLASIFIC. SUCS: CLASIFIC. AASHTO: OVER > 2": ÍNDICE DE CONSISTENCIA (I.C.): DESCRIPCIÓN DEL (I.C.): ÍNDICE DE LIQUIDES (I.L.): Observaciones |
| 3" | | 75.00 | | | | | | |
| 2 1/2" | | 63.50 | | | | | | |
| 2" | | 50.80 | | | | | | |
| 1 1/2" | | 38.10 | | | | | | |
| 1" | | 25.40 | | | | 100 | 100 | |
| 3/4" | | 19.05 | | | 100.0 | 95 | 100 | |
| 1/2" | | 12.70 | 1108.7 | 10.7 | 10.7 | 89.3 | | |
| 3/8" | | 9.53 | 3973.4 | 38.3 | 48.9 | 51.1 | 20 | |
| 3/4" | | 6.35 | 4342.3 | 41.8 | 90.8 | 9.3 | 55 | |
| N°4 | | 4.75 | 744.1 | 7.2 | 97.9 | 2.1 | 0 | |
| N°8 | | 2.36 | 180.5 | 1.74 | 99.66 | 0.34 | 0 | |
| N°10 | | 2.00 | | | | | 10 | |
| N°16 | | 1.19 | | | | | 5 | |
| N°20 | | 0.85 | | | | | | |
| N°30 | | 0.60 | | | | | | |
| N°40 | | 0.42 | | | | | | |
| N°50 | | 0.30 | | | | | | |
| N°60 | | 0.25 | | | | | | |
| N°80 | | 0.18 | | | | | | |
| N°100 | | 0.15 | | | | | | |
| N°200 | | 0.074 | | | | | | |
| Bandeja | | | 36.0 | 0.35 | 100 | | | |

Representación Gráfica



Observaciones:

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

(NORMA MTC - 221)
DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | |
|---|------------------------|
| OBRA : RINTE 1 - FUENTE 2 (VARIA NITELLOCLA MAYO) | TÉCNICO : S.A.A. |
| ELMENTO : CIMENTACIONES PROFUNDAS (PLOTES HORMIGONADOS IN SITU) | REVISADO : RLL |
| TRAMO : M CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SURPERU - BRASIL | ING. RESPONSABLE : RTR |
| MATERIAL : PEDRA TRITURADA O CHANCADA T.M. 1/2 | FECHA : 17/10/2021 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| CANERA : MM. 306 + 800 (Rio Blanco) | CERTIFICADO : |
| MUESTRA : | LADO : |
| PROF. (m) : | OBSERVACIONES : T.M. 1/2 |

| TAMIZ | MATERIAL | AGREGADO GRUESO | | | PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS | | | CHATAS Y ALARGADAS (%) PARCIAL (h) = g |
|--------|----------|-----------------|-----------|------------|-------------------------------|--------------|-------------------|--|
| | | Peso Ret. (A) | % Ret (b) | % Pasa (c) | Peso de La Fraccion (g) | Peso (g) (e) | (%) (f) = e/d*100 | |
| (pulq) | (mm) | | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | 2000.0 | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | 100.0 | 2000.0 | | | |
| 1/2" | 12.700 | 1108.7 | 19.0 | 81.0 | 1500.0 | 6.8 | 0.5 | 0.09 |
| 3/8" | 8.750 | 3973.4 | 68.2 | 12.8 | 500.0 | 29.8 | 6.0 | 4.06 |
| 1/4" | 6.350 | 744.1 | 12.8 | 0.0 | 500.0 | 9.9 | 2.0 | 0.25 |
| TOTAL | | 5826.2 | 100 | | 6500.0 | 46.5 | 111.56 | 4.40 |

| | | |
|--------------------------------------|-----|------|
| PESO TOTAL DE LA MUESTRA | (g) | 5826 |
| PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS | (%) | 4.4 |

OBSERVACIONES:

TECNICO DE LABOR

ING. DE SUELOS Y PAVIMS
CONTRATISTA



| DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS (NORMA ASTM D-5821 MTC E210) | | |
|---|---|--------------------------|
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | |
| OBRA | PUENTE 1 – PUENTE 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | TECNICO : S.A.A |
| ELEMENTO | CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTES HORMIGONADOS INSITU) | REVISADO : R.L.L. |
| TRAMO | IV CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU – BRASIL | ING. RESPONSABLE: R.T.R. |
| MATERIAL | PIEDRA TRITURADA O CHANCADA T.M. ½ | FECHA : 17-Oct-21 |
| DATOS DE LA MUESTRA | | |
| PROGRESIVA | Km. 306 + 800 Cantera Rio Blanco | CERTIFICADO : |
| MUESTRA | | LADO : |
| PROF. (m) | | OBSERVACIONES : |

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

| TAMAÑO DEL AGREGADO | | AGREGADO GRUESO | | | D | E | F | G |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------|-----------|-----------|--------------|-------------|---------|
| PASA TAMIZ | RETENIDO EN TAMIZ | Peso Ret. (A) | %Ret (B) | %Pasa (C) | (g) | (g) | ((D/E)*100) | F*B |
| 1 1/2" | 1" | | | | 2000.0 | | | |
| 1" | 3/4" | | | 100.0 | 1500.0 | | | |
| 3/4" | 1/2" | 1108.7 | 21.8 | 78.2 | 1200.0 | 1200.0 | 100.00 | 2181.6 |
| 1/2" | 3/8" | 3973.4 | 78.2 | 0.0 | 300.0 | 300.0 | 100.00 | 7818.4 |
| TOTAL | | 5082.1 | 100.0 | | 5000 | | | 10000.0 |
| %CON UNA CARA FRACTURADA = | | | | | TOTAL E | 100.0 | | |
| | | | | | TOTAL (b) | | | |

A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

| TAMAÑO DEL AGREGADO | | AGREGADO GRUESO | | | D | E | F | G |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|----------|-----------|-----------|---------------|-------------|---------|
| PASA TAMIZ | RETENIDO EN TAMIZ | Peso Ret. (A) | %Ret (B) | %Pasa (C) | (g) | (g) | ((D/E)*100) | F*B |
| 1 1/2" | 1" | | | | 2000.0 | | | |
| 1" | 3/4" | | | 100.0 | 1500.0 | | | |
| 3/4" | 1/2" | 1108.7 | 21.8 | 78.2 | 1200.0 | 1200.0 | 100.00 | 2181.6 |
| 1/2" | 3/8" | 3973.4 | 78.2 | 0.0 | 300.0 | 300.0 | 100.00 | 7818.4 |
| TOTAL | | 5082.1 | 100.0 | | 5000 | | | 10000.0 |
| %CON 2 O MAS CARA FRACTURADA = | | | | | TOTAL E | 100.0 | | |
| | | | | | TOTAL (b) | | | |

Observaciones:



ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA AASHTO T-96) - (MTC - 207)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------|-------------|
| OBRA : | PUENTE 1 – PUENTE 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | REALIZADO : | S.A.A. |
| ELEMENTO : | CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTES HORMIGONADOS INSITU) | REVISADO | R.L.L |
| TRAMO : | IV CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU – BRASIL | ING. RESPONSABLE : | R.T.R |
| MATERIAL : | PIEDRA TRITURADA O CHANCADA T.M. ½ | FECHA | : 16-Oct-21 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| PROGRESIVA : | KM. 306 + 800 | CERTIFICADO |
| CANTERA : | Cantera Rio Blanco | |
| PROF. (m) : | | |

| TAMIZ | GRADUACIONES | | | |
|----------------------------|--------------|--------------|---|---|
| | A | B | C | D |
| 1 1/2" | | | | |
| 1" | | | | |
| 3/4" | | | | |
| 1/2" | | 2500.1 | | |
| 3/8" | | 2500 | | |
| 1/4" | | | | |
| Nº 4 | | | | |
| PESO TOTAL | | 5000.1 | | |
| PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO | | 910.4 | | |
| PESO OBTENIDO | | 4089.7 | | |
| Nº DE ESFERAS | | 12 | | |
| PESO DE LAS ESFERAS | | 5013 | | |
| PORCENTAJE OBTENIDO | | 18.2% | | |

OBSERVACIONES :



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85, ASTM C127 Y C128, MTC E206 Y E205)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | |
|-------------------|--|----------------------------------|
| ESTRUCTURA | : PUENTE 1 – PUENTE 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | TÉCNICO : S.A.A |
| ELEMENTO | : CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTES HORMIGONADOS IN | REVISADO : R.L.L. |
| TRAMO | : IV CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU – BRASII | ING. RESPONSABLE : R.T.R. |
| | | FECHA : 14/10/2021 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| MATERIAL | : PIEDRA TRITURADA O CHANCADA T.M. ½ |
| MUESTRA | : |
| TRAMO | : |

AGREGADO GRUESO

| | | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------------|
| A | Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr) | 1800.0 | 1800.0 | 1800.2 | |
| B | Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr) | 1145.7 | 1146.1 | 1145.8 | |
| C | Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr) | 654.3 | 653.9 | 654.4 | |
| D | Peso material seco en estufa (105 °C)(gr) | 1785.8 | 1786.9 | 1787.4 | |
| E | Vol. de masa = C- (A - D) (gr) | 640.1 | 640.8 | 641.6 | PROMEDIO |
| | Pe bulk (Base seca) = D/C | 2.729 | 2.733 | 2.731 | 2.731 |
| | Pe bulk (Base saturada) = A/C | 2.751 | 2.753 | 2.751 | 2.752 |
| | Pe Aparente (Base Seca) = D/E | 2.790 | 2.789 | 2.786 | 2.788 |
| | % de absorción = ((A - D) / D * 100) | 0.795 | 0.733 | 0.716 | 0.75 |

OBSERVACIONES



PESO UNITARIO DE AGREGADOS
(NORMA AASHTO T-19) - (NORMA MTC E- 203)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | |
|-----------|---|----------------------|
| OBRA | : PUENTE 1 – PUENTE 2 (VARIANTE LLOCLLAMAYO) | |
| ELEMENTO | : CIMENTACIONES PROFUNDAS (PILOTES HORMIGONADOS INSITU) | |
| CANTERA | : RIO BLANCO | Responsable : R.T.R. |
| UBICACIÓN | : KM. 306 + 800 | FECHA : 16-Oct-21 |
| MUESTRA | PIEDRA TRITURADA O CHANCADA T.M. ½ | |

AGREGADO GRUESO SIN COMPACTAR

| MATERIAL : Grava 1/2" | CALICATA : | PROGRESIVA : | IDENTIFICACION | | | | Promedio |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|----------------|----------|----------|---|-----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del recipiente + muestra | (Kg) | | 13.730 | 13.783 | 13.750 | | |
| Peso del recipiente | (Kg) | | 3.391 | 3.391 | 3.391 | | |
| Peso de la muestra | (Kg) | | 10.34 | 10.39 | 10.36 | | |
| Volumen | (m ³) | | 0.00706 | 0.00706 | 0.00706 | | |
| Peso unitario sin compactado humedo | (Kg/m ³) | | 1464.448 | 1471.955 | 1467.280 | | 1467.894 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| Peso de tara | (g) | | 101.6 | 101.6 | 101.6 | | |
| Peso de tara + muestra humeda | (g) | | 784.6 | 784.6 | 784.6 | | |
| Peso de tara + muestra seca | (g) | | 784.0 | 784.0 | 784.6 | | |
| Peso Agua | (g) | | 0.6 | 0.6 | 0.0 | | |
| Peso Suelo Seco | (g) | | 682.4 | 682.4 | 683.0 | | |
| Contenido de humedad | (%) | | 0.1 | 0.1 | 0.0 | | |
| Peso unitario suelto seco | (Kg/m ³) | | 1463.161 | 1470.662 | 1467.280 | | 1467.034 |

AGREGADO GRUESO COMPACTADO

| CANTERA : | CALICATA : | PROGRESIVA : | IDENTIFICACION | | | | Promedio |
|---------------------------------|----------------------|--------------|----------------|----------|----------|---|-----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del recipiente + muestra | (Kg) | | 14.551 | 14.556 | 14.552 | | |
| Peso del recipiente | (Kg) | | 3.391 | 3.391 | 3 | | |
| Peso de la muestra | (Kg) | | 11.160 | 11 | 11 | | |
| Volumen | (m ³) | | 0.007 | 0.007 | 0.007 | | |
| Peso unitario compactado humedo | (Kg/m ³) | | 1594.286 | 1595.000 | 1594.429 | | 1594.571 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| Peso de tara | (g) | | 101.6 | 101.6 | 101.6 | | |
| Peso de tara + muestra humeda | (g) | | 784.6 | 784.6 | 784.6 | | |
| Peso de tara + muestra seca | (g) | | 784.0 | 784.0 | 784.0 | | |
| Peso Agua | (g) | | 0.6 | 0.6 | 0.6 | | |
| Peso Suelo Seco | (g) | | 682.4 | 682.4 | 682.4 | | |
| Contenido de humedad | (%) | | 0.09 | 0.09 | 0.09 | | |
| Peso unitario compactado seco | (Kg/m ³) | | 1592.89 | 1593.599 | 1593.028 | | 1593.171 |

Observaciones:

A-2 CERTIFICADOS DE CALIDAD

CERTIFICADO DE CALIDAD

CEMENTO
YURA

CEMENTO PORTLAND TIPO I

Semana 35 (del 24 al 30 Agosto)

| | YURA | ASTM C 150 NTP - 334.082 |
|--|-------|-----------------------------|
| REQUERIMIENTOS QUIMICOS: | | |
| Óxido de Silicio, SiO ₂ , % | 21.23 | No Especifica |
| Óxidos de Aluminio, Al ₂ O ₃ , % | 4.04 | No Especifica |
| Oxido Ferrico, Fe ₂ O ₃ , % | 3.20 | No Especifica |
| Oxido de Calcio, CaO, % | 63.82 | No Especifica |
| Óxido de Magnesio, MgO, % | 2.52 | 6.00 Máximo |
| Trisulfato de Azufre, SO ₃ , % | 2.53 | 3.00 Máximo |
| Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F % | 1.39 | 3.00 Máximo |
| Residuo Insoluble, R.I.% | 0.93 | 1.50 Máximo |

REQUERIMIENTOS FISICOS:

| | | |
|---|----------------|----------------|
| Peso Especifico (g/cm ³) | 3.09 | No Especifica |
| Finura (Superficie Especifica - Blaine), cm ² /g | 3720 | 2600 Mínimo |
| Finura (Retenido malla N° 325 (45 µm)), % | 9.20 | No Especifica |
| Expansión en Autoclave, % | 0.05 | 0.80 Máximo |
| Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos | | |
| Tiempo de Fraguado (Inicial) | 184 | 45 Mínimo |
| Tiempo de Fraguado (Final) | 235 | 375 Máximo |
| Contenido de Aire del mortero, % | 5.47 | 12.00 Máximo |
| Resistencia a la Compresión, MPa, (Kg-f/cm ²) | | Mínimo : |
| 01 día | 16.07 (164) | No Especifica |
| 03 días | | 12.00 (122) |
| 07 días | Pendiente | 19.00 (194) |
| 28 días | Pendiente | 28.00 (286) |

Este Documento muestra Características Típicas del Promedio Semanal, confirmando que este cemento cumple con las especificaciones de las normas NTP 334.009 y ASTM C-150

Arequipa, 02 de Septiembre 2016

Gonzalo Álvarez Cárdenas
Jefe de Control de Calidad
Yura S.A.



Planta: Cerretera Yura Km. 28 - Arequipa
Oficina comercial: Av. General Díaz 527 - Arequipa
Telf. (51 54) 935060 / 225000
www.yura.com.pe



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



067

Certificado de Análisis

N° 0814

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA: Km 240+050
PROCEDENCIA : AGUA DE RIO, Km 240+050, LADO DERECHO DE LA VIA
PROYECTO : "CARRETERA INTEROCEANICA SUR KM 290-SAN GABAN, CARABAYA PUNO"
INTERESADO : OPERADORA SUR PERU S.A.
MOTIVO : ANALISIS DE AGUA
MUESTREO : 27/06/2019, por el interesado
ANÁLISIS : 27/06/2019
COD. MUESTRA : F009-000082

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMÉTRIOS FÍSICO QUÍMICOS | UNIDAD | AFLUENTE RESULTADOS | VALORES NORMALES (para concreto) |
|---|--------|---------------------|----------------------------------|
| 1.- Potencial de Hidrogeno | pH | 7.07 | 5.0-8.0 |
| 2.- Dureza como CaCO ₃ | ppm | 165.94 | 40 |
| 3.- Alcalinidad como CaCO ₃ | ppm | 87.78 | Hasta 1000 |
| 4.- Cloruros como Cl ⁻ | ppm | 83.99 | Hasta 1000 |
| 5.- Sulfatos como SO ₄ ²⁻ | ppm | 40.80 | Hasta 600 |
| 6.- Nitratos como NO ₃ | ppm | 0.00 | |
| 7.- Materia Orgánica | ppm | 0.10 | LMD |
| 8.- Sólidos en Suspensión | ppm | 6.00 | |

INTERPRETACION

1.- Los parámetros físico-químicos analizados en el laboratorio de control de calidad cumplen con los límites técnicos establecidos.

DICTAMEN

Según las normas técnicas peruanas (NTP 339,088). El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos.

Puno, C.U. 05 de julio del 2019.

VºBº

Edith Tello Palma
DECANA
FACULTAD ING. QUÍMICA
UMA - PUNO

M. Sc. J. Miguel Castillo Prado
COORDINADOR, Laboratorio Control de Calidad
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
UMA - PUNO



HOJA TÉCNICA

Plastiment® TM-12

Retardante de fragua y reductor de agua.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Plastiment® TM-12 es un aditivo plastificante y retardante de fragua, exento de cloruros.

USOS

- Vaciado de concreto en tiempo caluroso.
- Vaciado de concreto en grandes volúmenes.
- Evita juntas frías en faenas continuas.
- Concreto premezclado.
- Transporte de concreto a largas distancias.
- Concreto bombeado.

NORMA

Plastiment® TM-12 cumple con la Norma ASTM C 494 como aditivo tipo D y tipo B.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido

COLORES

Marrón claro a oscuro

PRESENTACIÓN

- Granel x 1 L
- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

1 año en sitio fresco y bajo techo en su empaque original bien cerrado.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1,17 kg/L ± 0,02

USGBC VALORACIÓN LEED

Plastiment TM-12 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

Hoja Técnica
Plastiment® TM 12
22.01. Edición 5

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

Del 0.2% al 0.9% del peso del cemento. Se deben realizar pruebas previas para optimizar la dosis.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MODO DE EMPLEO

- Diluido en la última parte del agua de amasado.
- Si se utiliza otros aditivos se deben de añadir por separado.
- Plastiment® TM-12 se puede usar en combinación con otros aditivos como incorporadores de aire tipo SikaAer®, Sikament®, Sika® ViscoCrete® entre otros.

IMPORTANTE

- La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de la obra.
- Dosificaciones superiores a las recomendadas pueden ocasionar retardos prolongados del fraguado del concreto, que no afectan la resistencia final.
- Plastiment® TM-12 puede presentar un mayor retardo según el tipo de cemento.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

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

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

OBSERVACIONES

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

NOTAS LEGALES

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

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

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 4
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Plastiment® TM-12 :

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



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



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

Hoja Técnica
Plastiment® TM-12
22.01.15, Edición 5

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



© 2014 Sika Perú S.A.



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikament®-306

SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO QUE MANTIENE LA TRABAJABILIDAD

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. En climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto. No contiene cloruros.

USOS

Como superplastificante.

Adicionado a una mezcla con consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero, facilitando su colocación, haciéndolo apto para el bombeo. Especialmente indicado para fundiciones de concreto por el sistema tremie.

Como reductor de agua de alto poder.

Adicionado en el agua de amasado, permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla consiguiéndose la misma manejabilidad con incremento notable en las resistencias mecánicas a todas las edades. La impermeabilidad y durabilidad del concreto se ven incrementadas.

Como economizador de cemento.

Se puede aprovechar el incremento de resistencias logrado al reducir agua con el aditivo, para disminuir el contenido de cemento y hacer más económico el diseño.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

| | |
|--------------------------------------|---|
| Empaques | <ul style="list-style-type: none">• Cilindro x 200 L• Dispenser x 1000 L• Granel x 1L |
| Apariencia / Color | Líquido pardo oscuro |
| Vida Útil | 1 año |
| Condiciones de Almacenamiento | El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte de- |

Hoja De Datos Del Producto
Sikament®-306
Mayo 2020, Versión 01.02
021302013000000078

1 / 2

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando la segregación y formación de cangrejeras. Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Permite doblar los tiempos de manejabilidad de la mezcla en climas medios y fríos.
- Aumenta notablemente la resistencia inicial del concreto.
- Permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla.
- Incrementa la resistencia final del concreto en más de un 40%
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Densifica el concreto.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con los requerimientos para superplastificantes según la norma ASTM C 494, tipo G.

be tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

| | |
|-----------------|---------------|
| Densidad | 1.21 +/- 0.01 |
|-----------------|---------------|

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Como plastificante:

Adicionarlo a la mezcla de concreto o mortero ya preparado y remezclar por lo menos durante 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.

IMPORTANTE

En la elaboración de concretos o morteros fluidos se exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido. En caso de deficiencia de finos, dosificar SikaAer® para incorporar el aire en forma controlada a la mezcla. El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de los encofrados para evitar la pérdida de la pasta de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de obra.

Dosificación superiores a las recomendadas pueden ocasionar retardos en el fraguado del concreto.

DOSIFICACIÓN

Como plastificante del 0,5 % - 1 % del peso del cemento.

Como superplastificante del 1 % - 2 % del peso del cemento.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



MATRIZ DE CONSISTENCIA

| | Definición del Problema | Hipótesis | Variables | Indicadores | Factor a Medir |
|---------------|---|---|--|---|---|
| Específico 01 | ¿El diseño con aditivos químicos ayudaran a resolver los problemas de la mezcla de concreto fluido $f'c=280$ kg./cm2 en porcentajes 0.2%,0.35% de retardante de fragua, plastificante en porcentajes de 1%,1.3 en climas tropicales de la región de Puno? | La aplicación de aditivos como son retardante de fragua y un plastificante en dosis de 0.2%,0.35% para el retardante de fragua y 1%,1.3% de plastificante sikament-306 aportaran bondadosamente los requerimientos de calidad de la mezcla de concreto fluido $f'c=280$ kg./cm2 para climas tropicales de la región de puno | Independientes. Dosificación de aditivos y agregados. Dependientes. Fluidez y trabajabilidad de la mezcla de concreto, resistencia a compresión simple. | Porcentajes adicionado en volúmenes con con respecto al peso de cemento El flujo de la mezcla será probada con el ensayo de Slump (ASTM C 143 - Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete) ensayo normalizado para Resistencia a la compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. (ASTM C-39) | Retardante de fragua plastiment-TM-12 en 0.2%,0.35% plastificante 1%,1.3% de peso de cemento Asentamiento o slump medido en un periodo de 3.0 horas, resistencia a compresión $f'c=280$ kg./cm2 a los 7,14,28 días |
| | ¿Cómo influye en el diseño de concreto el aditivo retardante de fragua en porcentajes de 0.2% y 0.35% con respecto al peso de cemento en climas tropicales de la región de puno? | La adición del aditivo retardante de fragua plastiment TM-12 en tasas de 0.2% y 0.35% en peso del cemento modificara el comportamiento de la mezcla de concreto fluido en un tiempo de acción localizado experimentado en la zona Tropical de la región Puno | Independiente. Dosificación del retardante de fragua Plastiment TM-12 en porcentajes de 0.2%,0.35% Dependiente Periodo prolongado en un tiempo de acción localizado | Tiempo de fraguado de mezclas de concreto (ASTM C 403/403M - Standard test) Minutos u horas en un tiempo de acción localizado | Asentamiento o slump medido en un periodo de 3.0 horas, Asentamiento o slump medido en un periodo de 3.0 horas, con diferentes dosis de aditivo |
| Específico 02 | ¿Cómo influye en el diseño de concreto el aditivo plastificante sikament-306 en porcentajes de 1% y 1.3% con respecto al peso de cemento en climas tropicales de la región de puno? | La adición del aditivo plastificante sikament-306 en tasas de 1% y 1.3% en peso del cemento aportara la fluidez deseada ,homogeneidad y plasticidad para su trabajabilidad experimentado en zona tropical de la región Puno | Independiente Dosificación del plastificante sikament-306 en porcentajes de 1%,1.3% Dependiente Asentamiento y fluides | ensayo de Slump (ASTM C 143 - Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete) Asentamientos o slump mayores a 8" | Asentamiento o slump (trabajabilidad) de la mezcla de concreto fluido, medición con el cono de abrams Asentamiento o slump (trabajabilidad) de la mezcla de concreto fluido, medición con el cono de abrams con las diferentes dosis |
| | ¿Cómo influye la adición de aditivos sikament-306 y el retardante de fragua TM-12 en la resistencia a compresión simple del concreto fluido $f'c=280$ kg./cm2 en diferentes porcentaje con respecto al peso de cemento en climas tropicales de la región de puno? | La adición del aditivo sikament-306 actúa como reductor de agua de alto rango mientras que el retardante de fragua TM-12 actúa en bajo rango o poco significativa como reductor de agua, lo que nos indican estos conceptos es la apreciable ganancia de resistencia a la compresión debido a la reducción de agua Relacion.(a/c) | Independiente Dosificación de aditivos y proporcionalidad de agregados y agua Dependiente Resistencia a compresión simple kg./cm2 | Método de ensayo normalizado para Resistencia a la compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. (ASTM C-39) la resistencia a compresión simple a los 3,7,14,28 días cumplen con las especificaciones técnicas del proyecto $f'c=280$ kg./cm2 | La Medición es en kg./cm2 a compresión simple a los 7,14,28 días de $f'c=280$ kg./cm2 la Medición se realizó en kg./cm2 a compresión simple a los 3, 7,14,28 días de $f'c=280$ kg./cm2 |
| Específico 03 | | | | | |
| Específico 04 | | | | | |



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ROBERTO ABAD TAMAYO REYES,
identificado con DNI 80668294 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA AGRÍCOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO FLUIDO PARA PILOTES EN CLIMAS
TROPICALES DE LA REGION DE PUNO APLICANDO ADITIVOS ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de ABRIL del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ROBERTO ABAD TAMAYO REYES
identificado con DNI 80668394 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO FLUIDO PARA PILOTES EN CLIMAS TROPICALES DE LA REGION DE PUNO APLICANDO ADITIVOS"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de ABRIL del 2023

Roberto A. Tamayo R.

FIRMA (obligatoria)



Huella