



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

---

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE  
ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE  
FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN  
CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS**

---

Presentado por

**Br. Edison Simón Ponce Córdova**

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

**Asesor:**

Ing. Víctor chacón Sánchez

CUSCO – PERÚ

2016



## DEDICATORIA

### A Dios

A mis padres, Simón y Rosario, quienes siempre me infundieron espíritu de lucha y que las cosas se logran con esfuerzo y sacrificio, gracias por ser mi ejemplo de vida.

A mi amada novia Gloria, la razón de mi vida, mis fuerzas, mis aspiraciones y mi felicidad, que me enseñó tanto de mi profesión como de la vida misma, impulsándome siempre a seguir adelante.

A mis hermanos, que incansable y pacientemente me animan a seguir esforzándome.

A mis grandes amigos; todo mi reconocimiento y cariño.

Edison Ponce C.



## AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a los docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andina del Cusco, por sus valiosas enseñanzas.

Mi reconocimiento especial a mí asesor de la presente tesis Ing. Víctor Chacón Sánchez, a mis docentes de la escuela profesional de ingeniería civil.

A todas las personas que contribuyeron en esta tarea, sin su participación no hubiera podido ser posible el presente trabajo.

A todos ellos gracias por su apoyo desinteresado.

Edison Ponce C.



## PRESENTACIÓN

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO;

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil; pongo en vuestra consideración, la tesis intitulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.**

La principal razón que me condujo a realizar el presente tema, fue la preocupación sobre la utilización de aditivos acelerantes en concreto, el cual permite evitar riesgos de fragua y resistencia a la comprensión, debido a las características climatológicas en nuestro medio; sin embargo, a pesar de su importancia, es necesario conocer el acelerante que tenga mejores rendimientos en cuanto a tiempo de fragua, resistencia a la comprensión y los costos que suponen los aditivos comerciales en la ciudad del Cusco, por lo que se propone un estudio comparativo entre estos aditivos más conocidos en el Cusco.

Ruego a ustedes comprender cualquier error involuntario cometido en el desarrollo de la presente investigación.

Edison Ponce C.





## RESUMEN

El Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco, en concretos expuestos a climas alto andinos, tiene por objetivos identificar las características de los dos aditivos de marca Chema y Sika aceleradores de fragua en concretos expuestos a climas alto andino, evaluando el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción mínima, media y máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante.

Cuando la temperatura ambiente desciende bajo los 5°C, el concreto puede sufrir daño considerable, esto ocurre cuando la temperatura decrece al punto que el agua contenida en mezclas frescas o en concretos jóvenes se congela, es por esta razón que se recomienda el uso de aditivos acelerantes de fragua comercializados en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos.

En la actualidad el uso de aditivos acelerantes de fragua, es una técnica que se está empleando en el mundo para la elaboración de concreto y así garantizar el tiempo de fragua inicial del concreto expuesto a climas fríos.

La presente tesis es de carácter descriptivo-experimental, a través del cual, se pretende contribuir en el conocimiento en la comparación de los aditivos comerciales en la ciudad del Cusco.

Los agregados utilizados en la presente tesis, son de las canteras de Vicho, Huambutio y Cunyac, estos agregados en ciertas proporciones cumplen las propiedades de las normas ASTM y NTP, para la elaboración del diseño de mezclas por el método ACI.

El tiempo de fragua inicial de la pasta de cemento con adición de aditivos acelerantes, se toma en lapsos de tiempo de una hora, la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de concretos son sometidas a los 3, 7 y 14 días, estos resultados se muestran en las tablas del capítulo IV

Los concretos con adición de aditivos Sika 3 y Chema 5 en una proporción máxima, reducen su resistencia a los 14 días de fraguado, mientras que los concretos con



adición de aditivos Sika 5 y Chema Estruct en cualquiera de sus proporciones, experimentan un incremento de la resistencia progresiva a los 3,7 y 14 días.

Los costos de materiales por  $m^3$  de concreto, varía de acuerdo al tipo de aditivo acelerante seleccionado, y la proporción usada, resultando ser el más económico en la proporción mínima Sika 5 con S/.312.12, y el más costoso Sika 3 con S/.393.38, en una proporción media el más económico es Chema Estruct con S/.327.21, y el más costoso es Sika 3 con S/.404.17, en una proporción máxima el más económico es Chema Estruct con S/.341.25, y el más costoso es Chema 5 con S/.437.68, los costos de los insumos para la investigación son tomados en la ciudad del Cusco.

**ABSTRACT**

The comparative Study of the effect of preservatives Chema and accelerating Sika of forge in the city of the Cusco, in exposed concretes to Andean high climates, he/she has for objectives to identify the characteristics of the two mark preservatives Chema and accelerating Sika of forge in exposed concretes to Andean high climates, evaluating the time of forge, resistance to the understanding and difference of costs of the concrete, using a minimum proportion, he/she mediates and maxim of preservative acelerante recommended by each maker.

When the ambient temperature descends under the 5°C, the concrete can suffer considerable damage, this happens when the temperature falls to the point that the water contained in fresh mixtures or in young concretes he/she freezes, it is for this reason that the use of preservatives forge acelerantes is recommended marketed in the city of the Cusco in exposed concretes to Andean high climates.

At the present time the use of preservatives forge acelerantes, is a technique that is using in the world for the elaboration of concrete and this way to guarantee the time of forge initial from the exposed concrete to cold climates.

The present thesis is of descriptive-experimental character, through the one which, it is sought to contribute in the knowledge in the comparison of the commercial preservatives in the city of the Cusco.

The attachés used in the present thesis, are of the quarries of Vicho, Huambutio and Cunyac, these attachés in certain proportions complete the properties of the norms ASTM and NTP, for the elaboration of the design of mixtures for the method ACI.

The time of forge initial of the cement pasta with addition of preservatives acelerantes, takes in lapses of time of one hour, the resistance to the compression of the different types of concretes is subjected to the 3, 7 and 14 days, these results are shown in the charts of the chapter IV

The concretes with addition of preservatives Sika 3 and Chema 5 in a maximum proportion, they reduce their resistance to the 14 days of having forged, while the concretes with addition of preservatives Sika 5 and Chema Estruct in anyone of its



proportions, experiences an increment from the progressive resistance to the 3,7 and 14 days.

The costs of materials for m<sup>3</sup> of concrete, it varies according to the type of preservative selected acelerante, and the used proportion, turning out to be the most economic in the minimum proportion Sika 5 with S / .312.12, and the most expensive Sika 3 with S / .393.38, in a proportion media the most economic is Chema Estruct with S / .327.21, and the most expensive is Sika 3 with S / .404.17, in a maximum proportion the most economic is Chema Estruct with S / .341.25, and the most expensive is Chema 5 with S / .437.68, the costs of the inputs for the investigation are taken in the city of the Cusco.



## INTRODUCCIÓN

El concreto es una masa endurecida producida por una mezcla de agua, cemento y agregados (arena y piedra). El diseño de mezcla es la dosificación ideal que debe haber entre los componentes del concreto para crear un concreto con la resistencia y durabilidad deseada.

Sin embargo, para que cumplan ciertas condiciones de óptima resistencia, se requiere la utilización de ciertos aditivos, los cuales se emplean para modificar las propiedades del concreto, para mejorar su trabajabilidad, aumentar la resistencia, retardar o acelerar el desarrollo de la resistencia y aumentar su resistencia a la congelación.

Las condiciones climáticas del Cusco requieren la preparación del concreto con ciertos aditivos que permitan acelerar la fragua, para evitar el congelamiento, dado que a ciertas horas de la noche-madrugada, la temperatura puede bajar a menos 0°C, lo que pone en riesgo el trabajo.

Los aditivos aceleradores de fragua comerciales más utilizados en el Cusco, son Sika 3, Sika 5, Chema 5, y Chema Struct, para concreto simple y concreto armado respectivamente, los que son comparados mediante un estudio experimental, de manera que se puede aseverar, cuáles son sus tiempos de fragua, resistencias a la comprensión y costos.

La presente tesis ha sido organizada en cinco capítulos, los cuales se detalla a continuación:

Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, donde se realizó la descripción del problema, la formulación, la justificación, las limitaciones, los objetivos, la hipótesis y la hipótesis.

Capítulo II.- MARCO TEÓRICO DE LA TESIS, donde se describen los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, como es el caso del concreto, los componentes del concreto, tipos de concreto, propiedades de concreto, propiedades del concreto y sus componentes; el fraguado, colocación del concreto bajo temperaturas extremas, fraguado del concreto, curado; los, aditivos, aditivos para concreto, aditivos acelerantes, el marco conceptual y las hipótesis.



Capitulo III.- DISEÑO METODOLÓGICO, donde se muestra el procedimiento del trabajo, como el tipo de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolecciones de datos, técnicas de procesamiento de datos, materiales, procedimiento del experimento.

Capitulo IV.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN, donde se muestran los resultados de los experimentos, presentados en tablas y gráficos, los análisis y comentarios de las tablas y gráficos de dichos resultados.

Capitulo V.- DISCUSIÓN, donde se presenta un análisis de los trabajos realizados en la presente tesis.

Finalmente se exponen las conclusiones, las recomendaciones, las referencias, la link grafía consultada y los anexos.



**ÍNDICE GENERAL**

DEDICATORIA ..... II

AGRADECIMIENTO ..... III

PRESENTACIÓN..... IV

RESUMEN ..... V

INTRODUCCIÓN ..... IX

ÍNDICE GENERAL..... XI

ÍNDICE DE TABLAS ..... XIX

ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... XXV

CAPÍTULO I ..... 28

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 28

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA ..... 28

    1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ..... 28

    1.1.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA ..... 30

        1.1.2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL ..... 30

        1.1.2.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS  
                ESPECÍFICOS ..... 30

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN ..... 31

    1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA ..... 31

    1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL ..... 31

    1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD ..... 31

    1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA ..... 32

1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN ..... 32

    1.3.1 LIMITACIONES DE FUENTES DE INFORMACIÓN ..... 32

    1.3.2 LIMITACIONES DE LUGAR ..... 32

        1.3.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA ..... 32

    1.3.3 LIMITACIONES DE MATERIALES ..... 33

    1.3.4 LIMITACIONES DE AGREGADOS ..... 33

    1.3.5 LIMITACIONES DE DISEÑO DE MEZCLAS ..... 34

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 34

    1.4.1 OBJETIVO GENERAL ..... 34

    1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 34

1.5 HIPÓTESIS ..... 35

    1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL ..... 35

    1.5.2 SUP HIPÓTESIS ..... 35

1.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES ..... 35

    1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE ..... 35

    1.6.2 VARIABLES DEPENDIENTES ..... 36



1.6.3 INDICADORES INDEPENDIENTES .....36

1.6.4 INDICADORES DEPENDIENTES .....37

1.6.5 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....39

CAPÍTULO II .....40

MARCO TEÓRICO .....40

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....40

2.1.1 ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL .....40

2.1.2 PRIMER ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL .....41

2.1.3 SEGUNDO ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL .....41

2.2 ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES .....42

2.3 MARCO CONCEPTUAL .....74

CAPÍTULO III .....76

METODOLOGÍA .....76

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....76

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....76

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....76

3.1.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....77

3.1.3.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....77

3.1.3.2 DISEÑO DE INGENIERÍA .....77

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....79

3.2.1 POBLACIÓN .....79

3.2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN .....79

3.2.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN .....79

3.2.2 MUESTRA .....79

3.2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA .....79

3.2.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA .....80

3.2.2.3 MÉTODO DE MUESTREO .....81

3.2.2.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....81

3.3 INSTRUMENTOS .....82

3.3.1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....82

3.3.1.1 FICHAS TÉCNICAS .....82

3.3.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA .....91

3.3.2.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....91

3.3.2.2 TABLAS CONFECCIONADAS POR EL COMITÉ 211 DEL ACI PARA  
EL DISEÑO DE MEZCLA .....91

3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....93

3.4.1 MUESTREO DE LOS AGREGADOS .....93

3.4.1.1 INTRODUCCIÓN .....93

3.4.1.2 OBJETIVO .....94

3.4.1.3 PROCEDIMIENTO .....95





- 3.4.1.4 CONCLUSIONES.....96
- 3.4.2 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO .....96
  - 3.4.2.1 OBJETIVOS.....96
  - 3.4.2.2 EQUIPO UTILIZADO .....96
  - 3.4.2.3 PROCEDIMIENTO .....96
- 3.4.3 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO. ....97
  - 3.4.3.1 OBJETIVOS.....97
  - 3.4.3.2 EQUIPO UTILIZADO .....97
  - 3.4.3.3 PROCEDIMIENTO .....98
- 3.4.4 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128. ....99
  - 3.4.4.1 OBJETIVO .....99
  - 3.4.4.2 EQUIPO UTILIZADO .....99
  - 3.4.4.3 PROCEDIMIENTO .....99
- 3.4.5 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO..... 101
  - 3.4.5.1 OBJETIVOS..... 101
  - 3.4.5.2 DEFINICIÓN. .... 101
  - 3.4.5.3 EQUIPOS Y MATERIALES. .... 101
  - 3.4.5.4 PROCEDIMIENTO. .... 101
  - 3.4.5.5 CONCLUSIONES..... 102
  - 3.4.5.6 RECOMENDACIONES. .... 102
- 3.4.6 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C-29..... 103
  - 3.4.6.1 OBJETIVO ..... 103
  - 3.4.6.2 EQUIPO UTILIZADO ..... 103
  - 3.4.6.3 PROCEDIMIENTO ..... 103
- 3.4.7 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ASTM C-128. .... 104
  - 3.4.7.1 OBJETIVO..... 104
  - 3.4.7.2 EQUIPO UTILIZADO. .... 104
  - 3.4.7.3 PROCEDIMIENTO. .... 105
- 3.4.8 TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DEL CEMENTO ASTM C 191-01 ..... 105
  - 3.4.8.1 OBJETIVO ..... 105
  - 3.4.8.2 MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO. .... 105
  - 3.4.8.3 PROCEDIMIENTO ..... 106
- 3.5 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS ..... 109
  - 3.5.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO ..... 109
    - 3.5.1.1 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA DE CUNYAC ..... 109
    - 3.5.1.2 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA ROJA ZARANDEADA ..... 111



3.5.1.3 GRANULOMETRÍA DE LA COMBINACIÓN DE ARENAS (70% ARENA ROJA ZARANDEADA + 30% DE ARENA FINA DE CUNYAC) ASTM C – 33 ..... 113

3.5.2 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (70% ARENA ROJA ZARANDEADA + 30% DE ARENA FINA DE CUNYAC) ASTM C – 29 ..... 115

3.5.3 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO 70% ARENA DE MINA ZARANDEADA + 30 % ARENA FINA DE CUNYAC ASTM C – 128 ..... 116

3.5.4 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO MTC E – 204 ..... 117

3.5.5 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C – 29 ..... 119

3.5.6 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ASTM C-128 ..... 120

3.5.7 DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO DEL COMITÉ 211 – AC ..... 121

CAPITULO IV: ..... 127

RESULTADOS ..... 127

4.1 TIEMPO DE FRAGUA INICIAL DEL CONCRETO PATRÓN ..... 127

4.1.1 GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DE CEMENTO CON LA AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL DEL CONCRETO PATRÓN ..... 127

4.1.2 GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DE CEMENTO CON ADICIÓN DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA SIKA Y CHEMA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL DEL CONCRETO ..... 128

4.2 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN - ASTM C39 ..... 136

4.2.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN ..... 136

4.2.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN SOMETIDOS A COMPRESIÓN ..... 136

4.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA SIKA Y CHEMA ..... 140

4.3.1 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR CADA FABRICANTE CON ADICIÓN DE 1:11 PARTES DE AGUA DE SIKA 3 ..... 140

4.3.1.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA ..... 140

4.3.1.2 ESPECÍMENES DE CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:11 PARTES DE AGUA DE SIKA 3 SOMETIDOS A COMPRESIÓN ..... 140



4.3.1.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:11 PARTES DE AGUA DE SIKA 3..... 142

4.3.2 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 1:10 PARTES DE AGUA DE SIKA..... 145

4.3.2.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA ..... 145

4.3.2.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:10 PARTES DE AGUA DE SIKA 3 ..... 145

4.3.2.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:10 PARTES DE AGUA DE SIKA 3..... 147

4.3.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 1:9 PARTES DE AGUA DE SIKA 3 ..... 150

4.3.3.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA ..... 150

4.3.3.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:9 PARTES DE AGUA DE SIKA 3 ..... 150

4.3.3.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:9 PARTES DE AGUA DE SIKA 3..... 152

4.3.4 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 7 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5..... 155

4.3.4.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA ..... 155

4.3.4.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 7 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5..... 155

4.3.4.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 7 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5 ..... 157



4.3.5 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 17.5 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5 ..... 160

4.3.5.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA ..... 160

4.3.5.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 17.5 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5..... 160

4.3.5.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 17.5 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5 ..... 162

4.3.6 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 28 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5..... 165

4.3.6.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA ..... 165

4.3.6.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 28 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5..... 165

4.3.6.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 28 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5 ..... 167

4.3.7 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 23.53 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5..... 170

4.3.7.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA ..... 170

4.3.7.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5..... 170

4.3.7.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5 ..... 172

4.3.8 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR CADA FABRICANTE CON ADICIÓN DE 47.06 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5..... 175



4.3.8.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA ..... 175

4.3.8.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5 ..... 175

4.3.8.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 47.06 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5 ..... 177

4.3.9 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 70.59 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5 ..... 180

4.3.9.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA ..... 180

4.3.9.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 70.59 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5 ..... 180

4.3.9.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 70.59 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5 ..... 182

4.3.10 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 5.88 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 185

4.3.10.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA ..... 185

4.3.10.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.88 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 185

4.3.10.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.88 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 187

4.3.11 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 8.83 CM3 POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 190

4.3.11.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MEDIA ..... 190



4.3.11.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 8.83 CM3  
POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 190

4.3.11.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN  
VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 8.83 CM3 POR KG DE  
CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 192

4.3.12 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO  
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE  
RECOMENDADO POR CADA FABRICANTE CON ADICIÓN DE 11.77 CM3  
POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 195

4.3.12.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL  
CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA  
PROPORCIÓN MÁXIMA..... 195

4.3.12.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 8.83 CM3  
POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 195

4.3.12.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN  
VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 11.77 CM3 POR KG DE  
CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT ..... 197

4.4 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE MATERIALES PARA LA DOSIFICACION  
DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CONCRETO ..... 201

4.5 TABLAS SELECCIONADAS DE LOS RESÚMENES DE ESTUDIOS REALIZADOS  
EN LA PRESENTE TESIS PARA SELECCIONAR LAS PROPORCIONES MÁS  
CONVENIENTES DE LOS ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA ..... 210

CAPITULO V: ..... 214

DISCUSIÓN ..... 214

GLOSARIO ..... 217

CONCLUSIONES ..... 221

RECOMENDACIONES ..... 223

REFERENCIAS ..... 225

ANEXOS ..... 227



**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla N° 1: Tiempo de fraguado del concreto a diferentes temperaturas ..... 43

Tabla N° 2 Análisis granulométrico..... 53

Tabla N° 3 Máximo porcentaje en peso de la muestra total ..... 53

Tabla N° 4 Limite de partículas perjudiciales ..... 55

Tabla N° 5 Cantidad de testigos por cada marca de aditivo acelerante ..... 80

Tabla N° 6: Volumen unitario de agua (lt/m<sup>3</sup>) ..... 91

Tabla N° 7: Contenido de aire atrapado ..... 92

Tabla N° 8: Relación agua /cemento por resistencia ..... 92

Tabla N° 9: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto ..... 92

Tabla N° 10: Análisis granulométrico del agregado de la arena de Cunyac ..... 109

Tabla N° 11: Análisis granulométrico del agregado de la arena de mina zarandeada ..... 111

Tabla N° 12: Análisis granulométrico de la combinación de agregados de la arena ..... 113

Tabla N° 13: Peso unitario del agregado fino..... 115

Tabla N° 14: Gravedad específica y absorción del agregado fino ..... 116

Tabla N° 15: Análisis granulométrico del agregado grueso de 1/2" ..... 117

Tabla N° 16: Peso unitario del agregado grueso ..... 119

Tabla N° 17: Gravedad específica y absorción del agregado grueso ..... 120

Tabla N° 18: Características de los materiales ..... 121

Tabla N° 19: Resistencia promedio ..... 121

Tabla N° 20: Volumen unitario de agua ..... 122

Tabla N° 21: Volumen absoluto de la pasta ..... 123

Tabla N° 22: Valores de diseño del concreto ..... 124

Tabla N° 23: Corrección por humedad de los agregados ..... 124

Tabla N° 24: Aporte de humedad de los agregados ..... 124

Tabla N° 25: Valores de diseño corregidos por humedad ..... 125

Tabla N° 26: Proporción en peso del concreto..... 125

Tabla N° 27: Proporción en peso por tanda de una bolsa ..... 126

Tabla N° 28: Peso unitario suelto de los agregados húmedos ..... 126

Tabla N° 29: Proporción por cada pie<sup>3</sup> de cemento ..... 126

Tabla N° 30: Grado de penetración de la pasta de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto patrón ..... 127

Tabla N° 31: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3 para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto... 128

Tabla N° 32: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3 para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto... 128



Tabla N° 33: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 1:9 partes de agua de Sika 3 para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto ..... 129

Tabla N° 34: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 7 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 129

Tabla N° 35: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 130

Tabla N° 36: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 28 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 130

Tabla N° 37: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 131

Tabla N° 38: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 131

Tabla N° 39: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 132

Tabla N° 40: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 132

Tabla N° 41: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 133

Tabla N° 42: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto..... 133

Tabla N° 43: Resumen de penetración del concreto utilizando una proporción de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante (Sika 3, Sika 5, chem 5 y Chema Estruct) ..... 134

Tabla N° 44: Cantidades de materiales para elaboración del concreto patrón ..... 136

Tabla N° 45: Control de producción y resistencia del concreto patrón - ASTM C-39 ..... 137

Tabla N° 46: Resistencia a la compresión - concreto patrón..... 138

Tabla N° 47: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 3 en una proporción mínima ..... 140





Tabla N° 48: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 1:11 partes..... 141

Tabla N° 49: Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 11 partes de agua de Sika 3 ..... 142

Tabla N° 50: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 3 en una proporción media..... 145

Tabla N° 51: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3 ..... 146

Tabla N° 52: Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3 ..... 147

Tabla N° 53: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 3 en una proporción máxima..... 150

Tabla N° 54: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 1:9 partes de agua de Sika 3 ..... 151

Tabla N° 55: Resistencia a la compresión-concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 1:9partes de agua de Sika 3 ..... 152

Tabla N° 56: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 5 en una proporción mínima ..... 155

Tabla N° 57: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 7 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg. de cemento ..... 156

Tabla N° 58: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 157

Tabla N° 59: Materiales para el diseño del concreto adicionado con sika 5 en una proporción media..... 160

Tabla N° 60: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg. de cemento ..... 161

Tabla N° 61: Resistencia a la compresión-concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 162

Tabla N° 62: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 5 en una proporción máxima..... 165

Tabla N° 63: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 28 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg. de cemento ..... 166



Tabla N° 64: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 167

Tabla N° 65: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema 5 en una proporción mínima ..... 170

Tabla N° 66: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento..... 171

Tabla N° 67: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de chema5 por kg. de cemento ..... 172

Tabla N° 68: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema 5 en una proporción media..... 175

Tabla N° 69: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento..... 176

Tabla N° 70: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento..... 177

Tabla N° 71: Materiales para el diseño del concreto adicionado con chema 5 en una proporción máxima..... 180

Tabla N° 72: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg.de cemento..... 181

Tabla N° 73: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de chema5 por kg de cemento ..... 182

Tabla N° 74: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema Estruct en una proporción mínima ..... 185

Tabla N° 75: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento..... 186

Tabla N° 76: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 187

Tabla N° 77: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema Estruct en una proporción media ..... 190

Tabla N° 78: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento..... 191



Tabla N° 79: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 192

Tabla N° 80: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema Estruct en una proporción máxima ..... 195

Tabla N° 81: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento ..... 196

Tabla N° 82: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 197

Tabla N° 83 Resúmen de resistencia del concreto utilizando proporciones de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante ..... 200

Tabla N° 84: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto patrón ..... 202

Tabla N° 85: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3 ..... 202

Tabla N° 86: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3 ..... 203

Tabla N° 87: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 9 partes de agua de Sika 3 ..... 203

Tabla N° 88: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 204

Tabla N° 89: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 204

Tabla N° 90: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 205

Tabla N° 91: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5 ..... 205



Tabla N° 92: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5 ..... 206

Tabla N° 93: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 70.60 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5 ..... 206

Tabla N° 94: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct..... 207

Tabla N° 95: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.82 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct en proporción normal ..... 207

Tabla N° 96: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct... 208

Tabla N° 97: Resumen del análisis de costos unitarios de materiales del concreto utilizando proporciones de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante ..... 209

Tabla N° 98: penetración de la pasta utilizando una proporción conveniente de aditivos acelerantes recomendado por cada fabricante (Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Estruct)..... 210

Tabla N° 99: Resistencia del concreto utilizando proporciones convenientes de aditivos acelerantes recomendados por cada fabricante para una edad de 14 días ..... 211

Tabla N° 100: Costo de materiales para las dosificaciones convenientes de concreto utilizando proporciones de aditivos acelerantes recomendados por cada fabricante..... 212

Tabla N° 101: Consolidado de las tablas resúmenes convenientes para la utilización de Aditivos acelerantes comerciales de fragua utilizados en la presente tesis..... 213



**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Figura N° 1: Efecto de las bajas temperaturas en la resistencia a compresión del concreto..... 44

Figura N° 2: Efecto de la temperatura del concreto y acelerador en el tiempo de fraguado ..... 59

Figura N° 3°: Curva granulométrica de la arena fina de Cunyac ..... 110

Figura N° 4: Curva granulométrica de la arena de mina zarandeada ..... 112

Figura N° 5: Curva granulométrica de la combinación de arenas ..... 114

Figura N° 6: Curva granulométrica del agregado grueso..... 118

Figura N° 7 Tiempo de fragua de los diferentes tipos de concreto..... 135

Figura N° 8: Resistencia a la compresion del concreto patron ..... 138

Figura N° 9: Incremento en % de la resistencia del concreto patrón ..... 139

Figura N° 10: Resistencia a la compresión-concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 1: 11 partes de agua de Sika 3 ..... 143

Figura N° 11: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 11 partes de agua de Sika 3 ..... 144

Figura N° 12: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3 ..... 148

Figura N° 13: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3 ..... 149

Figura N° 14: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 9 partes de agua de Sika 3 ..... 153

Figura N° 15: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 9 partes de agua de Sika 3 ..... 154

Figura N° 16: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 158

Figura N° 17: % de resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 159



Figura N° 18: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 163

Figura N° 19: % de resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 164

Figura N° 20: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 168

Figura N° 21: % de resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5 ..... 169

Figura N° 22: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento..... 173

Figura N° 23: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento..... 174

Figura N° 24: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento..... 178

Figura N° 25: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento..... 179

Figura N° 26: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento..... 183

Figura N° 27: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento..... 184

Figura N° 28: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 188

Figura N° 29: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct..... 189



Figura N° 30: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 193

Figura N° 31: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 194

Figura N° 32: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 198

Figura N° 33: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct ..... 199



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

##### 1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la década de los 60 se inició el uso masivo de los Aditivos para la construcción, productos que hoy en día son los más utilizados en todo el mundo.

Los aditivos se han empleado en el concreto y en los morteros desde hace mucho tiempo, porque permiten mejorar la trabajabilidad de las mezclas de concreto; aumentar la resistencia, generalmente esto se logra reduciendo la relación agua-cemento (menos agua), sin detrimento en la consistencia de la mezcla; retardar o acelerar el fraguado inicial, especialmente en climas extremos, resulta benéfico el retrasar (clima caluroso), o acelerar (clima frío) el fraguado inicial para dar el tiempo adecuado en los trabajos de colocación y acabado del concreto; se busca en este caso que el concreto resista sin deterioro por las inclemencias del tiempo (resistencia al intemperismo), esta protección se debe dar a los concretos que estarán al aire libre, aumentar la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo; aumentar la adherencia entre el concreto viejo y el concreto nuevo; entre otros beneficios.

Aditivos para construcción son aquellas sustancias o productos (inorgánicos u orgánicos) que, incorporados al concreto antes del amasado (o durante el mismo o en el trascurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento





Los aditivos del concreto, son productos capaces de disolverse en agua, que se adicionan durante el mezclado en porcentajes no mayores del 5% de la masa de cemento, con el propósito de producir una modificación en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo. En la actualidad los aditivos permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales, han dado un creciente impulso a la construcción y se consideran como un nuevo ingrediente, conjuntamente con el cemento, el agua y los agregados.

El acelerador de fraguado, es un aditivo que reduce el tiempo de transición de la mezcla para pasar del estado plástico al rígido. En la practica el uso de aditivos aceleradores de fraguado se limita solo a aquellos casos en los que por las condiciones de la obra y el tiempo de ejecución de la misma amerita que el concreto alcance una acelerada resistencia inicial.

Se usan en el concreto con el fin de provocar un más rápido fraguado del material y un endurecimiento acelerado, lográndose resistencias más altas a edades tempranas.

El clima frío puede llegar a causar problemas en el mezclado, vaciado, tiempo de curado y curado del concreto, teniendo un efecto adverso en las propiedades físicas y la vida de servicio. Para una temperatura de 10 °C (50 °F) el tiempo de fraguado del concreto es de aproximadamente 11 horas (sin aditivos), requiriéndose mayores tiempos de fraguado cuanto menores son las Temperaturas, para una temperatura de -1°C (30°F), se requiere aproximadamente 19 horas.

Las bajas temperaturas disminuyen el calor del proceso de hidratación y retardan significativamente el tiempo de fraguado del concreto, lo que resulta en una reducción de la resistencia a compresión a edades tempranas.

Se dan, principalmente en las zonas alto andinas de la sierra del Perú, como es el caso de Cusco, en áreas que se encuentran por encima de los 3,300 m.s.n.m. las temperaturas mínimas se encuentran por debajo de los 0°C.

En el Cusco la temperatura promedio anual es de 11°C., por lo que en la preparación del concreto, es normal el uso de los aditivos acelerantes y los aditivos más utilizados son Sika3, Sika5, Chema5 y Chema Struct, los cuales no han sido

comparados ni en su tiempo de fragua, su resistencia a la comprensión, ni en su aspecto económico, los cuales son preocupación de la presente investigación.

La aplicación de aditivos acelerantes en la preparación del concreto en zonas alto andinas como el Cusco, permite además ampliar el tiempo laborable, porque el vaciado del concreto sin acelerante solo se podría realizar hasta las 3 a 5 de la tarde; mientras que la utilización del acelerante permite un vaciado hasta las 8 de la noche, sin riesgos de congelamiento, considerando que un aditivo acelerante permitirá un fraguado entre tres a cuatro horas.

## **1.1.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA**

### **1.1.2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL**

¿Cuáles son las características del efecto de los aditivos Chema y Sika en la ciudad del Cusco para acelerar el tiempo de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos?

### **1.1.2.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

- 1) ¿Cómo incide las características de los aditivos aceleradores de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos?
- 2) ¿Cómo incide el tiempo de fragua, resistencia a la comprensión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante?
- 3) ¿Cómo incide el tiempo de fragua, resistencia a la comprensión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante?
- 4) ¿Cómo incide el tiempo de fragua, resistencia a la comprensión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante?



## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

La presente investigación contribuye en el conocimiento sobre los diferentes tipos de concreto elaborados con adición de aditivos acelerantes de fragua, como Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Estruct, en diferentes proporciones (mínima, media y máxima) recomendadas por cada fabricante, utilizando agregados de las canteras de Vicho, Huambutio y Cunyac, diseñado con el método del Comité 211-ACI, así mismo estos tipos de concreto son comparados con un concreto patrón en tiempo de fragua, resistencia a la compresión y costos .

### **1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

En cuanto a la justificación social, los beneficiarios son los alumnos de la Universidad Andina del Cusco, por que contribuirá al conocimiento comparativo de los aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua y así generar nuevos temas de investigación.

También se benefician las personas de la ciudad del Cusco que se encuentran dentro del ámbito de la construcción, encontrando en la presente investigación información de diferentes tipos concreto con adición de aditivos acelerantes de fragua en proporciones recomendados por cada fabricante, permitiendo así una mejor aplicación de estos aditivos en las diversas construcciones que se están realizando en nuestra ciudad.

### **1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD**

En el Cusco se comercializan aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua de los cuales no se cuentan con resultados comparativos que permita elegir alguno de ellos, según las condiciones de trabajo que se pretende realizar y el presente estudio tiene el propósito de realizar pruebas que permitan alcanzar resultados comparativos sobre el tiempo de fragua, la resistencia a la compresión y los costos que supone su aplicación; aplicando tres proporciones en base a lo recomendado por cada producto, (reducida, normal y superior).

#### 1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

Gracias al progreso de la industria química, los aditivos han sido incorporados al concreto y actualmente podemos encontrar un sinnúmero de productos en el mercado que satisfacen la gran mayoría de las necesidades para los usuarios de concreto.

Los resultados de la presente investigación, permitirá a los constructores tener un mayor criterio en cuanto a la elección del aditivo y la proporción adecuada, lo que redundará en beneficio del constructor y del beneficiario de la construcción, porque permitirá la más eficiente utilización y rendimiento del concreto.

### 1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.3.1 LIMITACIONES DE FUENTES DE INFORMACIÓN

Es necesario mencionar la dificultad para conseguir información, en estudios locales, información de libros y otros que permitan mayor documentación y base teórica para el presente estudio.

#### 1.3.2 LIMITACIONES DE LUGAR

La presente investigación tiene como ámbito de influencia la ciudad del Cusco.

##### 1.3.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Cusco es un departamento del Perú, Ubicado en la región sur oriental del, comprende zonas andinas y parte de la selva alta. Limita al norte con Ucayali, al sur con Arequipa y Puno, al este con Madre de Dios y Puno y al oeste con Arequipa, Apurímac, Ayacucho y Junín.

- Superficie: 71,891 km<sup>2</sup>.
- Latitud Sur: 11° 13'19"
- Longitud oeste: entre meridianos 72o59'52" y 73o57'45"
- Densidad demográfica: 16,3 hab./km<sup>2</sup>.
- Capital del Departamento: Cuzco (3.399 msnm)



- Provincias: Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Cuzco, Chumbivilcas, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba.
- Distritos: 108.
- Clima: Su clima es frío y seco de mayo a diciembre y lluvioso en los meses de enero hasta abril. La temperatura media en la capital es de 12 °C siendo la máxima de 18 °C y la mínima alrededor de 4 °C más o menos.  
En la selva amazónica es tropical

### 1.3.3 LIMITACIONES DE MATERIALES

La presente investigación se realizó tomando en cuenta la comparación experimental de dos aditivos más conocidos del mercado en el Cusco, así como los materiales usados para el concreto son:

- Sika 3: en una proporción máxima, media y mínima recomendada por el fabricante del aditivo acelerante.
- Sika 5: en una proporción máxima, media y mínima recomendada por el fabricante del aditivo acelerante.
- Chema 5: en una proporción máxima, media y mínima recomendada por el fabricante del aditivo acelerante.
- Chema Estruct: en una proporción máxima, media y mínima recomendada por el fabricante del aditivo acelerante.
- Cemento Portland IP.
- Agregados de las canteras de Vicho, Huambutio y Cunyac.
- Agua EPS Seda Cusco

### 1.3.4 LIMITACIONES DE AGREGADOS

Los agregados para la elaboración del concreto son de las canteras de Vicho, Huambutio y Cunyac, estos agregados cumplen en ciertas proporciones las condiciones granulométricas, así como las propiedades que difieren de otras canteras.



- Agregado fino: Combinación de 70% de la cantera de Huambutio mas el 30% de la cantera de cunyac.
- Agregado grueso: Es de la cantera de vicho, con un tamaño máximo nominal de 3/4”

### **1.3.5 LIMITACIONES DE DISEÑO DE MEZCLAS**

El diseño de mezclas de concreto utilizado para la presente investigación es el método del comité 211 – ACI.

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar las características del efecto de los aditivos acelerantes de fragua Chema y Sika en la ciudad del Cusco para acelerar el tiempo de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Determinar las características de los aditivos de marca Chema y Sika aceleradores de fragua en concretos expuestos a climas alto andino.
- 2) Determinar el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante.
- 3) Determinar el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante.
- 4) Determinar el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante.



## 1.5 HIPÓTESIS

### 1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

Las características del efecto de los aditivos Chema y Sika en la ciudad del Cusco para acelerar el tiempo de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos, difieren en tiempo de fragua, resistencia a la compresión y costos.

### 1.5.2 SUP HIPÓTESIS

- 1) Hay una elevada incidencia de las características de los aditivos de marca Chema y Sika aceleradores de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos en tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos.
- 2) Hay una elevada incidencia en el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante.
- 3) Hay una elevada incidencia en el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante.
- 4) Hay una elevada incidencia en el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante.

## 1.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES

### 1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- **Agregado Fino.**

**Descripción.-** Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").

- **Agregado Grueso.**

**Descripción.-** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

- **Cemento portland IP**

**Descripción.-** Es un cemento portland, al que se agrega en el momento de la molienda del clinker, una cantidad de puzolana natural activa de aproximadamente 30% en peso. La norma ASTM C-595, permite agregar hasta 40% de puzolana en peso.

- **Aditivos acelerantes de fragua (Sika3, Sika5, chema5 y Chema Estruc)**

**Descripción.-** Sustancia que se añade al cemento o a una mezcla de mortero, que modifica sus propiedades así como la rapidez del fraguado.

### 1.6.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- **Tiempo de fragua.**

**Descripción.-** Es el tiempo del proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto, producido por la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el clinker que compone el cemento

- **Resistencia a la compresión.**

**Descripción.-** Capacidad máxima de carga que soporta el concreto antes de llegar a su límite de ruptura, se expresa en kg/cm<sup>2</sup>.

- **Costos de elaboración del concreto.**

**Descripción.-** Es el gasto económico que representa la elaboración del concreto.

### 1.6.3 INDICADORES INDEPENDIENTES

- **Ensayo de fragua con la aguja de Vicat.**





**Descripción.-** Es la cantidad de agua necesaria para que la pasta de cemento alcance una fluidez óptima y una plasticidad ideal.

- **Resistencia a la compresión.**

**Descripción.-** Capacidad máxima de carga que soporta un material antes de llegar a su límite de ruptura, se expresa en kg/cm<sup>2</sup>.

- **Costos.**

**Descripción.-** Es el gasto económico que representa la elaboración de un producto.

#### 1.6.4 INDICADORES DEPENDIENTES

- **Dosificación del agregado fino.**

**Descripción.-** Es establecer las proporciones apropiadas del agregado fino para la elaboración del concreto.

- **Dosificación del agregado grueso.**

**Descripción.-** Es establecer las proporciones apropiadas del agregado Grueso para la elaboración del concreto.

- **Dosificación del Cemento.**

**Descripción.-** Es establecer las proporciones apropiadas del cemento para la elaboración del concreto.

- **Dosificación del aditivo Sika 3**

**Descripción.-** Es establecer las proporciones apropiadas del aditivo Sika 3 para acelerar el tiempo de fragua del concreto.

- **Dosificación del aditivo Sika 5**

**Descripción.-** Es establecer r las proporciones apropiadas del aditivo Sika 5 para acelerar el tiempo de fragua del concreto.



- **Dosificación del aditivo Chema 5**

**Descripción.-** Es establecer r las proporciones apropiadas del aditivo Chema 5 para acelerar el tiempo de fragua del concreto.

- **Dosificación del aditivo Chema Estruct.**

**Descripción.-** Es establecer las proporciones apropiadas del aditivo Chema Estruct para acelerar el tiempo de fragua del concreto.



1.6.5 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	INDICADOR	INSTRUMENTO METODOLÓGICO	NIVEL
<b>VARIABLES INDEPENDIENTE</b>					
AGREGADO FINO	Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").	m <sup>3</sup>	Dosificación del agregado fino	Fichas técnicas de recolección de datos	Módulo de fineza Rango (2.3 – 3.1)
AGREGADO GRUESO	Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.	m <sup>3</sup>	Dosificación del agregado grueso	Fichas técnicas de recolección de datos	Dosificación del agregado fino
CEMENTO	Es un cemento portland, al que se agrega en el momento de la molienda del clinker, una cantidad de puzolana natural activa de aproximadamente 30% en peso. La norma ASTM C-595, permite agregar hasta 40% de puzolana en peso.	Kg.	Dosificación del Cemento	Fichas técnicas de recolección de datos	Tipos de cemento (I, II, III, IV y V)
ADITIVOS ACELERANTES	Sustancia que se añade al cemento o a una mezcla de mortero, que modifica sus propiedades así como la rapidez del fraguado.	Lt.	Dosificación del Cemento (Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Estruct)	Fichas técnicas de recolección de datos	Dosificación del Cemento (mínimo, medio y máximo)
<b>VARIABLES DEPENDIENTE</b>					
TIEMPO DE FRAGUA	Es el tiempo del proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto, producido por la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el clinker que compone el cemento	Hora	Ensayo de fragua con la aguja de Vicat.	Fichas técnicas de recolección de datos	Tiempo de fragua de la pasta de cemento (1, 2, 3, y 4 horas)
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Capacidad máxima de carga que soporta el concreto antes de llegar a su límite de ruptura, se expresa en kg/cm <sup>2</sup> .	Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión.	Fichas técnicas de recolección de datos	Magnitud de la resistencia a la compresión.
COSTOS DE ELABORACIÓN DEL CONCRETO	Es el gasto económico que representa la elaboración del concreto.	m <sup>3</sup>	costos	Fichas técnicas de recolección de datos	Análisis de costos unitarios



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1 ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL

**Autor:** Ascue Escalante Kildare Jussety

**Título:** Determinación de porcentajes e influencia de aditivos no convencionales: sacarosa tipo rubia y anilina en el proceso de fraguado y resistencia del concreto

**Universidad:** Universidad Andina del Cusco

**Año:** 2012.

Resumen:

El propósito de la tesis fue desarrollar y demostrar la influencia que tiene el uso de aditivos no convencionales: sacarosa tipo rubia y anilina, trabajados estos de manera indistinta para que con la incorporación de porcentajes de sacarosa tipo rubia podamos verificar que con la incorporación de este elemento en la pasta de concreto se comporte como un acelerador en el proceso de fraguado del concreto. Mientras que con la incorporación de porcentajes de anilina dentro de la pasta de concreto se logre aumentar la resistencia del concreto ( $f_c$ ).

La presente tesis, presenta los resultados de la investigación realizada en el laboratorio de tecnología del concreto de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, y así verificar la influencia que tiene el uso dosificado tanto de porcentajes de sacarosa tipo rubia y anilina,



realizando los diferentes ensayos, analizando los resultados de ambos elementos y alcanzando los porcentajes óptimos para poder utilizar en cada caso.

### 2.1.2 PRIMER ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL

**Autor:** Legal Castro Rodrigo Cristian

**Título:** “Hormigonado en tiempo frio”

**Universidad:** Universidad Austral de Chile

**Año:** 2005

Resumen.

Esta tesis consiste en un estudio de la elaboración, transporte y protección, que deberían tener, antes de colocar y después de colocar el hormigón en tiempo frío y también la duración del periodo de curado que deberían tener estos hormigones. A demás las lesiones típicas causadas por las bajas temperaturas.

### 2.1.3 SEGUNDO ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL

**Autor:** Castellón Corrales, Harold y De La Ossa Arias, Karen.

**Título:** Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes.

**Universidad:** Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias.

**Año:** 2013.

Resumen:

Este proyecto de investigación se realizó con el fin de comparar la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, permitiendo establecer su comportamiento al modificarlos con aditivos acelerantes y retardantes, para lograr una mezcla de concreto de 4000 psi. Para dicho fin, primero se reunieron los materiales a utilizar, entre ellos los



agregados, cementos, y aditivos, se realizó el diseño de mezcla, se les hicieron los ensayos a los agregados siguiendo las normas NTC 176 para agregados Gruesos y NTC 236 para agregados finos, se siguió con la elaboración de las mezclas, haciendo las pruebas de asentamiento al concreto tal como lo explica la norma NTC 396, luego se le realizó el ensayo de resistencia a la compresión a los diferentes concretos elaborados, y comparamos los resultados por medio de la norma NSR 10 con los esperados. Los resultados mostraron que los aditivos tuvieron un comportamiento en la elaboración de la mezcla y en la resistencia a la edad de 28 días. En donde el retardante reductor de agua, en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto es inversamente proporcional a la relación agua–cemento del mismo.

En la mezcla de concreto con cemento Tipo I, sin/con aditivos presentó una resistencia a la compresión decreciente, esto pudo ser a que la relación agua – cemento no fue óptima para este diseño. En la mezcla de concreto elaborada con cemento Tipo III, con o sin aditivos se presentó una resistencia a la compresión creciente, esto pudo ser debido a que las partículas del cemento Tipo III, retienen mejor el agua al tener mejor superficie de hidratación, los tiempos de fraguado son menores, lo cual traduce un incremento en el desarrollo de la resistencia a la compresión a edad temprana.

La dosificación de los aditivos debe hacerse siguiendo las instrucciones de los fabricantes, pues utilizados en cantidades menores o mayores a las recomendadas no producen los efectos deseados sobre la resistencia del concreto.

## **2.2 ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES**

### **CLIMA FRIO**

“Se considera Clima frío para concreto si por más de 3 días consecutivos la temperatura media es menor a 5°C, y a su vez no es mayor a 10°C.

En general, se deberán tomar medidas especiales siempre que la temperatura ambiente descienda bajo los 5°C. El concreto puede sufrir daño considerable cuando la temperatura decrece al punto que el agua contenida en mezclas frescas o en concretos jóvenes se congela.

### EFFECTOS DEL TIEMPO FRÍO EN EL CONCRETO

- Daño en concreto endurecido por congelación del agua contenida en su interior. La presión interna provocada por el aumento de volumen del agua al congelarse (cerca de un 10%) puede provocar destrucción irreparable.
- No deberá concretarse en días donde se estime una temperatura ambiental menor a 5°C, en caso que se tenga que concretar, al concreto debe adicionarse agua caliente hasta con 60°C.
- La temperatura del concreto se debe mantener por encima del 5°C y se aislará y calentará posteriormente para mantener la temperatura por encima de este valor, por lo menos los 3 días siguientes del vaciado.
- El clima frío puede llegar a causar problemas en el mezclado, vaciado, tiempo de curado (ver tabla 1) y curado del concreto teniendo un efecto adverso en las propiedades físicas y la vida de servicio.
- Aumento en los tiempos de fraguado (tanto inicial como final).
- Disminución en la tasa de desarrollo de resistencia

**Tabla N° 1: Tiempo de fraguado del concreto a diferentes temperaturas**

TEMPERATURA	TIEMPO DE FRAGUADO APROXIMADO
38°C (100°F)	1 2/3 horas
32°C (90°F)	2 2/3 horas
27°C (80°F)	4 horas
21°C (70°F)	6 horas
16°C (60°F)	8 horas
10°C (50°F)	11 horas
4°C (40°F)	14 horas
-1°C (30°F)	19 horas
-7°C (20°F)	No fragua -el concreto se congelará

Fuente: BASF, The Chemical Company. Boletín Técnico.

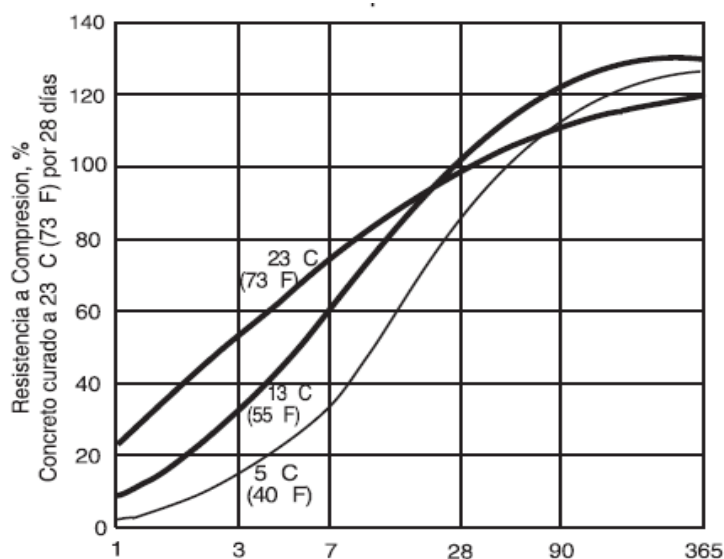
El tiempo de fraguado del concreto mostrado en la Tabla, se incrementa aproximadamente un tercio por cada 5°C (10 °F) de reducción de temperatura. Las bajas temperaturas disminuyen el calor del proceso de hidratación y retardan significativamente el tiempo de fraguado del concreto, lo que resulta en una reducción de la resistencia a compresión a edades tempranas y un incremento en resistencias a edades mayores.

La influencia que pueden tener las bajas temperaturas en las propiedades del concreto endurecido se reconoce en el reporte 306 del ACI 306 R-88 acerca del “Vaciado de Concreto a Bajas Temperaturas” que expresa: “Uno debe aprovechar las oportunidades proporcionadas por el clima frío para vaciar concreto a bajas temperaturas. El concreto vaciado a bajas temperaturas, entre 5 y 13°C (40 a 55°F) se protege contra el congelamiento y es curado por largo tiempo, así es que desarrolla resistencias finales más altas y mayor durabilidad.

El concreto presenta menos agrietamiento térmico que el concreto similar vaciado a mayores temperaturas.”

En condiciones de temperatura bajo cero, el tiempo de fraguado, el desarrollo de resistencias y las características de durabilidad del concreto que no ha sido protegido serán afectados severamente.

**Figura N° 1: Efecto de las bajas temperaturas en la resistencia a compresión del concreto**



Fuente: BASF, The Chemical Company. Boletín Técnico. 2006





## **MATERIALES DE CONCRETO EN CLIMAS FRÍOS**

“El uso de cementos de fraguado rápido puede mejorar las características de endurecimiento del concreto en clima frío. La hidratación del cemento causa un incremento de temperatura de 5 a 8°C (10 a 15°F) por 45 kg (100 lb) de cemento.

El incremento en la temperatura del concreto debido a la hidratación del cemento es directamente proporcional a su contenido de cemento. El cemento Tipo III (altas resistencias tempranas) puede utilizarse para alcanzar rápidos tiempos de fraguado y altas resistencias tempranas. Las ventajas principales del cemento Tipo III ocurren durante los primeros siete días.

Las cenizas volantes y otros materiales puzolánicos y escoria granulada se utilizan como reemplazos parciales del cemento Portland. Estos materiales pueden utilizarse con aditivos acelerantes para obtener el desempeño deseado del concreto para vaciados en climas fríos.

Los requisitos para obtener Buenos resultados en vaciados y curado del concreto en climas fríos son básicamente los mismos que los del concreto vaciado en otro tipo de climas.

El concreto debe vaciarse en el lugar permanente y en capas para permitir la vibración adecuada; utilice rompevientos, cure y proteja de la pérdida de humedad y el congelamiento”. (The Chemical Company, 2006)

## **CEMENTO PORTLAND**

“El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición, el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas.

Los dos materiales principales con que se fabrica el cemento Portland son: la piedra caliza y arcilla.



Las materias primas finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (1400-1450 C°), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200 mts de longitud y 5.50 mts de diámetro.

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina “Clinker” (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños). El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 o 4%), para regular la fragua del cemento.

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química. No obstante hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento y son:

- a) Silicato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ). Su abreviación es  $\text{C}_3\text{S}$
- b) Silicato dicálcico ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ). Su abreviación es  $\text{C}_2\text{S}$
- c) Aluminato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ). Su abreviación es  $\text{C}_3\text{A}$
- d) Aluminio ferrita tricálcica ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Su abreviación es  $\text{C}_4\text{AF}$

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación.

El silicato tricálcico ( $\text{C}_3\text{S}$ ). Es el que produce la alta resistencia inicial del cemento Portland hidratado. La reacción del  $\text{C}_3\text{S}$  con agua desprende gran cantidad de calor (calor de hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación.

El silicato dicálcico ( $\text{C}_2\text{S}$ ). Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento.

El aluminato tricálcico ( $\text{C}_3\text{A}$ ). El yeso agregado al cemento Portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con el  $\text{C}_3\text{A}$  para controlar el tiempo de fraguado.

La aluminoferrita tricálcica ( $\text{C}_4\text{AF}$ ). Es semejante al  $\text{C}_3\text{A}$ , por que se hidrata con rapidez y sólo desarrolla baja resistencia” (ABANTO CASTILLO, 2009)

## CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND

“Los cementos Portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de Normas para el cemento Portland (C 150).

TIPO I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.

TIPO III: Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días, igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.

TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar”. (ABANTO CASTILLO, 2009)

## CONCRETO

“El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción” (PASQUEL CARBAJAL , 1998)

## LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

La tecnología moderna del concreto define para este material cuatro componentes; cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como



elemento pasivo. Las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto son:

- Aire = 1 a 3 %
- Cemento = 7 a 15%
- Agua = 15 a 22%
- Agregados = 60 a 75% (PASQUEL CARBAJAL , 1998)

“Ligantes: Cemento y agua.

Agregados: Agregado fino: arena

Agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos.

Cemento + Agua = Pasta

Agregado fino + Agregado grueso = hormigón

Las operaciones en la producción del concreto variarán de acuerdo con el género de la obra que lo requiere y con el tipo de concreto que se produzcan.

Las etapas principales para la producción de un buen concreto son:

1. Dosificación
2. Mezclado
3. Transporte
4. Colocación
5. Consolidación
6. Curado. (PASQUEI CARBAJAL, 2009)

## TIPOS DE CONCRETO

“- CONCRETO SIMPLE.- Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.

CEMENTO + A.FINO + A.GRUESO + AGUA = CONCRETO SIMPLE



- CONCRETO ARMADO.- Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

CONCRETO SIMPLE + ARMADURAS = CONCRETO ARMADO

- CONCRETO ESTRUCTURAL.- Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre-establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.
- CONCRETO CICLOPÉO.- Se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

CONCRETO SIMPLE + PIEDRA DESPLAZADORA = CONCRETO CICLÓPEO

- CONCRETOS LIVIANOS.- Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m<sup>3</sup>
- CONCRETOS NORMALES.- Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 Kg/m<sup>3</sup>. Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 g/m<sup>3</sup>
- CONCRETOS PESADOS.- Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores entre 2800 a 6000 kg/m<sup>3</sup>.

Generalmente se usan agregados como las baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita y hematita.



También, agregados artificiales como el fósforo de hierro y partículas de acero.

La aplicación principal de los concretos pesados la constituye la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares. También se utiliza en paredes de bóveda y cajas fuertes, en pisos industriales y en la fabricación de contenedores para desechos radiactivos.

- CONCRETO PREMEZCLADO.- Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.
- CONCRETO PREFABRICADO.- Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.
- CONCRETO BOMBEADO.- Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final”. (PASQUEI CARBAJAL, 2009)

## PROPIEDADES DE CONCRETO

**“Trabajabilidad.-** Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

**Consistencia.-** Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada”. (PASQUEI CARBAJAL, 2009)

**“Durabilidad.** El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio.

**Impermeabilidad.** Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.

**Resistencia.** Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la



resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad”. (MERRIT, 1992)

## ESTADOS DEL CONCRETO

**“Estado fresco.** Al principio el concreto parece una “masa”. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación y la compactación. Las propiedades más importantes del concreto fresco son la trabajabilidad y la cohesividad.

**Estado fraguado.** Después, el concreto empieza a ponerse rígido. Cuando ya no está blando, se conoce como FRAGUADO del concreto El fraguado tiene lugar después de la compactación y durante el acabado.

**Estado endurecido.** Después de que concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad”. (IMCYC, Conceptos Basicos del Concreto, 2004)

## AGREGADOS

“Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto.

Sabemos que el concreto está conformado por una pasta de cemento y agua en la cual se encuentran embebidas partículas de un material conocido como agregado el cual ocupa del 65% al 80% del volumen de la unidad cúbica de concreto. Por su peso puede clasificarse en normal, liviano y pesado. Por su limpieza en sucio y limpio. Por su granulometría en agregado fino, agregado grueso o agregado integral, también conocido como hormigón.

La calidad del agregado es importante desde que aproximadamente  $3/4$  partes del volumen del concreto es ocupada por éste. Desde los estudios iniciales de Gilkey, en 1923, se dejó de considerar al agregado como un material inerte de relleno cuya aplicación permitía disminuir el costo de la unidad cúbica de concreto. Hoy se sabe que el agregado, debido a sus propiedades físicas, químicas y térmicas, tiene

influencia determinante sobre las propiedades del concreto, especialmente su resistencia y durabilidad.

El agregado tiene un papel determinante en las propiedades del concreto, interviene en las resistencias mecánicas, la durabilidad, el comportamiento elástico, propiedades térmicas y acústicas, etc.” (RIVVA LOPEZ, 2010)

## **CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS**

### **“AGREGADO FINO**

El agregado fino consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndose como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa la malla de 3/8” y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

### **Requisitos**

El agregado fino estará compuesto de partículas limpias, de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente; libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

### **Granulometría**

En relación con su granulometría, el agregado fino deberá de estar graduado dentro de los límites indicados en las normas NTP 400.037 o ASTM C 33, los cuales se indican en la tabla 2, adicionalmente se tendrá en consideración lo siguiente:

- a) El agregado fino deberá tener una granulometría preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas No 4 a No 100 de la serie de Tyler.
- b) El agregado fino no deberá tener más del 45% retenido en los dos tamices consecutivos, y su módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. El módulo de fineza se mantendrá dentro de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto.
- c) Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la tabla No 2.



**Tabla N° 2 Análisis granulométrico**

MALLA		% QUE PASA (Acumulativo)
3/8"	9.5 mm	100
N° 4	4.75 mm	95 a 100
N° 8	2.36 mm	80 a 100
N° 16	1.18 mm	50 a 85
N° 30	600 um	25 a 60
N° 50	300 um	10 a 30
N° 100	150 um	2 a 10

Fuente: normas NTP 400.037 o ASTM C 33

### Sustancias inconvenientes

La cantidad de sustancias deletéreas o partículas inconvenientes presentes en el agregado fino, como porcentaje en peso de la muestra, no deberá exceder los límites indicados en la tabla.

**Tabla N° 3 Máximo porcentaje en peso de la muestra total**

Lentes de arcilla y partículas delezables	3%
Material más fino que pasa la malla Nro. 200	3%
Concreto sujeto a abrasión	3%
Todos los otros concretos	5%
Carbón y lignito: cuando la apariencia de la superficie es importante	0.5%
Mica	0.0%
Partículas delezables	3%

### AGREGADO GRUESO

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz NTP 4.75 mm (No 4) cumple con los límites establecidos en las Norma 400.037.

### Características de las partículas



El agregado grueso podrá consistir de partículas de roca partida, grava natural o artificial o agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado o una combinación de ellos.

El agregado grueso estará conformado por fragmentos cuyo perfil será perfectamente angular o semiangular, limpios, duros y compactos, resistentes perfectamente rugosa, y libre de material escamoso, materia orgánica, partículas blandas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, sales u otras sustancias dañinas.

La resistencia a la compresión del agregado grueso no deberá ser menor de 600 kg/cm<sup>2</sup>, ni del doble de  $f_c$  de diseño, hasta valores de  $f_c$  menores de 800 kg/cm<sup>2</sup>. Para valores mayores, la resistencia a la compresión del agregado grueso no será menor de 1.25 veces de la resistencia en compresión del concreto.

### **Granulometría**

La granulometría seleccionada deberá preferentemente ser continua y permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4".

Si se emplea una combinación de dos o más tamaños de agregado grueso, cada uno de ellos, así como la combinación de los mismos, deberá cumplir con los requisitos de granulometría indicados.

### **Tamaño máximo**

De acuerdo a la norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de un agregado grueso.

### **Tamaño máximo nominal**

De acuerdo a la norma NTP 400.037 se define como tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- a) Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o
- b) Un tercio del peralte de las losas; o
- c) Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones, o ductos de preesfuerzo.

### Sustancias deletéreas

Los límites de partículas perjudiciales en el agregado grueso no deberán exceder los siguientes valores.” (RIVVA LOPEZ, 2010)

**Tabla N° 4 Limite de partículas perjudiciales**

Arcilla	0.25%
Partículas blandas	5.00%
Material más fino que pasa la malla Nro. 200	3.00%
Todos los otros concretos	5%
Carbón y lignito:	
a) cuando el acabado superficial es importante.	0.5%
b) Otros concretos:	1.0%

### COLOCACIÓN DEL CONCRETO BAJO TEMPERATURAS EXTREMAS

“Las condiciones ambientales de la obra, con clima cálido o frío, pueden diferir grandemente con respecto a las condiciones óptimas supuestas en el momento de especificar, diseñar o seleccionar una mezcla de concreto.

En los climas cálidos, el transporte y la colocación del concreto deberán efectuarse lo más rápido que sea posible. Los retrasos contribuyen a la pérdida de revenimiento y a un aumento en la temperatura del concreto. Se deberá disponer de la mano de obra y del equipo suficiente en la obra para manejar y colocar al concreto inmediatamente después de su entrega.

El concreto se puede colar de manera segura durante los meses de invierno en climas fríos si se toman ciertas precauciones. Durante el clima frío, la mezcla de concreto y su temperatura se tendrán que adaptar al procedimiento constructivo que se utilice y a las condiciones del medio ambiente.



El concreto desarrolla muy poca resistencia a temperaturas bajas. Se deberá proteger al concreto fresco de los efectos nocivos provocados por el congelamiento hasta el momento en que el grado de saturación del concreto se haya reducido lo suficiente debido al proceso de hidratación”. (KOSMATKA & PANARESE, 1992)

“El personal a cargo de la construcción debe estar consciente de las combinaciones perjudiciales de altas temperaturas del aire, luz solar directa, vientos secos y altas temperaturas del concreto antes de proceder a la colocación de este último.

El equipo que se use para colocar el concreto debe estar diseñado para tal fin y tener una amplia capacidad para cumplir con su cometido eficientemente”. (IMCYC, Elaboracion, Colocacion y Proteccion del Concreto en clima caluroso y frio ACI 305, ACI 306).

## **FRAGUADO DEL CONCRETO**

“El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos —procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el clínker que compone el cemento.

También se denomina fraguado al proceso de endurecimiento de la pasta de yeso o del mortero de cal.

En el proceso general de endurecimiento del hormigón se presenta un estado de fraguado inicial en que la mezcla pierde su plasticidad. Se denomina fraguado final al estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable. El tiempo comprendido entre estos dos estados se llama tiempo de fraguado de la mezcla que se estima en unas diez horas, aunque varía dependiendo de la humedad relativa, temperatura ambiente, etc.

Se pueden añadir aditivos retardantes o acelerantes del fraguado que permiten su mejor manejo en obra”. (Wikipedia, 2015)



## CURADO

“El curado se realiza durante el proceso de fraguado del hormigón para asegurar su adecuada humedad, adoptando las medidas oportunas durante el plazo que se establezca en las Prescripciones Técnicas, en función del tipo, clase y categoría del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente. A los cuatro días el concreto tiene una resistencia adecuada para quitar la formaleta y el periodo de curado debe ser por 28 días para no tener problemas en la resistencia proyectada del concreto. El método ideal es usar el agua para ayudar a la hidratación de la pasta de cemento. Se puede proceder a retener la humedad mediante un material protector adecuado o mediante riego controlado, evitando producir deslavado. El curado debe durar hasta que, como mínimo, el hormigón haya alcanzado el 70% de la resistencia de proyecto.

Entre los métodos especiales de curado, destacan el curado por calor, inmersión o mediante vapor de agua que se iniciará una vez transcurrido el período de prefraguado”. (Wikipedia, 2015)

“El curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento. El curado pretende controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia afuera del concreto. Busca también, evitar la contracción de fragua hasta que el concreto alcance una resistencia mínima que le permita soportar los esfuerzos inducidos por ésta.

La falta de curado del concreto reduce drásticamente su resistencia.

Existen diversos métodos de curado: curado con agua, con materiales sellantes y curado al vapor. El primero puede ser de cuatro tipos: por inmersión, haciendo uso de rociadores, utilizando coberturas húmedas como yute y utilizando tierra, arena o aserrín sobre el concreto recién vaciado.

El curado al vapor tiene la gran ventaja que permite ganar resistencia rápidamente. Se utiliza tanto para estructuras vaciadas en obra como para las prefabricadas, siendo más utilizado en las últimas. El procedimiento consiste en someter al



concreto a vapor a presiones normales o superiores, calor, humedad, etc. El concreto curado al vapor, deberá tener una resistencia similar o superior a la de un concreto curado convencionalmente (CI.5.11.3.2). Los cambios de temperatura no deben producirse bruscamente pues sino, ocasionan que el concreto se resquebraje”. (HARMSEN, 2005)

“El curado del hormigón de los forjados es muy importante, especialmente en tiempo seco, caluroso y con viento, por tener una superficie expuesta muy amplia.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado, que podrá realizarse mediante riego directo que no produzca deslavado.

En general se recomienda un periodo mínimo de 3 días en invierno y 5 días en verano”.(URBAN BROTONS, 2009)

## **ADITIVOS**

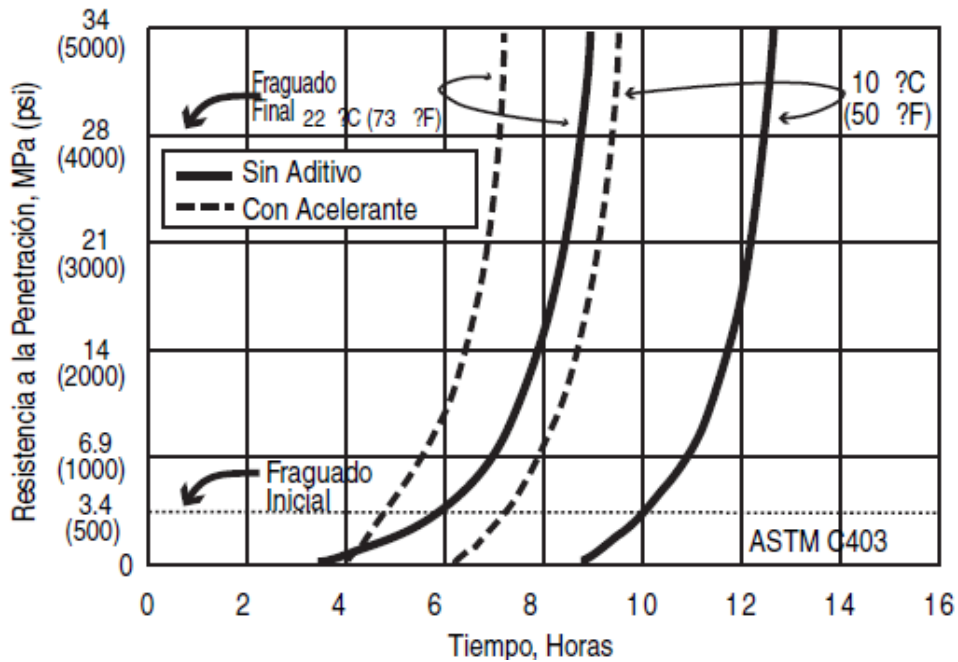
### **ADITIVOS QUÍMICOS**

“Los aditivos químicos que cumplen con ASTM C-494 Tipos C, acelerantes, y E, reductores de agua y acelerantes, mejoran el concreto vaciado durante climas fríos.

Los beneficios obtenidos de éstos aditivos incluyen:

- Menor demanda de agua – mínimo 5%.
- Mejor trabajabilidad durante el vaciado.
- Tiempo de fraguado más rápido (ver figura N°).
- Incremento en las resistencias tempranas.
- Rápida remoción y reúso de encofrados”. (The Chemical Company, 2006)

**Figura N° 2: Efecto de la temperatura del concreto y acelerador en el tiempo de fraguado**



Fuente: BASF, The Chemical Company. Boletín Técnico. 2006

“Los aditivos son sustancias químicas naturales o manufacturadas que se adicionan al concreto (hormigón) antes o durante el mezclado del mismo. Los aditivos más frecuentes utilizados son los agentes incorporadores de aire, los reductores de agua, los retardantes y los acelerantes”. (NRMCA, 2015)

“Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. Esta definición excluye, por ejemplo, a las fibras metálicas, las puzolanas y otros. En la actualidad los aditivos permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales, han dado un creciente impulso a la construcción y se consideran como un nuevo ingrediente, conjuntamente con el cemento, el agua y los agregados. Existen ciertas condiciones o tipos de obras que los hacen indispensables.



Tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125 definen al aditivo como: “Un material distinto del agua, de los agregados y cemento hidráulico que se usa como componente del concreto o mortero. Las dosis en las que se utilizan los aditivos, están en relación a un pequeño porcentaje del peso de cemento, con las excepciones en las cuales se prefiere dosificar el aditivo en una proporción respecto al agua de amasado”. (Aditivos-Aspectos generales, 2015)

“Un aditivo es definido por la Norma ASTM C 125 y el Comité 116R del ACI como un material diferente del agua, agregados, cemento hidráulico y refuerzo de fibra, el cual se emplea como un ingrediente del cemento o mortero, y es añadido a la tanda en la mezcladora inmediatamente antes o durante el mezclado, con la finalidad de:

- Modificar una o algunas de las propiedades del concreto.
- Facilitar el proceso de colocación del concreto.
- Obtener economía en los costos de producción del concreto.
- Ahorrar energía.

En muchos casos (tales como alta resistencia inicial; resistencia a los procesos de congelación, retardo y aceleración de fragua) el empleo de un aditivo puede ser el único medio para alcanzar el objetivo deseado. En otros, los objetivos deseados pueden ser alcanzados por cambios en la composición o proporciones de la mezcla del concreto, obteniéndose economías mayores que si se emplearan aditivos”. (RIVVA LOPEZ, 2010)

“Los aditivos son modificadores y mejoradores de las mezclas de concreto. Son productos solubles en agua, que se adicionan durante el mezclado, en porcentajes no mayores al 1% de la masa de cemento, con el propósito de producir una modificación en el comportamiento del concreto en estado fresco o en condiciones de trabajo.

La importancia de los aditivos es que, entre otras acciones, permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales y han dado un creciente impulso a la construcción. Los aditivos pueden clasificarse según las propiedades que modifican en el concreto fresco o endurecido” (PERSICO, 2006)





## ADITIVOS PARA CONCRETO

“Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

El comportamiento de los diversos tipos de cemento Portland está definido dentro de un esquema relativamente rígido, ya que pese a sus diferentes propiedades, no pueden satisfacer todos los requerimientos de los procesos constructivos. Existen consecuentemente varios casos, en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos.

Cada vez se va consolidando el criterio de considerar a los aditivos como componente normal dentro de la tecnología del concreto moderno, ya que contribuyen a minimizar los riesgos que ocasiona el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla de concreto original, como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, etc.

Cualquier labor técnica se realiza más eficientemente si todos los riesgos están calculados y controlados, siendo los aditivos la alternativa que siempre permite optimizar las mezclas de concreto y los procesos constructivos”. (PASQUEL CARBAJAL , 1998)

## ADITIVOS ACELERANTES

“Estos aditivos reducen el tiempo de fraguado inicial del concreto y ayudan a obtener una resistencia temprana más alta. Los acelerantes no son anticongelantes; sin embargo, ellos aceleran la velocidad de su asentamiento y el desarrollo de resistencia, haciéndolo más resistente a los daños producidos por congelamiento en clima frío. Los acelerantes también se utilizan en las construcciones de gran velocidad que requieren una temprana remoción de moldes (formaletas, cimbras), apertura al tráfico o aplicación de cargas en estructuras. Los acelerantes líquidos deben cumplir con las especificaciones para los tipos C y E de la ASTM C494 y se adicionan al concreto en la planta.



Hay dos tipos de aditivos acelerantes: las basadas en cloruros y los libres de cloruros. Uno de los aditivos más efectivos y económicos es el cloruro de calcio, el cual está disponible en forma líquida o en escamas y debe cumplir con los requerimientos de ASTM D 98". (NRMCA, 2015)

“Sustancias que reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y/o aceleran el tiempo normal de desarrollo de la resistencia. Praveen una serie de ventajas como son:

- a) Desencofrado en menor tiempo del usual.
- b) Reducción del tiempo de espera necesario para dar acabado superficial.
- c) Reducción del tiempo de curado.
- d) Adelanto en la puesta en servicio de las estructuras.
- e) Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas.
- f) Reducción de presiones sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado.
- g) Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en clima frío, desarrollando con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.

En general los acelerantes reducen los tiempos de fraguado inicial y final del concreto medidos con métodos estándar como las agujas proctor definitivas en ASTM-C-403, que permiten cuantificar el endurecimiento en función de la resistencia a la penetración”. (PASQUEL CARBAJAL , 1998)

“Se define como aditivos acelerantes a aquellos productos químicos que incorporados a la mezcla permiten:

- a) Reducir el tiempo de fraguado.
- b) Lograr incrementos significativos en la resistencia inicial y final de concreto.
- c) Reducir los períodos de curado y protección necesarios para alcanzar una determinada resistencia en el concreto; y
- d) Trabajar el concreto en mejores condiciones durante los períodos de baja temperatura ambiente”.

La aceleración del desarrollo inicial de resistencia permite:

- Un desencofrado más rápido.
- Acortamiento en el período de protección del concreto.
- Rápido acabado o reparación de la estructura.
- Compensación de los efectos de las bajas temperaturas sobre el desarrollo de resistencia.

Los beneficios de una reducción en el tiempo de fraguado incluyen:

- Operaciones de acabado superficial más rápidas.
- Reducción temprana en la presión sobre los encofrados.
- Rápido taponeo de fallas debidas a presión hidráulica". (RIVVA LOPEZ, 2010)

## EFFECTOS DE LOS ADITIVOS ACELERANTES SOBRE EL CONCRETO FRESCO

“Los efectos de los aditivos acelerantes sobre el concreto no endurecido incluyen los siguientes aspectos:

**Tiempo de Fraguado.-** El empleo de aditivos acelerantes produce una reducción en los tiempos de fraguado inicial y final, la misma que varía con la cantidad de acelerante, la temperatura del concreto, la temperatura y humedad relativa ambiente, y las características de los otros materiales empleados en el concreto.

El empleo de una cantidad excesiva de algunos materiales acelerantes puede originar un fraguado muy rápido. El empleo de determinados aditivos permite obtener tiempos de fraguado tan cortos como 15 a 30 segundos.

Existen en el mercado norteamericano mezclas de cemento, agregado y acelerante, listas para ser empleadas, las cuales tienen una fragua inicial de uno a cuatro minutos y una fragua final de tres a diez minutos. Estos morteros se utilizan en el sellado de grietas, para parchados y para reparaciones de emergencia. La resistencia final de tales morteros es mucho menor que si no se emplease acelerantes.

La concentración del aditivo es importante. Para adiciones del 6% en peso del cemento, el nitrato de calcio comienza a mostrar propiedades retardantes. El cloruro férrico es un retardador en adiciones de 2% a 3% en peso, pero actúa como un acelerante en adiciones del 5%. El empleo del cemento calcio aluminoso como aditivo puede causar fragua instantánea dependiendo del dosaje empleado. La

temperatura ambiente también puede ser un parámetro importante en el desarrollo del fraguado. Así por ejemplo, el cloruro de calcio tiene mayor y mejor efecto entre 0°C a 5°C que a 25°C.

**Incorporación de aire.** Cuando se emplea acelerante puede requerirse menor cantidad de aditivo incorporador de aire para obtener la cantidad de aire deseada en la mezcla. En algunos casos pueden obtenerse burbujas de gran tamaño y factores de espaciamiento más altos por lo que puede disminuir el efecto benéfico que se deseaba obtener por la incorporación de aire.

La evaluación del concreto que contiene ambos aditivos deberá ser efectuada a fin de verificar los parámetros de tamaño de las burbujas de aire, factor de espaciamiento y resistencia a los procesos de congelación, empleando lo indicado en las Normas ASTM C 457 y C 666 respectivamente.

#### **Desarrollo de calor inicial.**

El empleo de aditivos acelerantes en la mezcla origina un mayor desarrollo de calor inicial debido a la hidratación del cemento más rápido sin efecto apreciable sobre el calor total de hidratación desarrollado”. (RIVVA LOPEZ, 2010)

### **EFFECTOS DE ADITIVOS ACELERANTES SOBRE EL CONCRETO ENDURECIDO**

#### **“Efectos sobre la resistencia.**

Los efectos de los aditivos acelerantes sobre el concreto endurecido incluyen en el caso de la resistencia incrementos significativos en la resistencia en compresión inicial, que puede estar en el rango del 100% al 200%, sin cambios importantes en la resistencia final. El efecto en la resistencia a la flexión es menor.

Efectos aún no claramente determinados de diversas sales, que no sean cloruro de calcio, sobre el desarrollo de resistencia, dado que algunas de ellas que aceleran el tiempo de fraguado pueden disminuir la resistencia del concreto aún en edades tan tempranas como el primer día. Algunos silicatos, carbonatos y aluminatos están en la categoría indicada.



Los acelerantes orgánicos del tipo de la trietanolamida y el formiato de calcio parecen ser sensibles, en su acción acelerante, a las características específicas de la mezcla a la cual son añadidos.

La resistencia al día de pastas puras, morteros o concretos preparados con mezclas de cemento Portland y de cementos calcio aluminosos, generalmente es menor que la que se obtendría de cualquiera de los dos cementos trabajados independientemente.

Incrementos en la resistencia a los 90 días hasta en un 20% a 25% cuando se utiliza el proceso de "sembrado" del cemento Portland con 2% en peso del cemento del producto de la molienda muy fina del cemento hidratado.

### **Cambios de volumen.**

Los estudios de Laboratorio indican que los aditivos acelerantes producen un incremento en los cambios de volumen tanto en curado húmedo como bajo condiciones de secado. El cloruro de calcio incrementa el escurrimiento plástico y la contracción por secado del concreto.

Los cambios indicados dependen de la longitud del tiempo de curado antes de iniciar las mediciones, el tiempo de los periodos de curado, secado y carga y de la composición del cemento empleado. Los cambios en la magnitud de la deformación son mayores que los cambios en el volumen total de la deformación.

La contracción por secado y el aumento de volumen en agua son mayores para mezclas que contienen conjuntamente cemento Portland y cemento calcio aluminoso, y su durabilidad puede ser afectada adversamente por el empleo de un aditivo acelerante.

### **Daños por congelación.**

Los efectos de un aditivo acelerante sobre el concreto endurecido influyen, en el caso de la durabilidad:

La resistencia al deterioro originado por ciclos de congelación y deshielo, así como al descascaramiento debido al empleo de sales descongelantes, pueden ser



incrementadas en las primeras edades en aquellos casos en que se emplea aditivos acelerantes en las mezcla.

La resistencia al ataque de los sulfatos disminuye cuando las mezclas a base de cemento Portland contienen cloruro de calcio.

Incremento en la expansión debida a la reacción álcaliagregado si se emplea cloruro de calcio. Esta acción puede ser controlada cuando se emplea agregados no reactivos, cementos de bajo contenido de álcalis, o determinadas puzolanas.

### **Corrosión de los metales.**

Una de las mayores desventajas del cloruro de calcio es su tendencia a favorecer la corrosión de los metales en contacto con el concreto debido a la presencia del ion cloruro húmedo y oxígeno.

Las consideraciones sobre el efecto corrosivo del cloruro de calcio han obligado a desarrollar aditivos que tengan las propiedades acelerantes de resistencia del cloruro de calcio sin tener su acción corrosiva potencial. Así, se han presentado formulaciones basadas en el formiato de calcio como un inhibidor de la corrosión.

Se ha reportado el empleo de cloruro estañoso, cloruro férrico, tiosulfato de sodio, nitrito férrico y nitrito de calcio, como inhibidores de la corrosión del acero de refuerzo con efecto acelerante sobre el tiempo de fraguado y el endurecimiento.

Es importante recordar que no todos los acelerantes que no contienen cloruro de calcio son necesariamente no corrosivos, siendo ejemplo de ello el tiocianuro. Si el aditivo acelerante contiene este producto deberá efectuarse ensayos sobre corrosión potencial del acero de refuerzo, incluyéndose interrelaciones entre los dosajes del aditivo y la corrosión del acero". (RIVVA LOPEZ, 2010)

### **Costos del uso de aditivos**

“La evaluación económica de un aditivo dado deberá basarse sobre los resultados deseados y/u obtenidos con el concreto en cuestión bajo condiciones que simulen aquellas que se espera en obra, desde que los resultados obtenidos están influenciados en una magnitud importante por las características del cemento y



agregado y sus proporciones relativas, así como por la temperatura, humedad y condiciones de curado.

En la evaluación de un aditivo, su efecto sobre el volumen de una tanda determinada deberá ser tomado en cuenta. Si se analizan los cambios en el rendimiento, como a menudo es el caso, los cambios en las propiedades del concreto deberán ser debidos no solamente a los efectos directos del aditivo, sino también a cambios en el rendimiento de los ingredientes originales.

Si el empleo de un aditivo incrementa el volumen de la tanda, el aditivo deberá ser considerado como efectivo en su desplazamiento ya sea como parte de la mezcla original o de uno u otro de los ingredientes básicos. Tales cambios en la composición de un volumen unitario de concreto deberán ser tomados en cuenta cuando se ensaya el efecto directo de un aditivo en la estimación de los beneficios resultantes de su uso, y en la modificación del costo de la unidad cúbica del concreto.

El incremento en el costo debido al manejo de un ingrediente adicional deberá ser tomado en cuenta, así como los efectos económicos que el empleo de aditivos puede tener sobre los costos de transporte, colocación y acabado del concreto.

Cualquier efecto sobre la magnitud de la ganancia de resistencia y rapidez de la construcción deberá ser considerado. Un aditivo puede permitirse ser empleado, o un método de construcción menos costoso, o diseños estructurales más económicos, pueden permitirse antes de añadir el costo de su empleo.

Los aditivos acelerantes reducen los costos de acabado y enconfrados". (RIVVA LOPEZ, 2010)

### **SIKA 3**

Es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento a base de cloruros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. No es inflamable.

#### **Usos:**



- **En pastas:**

Para el sellado de perforaciones en las faenas de sondaje, el tapado de grietas con o sin filtraciones de agua.

- **En morteros de fraguado y endurecimiento rápido:**

Albañilerías, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y otros.

- **En concretos:**

Donde se requiera alcanzar elevadas resistencias mecánicas en corto tiempo, ya sea para una pronta puesta en servicio o disminución de los tiempos de desencofrado.

**Características/ventajas:**

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección
- Vaciado de concretos rápidos para cimientos o elementos de concreto expuestos a la acción de aguas subterráneas (napas freáticas)
- Faenas en donde se necesita una rotación rápida del encofrado
- Reducción de las presiones de los moldes
- Reparación de pavimentos y pistas de aeropuerto para una rápida puesta en servicio
- Trabajos marítimos entre dos mareas (sin armadura)
- Obras hidráulicas
- Para alcantarillado en la construcción o reparación de pozos, cámaras y tuberías

**Norma:** cumple la norma ASTM C 494 tipo C. (SIKA, 2012)



**SIKA 5**

“Es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento exento de cloruros para concretos y morteros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. Acelera el desarrollo de las resistencias mecánicas iniciales aumentando las resistencias finales.

**Campos de aplicación:**

- En pastas, para el sellado de perforaciones en las faenas de sondaje, el tapado de grietas con o sin filtraciones de agua.
- En morteros de fraguado y endurecimiento rápido, albañilería, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y otros.
- En concretos, donde se requiera alcanzar elevadas resistencias mecánicas en corto tiempo, ya sea para pronta puesta en servicio o disminución de los tiempos de desencofrado.

**Ventajas:**

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección.
- Vaciado de concretos rápidos para cimientos o elementos de concreto expuestos a la acción de aguas subterráneas (napas freáticas).
- Faenas en donde se necesita una rotación del encofrado.
- Reducción de las presiones de los moldes.
- Reparación de pavimentos y pistas de aeropuerto para una rápida puesta en servicio.
- Trabajos marítimos entre dos mares.
- Obras hidráulicas.
- Para alcantarillado en la construcción o reparación de pozas, cámaras y tuberías”. (SIKA, 2012)

**CHEMA 5**

Es un aditivo líquido de color verde claro que proporciona a las pastas de cemento, morteros y concretos altas ganancias tempranas de  $f'c$  disminuyendo el tiempo de fragua y aumentando plasticidad a la mezcla.



Acelerante ideal para morteros, pastas de cemento y concretos ciclópeos. Contiene cloruro de calcio por lo que no debe emplearse nunca en concreto armado

**Usos:**

- Para fraguas rápidas y altas ganancias tempranas de la fuerza a la compresión en los morteros o concretos simples o ciclópeos
- Para desencofrar en menor tiempo de lo normal: bloques, tubos, losetas de concreto
- Para reparación de pistas y veredas, falsos pisos, contra pisos y reparación de elementos no reforzados con fierro
- Para mejorar la adherencia de parches de concretos
- En bajas temperaturas, para ayudar a fraguar más rápidamente las pasta de cemento, morteros o concretos simples evita asimismo la cristalización del agua de los morteros o concretos.

**Ventajas:**

- Muy económico
- Reduce los costos de construcción
- No ocasiona atrasos por temperaturas frías
- Se obtiene altas resistencias a la compresión tempranas en los morteros y concretos ciclópeos
- Menor contracción
- Mayor trabajabilidad
- Permite realizar el acabado el mismo día.
- Evita que se malogren los morteros y concretos por las bajas temperaturas

**Características físico - químicas**

Peso específico : 1.09

Color : Verde Claro

Apariencia : Líquida

Solubilidad : En agua



PH : 7

Efectos fisiológicos : Manipular con elementos de protección (guantes, lentes, mascara de seguridad industrial).

### **Dosificación:**

Varía de 1 a 3 litros por bolsa de cemento en el agua de amasado, dependiendo de la temperatura del ambiente y del tiempo de fragua que se requiera lograr. La dosis recomendada es usualmente 1/3 galón (1.2 litros aprox.) por bolsa de cemento. (CHEMA, 2007)

### **CHEMA ESTRUCT**

Es una sustancia química líquida que al ser adicionado a la mezcla de concreto acelera el proceso de endurecimiento y produce importantes ganancias tempranas de la resistencia a la compresión, contiene agentes plastificantes y en climas de bajas temperaturas trabaja como anticongelante. Su efecto es sobre toda mezcla de concreto, tanto como cementos Portland como también Puzolánicos, muy resistente a las sales y sulfatos.

Puede ser empleado tanto, en climas normales como bajo cero grados, no contiene cloruros, más bien trabaja como un inhibidor de corrosión. Producto adecuado a la norma ASTM-C-494; este aditivo protege al concreto en su estado fresco, evitando la cristalización o congelamiento en especial para concreto armado.

### **Usos:**

- Para vaciados de elementos estructurales en cualquier clima, donde se desee obtener en 3 días la fuerza a la compresión ( $f_c$ ) que se obtendría con el diseño de mezcla a los 7 días sin el Chema Estruct.
- Para vaciados en climas fríos o donde se espera una helada; hará que el concreto fragüe en la mitad de tiempo a pesar de la baja temperatura.
- En obras de concreto donde se necesite poner en servicio en menos tiempo.
- Para construir en climas a bajas temperaturas.
- En terrenos con nivel freático superficial.
- Cuando se espera una helada para evitar la cristalización o congelamiento.



- Para desencofrar en menor tiempo y acortar tiempos de entrega.

**Modo de empleo:**

Utilice una de las siguientes dosificaciones de acuerdo al clima y necesidad:

REDUCIDA 250 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)

NORMAL 375 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)

SUPERIOR 500 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)

Agregue la dosificación requerida de Chema Estruct en el agua de amasado al momento en que se va a usar y báltalo bien.

La relación a/c recomendada máxima debe ser 0.45 o reduzca hasta 10% la cantidad de agua. La trabajabilidad del concreto no disminuye debido a que el Chema Estruct contiene plastificantes.

**Características físico - químicas**

Color : Amarillo verdoso

Apariencia : Líquida

PH : 9.0 - 11.0

Densidad : 1.300 - 1.340 Kg. / L.

**Presentación:**

Envases de 1 gal., 5 gal., y 55 gal.". (CHEMA, 2007)

**PASOS EN EL DISEÑO DE LA MEZCLA**

“Los siguientes pasos se consideran fundamentales en el proceso de selección de las proporciones de la mezcla para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto. Ellos deben efectuarse independientemente del procedimiento de diseño seleccionado.



- 1) Estudiar cuidadosamente los requisitos indicados en los planos y en las especificaciones de obra.
- 2) Seleccionar la resistencia promedio requerida para obtener en obra la resistencia de diseño especificada por el proyectista. En esta etapa se deberá tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de la compañía constructora, así como el grado de control que se ha de ejercer en obra.
- 3) Seleccionar, en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto, el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- 4) Elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en función del asentamiento de la misma. Se tendrá en consideración, entre otros factores la trabajabilidad deseada, las características de los elementos estructurales y las facilidades de colocación y compactación del concreto.
- 5) Determinar el volumen de agua de mezclado por unidad de volumen del concreto, considerando el tamaño máximo nominal del agregado grueso, la consistencia deseada y la presencia de aire, incorporado o atrapado, en la mezcla.
- 6) Determinar el porcentaje de aire atrapado o el de aire total, según se trate de concretos normales o de concretos en los que expresamente, por razones de durabilidad, se ha incorporado aire, mediante el empleo de un aditivo.
- 7) Seleccionar la relación agua-cemento requerida para obtener la resistencia deseada en el elemento estructural. Se tendrá en consideración la resistencia promedio seleccionada y la presencia o ausencia de aire incorporado.
- 8) Seleccionar la relación agua-cemento requerida por condición de durabilidad. Se tendrá en consideración los diferentes agentes externos e internos que podrían atentar contra la vida de la estructura.
- 9) Seleccionar la menor de las relaciones agua-cemento elegida por resistencia y durabilidad, garantizando con ello que se obtendrá en la estructura la resistencia en compresión necesaria y la durabilidad requerida.
- 10) Determinar el factor cemento por unidad cubica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación agua cemento seleccionada.



- 11) Determinar las proporciones relativas de los agregados fino y grueso. La selección de la cantidad de cada uno de ellos en la unidad cúbica de concreto está condicionada al procedimiento de diseño seleccionado.
- 12) Determinar, empleando el método de diseño seleccionado, las proporciones de la mezcla, Considerando que el agregado está en estado seco y que el volumen unitario de agua no ha sido corregido por humedad del agregado.
- 13) Corregir dichas proporciones en función del porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados finos y grueso.
- 14) Ajustar las proporciones seleccionadas de acuerdo a los resultados de los ensayos de la mezcla realizados en el laboratorio.
- 15) Ajustar las proporciones finales de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados bajo condiciones de obra". (RIVVA LOPEZ, 2010)

### 2.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Aditivos:** son componentes de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones
- **Agregados:** Son las arenas, gravas naturales y piedra triturada utilizadas para formar la mezcla que da origen al concreto, los agregados constituyen cerca del 75% de esta mezcla.
- **Concreto:** Elemento deformable, formado por cemento, grava, arena y agua, en estado plástico toma la forma del recipiente, ocurre una reacción química entre el cemento y el agua, esto hace que la mezcla fragüe y se convierte en un elemento rígido, se usa como material de construcción y soporta grandes cargas de compresión. Comúnmente se usa concreto con acero de refuerzo en el interior del elemento para darle resistencia a la tensión y esto recibe el nombre de concreto reforzado.
- **Granulometría:** Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y gradación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.



- **Mano de obra:** Trabajo ejecutado por el personal obrero.
- **Memoria descriptiva:** La memoria descriptiva es un documento informativo que debe contener la descripción y justificación de las soluciones técnicas adoptadas, con tantos capítulos y apartados como divisiones o subdivisiones se hayan adoptado para su realización.
- **Vaciado:** El vaciado es un procedimiento para la reproducción de esculturas o relieves. Se consigue aplicando al modelo yeso líquido, gelatina, fibra de vidrio, etc. y esperando a que se endurezca para confeccionar el molde.
- **Valuación:** Determinación del precio de un bien.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para los propósitos de la presente investigación se utilizó el método científico, requiriendo para ello los siguientes elementos:

Método Analítico, que contribuyó en los criterios de descomposición en sus elementos básicos del fenómeno;

Métodos Deductivo e Inductivo, en muchos momentos de la investigación se realizó generalizaciones y particularizar algunas situaciones;

Método Sintético, este método permitió elaborar el informe final del trabajo.

##### 3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es una investigación de carácter cuantitativo a través del cual, se pretende contribuir en el conocimiento de la comparación de los aditivos acelerantes de fragua en la ciudad del Cusco, en cuanto al tiempo de fragua, resistencia a la comprensión y diferencia de costos, para diferentes dosificaciones (mínima, media y máxima) recomendada por el fabricante y las condiciones en que se desarrollan, considerando el clima alto andino, típico del Cusco.

##### 3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

“De acuerdo a la situación a estudiar, se incorpora el nivel de investigación denominado descriptivo, el cual consiste en describir situaciones y eventos, decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno” (HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2006): “los estudios descriptivos





buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades, o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”.

Así mismo,

### **3.1.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.3.1 DISEÑO METODOLÓGICO**

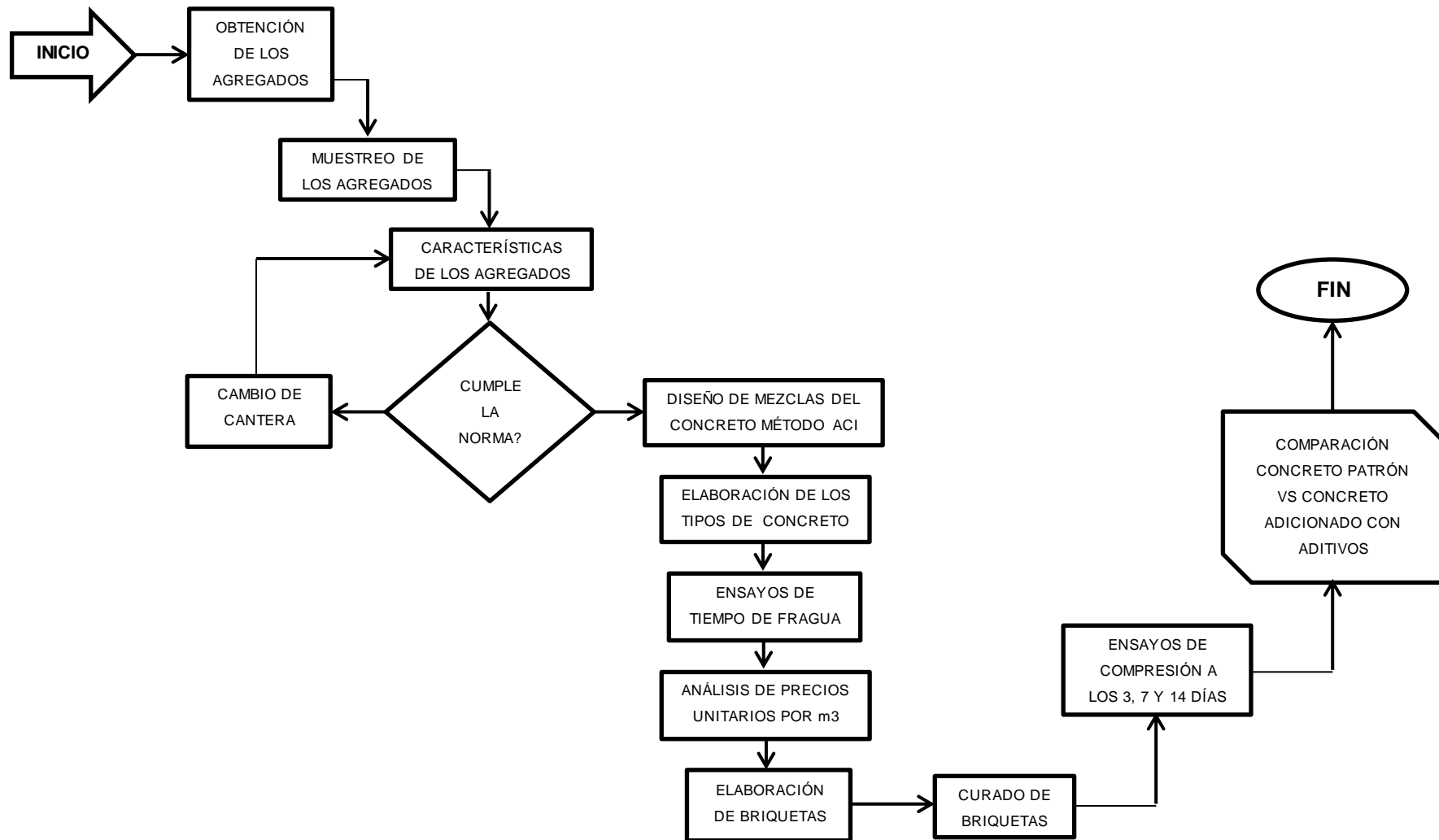
El diseño contempló también el estudio cuasi-experimental, porque existen parámetros que no se pueden controlar como el calor de hidratación de la pasta de cemento la temperatura ambiente, presión atmosférica.

“Se considera el tipo experimental, por cuanto significa tomar una acción y después observar las consecuencias de una acción. Se refiere a un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes para analizar las consecuencias de esta manipulación sobre una o más variables dependientes”. (ANDRÉS ZAVALA, 2007)

#### **3.1.3.2 DISEÑO DE INGENIERÍA**



3.1.3.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE TRABAJOS DE INGENIERÍA



## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 POBLACIÓN**

#### **3.2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN**

La población está constituida por trece tipos de concreto que fueron sujetos a experimentación, los cuales fueron ensayados con diferentes aditivos comercializados en la ciudad del Cusco, para acelerar el tiempo de fragua en concretos expuestos a climas alto andino, estos aditivos utilizados fueron: acelerante Sika 3, Sika 5, acelerante Chema 5 y Chema Struct en diferentes proporciones.

#### **3.2.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN**

Se consideró trece tipos de concreto como: Concreto patrón, Concretos con adición de aditivos acelerantes de fragua en diferentes proporciones (mínima, media y máxima) recomendadas por cada fabricante, donde se realizaron ensayos a 3, 7 y 14 días de prueba, haciendo un total de 123 briquetas.

### **3.2.2 MUESTRA**

#### **3.2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

La muestra está constituido por trece tipos de concreto como son: Concreto patrón, Concretos con adición de aditivos acelerantes de fragua en diferentes proporciones (mínima, media y máxima) recomendadas por cada fabricante, donde se realizaron ensayos para 3, 7 y 14 días de prueba.

A continuación se detallan los materiales utilizados en la elaboración de los diferentes tipos de concreto.

#### **.A) AGREGADOS**

Para el presente estudio se utilizó la cantera de Vicho, Huambutio y Cunyac, ya que estos materiales en ciertos porcentajes cumplen con la granulometría requerida para el concreto requerido.

## B) CEMENTO

Cemento Yura, Cemento Portland Puzolánico IP

## C) AGUA

El agua, elemento importante para la preparación del concreto utilizada en la en la ciudad del Cusco es agua potable proveniente de la EPS SEDA CUSCO.

En el capítulo 3 (MATERIALES) de la norma E 060, el ítem 3.4 AGUA dice: El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia potable.

## C) ADITIVOS

Los aditivos que hemos usado para esta investigación son de la marca Sika y Chema, siendo estos aditivos aceleradores de fragua para concreto como: Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Struct.

Se Adjunta ficha técnica de los aditivos a utilizar en anexos.

### 3.2.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tabla N° 5 Cantidad de testigos por cada marca de aditivo acelerante

Tipo de concreto	SIKA 3	SIKA 5	Chema Struct	Chema 5
proporción mínima del aditivo recomendado por el fabricante	9	9	9	9
proporción media del aditivo recomendado por el fabricante	9	9	9	9
proporción máxima del aditivo recomendado por el fabricante	9	9	9	9
Concreto patrón	15			

Fuente: elaboración propia

En Tabla N° 5 se observa la cantidad de testigos (briquetas) por cada tipo de aditivo con sus respectivas proporciones.

Cabe recalcar que el número de muestras será de tres, en diferentes edades para cada tipo de concreto (Grupos) se harán muestras (briquetas) para 3, 7 y 14 días de prueba, haciendo un total de 123 briquetas.

### **3.2.2.3 MÉTODO DE MUESTREO**

El método de muestreo que se utilizó en la presente investigación fue no probabilístico (no aleatorio), porque se consideró la cantidad de briquetas en función al criterio del investigador.

### **3.2.2.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

A continuación se describe los diferentes tipos de concreto

1. Concreto patrón.
2. Concreto con adición de aditivo SiKA 3 en una proporción mínima recomendado por el fabricante.
3. Concreto con adición de aditivo SiKA 3 en una proporción media recomendado por el fabricante.
4. Concreto con adición de aditivo Sika 3 en una proporción máxima recomendado por el fabricante.
5. Concreto con adición de aditivo Sika 5 en una proporción mínima recomendado por el fabricante.
6. Concreto con adición de aditivo Sika 5 en una proporción media recomendado por el fabricante.
7. Concreto con adición de aditivo Sika 5 en una proporción máxima recomendado por el fabricante.
8. Concreto con adición de aditivo Chema 5 en una proporción mínima recomendado por el fabricante.
9. Concreto con adición de aditivo Chema 5 en una proporción media recomendado por el fabricante.
10. Concreto con adición de aditivo Chema 5 en una proporción máxima recomendado por el fabricante.



11. Concreto con adición de aditivo Chema Struct en una proporción mínima recomendado por el fabricante.
12. Concreto con adición de aditivo Chema Struct en una proporción media recomendado por el fabricante.
13. Concreto con adición de aditivo Chema Struct en una proporción máxima recomendado por el fabricante.

### **3.3 INSTRUMENTOS**

#### **3.3.1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **3.3.1.1 FICHAS TÉCNICAS**

En estas fichas técnicas observamos los parámetros que consideraremos en el diseño de mezclas, así como las propiedades que poseen los agregados para la elaboración del concreto.



FICHAS TÉCNICAS DEL AGREGADO FINO

A. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO ASTM C- 33



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.

AUTOR: EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA

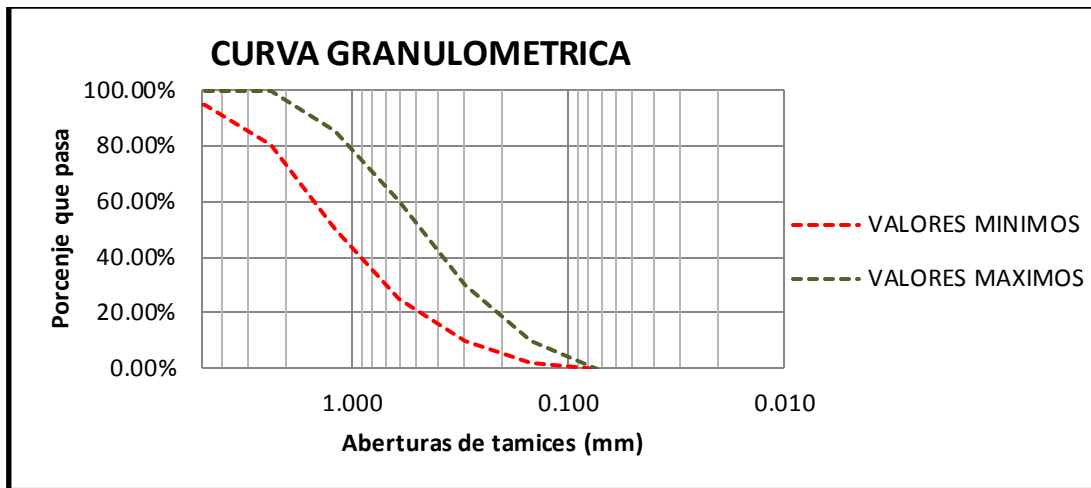
CANTERA: .....

Peso de la muestra + Tar ..... Lugar: .....
Peso de la tara: ..... Fecha: .....
Peso de la muestra: ..... Hora: .....

Table with 7 columns: TAMIZ, ABERTURA (mm), PESOS (gr.), % RETENIDO, % RETENIDO ACUMULADO, % QUE PASA, and LIMITES ASTM. Rows include sieve sizes from 3/8 inch to Fondo.

Summary table with 2 columns: Porcentaje que pasa la malla N° 200 and Módulo de Fineza.

Fuente: elaboración propia



**B. PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM C – 29**

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

**TESIS:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.

**AUTOR:** EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA

**CANTERA:** .....

**Lugar:** .....

**Fecha:** .....

**Hora:** .....

DETERMINACIÓN	SUELTO			COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + agregado seco (gr.)						
Peso del molde (gr.)						
Peso del agregado fino (gr.)						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )						
Peso específico del Bulk del agregado (gr/cm <sup>3</sup> )						
Absorción del agregado (%)						
Peso unitario en condición SSS (kg/m <sup>3</sup> )						
Vacíos en el agregado (%)						
Peso Unitario en condición Seca (kg/m <sup>3</sup> )						
Peso Unitario seco promedio (kg/m <sup>3</sup> )						

Fuente: elaboración propia



**C. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C  
– 128**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>		
<p><b>TESIS:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.</p>		
<p><b>AUTOR:</b> EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA</p>		
<p><b>CANTERA:</b> .....</p>		
<p><b>Lugar:</b> .....</p>		
<p><b>Fecha:</b> .....</p>		
<p><b>Hora:</b> .....</p>		
<b>CÁLCULOS</b>		
A. Peso del material Saturado Superficialmente Seco (en aire) (gr)		
B. Peso del Picnómetro + Agua (gr)		
C. = (A+B)		
D. Peso del material + agua en el Frasco		
E. Volumen de masa + volumen de vacíos = C-D		
F. Peso del Material seco en estufa a 105 °C		
G. Volumen de masa = E-(A-F)		
P.e. Bulk (Base Seca) = F/E		
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E		
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G		
Absorción (%) = ((A-F)/F)x100		

Fuente: elaboración propia

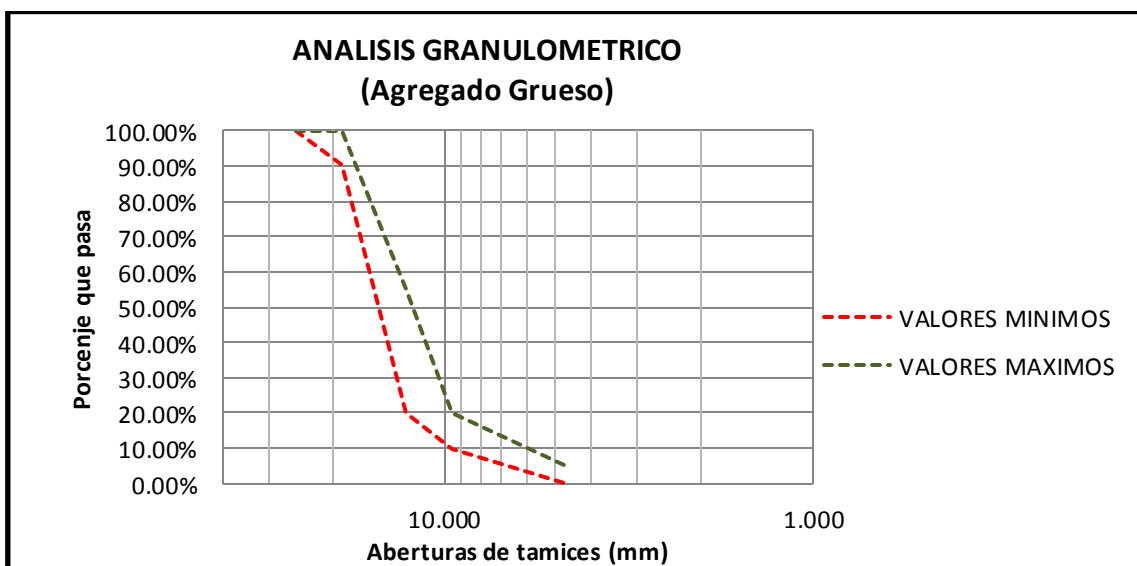
FICHAS TÉCNICAS DEL AGREGADO GRUESO

A. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO MTC E – 204

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO</b>		
<b>TESIS:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.		
<b>AUTOR:</b> EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA		
<b>CANTERA:</b> .....		
<b>Peso de la muestra + Tara:</b> .....	<b>Lugar:</b> .....	
<b>Peso de la tara:</b> .....	<b>Fecha:</b> .....	
<b>Peso de la muestra:</b> .....	<b>Hora:</b> .....	

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESOS (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES ASTM	
1"	25.400					100.00%	100.00%
3/4"	19.050					90.00%	100.00%
1/2"	12.700					20.00%	55.00%
3/8"	9.525					10.00%	20.00%
# 4	4.760					0.00%	5.00%
Fondo						-	-





**B PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C – 29**



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

**TESIS:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.

**AUTOR:** EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA

**CANTERA:** .....

**Lugar:** .....

**Fecha:** .....

**Hora:** .....

DETERMINACIÓN	SUELTO			COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + agregado seco (gr.)						
Peso del molde (gr.)						
Peso del agregado fino (gr.)						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )						
Peso específico del Bulk del agregado (gr/cm <sup>3</sup> )						
Absorción del agregado (%)						
Peso unitario en condición SSS (kg/m <sup>3</sup> )						
Vacíos en el agregado (%)						
Peso Unitario en condición Seca (kg/m <sup>3</sup> )						
Peso Unitario seco promedio (kg/m <sup>3</sup> )						

Fuente: elaboración propia

**C GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO  
ASTM C – 128**

	<p><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>		
<p><b>TESIS:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.</p>		
<p><b>AUTOR:</b> EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA</p>		
<p><b>CANTERA:</b> .....</p>		
<p><b>Lugar:</b> .....</p>		
<p><b>Fecha:</b> .....</p>		
<p><b>Hora:</b> .....</p>		
<b>CÁLCULOS</b>		
A. Peso del material Saturado Superficialmente Seco (en aire) (gr)	UND.	PESO
Agregado Saturado con Superficie Seca	gr.	
Peso del Picnómetro + Agua	gr.	
Agregado Secado al Horno	gr.	
B. Peso del material + agua en el Frasco		
C. = (A+B)		
D. Volumen de masa + volumen de vacíos = C-D		
E. Peso del Material seco en estufa a 105 °C		
F. Volumen de masa = E-(A-F)		
P.e. Bulk (Base Seca) = F/E		
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E		
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G		
Absorción (%) = ((A-F)/F)x100		

Fuente: elaboración propia



FICHA TÉCNICA DEL TIEMPO DE FRAGUA

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>TIEMPO DE FRAGUA</b>			
<b>TESIS:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS.			
<b>AUTOR:</b> EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA			
<b>INSTRUMENTO:</b>	AGUJA DE VICAT		
<b>TIPO DE CONCRETO:</b>	.....		
<b>Lugar:</b>	.....		
<b>Fecha:</b>	.....		
<b>Hora:</b>	.....		
<b>Nro. DE VECES</b>	<b>HORA DE PENETRACIÓN</b>	<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN</b>

Fuente: elaboración propia



FICHA TÉCNICA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS CHEMA Y SIKA ACELERADORES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO EN CONCRETOS EXPUESTOS A CLIMAS ALTO ANDINOS

TIPO DE CONCRETO : .....

Table with columns for LUGAR, FECHA DE ELABORACIÓN, Fc DISEÑO, FACTOR DE SEGURIDAD Frc, Nº DE BRIQUETA, FECHA DE MOLDEO, FECHAS DE ROTURA (3, 7, 14 DÍAS), ÁREA DE TESTIGO, CARGA (kg) (3, 7, 14 DÍAS), RESISTENCIA DE DISEÑO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2) (3, 7, 14 DÍAS), PROMEDIO, and %.

Fuente: elaboración propia

### 3.3.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

#### 3.3.2.1 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Los instrumentos utilizados fueron:

- Balanzas digitales.
- Cono de Abrams.
- Wincha.
- Cilindros graduados.
- Máquina de ensayo.
- Mezcladora,
- Carretilla.
- Vernier.
- Cuchara metálica.
- Barra compactadora.
- Moldes cúbicos (briquetas).
- Depósitos.
- Máquina de compresión.
- Aguja de Vicat.

#### 3.3.2.2 TABLAS CONFECCIONADAS POR EL COMITÉ 211 DEL ACI PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Tabla N° 6: Volumen unitario de agua (lt/m<sup>3</sup>)

Asentamiento	Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. Nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto sin Aire incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	***
<b>Concreto con Aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	***

Fuente: esta tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI

**Tabla N° 7: Contenido de aire atrapado**

tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de L ACI

**Tabla N° 8: Relación agua /cemento por resistencia**

f'cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	***
450	0.38	***

Fuente: esta tabla es una adaptación de la confeccionada por el comité 211 del ACI

**Tabla N° 9: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 del ACI.





### 3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.4.1 MUESTREO DE LOS AGREGADOS.

##### 3.4.1.1 INTRODUCCIÓN

En el proceso de Control de la calidad del concreto la toma de muestras de los agregados constituye una operación de primera importancia. El muestreo puede efectuarse en el yacimiento, en la planta de tratamiento o en la obra.

Como es conocido por los contratistas, en trabajos en los que hay carencia de proveedores, se requiere la explotación eventual de yacimientos.

En estos casos, para elegir las canteras más adecuadas, determinar la potencia aprovechable y seleccionar los diferentes procedimientos de beneficios, se deben tomar muestras de calicatas extraídas a distancias y profundidades definidas de acuerdo con el volumen de material requerido.

Si lo que se desea es conocer la calidad del producto que se ofrece en el mercado se toma la muestra en la planta de producción, tomando la muestra de manera intermitente en tanto se carga el material a los vehículos.

Si las muestras se toman de los silos, serán separadas tomándolas, preferentemente, de la parte superior y de la boca de descarga. Si el procedimiento empleado es el de muestreo en obra, a fin de controlar directamente la producción del concreto, las muestras de agregado se tomarán durante la descarga de los vehículos de transporte, en las partes superior, media e inferior de la tolva. El muestreo de los agregados se efectuara de acuerdo con los métodos que a continuación se señala, excepto si otro procedimiento es indicado en las especificaciones:

- a. El agregado se muestreara de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM D 75 o la norma NTP 400.010.
- b. La frecuencia de la toma de muestra se efectuara de acuerdo a lo indicado a las especificaciones del proyecto o lo indicado por la supervisión.



- c. Las muestras pueden ser tomadas de fajas transportadoras, flujos de agregados, o pilas de almacenamiento, siendo preferibles las dos primeras.
- d. En las muestras tomadas de fajas transportadoras se seleccionará al azar de la unidad que está siendo muestreada tres grupos aproximadamente iguales, los mismos que serán combinados para tomar una muestra única de tamaño igual o mayor que el mínimo recomendado. La faja transportadora deberá estar parada mientras se toman las muestras.
- e. Cuando la muestra se toma de un chorro de agregado que fluye, ya sea de una tolva o del punto de descarga de la faja, se seleccionara tres incrementos aproximadamente iguales. Cada uno de ellos se toma de la totalidad de la sección transversal del material que está siendo descargado.
- f. En la medida que ello es posible es recomendable no tomar muestra de pilas de agregados, especialmente cuando se prepara una muestra para determinar las propiedades del agregado que dependen de la granulometría de la misma. Si es obligatorio tomar la muestra de la pila debe diseñarse un programa de muestreo para el caso específico bajo consideración.
- g. Las exigencias del muestreo son más amplias cuando se necesite evaluar un yacimiento o dar conformidad al material beneficiado por un proveedor.  
En la producción diaria del concreto, el número de ensayos que se efectúa es más reducido y de variable periodicidad, la que muchas veces depende de las modificaciones del material que se observa durante la supervisión.
- h. Las pruebas de rutina están destinadas a dar información sobre problemas potenciales en el proceso de control de calidad. (RIVVA LOPEZ, 2010)

#### 3.4.1.2 OBJETIVO.



- Conocer el procedimiento técnico para la correcta obtención de muestras representativas de las canteras con las que se está trabajando.
- Determinar la cantidad de material mínimo que indican las normas técnicas para pruebas de laboratorio.

### **3.4.1.3 PROCEDIMIENTO.**

#### **A) EQUIPOS Y MATERIALES.**

- Agregado fino 25 kg. Mínimo.
- Agregado grueso 70 kg. Mínimo.
- Balanza.
- Regla metálica o de madera.
- Badilejo.
- Brocha.

#### **B) TOMA DE MUESTRA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**

- Se coloca la muestra sobre una superficie dura, lisa y limpia.
- Se realiza un batido previo del agregado de muestra.
- Se forma una pila de agregado y se extiende en forma circular y espesor uniforme.
- Realizar el cuarteo del agregado en cuatro partes iguales.
- Se toma dos cuartos de muestras opuestas y se desechan las otras dos.
- Y así se tiene las muestras representativas con sus respectivos pesos.

#### **C) OBSERVACIONES EXPERIMENTALES.**

- Para obtener el agregado fino para la elaboración del concreto, se realizaron estudios previos de dos tipos de agregados, uno de ellos de la cantera de Huambutio y el otro de la cantera de Cunyac.
- Se observó que el agregado de muestra contenía una mínima cantidad de materia orgánica (tierra, arcilla, limo, etc.).



- Se observó que para obtener la muestra representativa por el método del cuarteo, esta se debe realizar por lo menos dos veces.

#### **3.4.1.4 CONCLUSIONES.**

- Se debe trabajar cada tipo de material en forma separada, para así obtener la muestra representativa de cada uno de estos.
- Se debe tener en cuenta la cantidad de agregado existente en la cantera para la elaboración del concreto requerido.

### **3.4.2 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO**

#### **3.4.2.1 OBJETIVOS**

- Determinar la distribución en tamaños de los granos del agregado.
- Determinar el módulo de finura del agregado fino.
- Determinar si los agregados seleccionados se encuentran dentro de los límites específicos según las normas existentes para la elaboración del concreto.

#### **3.4.2.2 EQUIPO UTILIZADO**

- Juego de tamices ASTM
- Balanza
- Horno
- Agitador mecánico
- Cuchara
- Brochas

#### **3.4.2.3 PROCEDIMIENTO**

##### **Método ASTM C-33**

- a) Se toma una muestra representativa de árido fino mediante cuarteo, con un peso seco, preferiblemente al horno, de 100-500 gramos y se vierte sobre los tamices. 3/8", No. 4, No. 8, No. 16, No 30, No. 50, No. 100, no. 200 y fondo dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura y procede a tamizar el material colocándolo en los agitadores

mecánicos 15 minutos en el de movimiento vertical y 15 minutos en el de horizontal. Si no se cuenta con agitadores mecánicos se tamiza manualmente 30 minutos.

- b) Se recupera el material retenido en cada tamiz asegurándose manualmente de que las partículas hayan sido retenidas en el tamiz correspondiente. Se procede a pesar el material retenido en cada tamiz lo cual puede hacerse en forma acumulada o individual. El material que se encuentra en el fondo siempre se pesa individualmente.
- c) Cuando se determina que la muestra posee un alto contenido de material menor que 0.074 mm se recomienda secar la muestra al horno y lavarla sobre el tamiz No. 200 (ASTM C-117) para que dicho material sea eliminado. El residuo se seca durante 24 horas a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , después de lo cual se procede según el método ASTM C-136 siendo el fondo la diferencia de peso entre la muestra seca original y la muestra seca después del lavado.

### **3.4.3 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO.**

#### **3.4.3.1 OBJETIVOS**

- Determinar el peso unitario del agregado fino de acuerdo a la norma ASTM C-29.

#### **3.4.3.2 EQUIPO UTILIZADO**

- Balanza
- Pala
- Cuchara o cucharón
- Recogedor Plano
- Latitas de Humedad
- Varillas de compactación (es una varilla de acero de 24" de longitud y 5/8 de diámetro, uno de sus extremos termina en una punta semiesférica del mismo diámetro de la varilla y tiene un peso aproximado de 935 grs.)
- Recipientes (cilíndricos metálicos, preferentemente provistos con agarraderas; el fondo y el borde superior deberán ser



paralelos; de dimensiones interiores exactas y rígidas para retener su forma bajo uso rudo).

### 3.4.3.3 PROCEDIMIENTO

#### A) PESO UNITARIO SUELTO

1. Llenar el recipiente hasta rebosar por medio de una pala o cuchara, descargando el agregado desde una altura que no exceda de 2" encima del borde del recipiente. Evitar tanto como sea posible, la segregación de los distintos tamaños de las partículas de las cuales está compuesta la muestra. Nivele la superficie del agregado con los dedos o con una regla de madera que algunas proyecciones del agregado más grandes balanceen aproximadamente los vacíos formados entre partículas que quedan en la superficie.
2. Pese la medida y su contenido, registre el peso neto del agregado. Divida el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente para calcular el Peso unitario suelto.

#### B) PESO UNITARIO COMPACTADO

3. El procedimiento de la varilla es aplicable a agregados que tengan un tamaño máximo de 1 ½".
4. Llenar el recipiente hasta un tercio de su altura, nivele la superficie con los dedos. Introduzca la varilla y golpee la capa de agregados 25 veces con la varilla compactadora y distribúyalos uniformemente sobre la superficie. Se llena a continuación has 2/3 de la altura, nivelar y aplicar los golpes de la misma forma en que se explica arriba. Finalmente llenar hasta rebosar y vuelva a compactar. Nivele la superficie del agregado con los dedos o con una regla, de manera que algunas proyecciones leves de las partículas que quedan en la superficie. En la compactación de la primera capa, no permita que la varilla golpee el fondo del recipiente violentamente; en la compactación de la segunda y tercera capa, use solamente la fuerza necesaria para que la varilla penetre únicamente la capa de agregado que está siendo compactada.



5. Repetir el paso 2 del procedimiento, Pese la medida y su contenido, registre el peso neto del agregado. Divida el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente para calcular el Peso unitario compactado.
6. Para calcular el Peso Unitario del agregado fino, se realiza con la muestra seca, pero como la arena seca es muy difícil de compactar, entonces lo recomendable es trabajar la muestra con un porcentaje de humedad, aproximadamente 3 % de humedad.

#### **3.4.4 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128.**

##### **3.4.4.1 OBJETIVO**

- Determinar el peso específico Bulk, el Aparente y Absorción del agregado fino.

##### **3.4.4.2 EQUIPO UTILIZADO**

- Molde metálico en forma de cono truncado
- Apisonador metálico
- Bandeja metálica
- Balanza
- Picnómetro
- Ventilador
- Horno.

##### **3.4.4.3 PROCEDIMIENTO**

1. Obténgase aproximadamente 1000 gramos del agregado fino de la muestra, mediante un separador de muestras o cuarteándola.
2. Séquese la muestra en una bandeja, a peso constante y a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Déjese enfriar la muestra a una temperatura razonable, cúbrala con agua y déjesela en reposo por  $24 \pm 4$  horas.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>) Nota1: cuando se usen agregados con su humedad natural para la preparación de muestras de concreto, la determinación de los valores de absorción y peso específico que vayan a ser usados, no requieran el secado de los agregados a peso constante, y si la superficie de las partículas se ha conservado húmeda, puede también eliminarse él empaquetarlas en durante 24 horas.



3. Decante el exceso de agua con cuidado evitando la pérdida de finos, extiende la muestra en una superficie plana no absorbente expuesta a una suave corriente de aire tibio y revuélvala frecuentemente para asegurar un secado uniforme. Continúe esta operación hasta que la muestra este en condición de “libre escurrimiento”. Luego colóquese una parte del agregado fino suelto, parcialmente secado, dentro del molde, sosteniéndolo firmemente sobre una superficie lisa, que no sea absorbente, con el diámetro mayor del molde hacia abajo.
4. Golpetee suavemente la superficie 25 veces con el apisonador y luego levántese el molde verticalmente, si la humedad superficial esta aun presente, el agregado fino retendrá su forma moldeada. Si esto sucede, continúese secando la muestra, agitándola continuamente, y pruébese a intervalos frecuentes hasta que el agregado fino apisonado se “suelte” cuando se levante el molde. Esto indicara que se ha alcanzado la condición de “saturado con superficie seca”.

Si el agregado fino se suelta en la primera prueba quiere decir que ha sido secado más allá de su condición de “saturado con superficie seca”. En este caso, mezcle completamente añadiendo al agregado fino unos pocos mililitros de agua destilada y permita que la muestra quede en reposo; en un envase cubierto, durante 30 minutos. Luego deberá repetirse el proceso de secado y la prueba para la condición de libre escurrimiento). Si se desea pueden emplearse otros medios mecánicos para lograr condición de saturado con superficie seca (revolvedoras, agitadoras, etc.).

5. Introdúzcase inmediatamente y con cuidado, en el picnómetro, 500 gr. (una cantidad distinta de 500 gr., pero no menor de 50 gr., podrá ser usada; En este caso el peso empleado se colocara en lugar de la cifra 500 en las formulas) del agregado fino preparado, como se describe anteriormente, y llénese con agua hasta un 90%, aproximadamente, de su capacidad.
6. Mueva (con ligeros movimientos rotativos), invierta y agite suavemente el picnómetro para eliminar todas las burbujas de aire.
7. Determínese el peso total del picnómetro más muestras y agua.





8. Sáquese el agregado fino del picnómetro, secándolo a peso constante a una temperatura de  $110 + 5$  °C. Enfríeselo a la temperatura ambiente, de  $\frac{1}{2}$  a  $1\frac{1}{2}$  horas y luego pese la muestra.
9. Determínese el peso del picnómetro lleno con agua hasta su marca de calibración.

### **3.4.5 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO.**

#### **3.4.5.1 OBJETIVOS.**

- Determinar si el agregado grueso cumple con la gradación dentro de los límites según la norma ASTM C-33 para la elaboración de concreto.
- Conocer el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Determinar los porcentajes retenidos en cada malla para los diferentes tamaños del agregado.

#### **3.4.5.2 DEFINICIÓN.**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz de 4.75 mm (Nº 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037.

El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o en la norma ASTM C 33.

#### **3.4.5.3 EQUIPOS Y MATERIALES.**

- Muestra.
- Balanza de precisión.
- Pala.
- Brocha.
- Recipientes.
- Serie de tamices normalizados (1", 3/4", 1/2", 3/8", #4).

#### **3.4.5.4 PROCEDIMIENTO.**

### **MÉTODO ASTM C-33**

- Se toma una muestra representativa de árido grueso mediante cuarteo, con un peso seco, preferiblemente al horno, de 100-500 gramos y se vierte sobre los tamices. 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, y fondo dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura y procede a tamizar el material colocándolo en los agitadores mecánicos 15 minutos en el de movimiento vertical y 15 minutos en el de horizontal. Si no se cuenta con agitadores mecánicos se tamiza manualmente 30 minutos.
- Se recupera el material retenido en cada tamiz asegurándose manualmente de que las partículas hayan sido retenidas en el tamiz correspondiente. Se procede a pesar el material retenido en cada tamiz lo cual puede hacerse en forma acumulada o individual. El material que se encuentra en el fondo siempre se pesa individualmente.

#### **3.4.5.5 CONCLUSIONES.**

- Se considera una buena granulometría del agregado grueso a aquella que se encuentra dentro de los límites de la norma ASTM C – 33.
- Se debe tener en cuenta el tamaño máximo y el tamaño máximo nominal, ya que estas dos definiciones son totalmente diferentes.
- Se concluye que la granulometría es una de las propiedades más importantes para la elaboración del concreto deseado, tanto así que la curva granulométrica nos determina si nuestro agregado se encuentra dentro de los límites.

#### **3.4.5.6 RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda tener el tiempo correcto en el proceso de tamizado, para tener los pesos retenidos en los diferentes tamices.
- Se recomienda no confundir el tamaño máximo nominal con el tamaño máximo.
- Limpiar bien los tamices antes de pesar, para así tener los pesos retenidos con mayor exactitud.
- Se debe tener en cuenta el peso de la cazuela ya que así podemos determinar la cantidad de finos que pasa la malla Nro. 200.



### 3.4.6 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C-29.

#### 3.4.6.1 OBJETIVO

- Determinar el peso unitario del agregado grueso de acuerdo a la norma ASTM C-29.

#### 3.4.6.2 EQUIPO UTILIZADO

- Balanza
- Pala
- Cuchara o cucharón
- Recogedor Plano
- Latitas de Humedad
- Varillas de compactación (es una varilla de acero de 24" de longitud y 5/8 de diámetro, uno de sus extremos termina en una punta semiesférica del mismo diámetro de la varilla y tiene un peso aproximado de 935 grs.)
- Recipientes (cilíndricos metálicos, preferentemente provistos con agarraderas; el fondo y el borde superior deberán ser paralelos; de dimensiones interiores exactas y rígidas para retener su forma bajo uso rudo).

#### 3.4.6.3 PROCEDIMIENTO

##### A. PESO UNITARIO SUELTO

1. Para realizar el ensayo el material debe de estar seco al horno a una temperatura de 110 °C
2. Se determina el peso y volumen del molde.
3. Llenar el recipiente hasta rebosar por medio de una pala o cuchara, descargando el agregado desde una altura que no exceda de 2" encima del borde del recipiente.
4. Pese la medida y su contenido, registre el peso neto del agregado. Divida el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente para calcular el Peso unitario suelto.

##### B. PESO UNITARIO COMPACTADO

5. Se determina el peso y volumen del molde.



6. El procedimiento de la varilla es aplicable a agregados que tengan un tamaño máximo de 1 ½”.
7. Llenar el recipiente hasta un tercio de su altura, nivele la superficie con los dedos. Introduzca la varilla y golpee la capa de agregados 25 veces con la varilla compactadora y distribúyalos uniformemente sobre la superficie. Se llena a continuación has 2/3 de la altura, nivelar y aplicar los golpes de la misma forma en que se explica arriba. Finalmente llenar hasta rebosar y vuelva a compactar. Nivele la superficie del agregado con los dedos o con una regla, de manera que algunas proyecciones leves de las partículas que quedan en la superficie. En la compactación de la primera capa, no permita que la varilla golpee el fondo del recipiente violentamente; en la compactación de la segunda y tercera capa, use solamente la fuerza necesaria para que la varilla penetre únicamente la capa de agregado que está siendo compactada.
8. Repetir el paso 2 del procedimiento, Pese la medida y su contenido, registre el peso neto del agregado. Divida el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente para calcular el Peso unitario compactado.

### **3.4.7 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ASTM C-128.**

#### **3.4.7.1 OBJETIVO.**

- Determinar la gravedad específica y absorción del agregado grueso.

#### **3.4.7.2 EQUIPO UTILIZADO.**

- Material saturado.
- Una balanza hidrostática.
- Balanza de precisión.
- Horno a 110 oC.
- Brocha.
- Espátula.



### 3.4.7.3 PROCEDIMIENTO.

- a) Se selecciona una muestra de agregado.
- b) Este agregado seleccionado se lava y se sumerge totalmente en agua por un tiempo de 24 +/- 5 horas para saturarlo.
- c) Se pesa la muestra saturada y se anota.
- d) Seguidamente se extiende sobre una superficie no absorbente como una plancha metálica y se somete a una corriente suave de aire caliente revolviendo con frecuencia para tener un secado uniforme de la superficie del agregado.
- e) Seguidamente pesamos la muestra saturada superficialmente seca y anotamos.
- f) Una vez teniendo el peso de la muestra saturada superficialmente seca, colocamos en la balanza hidrostática y determinamos su peso sumergido en el agua a una temperatura de 23 +/- 2 °C
- g) Seguidamente secamos la muestra a una temperatura constante de 110 °C por 24 +/- 5 horas, para así obtener un peso constante.
- h) Se deja enfriar la muestra se pesa y se anota.

### 3.4.8 TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL DEL CEMENTO ASTM C 191-01

(Método estándar de ensayo para tiempo de fraguado del cemento hidráulico por aguja de Vicat).

#### 3.4.8.1 OBJETIVO

- Conocer el procedimiento que se utiliza para determinar el tiempo de fraguado inicial y final del cemento hidráulico por medio de la aguja de Vicat.

#### 3.4.8.2 MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO.

##### a) Material

- Cemento Pórtland IP
- Agua destilada (1000 ml)

##### b) Equipo

- Balanza de 0.1 g de precisión con juego de pesas



- Probeta de 250 ml de capacidad
- Conjunto de aparato de Vicat con aguja de 1 mm de diámetro
- Placa de vidrio
- Termómetro con escala en grados centígrados
- Par de guantes de hule
- Mezclador de pasta de cemento, según específica ASTM C 305.
- Charola
- Espátula plana pequeña
- Enrasador de metal o llana
- Gabinete para curado o cuarto húmedo
- Cronómetro
- Hielo

### 3.4.8.3 PROCEDIMIENTO

#### Temperatura y humedad

La temperatura del aire en la vecindad del equipo de mezclado, cemento seco, molde y placa base deberá mantenerse entre 20 y 27.5°C. La temperatura del agua de mezclado y el gabinete húmedo o cuarto húmedo no deberá variar de  $23 \pm 1.7^\circ\text{C}$ . La humedad relativa del laboratorio no deberá ser menor de 50%. El gabinete húmedo o cuarto húmedo deberá construirse de tal manera que permita facilidades de almacenamiento para especímenes de ensayo a una humedad relativa de no menos del 90%.

#### Mezclado de la pasta de cemento

Elaborar una pasta de cemento con 650 g de cemento; según el procedimiento de mezclado de pastas realizado en la práctica de determinación de consistencia normal del cemento y con la cantidad de agua que se determinó en esa práctica (para reproducir esa condición de consistencia normal).

Colocación de la pasta en molde de aparato de Vicat

Inmediatamente luego después de la finalización del mezclado, moldear el espécimen de prueba haciendo una bola con los guantes de hule, pasándola seis veces de una mano a otra, manteniendo las manos apartada en 6" aproximadamente.



Sostener la bola, descansando en la palma de la mano e introducirla dentro del extremo mayor del anillo troncocónico G y llenarlo con la pasta hasta que sobresalga en el otro extremo. Remover el exceso en el extremo mayor por un solo movimiento de la palma de la mano.

Colocar el molde troncocónico con su extremo mayor en una placa de vidrio H y cortar el exceso de pasta en la parte superior del extremo menor por una sola pasada de una llana de borde recto sostenido a un ligero ángulo con la parte superior del molde troncocónico.

Suavizar la superficie del espécimen si es necesario con uno o dos toques ligeros del borde de la llana. Durante la operación de corte y alisado, tomar el cuidado de no de no comprimir la pasta.

Inmediatamente después del moldeado, colocar el espécimen de prueba y la placa de vidrio en un gabinete húmedo o en un cuarto húmedo y dejarlo reposar hasta que las determinaciones de penetración se realicen.

#### **Determinación del tiempo de fraguado inicial**

- Dejar reposar el espécimen y a placa de vidrio en el gabinete húmedo por 30 minutos luego del moldeado sin ser alterado.
- Montar el espécimen y la placa de vidrio en el aparato de Vicat y colocar la aguja de 1 mm de diámetro debajo del émbolo.
- Colocar la aguja en la parte superior de la pasta de cemento y fijar el tornillo de sujeción y registrar la lectura inicial.
- Soltar el émbolo y dejar que la aguja se asiente por 30 segundos y registrar la lectura de penetración.
- Retirar la aguja y limpiarla, y tomar lecturas sucesivas a intervalos de 15 minutos (a cada 10 minutos para cementos tipo III) hasta que una penetración de 25 mm o menor sea obtenida.

**Nota:** mantener una distancia de al menos 5 mm con respecto a una penetración previa y al menos de 10 mm del borde del molde.

#### **Determinación del tiempo de fraguado final**

Continuar las penetraciones hasta determinar el tiempo transcurrido en el primer instante en que la aguja no haga una marca visible en la pasta endurecida. Éste



tiempo será reportado como el tiempo de fraguado final. La precisión encontrada para un solo operador es una desviación estándar de 12 minutos para el tiempo de fraguado inicial. A través del rango de 49 a 202 minutos, y de 20 minutos para un tiempo de fraguado final que esté dentro del rango de 185 a 312 minutos.





3.5 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

3.5.1.1 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA DE CUNYAC

Tabla N° 10: Análisis granulométrico del agregado de la arena de Cunyac

CANTERA DE CUNYAC							
DESCRIPCIÓN			UNIDAD	PESO			
Peso de la muestra más tara			gr.	1578.40			
Peso de la tara			gr.	345.20			
Peso de la muestra			gr.	1233.20			

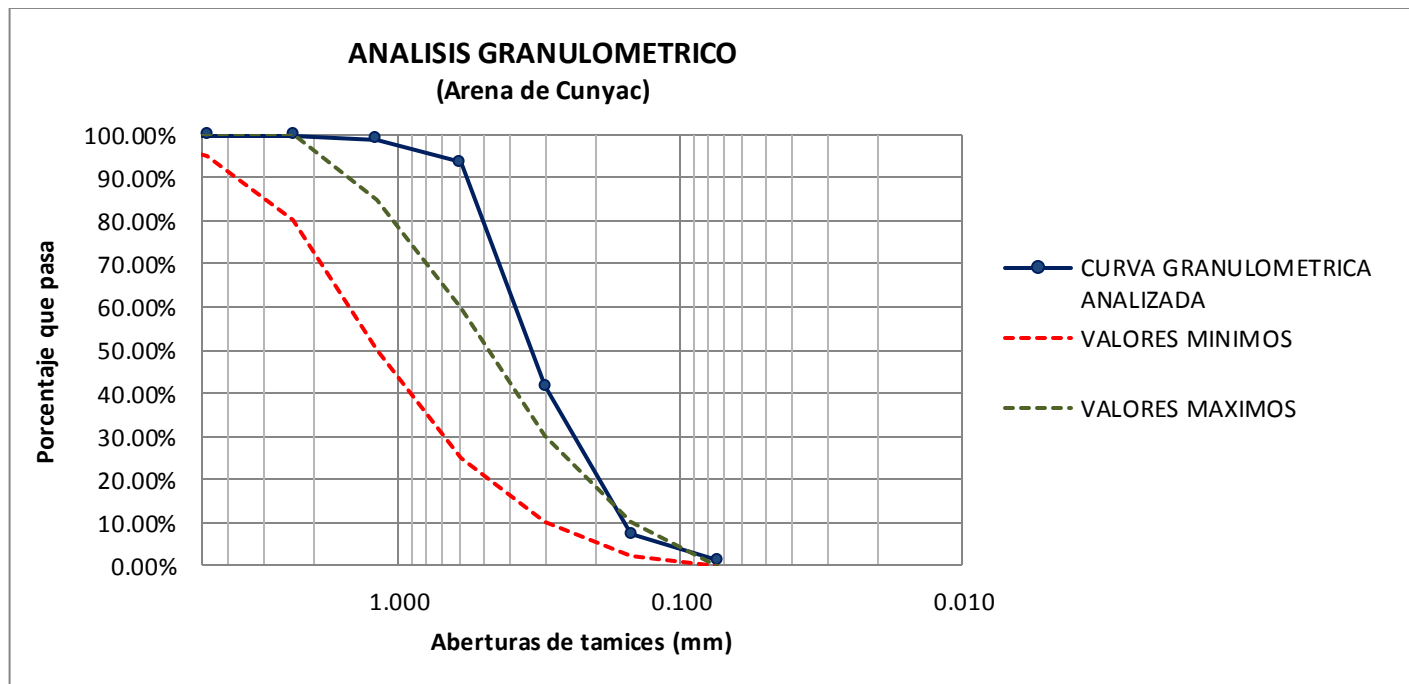
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESOS (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES ASTM	
3/8"	9.525	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
# 4	4.760	0.5	0.04%	0.04%	99.96%	95.00%	100.00%
# 8	2.360	2.5	0.20%	0.24%	99.76%	80.00%	100.00%
# 16	1.190	11.1	0.90%	1.14%	98.86%	50.00%	85.00%
# 30	0.600	66.0	5.35%	6.50%	93.50%	25.00%	60.00%
# 50	0.300	639.6	51.89%	58.38%	41.62%	10.00%	30.00%
# 100	0.149	424.3	34.42%	92.80%	7.20%	2.00%	10.00%
# 200	0.074	75.4	6.12%	98.92%	1.08%	-	-
Fondo	-	13.3	1.08%	100.00%	0.00%	-	-
		1232.7					

En la Tabla N° 10 se muestra la granulometría de la arena roja zarandeada, las aberturas de las mallas, los porcentajes acumulados y los límites ASTM para realizar el gráfico de la curva granulométrica.

<b>PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No 200</b>	1.08%
<b>MODULO DE FINEZA</b>	1.59%

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 3°: Curva granulométrica de la arena fina de Cunyac



En la Figura N° 3 se observa la curva granulométrica de la arena fina de Cunyac en color azul, en donde se muestra que se encuentra fuera de los límites establecidos por la norma ASTM



3.5.1.2 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA ROJA ZARANDEADA

Tabla N° 11: Análisis granulométrico del agregado de la arena de mina zarandeada

CANTERA DE HUAMPUTIO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO
Peso de la muestra más tara	gr.	2420.70
Peso de la tara	gr.	139.70
Peso de la muestra	gr.	2281.00

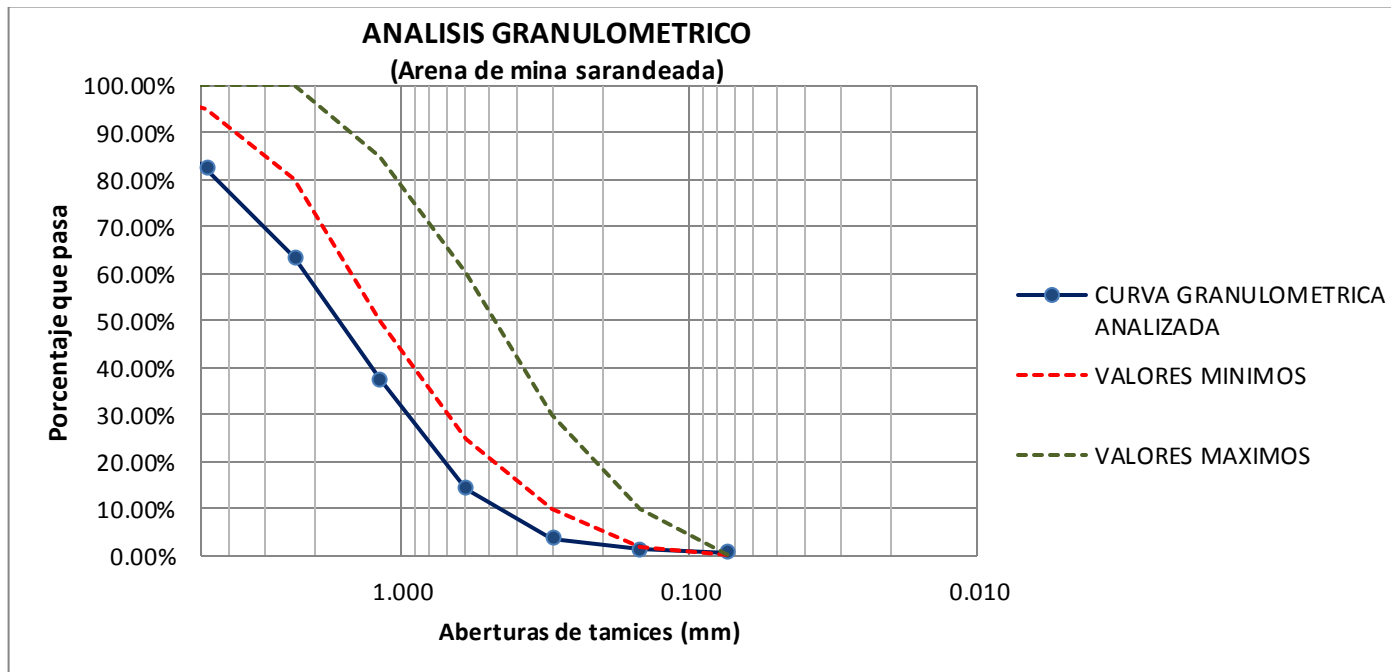
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESOS (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES ASTM	
3/4"	19.050		0.00%	0.00%	100.00%		
3/8"	9.525	50.6	2.22%	2.22%	97.78%	100.00%	100.00%
# 4	4.760	350.9	15.38%	17.60%	82.40%	95.00%	100.00%
# 8	2.360	432.6	18.97%	36.57%	63.43%	80.00%	100.00%
# 16	1.190	593	26.00%	62.56%	37.44%	50.00%	85.00%
# 30	0.600	529.1	23.20%	85.76%	14.24%	25.00%	60.00%
# 50	0.300	243.15	10.66%	96.42%	3.58%	10.00%	30.00%
# 100	0.149	51.5	2.26%	98.68%	1.32%	2.00%	10.00%
# 200	0.074	16.75	0.73%	99.41%	0.59%	-	-
Fondo	-	13.4	0.59%	100.00%	0.00%	-	-
		2281					

En la Tabla N° 11 se muestra la granulometría de la arena roja zarandeada, las aberturas de las mallas, los porcentajes acumulados y los límites ASTM para realizar el gráfico de la curva granulométrica.

<b>PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No 200</b>	0.59%
<b>MODULO DE FINEZA</b>	3.98%

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 4: Curva granulométrica de la arena de mina zarandeada



En la Figura N° 4 se observa la curva granulométrica de la arena gruesa de Huambutio en color azul, en donde se muestra que se encuentra fuera de los límites establecidos por la norma ASTM



### 3.5.1.3 GRANULOMETRÍA DE LA COMBINACIÓN DE ARENAS (70% ARENA ROJA ZARANDEADA + 30% DE ARENA FINA DE CUNYAC) ASTM C – 33

Tabla N° 12: Análisis granulométrico de la combinación de agregados de la arena

CANTERA DE HUAMBUTIO Y CUNYAC		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO
Peso de la muestra más tara	gr.	1090.20
Peso de la tara	gr.	89.70
Peso de la muestra	gr.	1000.50

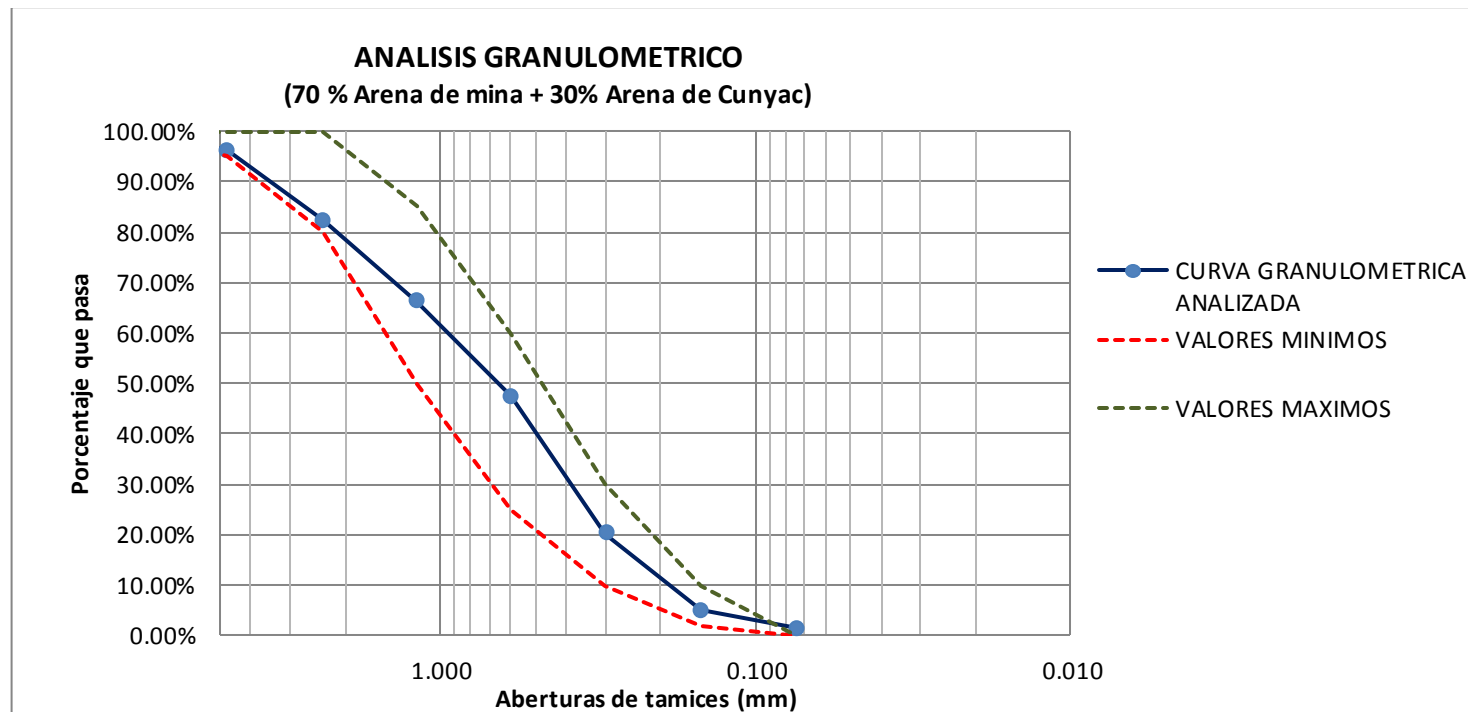
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESOS (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES ASTM	
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
# 4	4.760	38.90	3.89%	3.89%	96.11%	95.00%	100.00%
# 8	2.360	138.80	13.87%	17.76%	82.24%	80.00%	100.00%
# 16	1.190	160.50	16.04%	33.80%	66.20%	50.00%	85.00%
# 30	0.600	188.10	18.80%	52.60%	47.40%	25.00%	60.00%
# 50	0.300	272.40	27.23%	79.83%	20.17%	10.00%	30.00%
# 100	0.149	153.00	15.29%	95.12%	4.88%	2.00%	10.00%
# 200	0.074	35.50	3.55%	98.67%	1.33%	0.00%	0.00%
Fondo	-	13.30	1.33%	100.00%	0.00%	-	-
		1000.50	100%				

En la Tabla N° 12 se muestra la granulometría de la combinación de arenas, las aberturas de las mallas, los porcentajes acumulados y los límites ASTM para realizar el gráfico de la curva granulométrica.

PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No 200	1.33%
MODULO DE FINEZA	2.83%

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 5: Curva granulométrica de la combinación de arenas



En la Figura N° 5 se muestra la curva granulométrica de la combinación de arenas en color azul, en donde se observa que se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM



### 3.5.2 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (70% ARENA ROJA ZARANDEADA + 30% DE ARENA FINA DE CUNYAC) ASTM C – 29

Tabla N° 13: Peso unitario del agregado fino.

DETERMINACIÓN	SUELTO			COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + agregado seco (gr.)	12780	12830	12860	13200	13190	13250
Peso del molde (gr.)	7525	7525	7525	7525	7525	7525
Peso del agregado fino (gr.)	5255	5305	5335	5675	5665	5725
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3011.67	3011.67	3011.67	3011.67	3011.67	3011.67
Peso específico del Bulk del agregado (gr/cm <sup>3</sup> )	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Absorción del agregado (%)						
Peso unitario en condición SSS (kg/m <sup>3</sup> )						
Vacíos en el agregado (%)						
Peso Unitario en condición Seca (kg/m <sup>3</sup> )	1744.88	1761.48	1771.44	1884.34	1881.02	1900.94
Peso Unitario seco promedio (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1759.27</b>			<b>1888.76</b>		

Fuente: Elaboración propia.

En Tabla N° 13 se observa los promedios de los pesos unitarios de la combinación de arenas tanto suelto como compactado, estos pesos unitarios serán utilizados en el diseño de mezclas de la presente tesis de investigación.

### 3.5.3 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO 70% ARENA DE MINA ZARANDEADA + 30 % ARENA FINA DE CUNYAC ASTM C – 128

**Tabla N° 14: Gravedad específica y absorción del agregado fino  
Toma de datos**

DESCRIPCIÓN	UND	PESO
Agregado Saturado con Superficie Seca	gr.	500.00
Peso del Picnómetro + Agua	gr.	718.70
Agregado Secado al Horno	gr.	493.60

#### **Cálculos**

<b>A.</b> Peso del material Saturado Superficialmente Seco (en aire) (gr)	500.00
<b>B.</b> Peso del picnómetro + Agua (gr)	718.70
<b>C.</b> = (A+B)	1218.70
<b>D.</b> Peso del material + agua en el Frasco	1028.90
<b>E.</b> Volumen de masa + volumen de vacíos = C-D	189.80
<b>F.</b> Peso del Material seco en estufa a 105 °C	493.60
<b>G.</b> Volumen de masa = E-(A-F)	183.40
P.e. Bulk (Base Seca) = F/E	2.60
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E	2.63
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G	2.69
Absorción (%) = ((A-F)/F)x100	<b>1.30</b>

Fuente: Elaboración propia.

En Tabla N° 14 se muestra el porcentaje de absorción de la combinación de arenas, este resultado se utilizara para ajustar la cantidad de agua en el diseño de mezclas de la presente tesis de investigación.





**3.5.4 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO MTC E – 204**

**Tabla N° 15: Análisis granulométrico del agregado grueso de 1/2"**

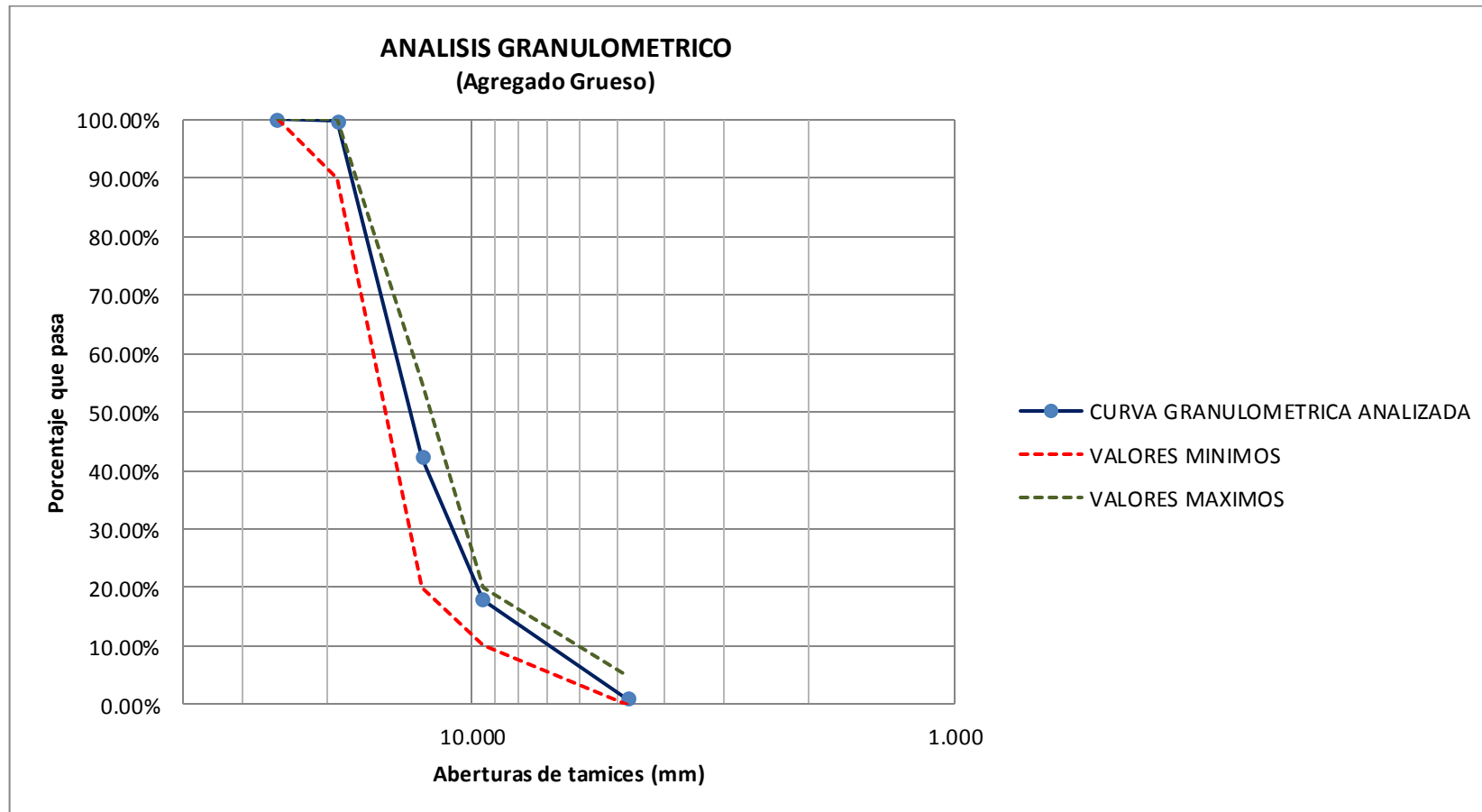
Cantera: Vicho  
 Peso de la muestra más tara 4818.80 gr.  
 Peso de la tara 1689.30 gr.  
 Peso de la muestra 3129.50 gr.  
 Tamaño Máximo Nominal 3/4"

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESOS (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES ASTM	
1"	25.400	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4"	19.050	6.9	0.22%	0.22%	99.78%	90.00%	100.00%
1/2"	12.700	1801.3	57.56%	57.78%	42.22%	20.00%	55.00%
3/8"	9.525	759.8	24.28%	82.06%	17.94%	10.00%	20.00%
# 4	4.760	534.4	17.08%	99.13%	0.87%	0.00%	5.00%
Fondo		27.1	0.87%	100.00%	0.00%	-	-
		3129.5	100.00%				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 15 se muestra la granulometría de la piedra chancada, las aberturas de las mallas, los porcentajes acumulados y los límites ASTM para realizar el gráfico de la curva granulométrica.

Figura N° 6: Curva granulométrica del agregado grueso



En la Figura N° 6 se muestra la curva granulométrica del agregado grueso (piedra chancada), en donde se muestra que se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM



## 3.5.5 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C – 29

Tabla N° 16: Peso unitario del agregado grueso

CANTERA: PIEDRA CHANCADA DE 1/2" DE VICHO						
DETERMINACIÓN	SUELTO			COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + agregado seco (gr.)	13440	13520	13570	14300	14680	14750
Peso del molde (gr.)	6500	6500	6500	6500	6500	6500
Peso del agregado fino (gr.)	6940	7020	7070	7800	8180	8250
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5627.7	5627.7	5627.7	5627.7	5627.7	5627.7
Peso específico del Bulk del agregado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155
Absorción del agregado (%)						
Peso unitario en condición SSS (kg/m <sup>3</sup> )						
Vacíos en el agregado (%)						
Peso Unitario en condición Seca (kg/m <sup>3</sup> )	1233.2	1247.4	1256.3	1386	1453.5	1466
<b>Peso Unitario seco promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1245.63</b>			<b>1435.17</b>		

Fuente: Elaboración propia.

En Tabla N° 16 se observa los promedios de los pesos unitarios de la piedra chancada tanto suelto como compactado, estos pesos unitarios serán utilizados en el diseño de mezclas de la presente tesis de investigación

### 3.5.6 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ASTM C-128

Tabla N° 17: Gravedad específica y absorción del agregado grueso

#### Datos

DESCRIPCIÓN	UND	PESO
Agregado Saturado con Superficie Seca	gr.	3642.50
Agregado Saturado Sumergido	gr.	2259.50
Agregado Secado a l Horno + Recipiente	gr.	3569.10

#### Cálculos

A. Peso del material Saturado Superficialmente Seco (en aire) (gr)	3642.50
B. Peso del material Saturado Superficialmente Seco (en agua) (gr)	2259.50
C. Volumen de masa + Volumen de vacíos = (A-B)	1383.00
D. Peso del material seco al horno a 105 °C	3569.10
E. Volumen de masa = C-(A-D)	1309.60
P.e. Bulk (Base Seca) = D/C	2.58
P.e. bulk (base Saturada) = A/C	2.63
P.e. Aparente (Base Seca) = D/E	2.73
<b>Absorción (%) = ((A-D)/D)x100</b>	<b>2.06</b>

Fuente: Elaboración propia.

En Tabla N° 17 se muestra el porcentaje de absorción de la piedra chancada, este resultado se utilizara para ajustar la cantidad de agua en el diseño de mezclas de la presente tesis de investigación.

## 3.5.7 DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO DEL COMITÉ 211 – AC

Tabla N° 18: Características de los materiales

<b>CEMENTO</b>	Marca	Yura
	Tipo	IP
	Peso Específico	2.85
<b>AGREGADO GRUESO</b>	Tamaño Máximo Nominal	3/4"
	Peso Específico del BULK	2.73
	% de Absorción	2.06%
	Peso Seco Compactado	1435.15 kg/m <sup>3</sup>
	Peso Seco Suelto	1245.63 kg/m <sup>3</sup>
	Contenido de Humedad	0.81%
<b>AGREGADO FINO</b>	Peso Específico del BULK	2.69
	% de Absorción	1.30%
	Peso Unitario suelto	1759.27 kg/m <sup>3</sup>
	Módulo de fineza	2.83
	Contenido de Humedad	5.17%
<b>AGUA</b>	Agua Potable de la Red Publica	

## A. CONDICIONES DE DISEÑO

1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO ( $f'_{cr}$ )

Como no se encuentra un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar se hará el uso del siguiente cuadro, según el RNE tabla 5.3

Tabla N° 19: Resistencia promedio

$f'_{cr}$	$f_{c'r}$
menor de 210	$f'_{c}+70$
210 a 350	$f'_{c}+85$
mayor a 350	$1.1f'_{c}+50$

Por lo tanto la resistencia promedio será

$f_{cr}$	$210 + 85$
$f_{cr}$	$295 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia

La Tabla N° 18 muestra la Resistencia de diseño con un factor de seguridad de 84 kg/cm<sup>2</sup>, resultando así un diseño de mezclas final de 294 kg/cm<sup>2</sup>

## 2. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP, TRABAJABILIDAD)

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones de colocación requieren que el concreto tenga consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

## 3. CALCULO DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (VA)

Para determinar el volumen unitario de agua, se necesitan los siguientes datos:

**Tabla N° 20: Volumen unitario de agua**

Tamaño máximo nominal	3/4 pulg.
Slump	4 pulg.

Por lo tanto el volumen unitario de agua será (según la Tabla N° 6)

Volumen de agua = 205 lt/m<sup>3</sup>

## 4. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

<b>Tamaño máximo nominal 3/4 pulg.</b>	
Contenido de aire atrapado	2%

(Según la Tabla N° 7)

## 5. CALCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO

La relación agua cemento será interpolando (según la Tabla N° 8)

F'c	294 kg/cm <sup>2</sup>
Relación a/c	0.56

## 6. FACTOR CEMENTO (VA / a/c)

Factor cemento	366 lt/m <sup>3</sup>
----------------	-----------------------

## 7. CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleamos el método del Comité 211 del ACI, se debe entrar a la tabla 16.2.2, con un módulo de fineza de 2.83 y un tamaño máximo nominal de agregado grueso de 3/4", encontrándose un valor de 0.617 m<sup>3</sup> de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen de concreto.

Peso del agregado grueso	0.617 x 1435
Peso del agregado grueso	885.4 kg/m <sup>3</sup>

(Según la Tabla N° 8)

## B. CALCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA

Tabla N° 21: Volumen absoluto de la pasta

Cemento	366.07 / (2.85 x 1000)	0.128 m <sup>3</sup>
Agua	205 / (1 x 1000)	0.205 m <sup>3</sup>
Aire	2 %	0.020 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	885 / (2.73 x 1000)	0.324 m <sup>3</sup>
Suma de volúmenes absolutos		0.678 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 21 se observa los volúmenes absolutos de la pasta del concreto, sin correcciones por humedad y absorción de los agregados.

**Contenido de agregado fino****Volumen absoluto del agregado fino**

Agregado fino	1.000 - 0.678	0.322 m <sup>3</sup>
Peso del agregado fino seco	0.32 x 2.69 x 1000	867 kg / m <sup>3</sup>

**C. VALORES DE DISEÑO****Tabla N° 22: Valores de diseño del concreto**

Cemento	366 kg
Agua	205 lt
Agregado grueso seco	885 kg
Agregado Fino seco	867 kg

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 22 se observa los valores de diseño del concreto, expresado en peso, los agregados se encuentran en condición seca

**D. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS****Tabla N° 23: Corrección por humedad de los agregados**

Agregado grueso húmedo	885 x (1 + 0.0081)	893 kg
Agregado Fino húmedo	867 x (1 + 0.0517)	912 kg

A continuación se determina la humedad superficial de los agregados:

Humedad superficial del agregado grueso	0.81 % - 2.06 %	-1.25%
Humedad superficial del agregado fino	5.17 % - 1.3 %	3.87%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 23 se observa los valores de diseño de los agregados húmedos.

**Tabla N° 24: Aporte de humedad de los agregados**

Agregado grueso	885 x (- 0.0125 )	-11.1 lt/m <sup>3N</sup>
Agregado fino	867 x ( 0.0387 )	33.6 lt/m <sup>3</sup>
Aporte de humedad total		22.5 lt/m <sup>3</sup>



Agua efectiva

Agua efectiva	205 - 22.5
Agua efectiva	182.5 lt

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 24 se observa el aporte de humedad de los agregados, para así disminuir el agua de diseño y así tener una cantidad de agua efectiva para la elaboración del concreto

## E. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

**Tabla N° 25: Valores de diseño corregidos por humedad**

Cemento	366 kg/m <sup>3</sup>
Agua	182.5 lt
Agregado Grueso	893 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	912 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 25 se observa los valores de diseño del concreto, corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

## F. PROPORCIÓN EN PESO

**Tabla N° 26: Proporción en peso del concreto**

<b>cemento</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agua</b>
366 kg/m <sup>3</sup>	893 kg/m <sup>3</sup>	912 kg/m <sup>3</sup>	182.5 lt/m <sup>3</sup>
366 kg/m <sup>3</sup>	366 kg/m <sup>3</sup>	366 kg/m <sup>3</sup>	366 kg/m <sup>3</sup>
1.00	2.49	2.44	21 lt/bolsa

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 26 se muestra los valores de diseño del concreto, en una proporción en peso respecto a la cantidad de cemento

**G. PESO POR TANDA DE UNA BOLSA****Tabla N° 27: Proporción en peso por tanda de una bolsa**

Cemento	1.00 x 42.5	42.5 kg/bolsa
Agregado Grueso húmedo	2.49 x 42.5	103.6 kg/bolsa
Agregado Fino húmedo	2.44 x 42.5	105.8 kg/bolsa
Agua	21 x 42.5	21 lt/bolsa

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 27 se muestra los valores de diseño del concreto, en una proporción en peso respecto a una bolsa de cemento, expresado en kg/bolsa.

**H. DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS HÚMEDOS****Tabla N° 28: Peso unitario suelto de los agregados húmedos**

Agregado Grueso húmedo	1246 x (1+0.0081)	1256 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino húmedo	1759 x (1+0.0517)	1850 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 28 muestra los pesos unitarios de los agregados húmedos para calcular una proporción por un pie<sup>3</sup> de cemento.

**I. PROPORCIÓN POR VOLÚMENES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR CADA PIE<sup>3</sup> DE CEMENTO****Tabla N° 29: Proporción por cada pie<sup>3</sup> de cemento**

Cemento	42.5 / 42.5	1 pie <sup>3</sup> / pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso húmedo	103.6 / 35.9	2.89 pie <sup>3</sup> / pie <sup>3</sup>
Agregado Fino húmedo	105.8 / 52.9	2.00 pie <sup>3</sup> / pie <sup>3</sup>
Agua		21 l / pie <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 29 muestra las proporciones de los agregados por 1 pie<sup>3</sup> de cemento.

## CAPITULO IV:

### RESULTADOS

#### 4.1 TIEMPO DE FRAGUA INICIAL DEL CONCRETO PATRÓN

##### 4.1.1 GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DE CEMENTO CON LA AGUJA DE VICAT PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL DEL CONCRETO PATRÓN

**Tabla N° 30: Grado de penetración de la pasta de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto patrón**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	08:05	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	09:05	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	10:05	35 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	11:05	31 mm	4 <sup>ta</sup> HORA
5	12:05	19 mm	5 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 30 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento sin aditivos, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

#### 4.1.2 GRADO DE PENETRACIÓN DE LA PASTA DE CEMENTO CON ADICIÓN DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA SIKA Y CHEMA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL DEL CONCRETO

**Tabla N° 31: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3 para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	09:23	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	10:23	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	11:23	37 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	12.23	27 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 31 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 32: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3 para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	09:30	40 mm	1 <sup>ra</sup> HORA
2	10:30	37 mm	2 <sup>da</sup> HORA
3	11:30	25 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	12:30	4 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 32 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 33: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 1:9 partes de agua de Sika 3 para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	09:45	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	10:45	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	11:45	27 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	12:45	0 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 33 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 34: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 7 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	12:30	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	13:30	26 mm	2 <sup>da</sup> HORA
3	14:30	5 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	12:30	1 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 34 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 7 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 35: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	09:30	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	10:30	21 mm	2 <sup>da</sup> HORA
3	11:30	4 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	12:30	1 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 35 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 36: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 28 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	11:10	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	12:10	20 mm	2 <sup>da</sup> HORA
3	13:10	4 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	14:10	1 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 36 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 28 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 37: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	09:12	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	10:12	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	11:12	38 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	12:12	27 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 37 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 38: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	09:30	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	10:30	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	11:30	35 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	12:30	5 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 38 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial

**Tabla N° 39: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	10:30	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	11:30	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	12:30	32 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	13:30	1 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 39 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 40: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	08:05	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	09:05	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	10:05	28 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	11:05	1 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 40 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.



**Tabla N° 41: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	10:00	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	11:00	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	12:00	25 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	13:00	1 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 41 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 42: Grado de penetración de la pasta de cemento con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento para determinar el tiempo de fragua inicial del concreto**

N° VECES	HORA DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	TIEMPO DE PENETRACIÓN
1	13:00	INDEFINIDO	1 <sup>ra</sup> HORA
2	14:00	INDEFINIDO	2 <sup>da</sup> HORA
3	15:00	2 mm	3 <sup>ra</sup> HORA
4	16:00	1 mm	4 <sup>ta</sup> HORA

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 42 muestra la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

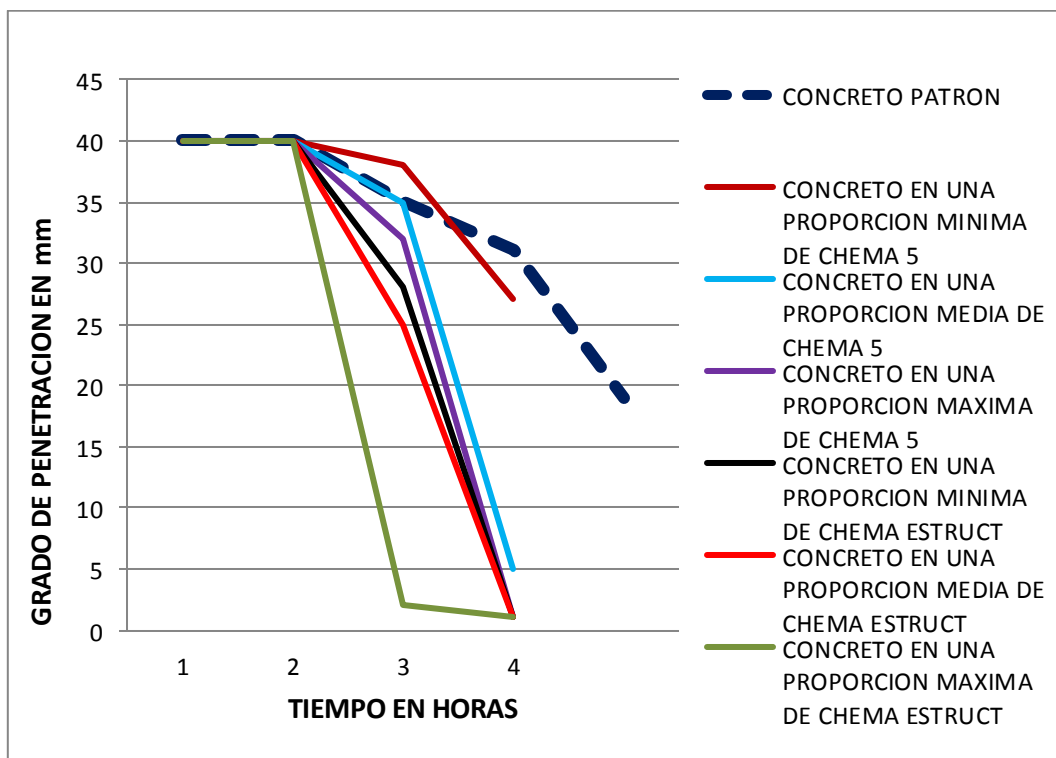
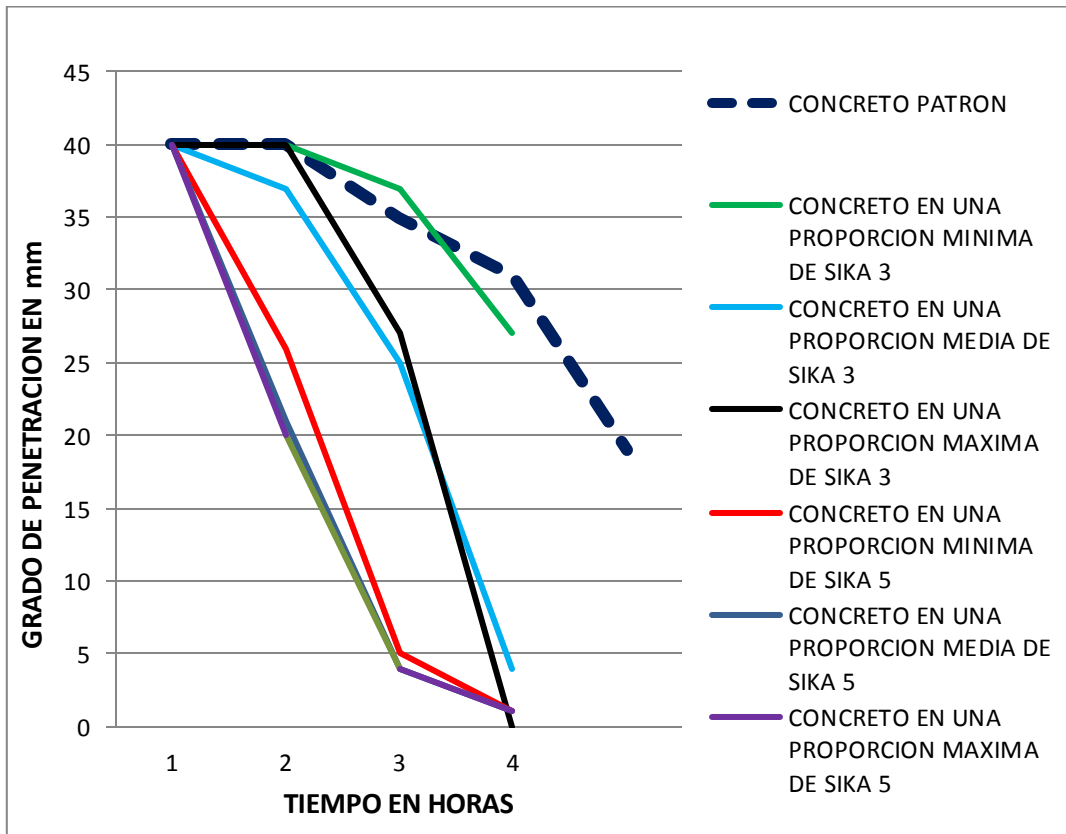
**Tabla N° 43: Resumen de penetración del concreto utilizando una proporción de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante (Sika 3, Sika 5, chem 5 y Chema Estruct)**

TIPO DE CONCRETO	PENETRACIÓN (mm)			
	1ra HORA	2da HORA	3ra HORA	4ta HORA
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	INDEFINIDO	INDEFINIDO	35	31
<b>SIKA 3</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	37	27
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	INDEFINIDO	37	25	4
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	27	0
<b>SIKA 5</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	26	5	1
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	INDEFINIDO	21	4	1
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	INDEFINIDO	20	4	1
<b>CHEMA 5</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	38	27
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	35	5
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	32	1
<b>CHEMA ESTRUCT</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	28	1
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	25	1
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	2	1

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 43 muestra el resumen de la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición aditivos acelerantes de fragua Sika y Chema en proporciones recomendadas por cada fabricante, en lapsos de una hora.

Figura N° 7 Tiempo de fragua de los diferentes tipos de concreto



En la Figura N° 7 se observa el tiempo de fragua de los tipos de concreto, donde el grado de penetración es la distancia que recorre la aguja de Vicat en el molde.

## 4.2 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN - ASTM C39

### 4.2.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN

Tabla N° 44: Cantidades de materiales para elaboración del concreto patrón

#### PARA 15 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	30.75
Agregado Fino	Kg.	76.27
Agregado Grueso	Kg.	75.01
Agua	Lt.	15.37

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 44 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto patrón expresado en peso.

### 4.2.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN SOMETIDOS A COMPRESIÓN



**Tabla N° 45: Control de producción y resistencia del concreto patrón - ASTM C-39**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							HORA DE ELABORACIÓN		12:30 p.m.		
FECHA DE ELABORACIÓN		22/02/2014		ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA						
F <sub>c</sub> DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO						
FACTOR DE SEGURIDAD F <sub>rc</sub>		295 kg/cm <sup>2</sup>		SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	22/02/2014	25/02/2014			182.41	26653.75			146.12				
2	22/02/2014	25/02/2014			182.41	26909.12			147.52				
3	22/02/2014	25/02/2014			182.41	26558.90			145.60			146.67	69.84%
4	22/02/2014	25/02/2014			182.41	26910.95			147.53				
5	22/02/2014	25/02/2014			182.41	26734.01			146.56				
6	22/02/2014		01/03/2014		182.41		32912.24			180.43			
7	22/02/2014		01/03/2014		182.41		32186.24			176.45			
8	22/02/2014		01/03/2014		182.41		32819.21			179.92		180.65	86.02%
9	22/02/2014		01/03/2014		182.41		33784.16			185.21			
10	22/02/2014		01/03/2014		182.41		33056.34			181.22			
11	22/02/2014			08/03/2014	182.41			40699.32			223.12		
12	22/02/2014			08/03/2014	182.41			39666.88			217.46		
13	22/02/2014			08/03/2014	182.41			39391.44			215.95	219.09	104.33%
14	22/02/2014			08/03/2014	182.41			39920.43			218.85		
15	22/02/2014			08/03/2014	182.41			40139.32			220.05		

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 45 se observa la producción del concreto patrón, la resistencia promedio de compresión en las diferentes edades expresados en kg/cm<sup>2</sup>, también expresados en porcentajes respecto al F<sub>c</sub> de diseño.

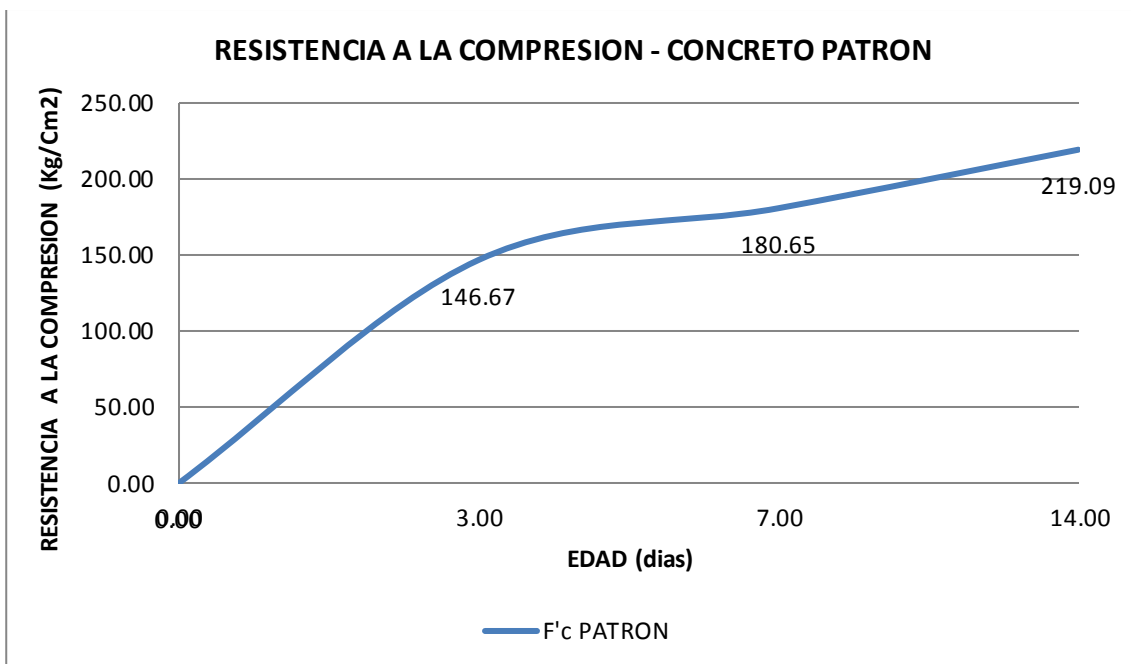
**Tabla N° 46: Resistencia a la compresión - concreto patrón**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - CONCRETO PATRÓN	
EDAD DÍAS	F'c PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00
3	146.67
7	180.65
14	219.09

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 46 se observa la resistencia a la compresión en cada una de edades de los testigos de concreto (briquetas)

**Figura N° 8: Resistencia a la compresion del concreto patron**



En la Figura N° 8 se observa la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón respecto a la edad (días)

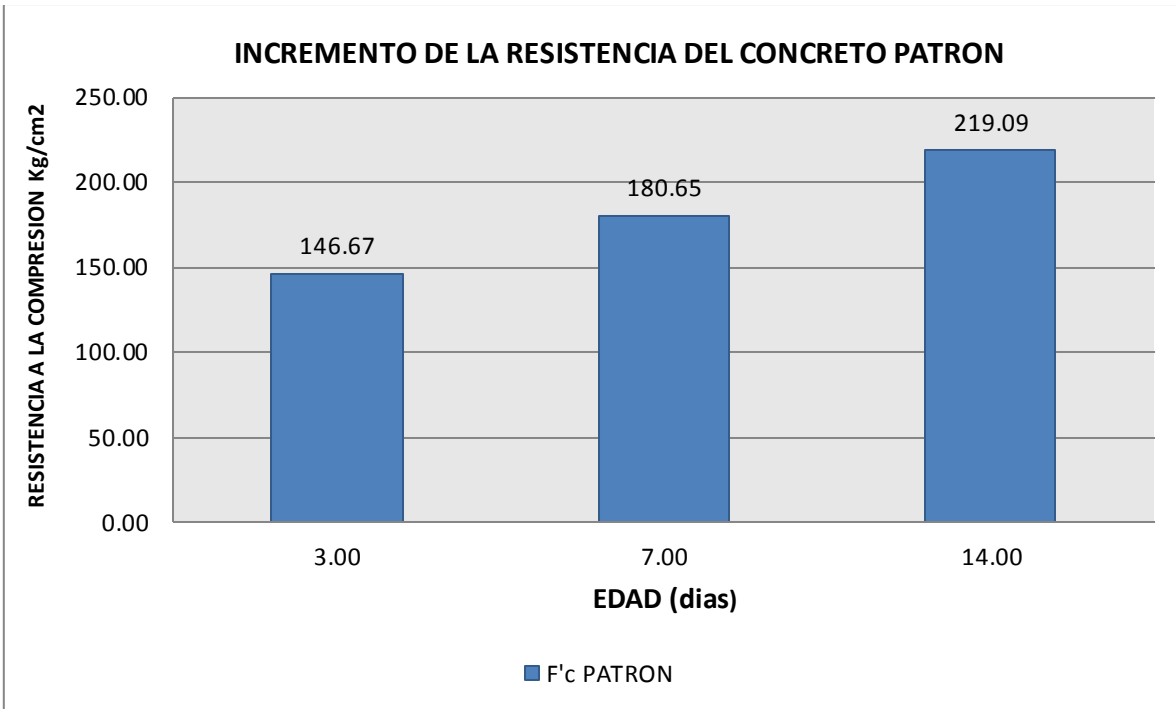
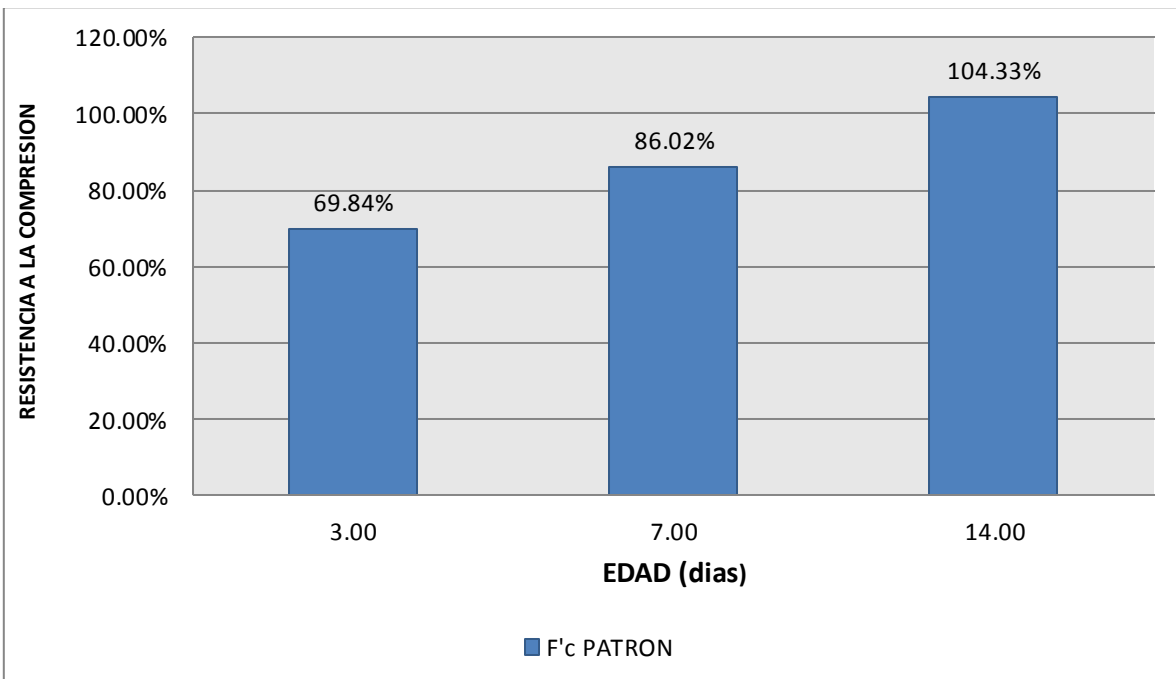


Figura N° 9: Incremento en % de la resistencia del concreto patrón



#### 4.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA SIKA Y CHEMA

##### 4.3.1 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR CADA FABRICANTE CON ADICIÓN DE 1:11 PARTES DE AGUA DE SIKA 3

##### 4.3.1.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA

Tabla N° 47: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 3 en una proporción mínima

##### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Sika 3	Lt.	0.84

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 47 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Sika 3, en una proporción mínima de 1:11 partes de agua recomendado por el fabricante.

##### 4.3.1.2 ESPECÍMENES DE CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:11 PARTES DE AGUA DE SIKA 3 SOMETIDOS A COMPRESIÓN

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla





**Tabla N° 48: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN		02:35 p.m.			
FECHA DE ELABORACIÓN		20/03/2014			ELABORADO POR		EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA						
F <sub>c</sub> DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>			TIPO DE MUESTRA		TESTIGOS DE CONCRETO						
FACTOR DE SEGURIDAD F <sub>rc</sub>		295 kg/cm <sup>2</sup>			SLUMP DE DISEÑO		3" - 4"						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	20/03/2014	23/03/2014			182.41	27470.95			150.60				
2	20/03/2014	23/03/2014			182.41	28320.98			155.26			152.87	72.80%
3	20/03/2014	23/03/2014			182.41	27864.95			152.76				
4	20/03/2014		27/03/2014		182.41		35898.29			196.80			
5	20/03/2014		27/03/2014		182.41		35495.16			194.59		196.79	93.71%
6	20/03/2014		27/03/2014		182.41		36295.94			198.98			
7	20/03/2014			03/04/2014	182.41			37538.15			205.79		
8	20/03/2014			03/04/2014	182.41			38734.76			212.35	211.74	100.83%
9	20/03/2014			03/04/2014	182.41			39597.56			217.08		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 48 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3 (acelerante de fragua para concretos simples), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto al F<sub>c</sub> de diseño.

#### 4.3.1.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:11 PARTES DE AGUA DE SIKA 3

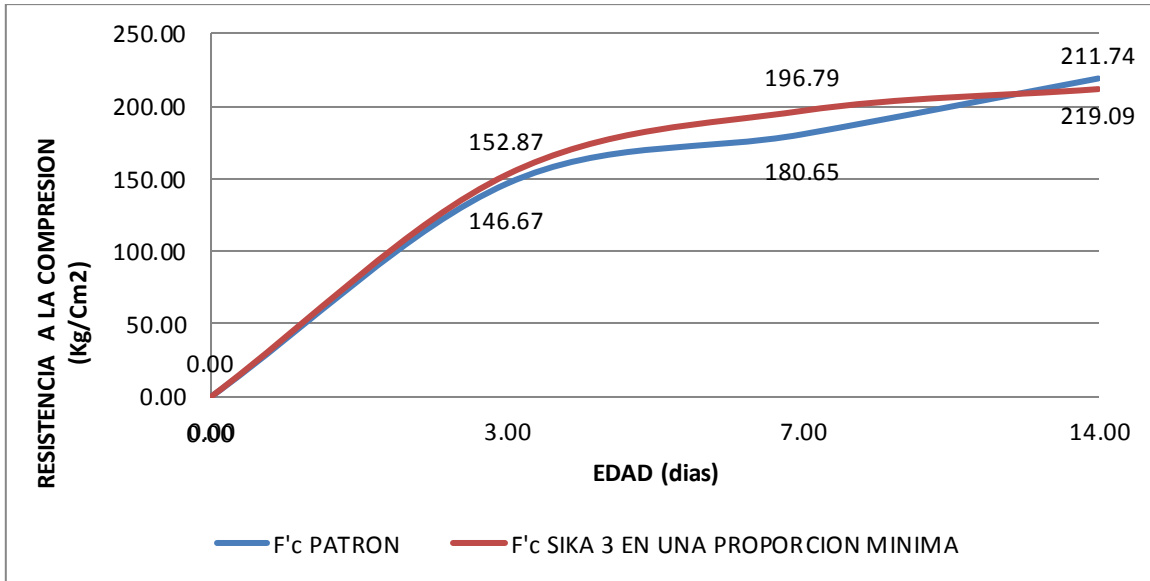
**Tabla N° 49: Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 11 partes de agua de Sika 3**

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO CON SIKA 3 ADICIONADO EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	152.87	69.84%	72.80%	2.96%
7	180.65	196.79	86.02%	93.71%	7.69%
14	219.09	211.74	104.33%	100.83%	-3.50%

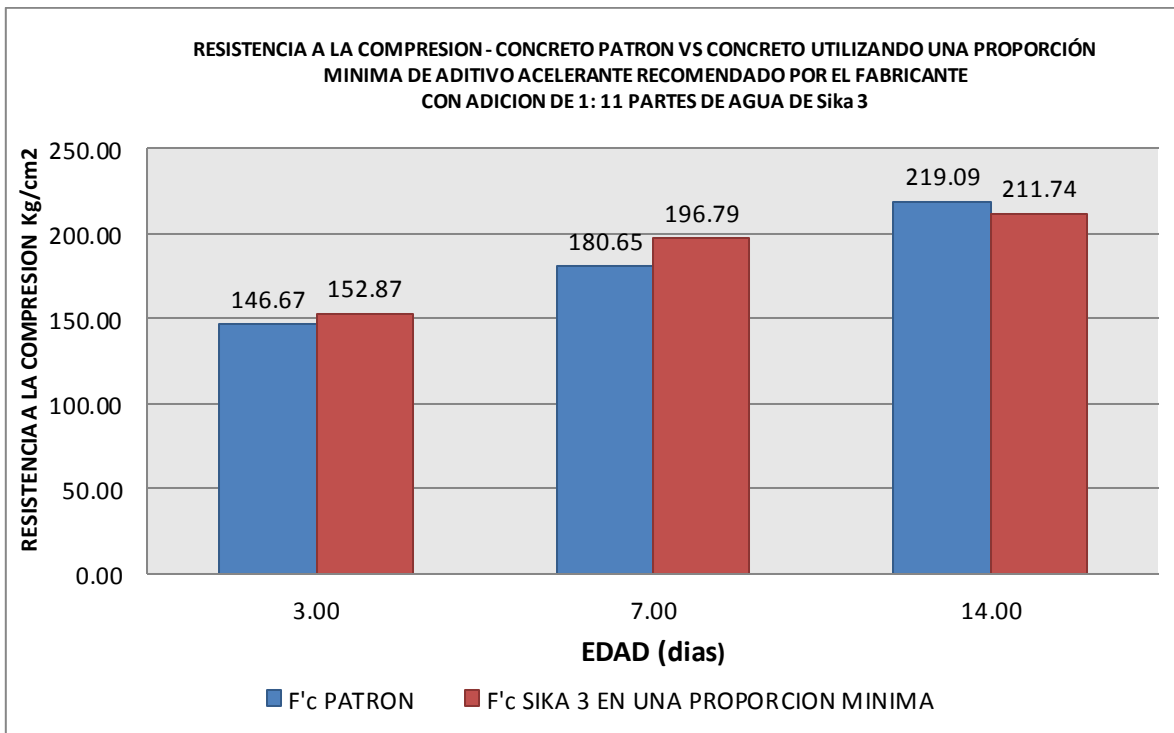
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 49 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Sika 3 en una proporción mínima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Sika 3 en una proporción mínima respecto al concreto patrón.

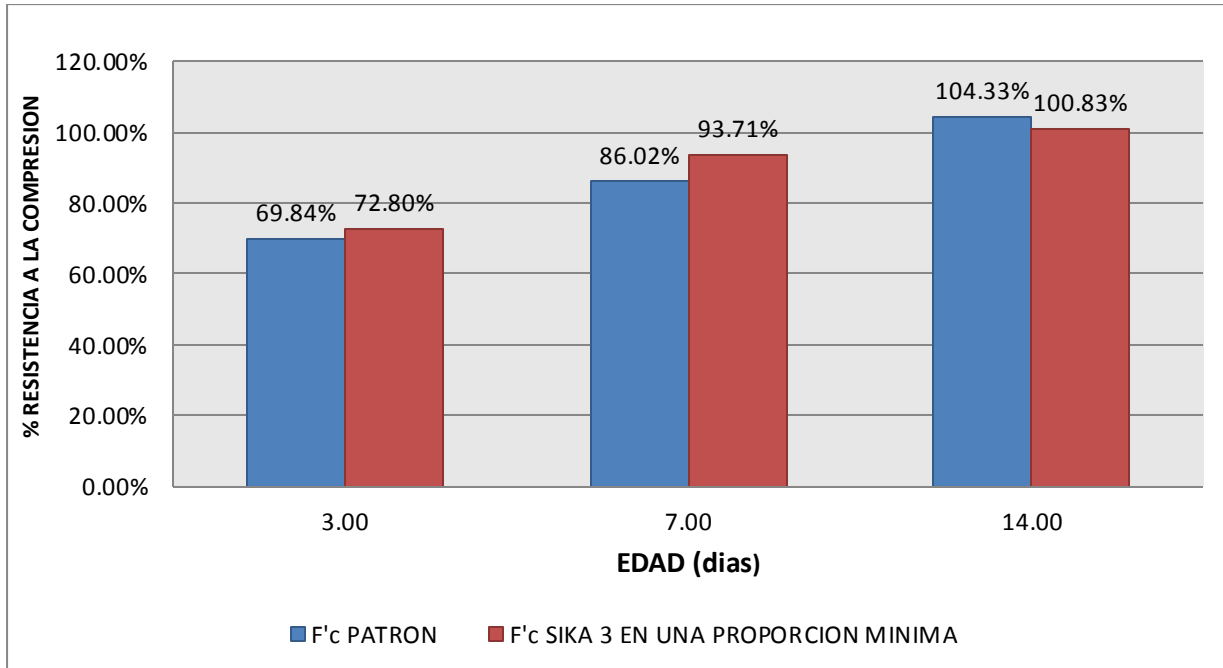
**Figura N° 10: Resistencia a la compresión-concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 1: 11 partes de agua de Sika 3**



En la Figura N° 10 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 3 en una proporción mínima



**Figura N° 11: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 11 partes de agua de Sika 3**



En la Figura N° 11 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 3 en una proporción mínima

#### 4.3.2 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 1:10 PARTES DE AGUA DE SIKA

##### 4.3.2.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA

Tabla N° 50: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 3 en una proporción media

##### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Sika 3	Lt.	0.93

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 50 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Sika 3, en una proporción media de 1:10 partes de agua recomendado por el fabricante.

##### 4.3.2.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:10 PARTES DE AGUA DE SIKA 3

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla



**Tabla N° 51: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN			03:35 p.m.		
FECHA DE ELABORACIÓN		21/03/2014			ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA					
F'c DISEÑO		210 Kg/cm2			TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO					
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm2			SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"					
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	21/03/2014	24/03/2014			182.41	27715.38			151.94				
2	21/03/2014	24/03/2014			182.41	28240.72			154.82			154.34	73.50%
3	21/03/2014	24/03/2014			182.41	28505.21			156.27				
4	21/03/2014		28/03/2014		182.41		36294.12			198.97			
5	21/03/2014		28/03/2014		182.41		36584.15			200.56		198.81	94.67%
6	21/03/2014		28/03/2014		182.41		35918.35			196.91			
7	21/03/2014			04/04/2014	182.41			36102.59				197.92	
8	21/03/2014			04/04/2014	182.41			37620.24				206.24	205.16
9	21/03/2014			04/04/2014	182.41			38545.06				211.31	

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 51 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3 (acelerante de fragua para concretos simples), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto al F'c de diseño

#### 4.3.2.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:10 PARTES DE AGUA DE SIKA 3

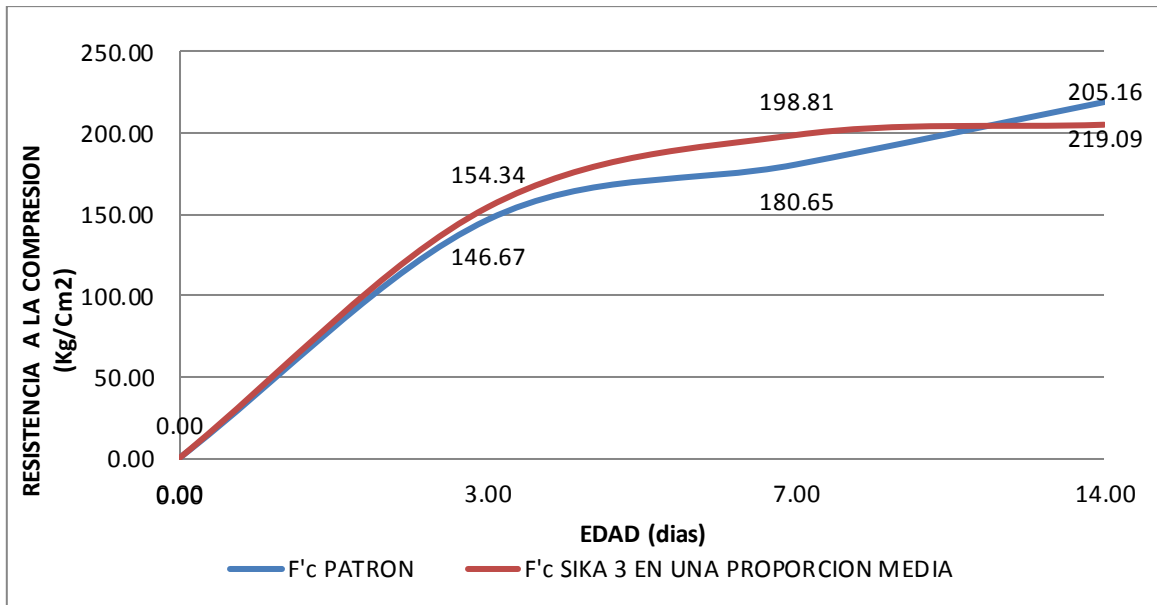
**Tabla N° 52: Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3**

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO CON SIKA 3 ADICIONADO EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	154.34	69.84%	73.50%	3.66%
7	180.65	198.81	86.02%	94.67%	8.65%
14	219.09	205.16	104.33%	97.69%	-6.63%

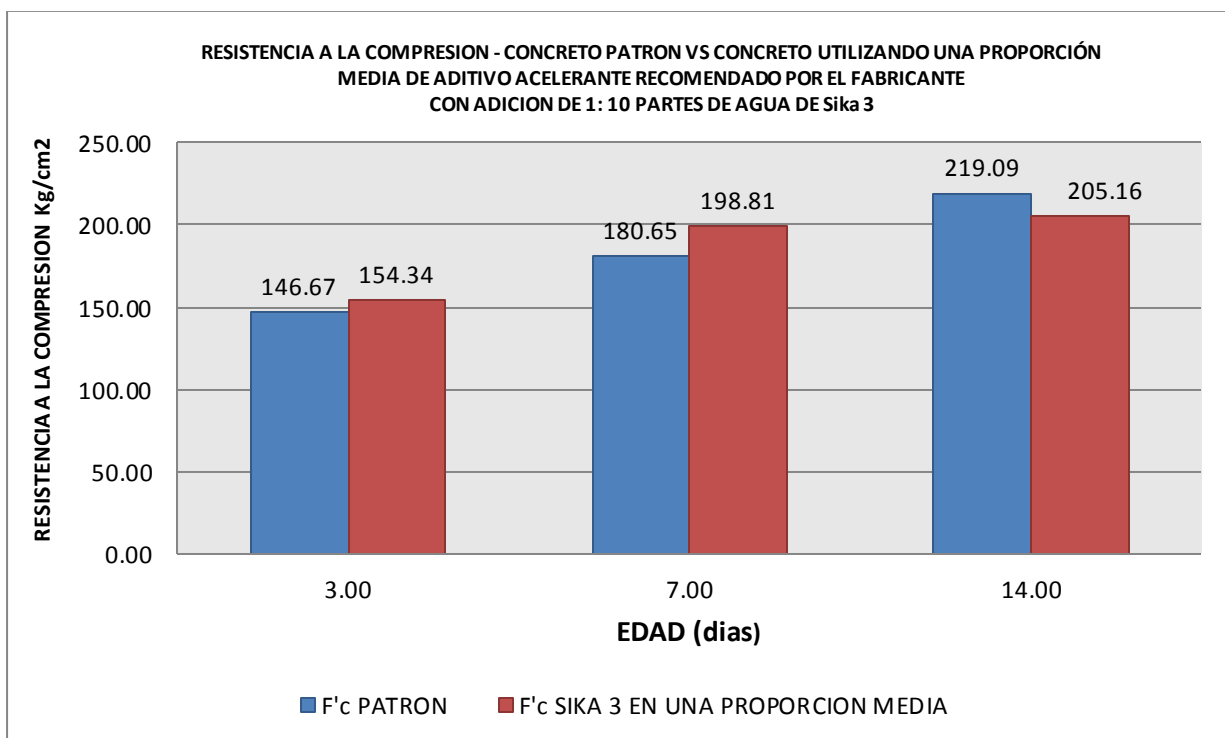
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 52 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Sika 3 en una proporción media; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Sika 3 en una proporción media respecto al concreto patrón.

**Figura N° 12: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3**

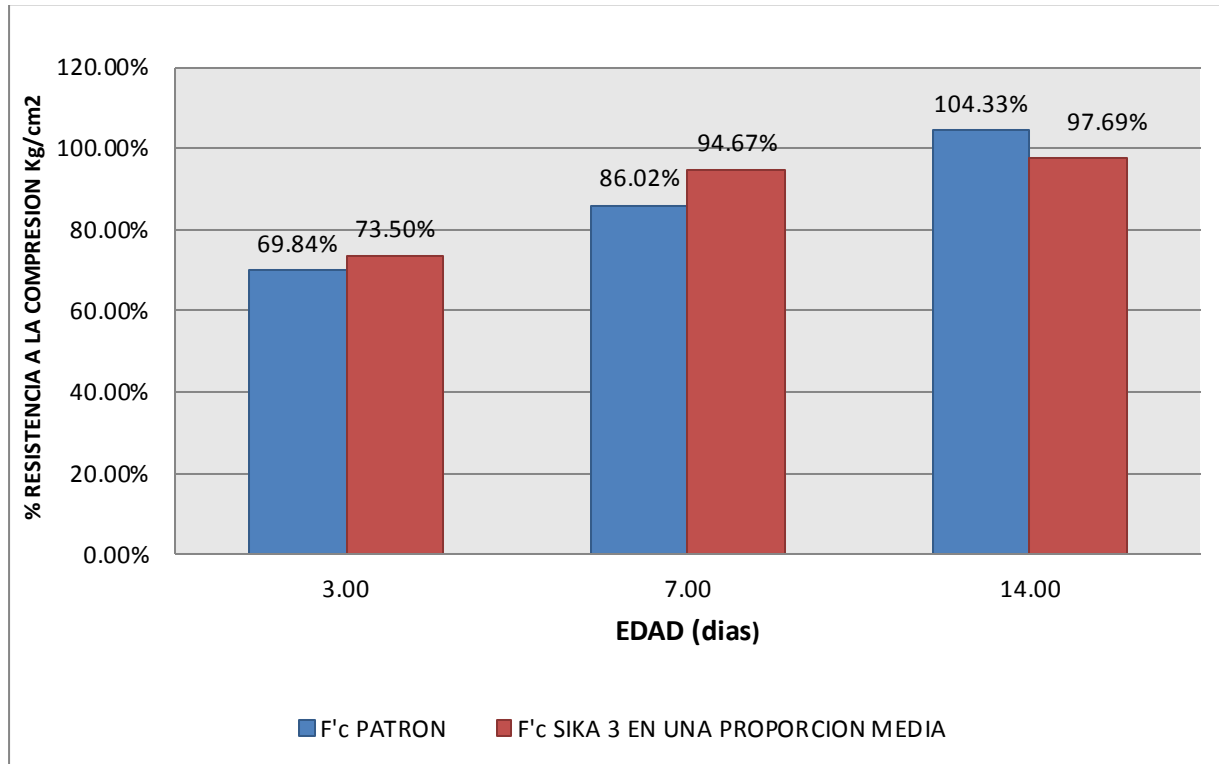


En la Figura N° 12 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 3 en una proporción media





**Figura N° 13: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3**



En la Figura N° 13 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 3 en una proporción media

### 4.3.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 1:9 PARTES DE AGUA DE SIKA 3

#### 4.3.3.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA

Tabla N° 53: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 3 en una proporción máxima

#### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Sika 3	Lt.	1.03

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 53 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Sika 3, en una proporción máxima de 1:9 partes de agua recomendado por el fabricante.

#### 4.3.3.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:9 PARTES DE AGUA DE SIKA 3

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla

**Tabla N° 54: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 1:9 partes de agua de Sika 3**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN		01:40 p.m.			
FECHA DE ELABORACIÓN		22/03/2014		ELABORADO POR		EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA							
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		TIPO DE MUESTRA		TESTIGOS DE CONCRETO							
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm <sup>2</sup>		SLUMP DE DISEÑO		3" - 4"							
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	22/03/2014	25/03/2014			182.41	28461.43			156.03				
2	22/03/2014	25/03/2014			182.41	28052.83			153.79			155.69	74.14%
3	22/03/2014	25/03/2014			182.41	28683.97			157.25				
4	22/03/2014		29/03/2014		182.41		26677.46			146.25			
5	22/03/2014		29/03/2014		182.41		25958.77			142.31		146.83	69.92%
6	22/03/2014		29/03/2014		182.41		27713.55			151.93			
7	22/03/2014			05/04/2014	182.41			25632.25			140.52		
8	22/03/2014			05/04/2014	182.41			25280.20			138.59	138.17	65.80%
9	22/03/2014			05/04/2014	182.41			24700.14			135.41		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 54 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 1:9 partes de agua de Sika 3 (acelerante de fragua para concretos simples), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto al F'c de diseño.

#### 4.3.3.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 1:9 PARTES DE AGUA DE SIKA 3

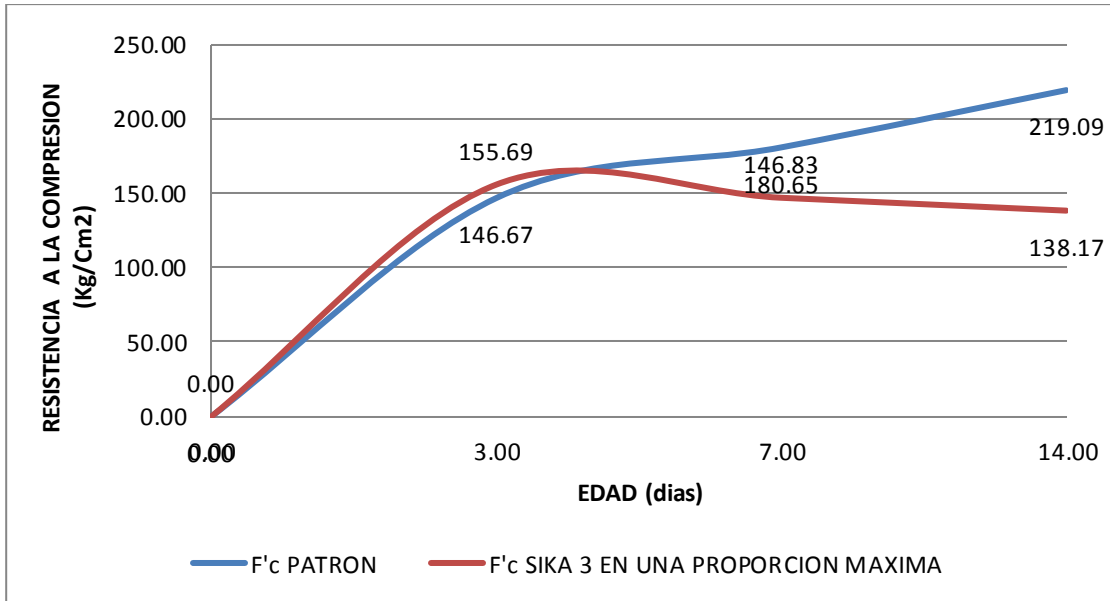
**Tabla N° 55: Resistencia a la compresión-concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 1:9 partes de agua de Sika 3**

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 3 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	155.69	69.84%	74.14%	4.30%
7	180.65	146.83	86.02%	69.92%	-16.10%
14	219.09	138.17	104.33%	65.80%	-38.53%

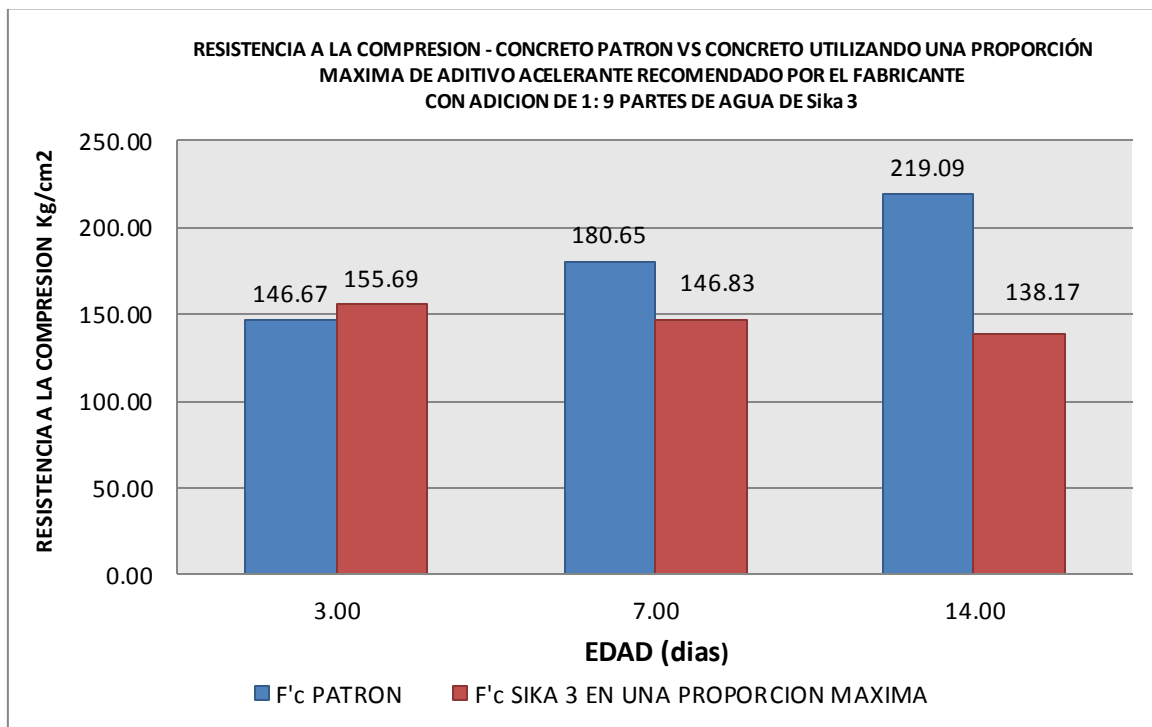
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 55 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Sika 3 en una proporción máxima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Sika 3 en una proporción máxima respecto al concreto patrón.

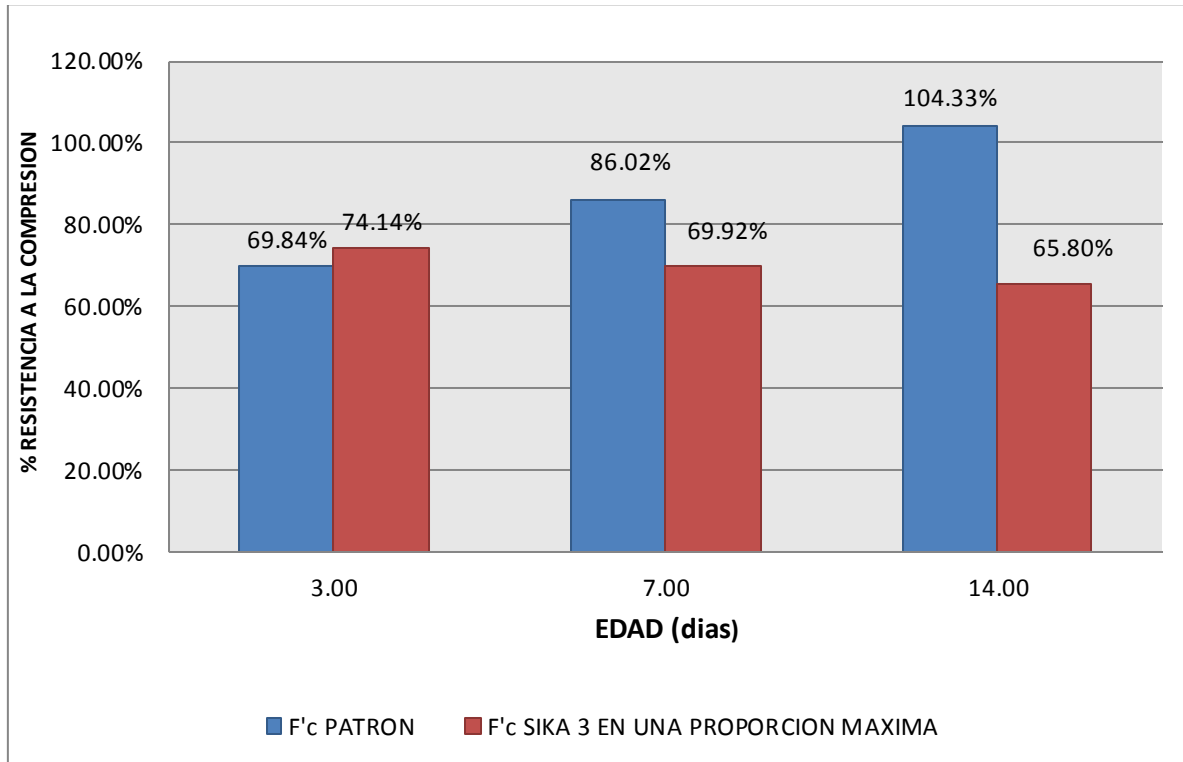
**Figura N° 14: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 9 partes de agua de Sika 3**



En la Figura N° 14 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 3 en una proporción máxima



**Figura N° 15: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 9 partes de agua de Sika 3**



En la Figura N° 15 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 3 en una proporción máxima.

#### 4.3.4 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 7 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

##### 4.3.4.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA

Tabla N° 56: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 5 en una proporción mínima

#### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Sika 5	Lt.	0.13

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 56 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Sika 5, en una proporción mínima de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.4.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 7 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla



**Tabla N° 57: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 7 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg. de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN			02:35 p.m.		
FECHA DE ELABORACIÓN		25/03/2014			ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA					
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>			TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO					
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm <sup>2</sup>			SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"					
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	25/03/2014	28/03/2014			182.41	28984.95			158.90				
2	25/03/2014	28/03/2014			182.41	30373.09			166.51			161.87	77.08%
3	25/03/2014	28/03/2014			182.41	29222.08			160.20				
4	25/03/2014		01/04/2014		182.41		37705.97			206.71			
5	25/03/2014		01/04/2014		182.41		39743.49			217.88		210.88	100.42%
6	25/03/2014		01/04/2014		182.41		37950.40			208.05			
7	25/03/2014			08/04/2014	182.41			44849.15			245.87		
8	25/03/2014			08/04/2014	182.41			41144.40			225.56	235.21	112.00%
9	25/03/2014			08/04/2014	182.41			42720.42			234.20		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 57 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 7 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto armado), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia de diseño.



#### 4.4.4.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 7 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

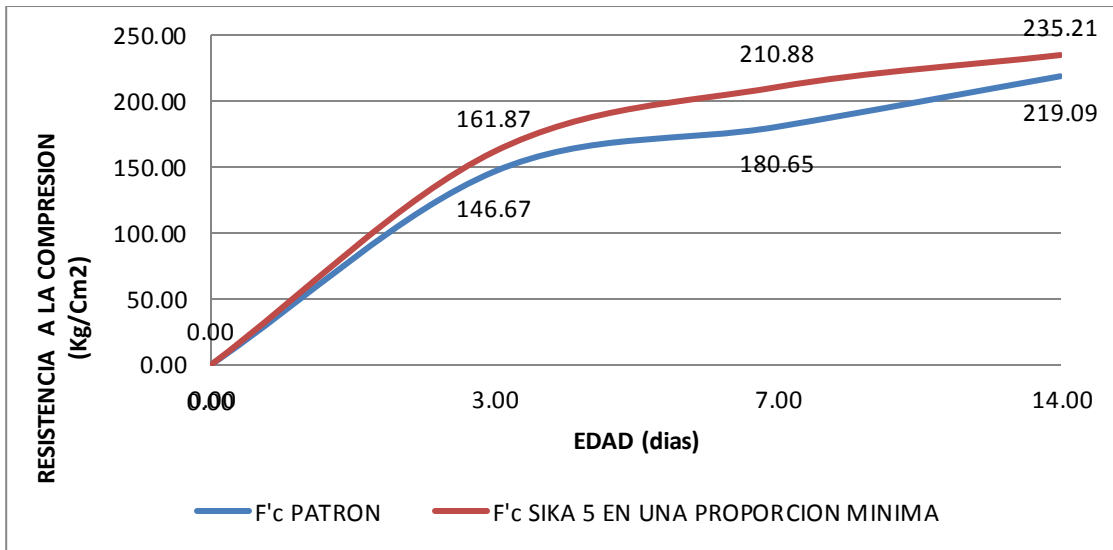
Tabla N° 58: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	161.87	69.84%	77.08%	7.24%
7	180.65	210.88	86.02%	100.42%	14.40%
14	219.09	235.21	104.33%	112.00%	7.68%

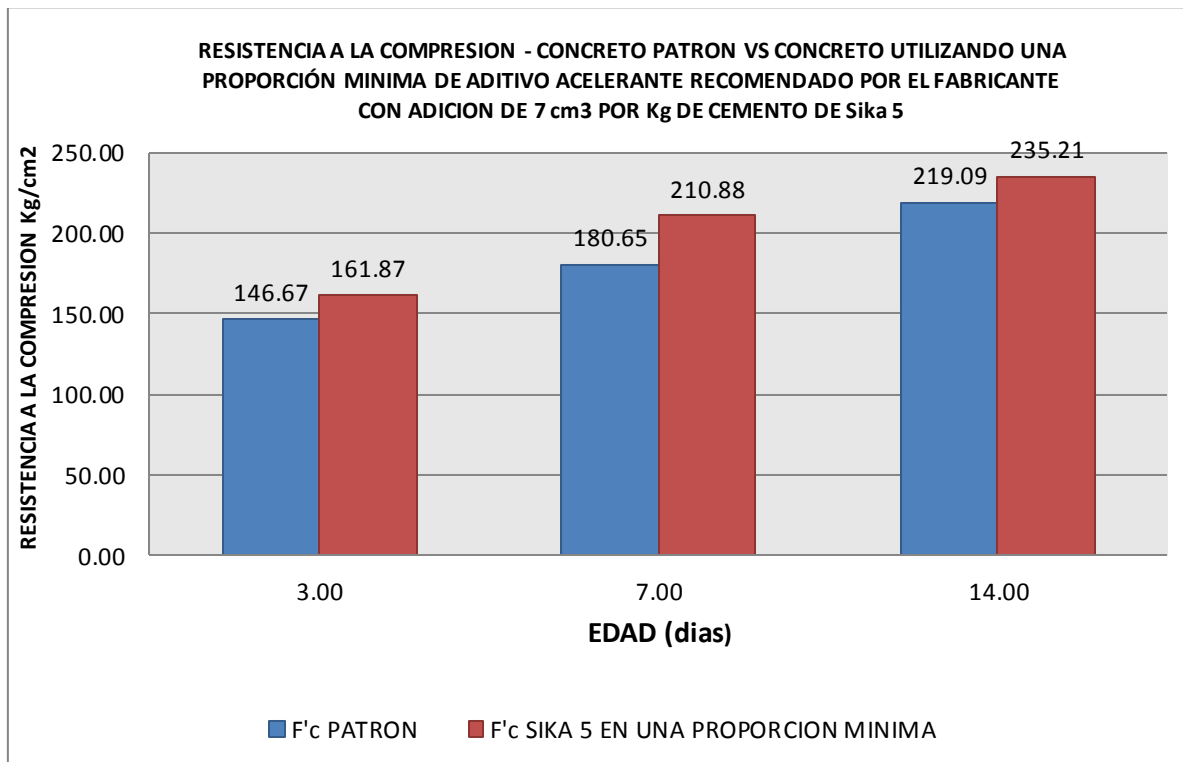
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 58 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Sika 5 en una proporción mínima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Sika 5 en una proporción mínima respecto al concreto patrón.

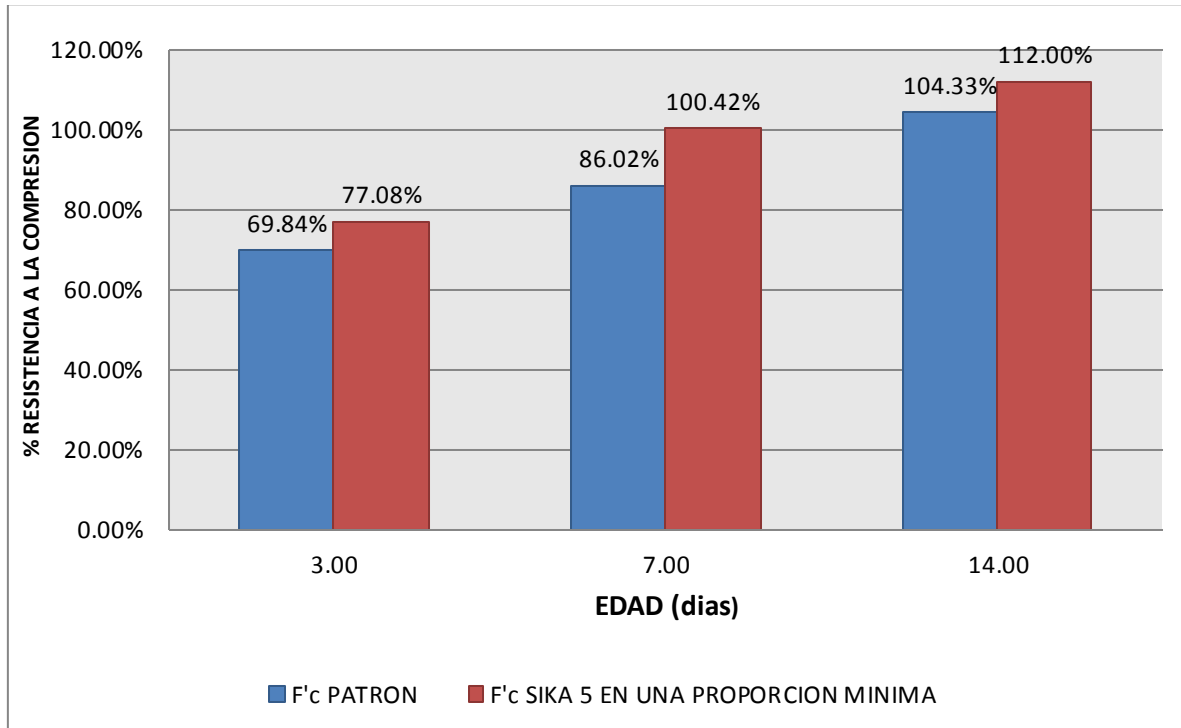
Figura N° 16: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5



En la Figura N° 16 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 5 en una proporción mínima



**Figura N° 17: % de resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5**



En la Figura N° 17 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 5 en una proporción mínima

#### 4.3.5 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 17.5 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

##### 4.3.5.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA

Tabla N° 59: Materiales para el diseño del concreto adicionado con sika 5 en una proporción media

#### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Sika 5	Lt.	0.32

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 59 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Sika 5, en una proporción media de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.5.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 17.5 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla

**Tabla N° 60: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg. de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				HORA DE ELABORACIÓN			02:00 p.m.				
FECHA DE ELABORACIÓN		26/03/2014		ELABORADO POR		EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA							
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>			TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO					
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm <sup>2</sup>			SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"					
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	26/03/2014	29/03/2014			182.41	32047.61			175.69				
2	26/03/2014	29/03/2014			182.41	33111.06			181.52			178.63	85.06%
3	26/03/2014	29/03/2014			182.41	32593.02			178.68				
4	26/03/2014		02/04/2014		182.41		38036.13			208.52			
5	26/03/2014		02/04/2014		182.41		36160.96			198.24		205.63	97.92%
6	26/03/2014		02/04/2014		182.41		38331.64			210.14			
7	26/03/2014			09/04/2014	182.41			43191.04			236.78		
8	26/03/2014			09/04/2014	182.41			42966.68			235.55	236.56	112.65%
9	26/03/2014			09/04/2014	182.41			43296.84			237.36		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 60 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> de Sika 3 por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto armado), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto al F'c de diseño.

#### 4.3.5.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 17.5 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

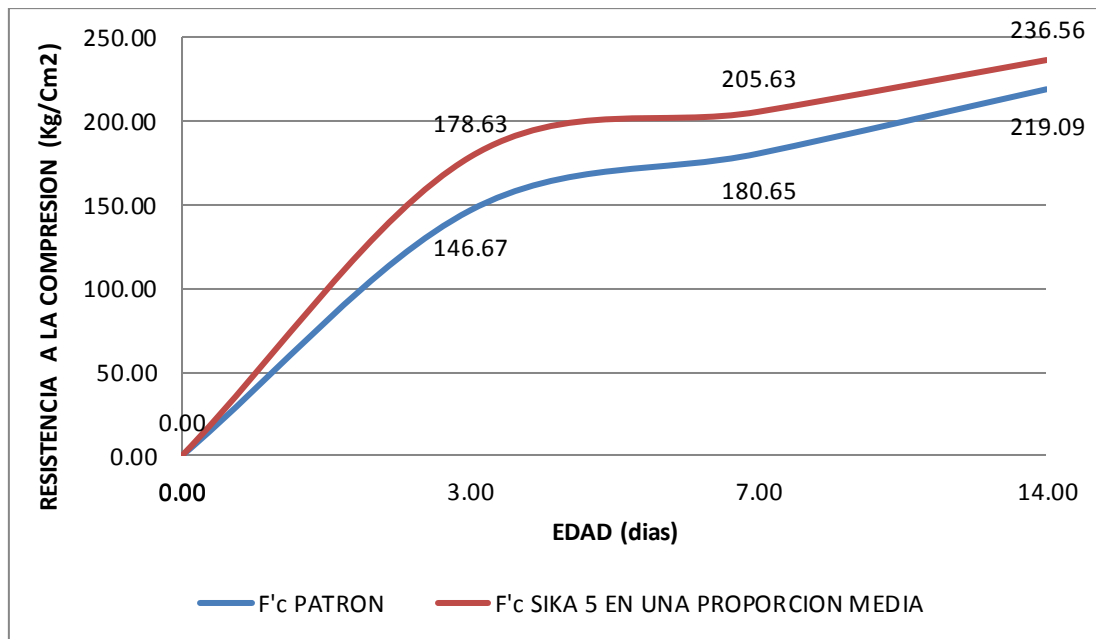
Tabla N° 61: Resistencia a la compresión-concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	178.63	69.84%	85.06%	15.22%
7	180.65	205.63	86.02%	97.92%	11.90%
14	219.09	236.56	104.33%	112.65%	8.32%

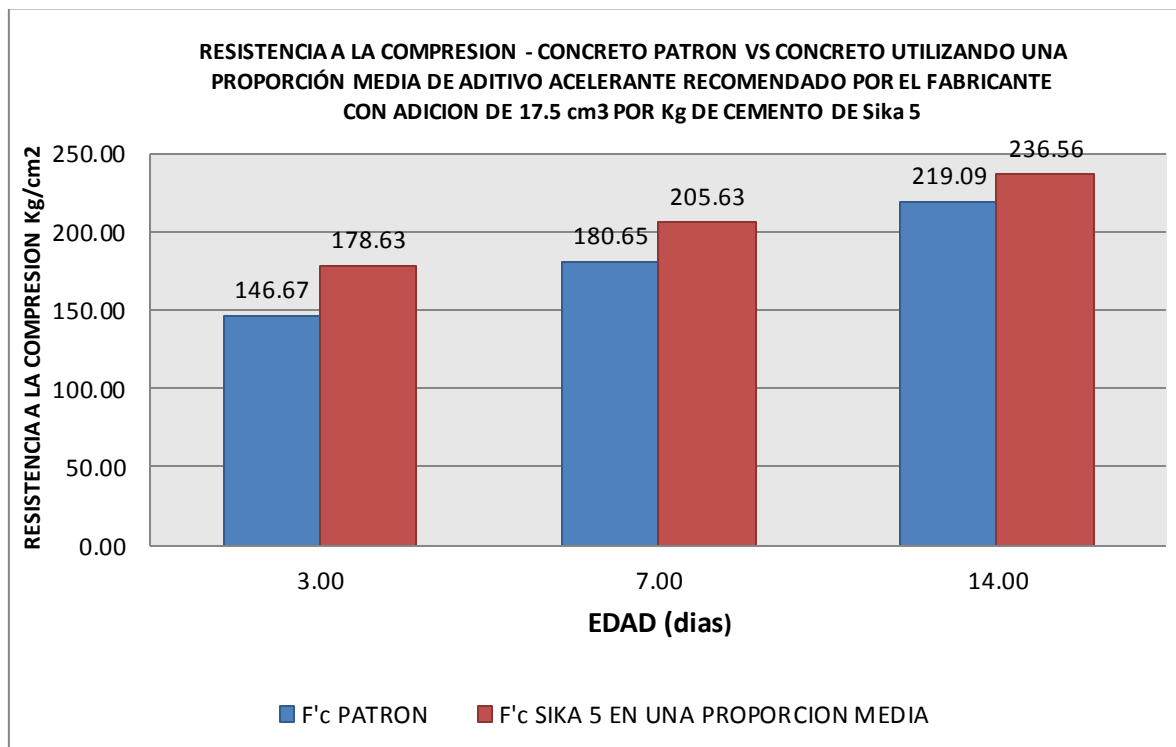
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 61 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Sika 5 en una proporción media; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Sika 5 en una proporción media respecto al concreto patrón.

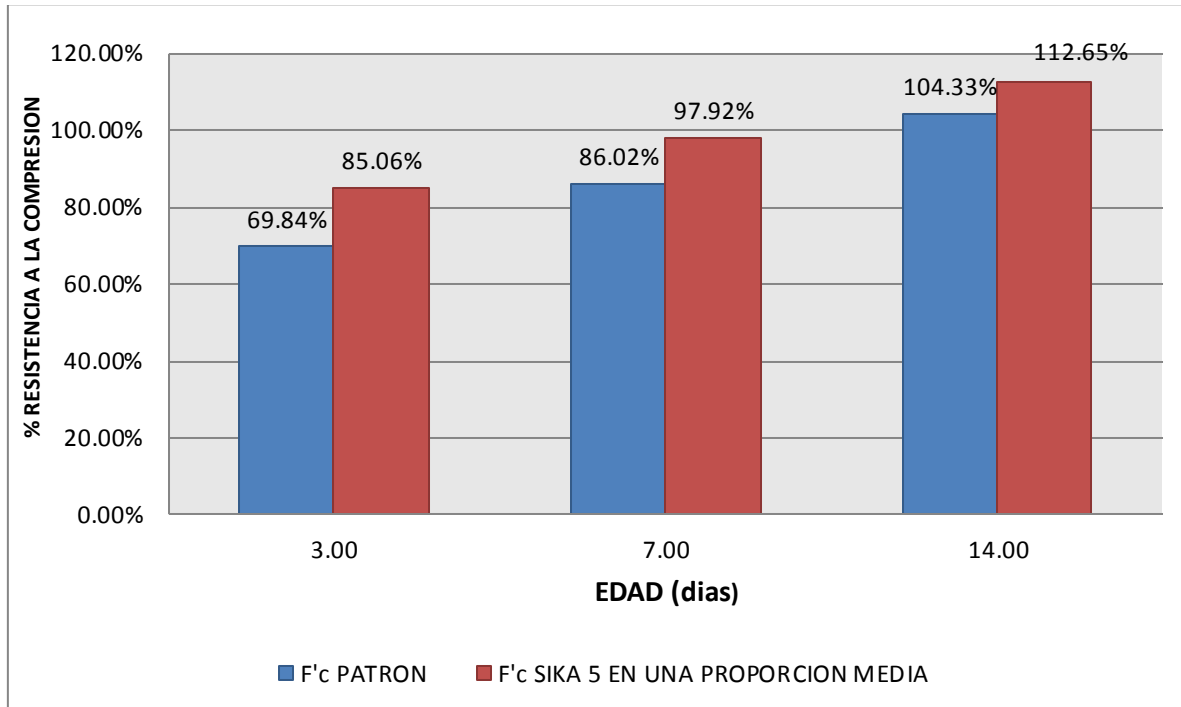
Figura N° 18: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5



En la Figura N° 18 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 5 en una proporción media



**Figura N° 19: % de resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5**



En la Figura N° 19 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 5 en una proporción media



#### 4.3.6 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 28 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

##### 4.3.6.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA

Tabla N° 62: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Sika 5 en una proporción máxima

#### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Sika 5	Lt.	0.52

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 62 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Sika 5, en una proporción máxima de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.6.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 28 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla



**Tabla N° 63: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 28 cm<sup>3</sup> de Sika 5 por kg. de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN			02:35 p.m.		
FECHA DE ELABORACIÓN		27/03/2014			ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA					
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>			TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO					
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm <sup>2</sup>			SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"					
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	27/03/2014	30/03/2014			182.41	35409.43			194.12				
2	27/03/2014	30/03/2014			182.41	35141.29			192.65			192.01	91.43%
3	27/03/2014	30/03/2014			182.41	34521.09			189.25				
4	27/03/2014		03/04/2014		182.41		38765.77			212.52			
5	27/03/2014		03/04/2014		182.41		38388.18			210.45		211.06	100.50%
6	27/03/2014		03/04/2014		182.41		38344.41			210.21			
7	27/03/2014			10/04/2014	182.41			44785.30			245.52		
8	27/03/2014			10/04/2014	182.41			44371.23			243.25	247.67	117.94%
9	27/03/2014			10/04/2014	182.41			46374.09			254.23		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 63 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 28 cm<sup>3</sup> de Sika 3 por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto armado), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia de diseño.

#### 4.3.6.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 28 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE SIKA 5

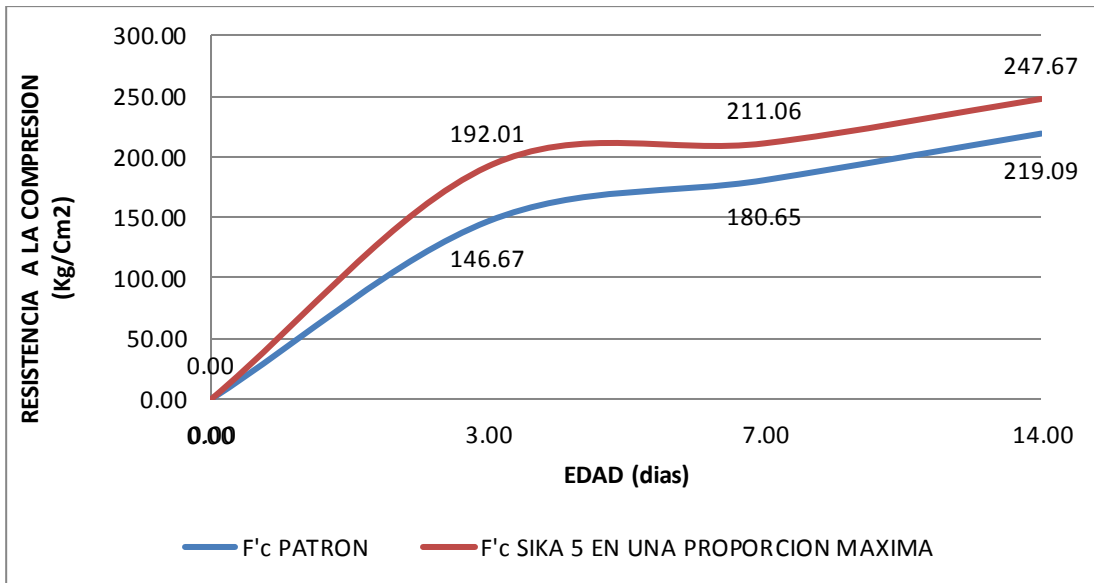
Tabla N° 64: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON SIKA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	192.01	69.84%	91.43%	21.59%
7	180.65	211.06	86.02%	100.50%	14.48%
14	219.09	247.67	104.33%	117.94%	13.61%

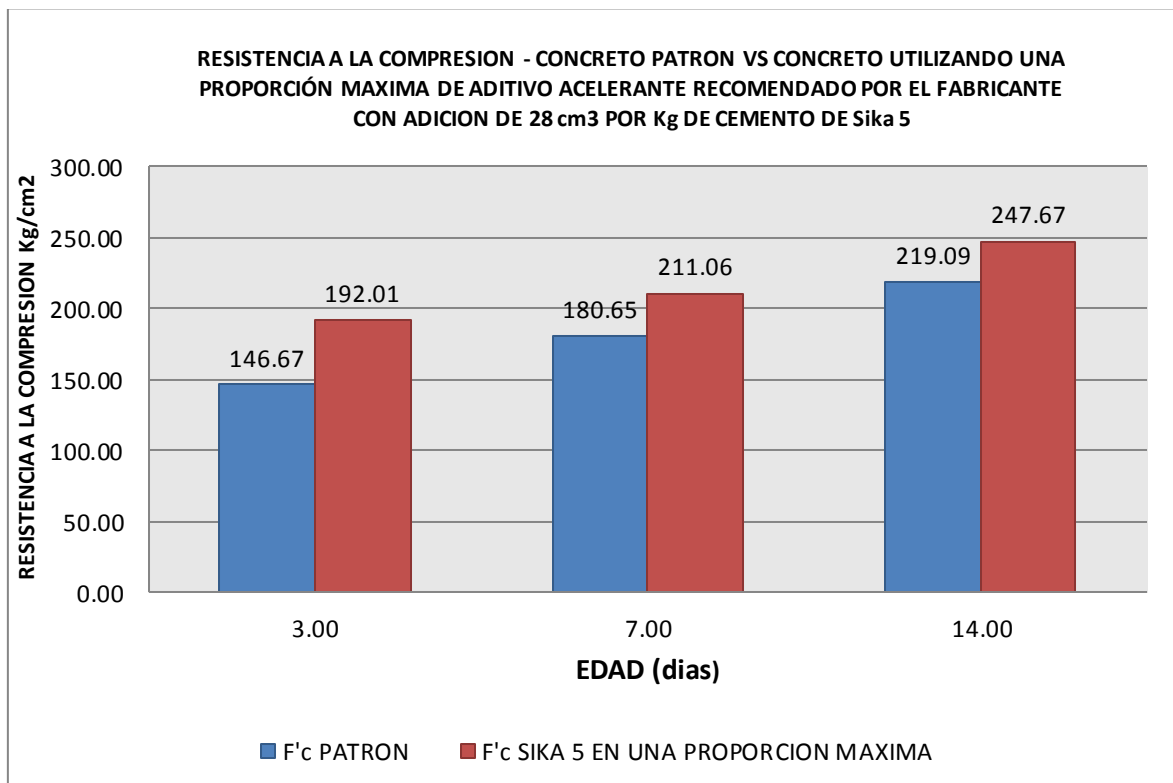
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 64 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Sika 5 en una proporción máxima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Sika 5 en una proporción media respecto al concreto patrón.

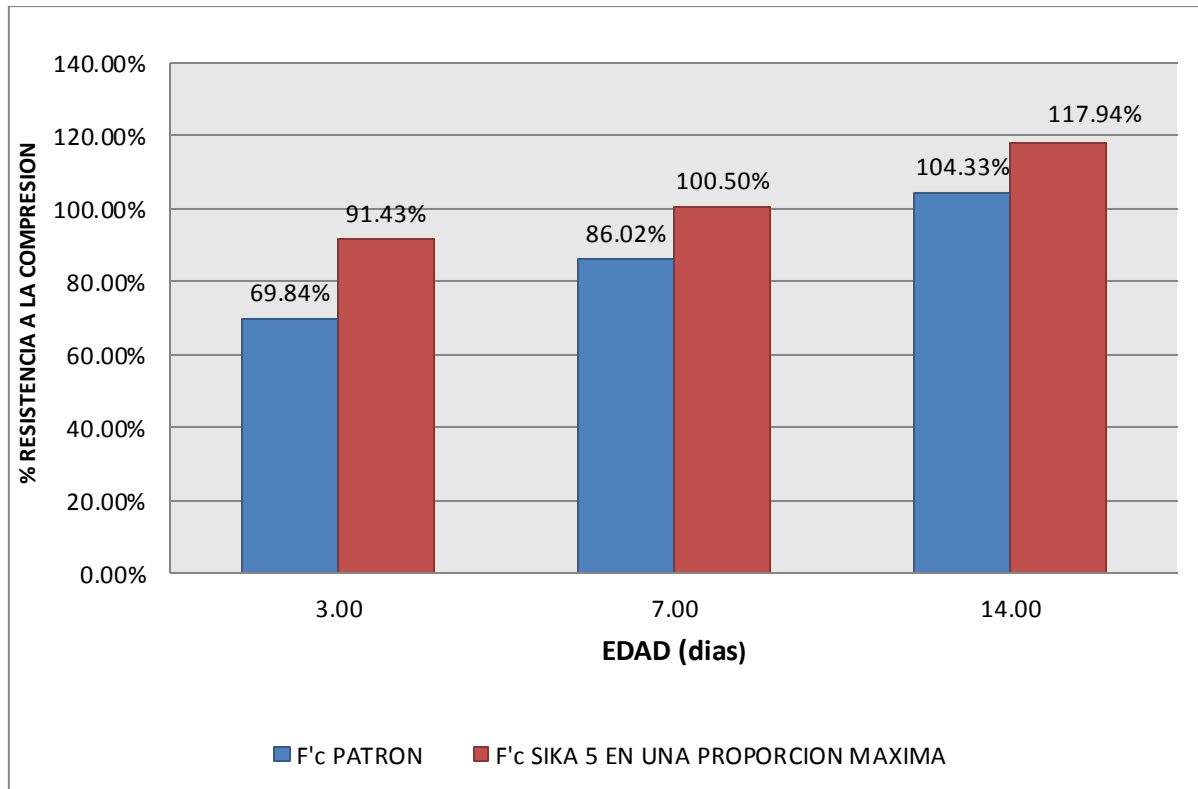
**Figura N° 20: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5**



En la Figura N° 20 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 5 en una proporción máxima.



**Figura N° 21: % de resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5**



En la Figura N° 21 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Sika 5 en una proporción máxima.

#### 4.3.7 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 23.53 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

##### 4.3.7.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA

Tabla N° 65: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema 5 en una proporción mínima

##### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Chema 5	Lt.	0.43

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 65 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Chema 5, en una proporción mínima de 23.53 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.7.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla



**Tabla N° 66: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							HORA DE ELABORACIÓN			02:25 p.m.	
FECHA DE ELABORACIÓN		02/04/2014			ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA					
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>			TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO					
FACTOR DE SEGURIDAD F'c		295 kg/cm <sup>2</sup>			SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"					
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA A PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	02/04/2014	05/04/2014			182.41	27098.83			148.56				
2	02/04/2014	05/04/2014			182.41	28009.06			153.55			149.13	71.01%
3	02/04/2014	05/04/2014			182.41	26500.52			145.28				
4	02/04/2014		09/04/2014		182.41		36507.54			200.14			
5	02/04/2014		09/04/2014		182.41		36159.13			198.23		198.74	94.64%
6	02/04/2014		09/04/2014		182.41		36089.82			197.85			
7	02/04/2014			16/04/2014	182.41			40330.85			221.10		
8	02/04/2014			16/04/2014	182.41			41126.16			225.46	223.41	106.39%
9	02/04/2014			16/04/2014	182.41			40801.47			223.68		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 66 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto simple), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia de diseño

#### 4.3.7.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

**Tabla N° 67: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de chema5 por kg. de cemento**

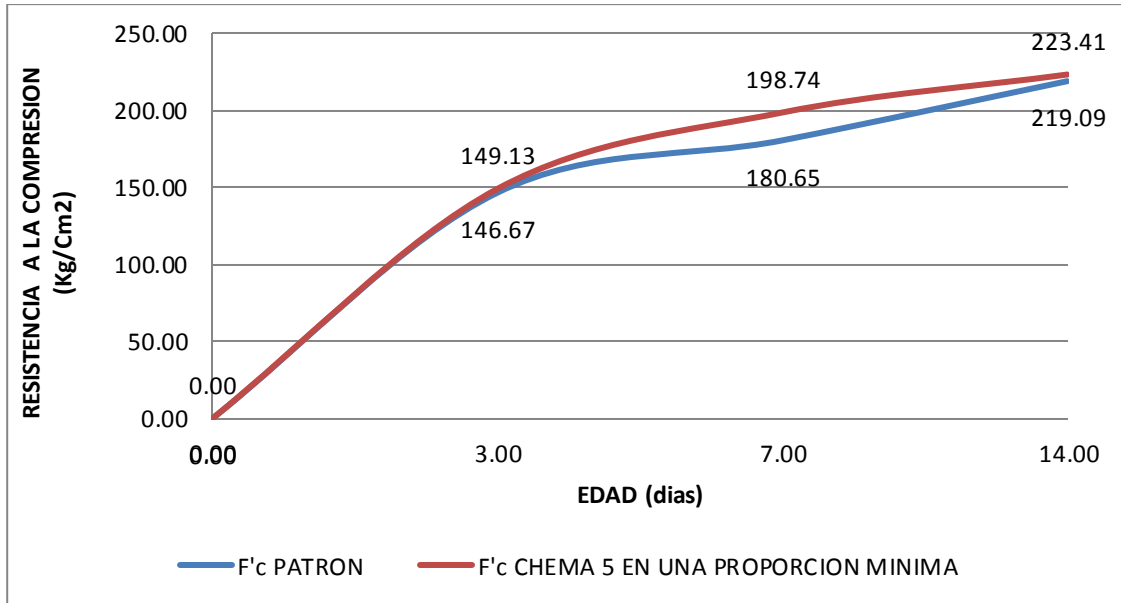
EDAD (días)	F'c PATRÓN	F'c CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	149.13	69.84%	71.01%	1.17%
7	180.65	198.74	86.02%	94.64%	8.62%
14	219.09	223.41	104.33%	106.39%	2.06%

Fuente: Elaboración propia.

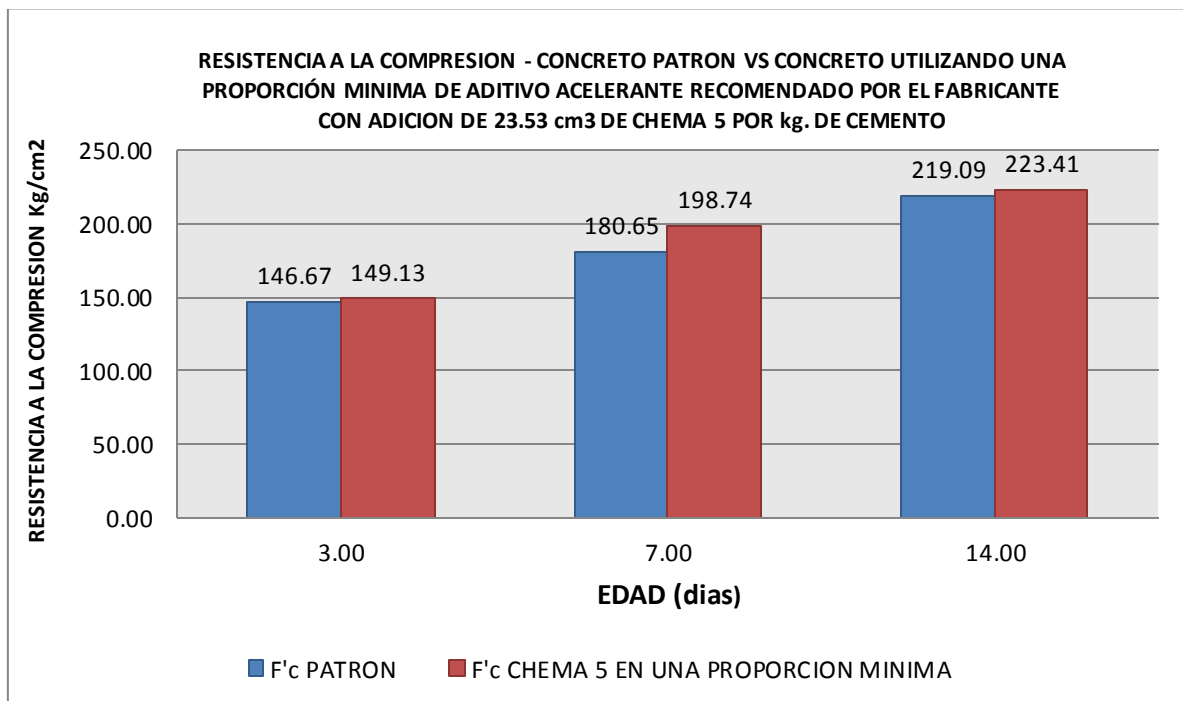
En la Tabla N° 67 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Chema 5 en una proporción mínima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Chema 5 en una proporción media respecto al concreto patrón.



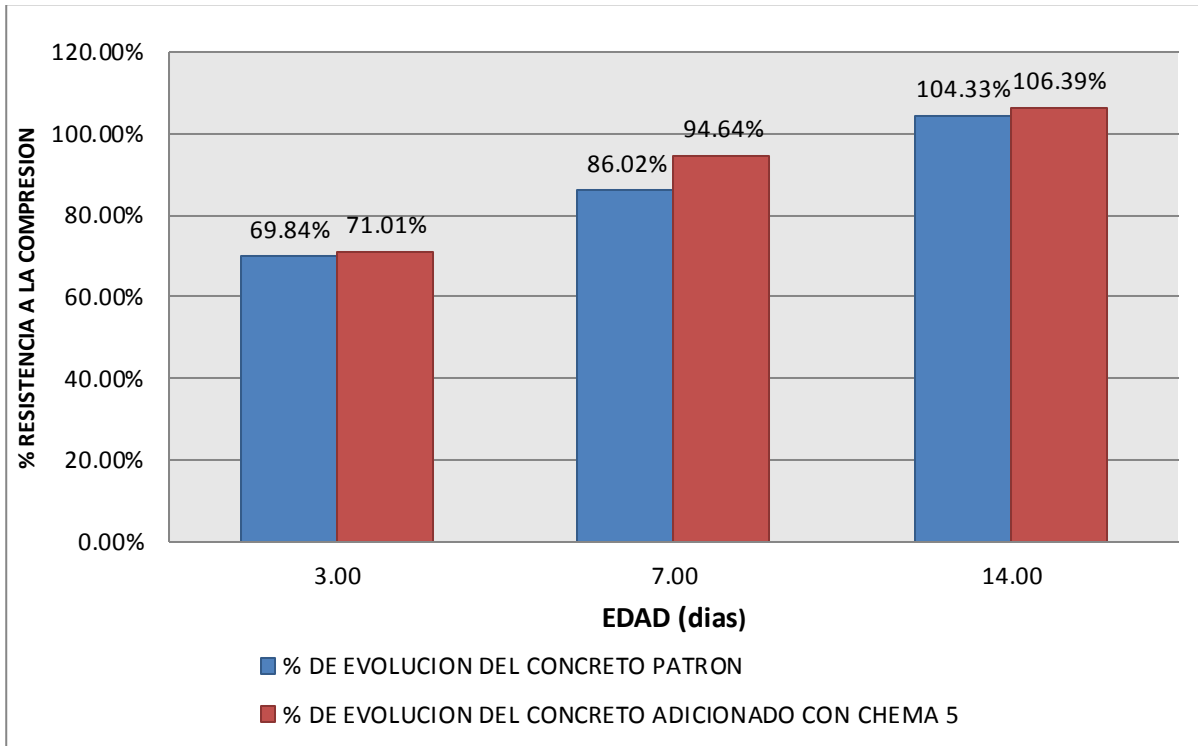
**Figura N° 22: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento**



En la Figura N° 22 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema 5 en una proporción mínima.



**Figura N° 23: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento**



En la Figura N° 23 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema 5 en una proporción mínima.

#### 4.3.8 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR CADA FABRICANTE CON ADICIÓN DE 47.06 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

##### 4.3.8.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA

Tabla N° 68: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema 5 en una proporción media

##### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Chema 5	Lt.	0.87

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 68 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Chema 5, en una proporción media de 47.06 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.8.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla

Tabla N° 69: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN			04:00 p.m.		
FECHA DE ELABORACIÓN		03/04/2014		ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA						
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO						
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm <sup>2</sup>		SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	03/04/2014	06/04/2014			182.41	27770.10			152.24				
2	03/04/2014	06/04/2014			182.41	28839.02			158.10			156.92	74.72%
3	03/04/2014	06/04/2014			182.41	29260.39			160.41				
4	03/04/2014		10/04/2014		182.41		37248.12			204.20			
5	03/04/2014		10/04/2014		182.41		36383.50			199.46		200.39	95.42%
6	03/04/2014		10/04/2014		182.41		36025.98			197.50			
7	03/04/2014			17/04/2014	182.41			39816.45			218.28		
8	03/04/2014			17/04/2014	182.41			41104.27			225.34	224.03	106.68%
9	03/04/2014			17/04/2014	182.41			41673.39			228.46		

Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 69 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto simple), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia de diseño

#### 4.3.8.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 47.06 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

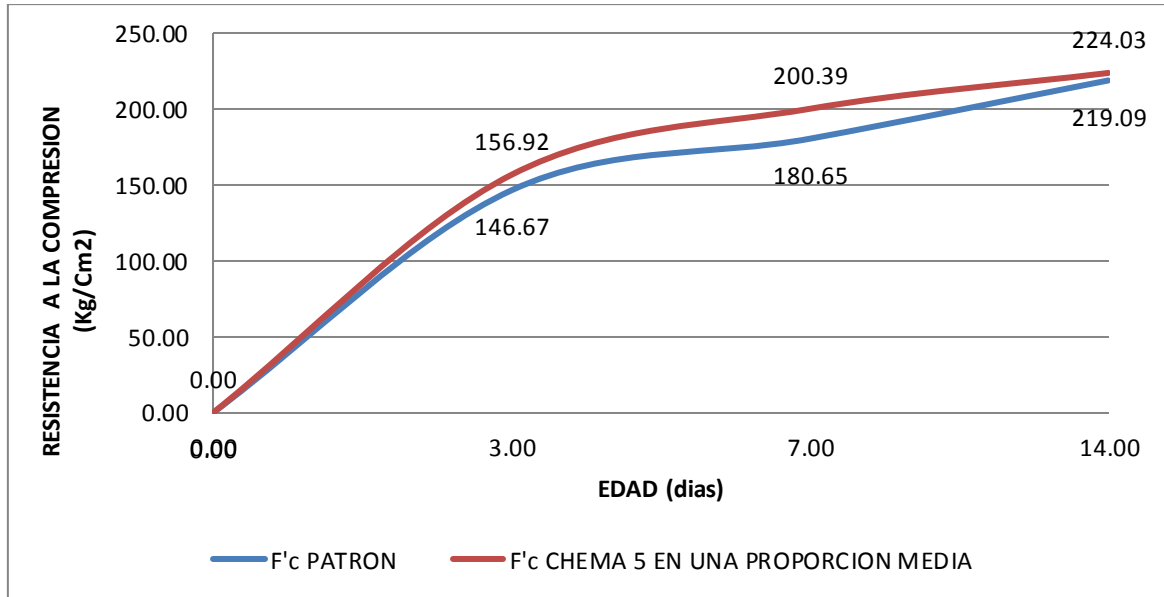
Tabla N° 70: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	156.92	69.84%	74.72%	4.88%
7	180.65	200.39	86.02%	95.42%	9.40%
14	219.09	224.03	104.33%	106.68%	2.35%

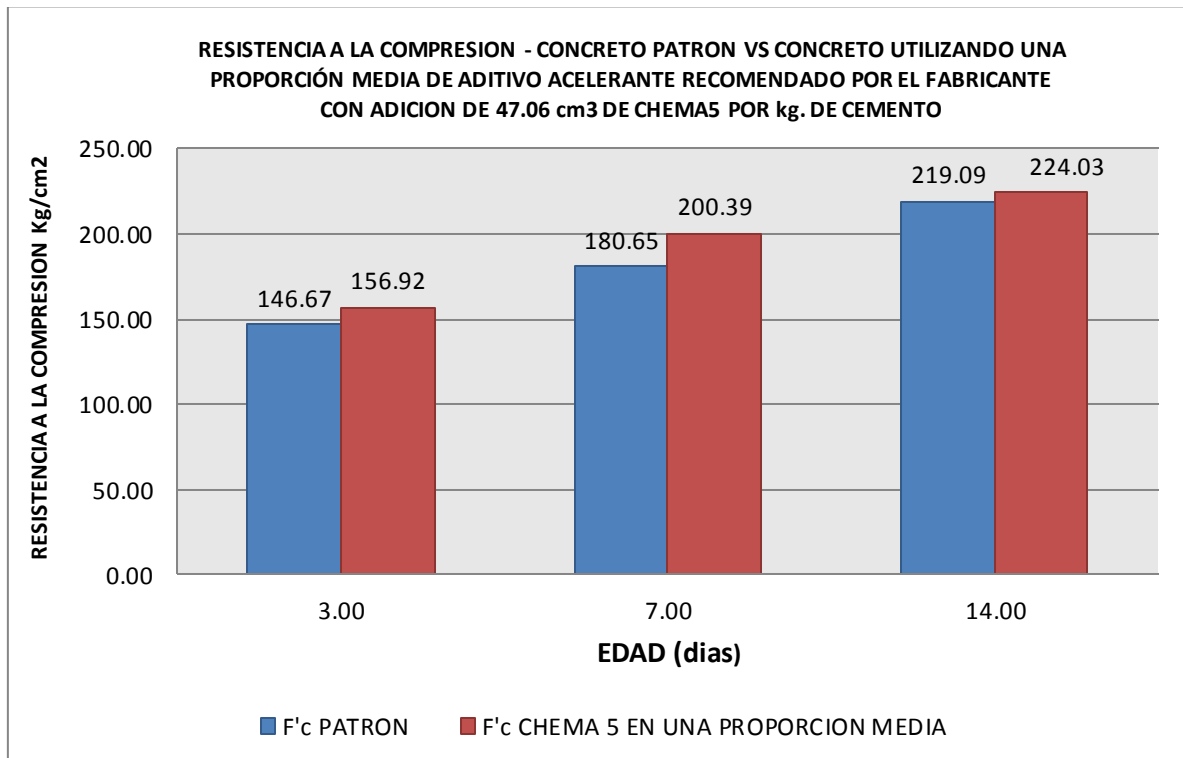
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 70 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Chema 5 en una proporción media; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Chema 5 en una proporción media respecto al concreto patrón.

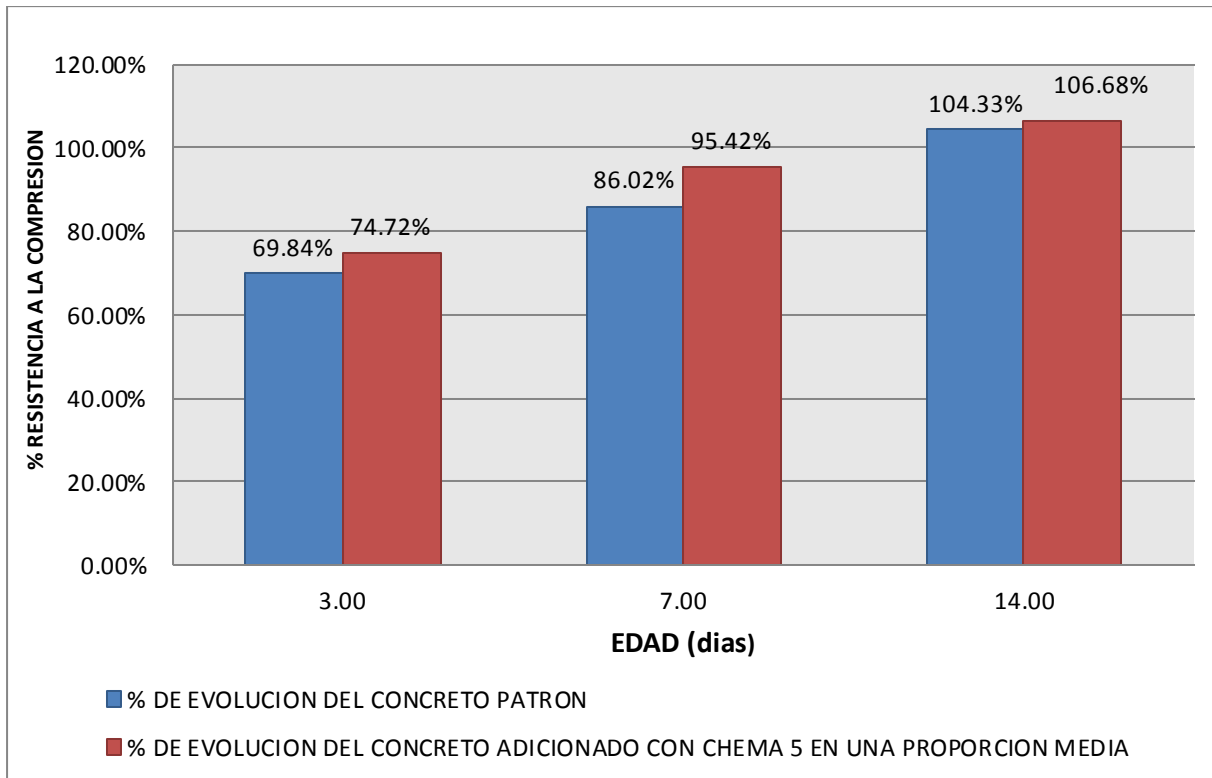
**Figura N° 24: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento**



En la Figura N° 24 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema 5 en una proporción media



**Figura N° 25: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg. de cemento**



En la Figura N° 25 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema 5 en una proporción media

#### 4.3.9 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 70.59 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

##### 4.3.9.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA

Tabla N° 71: Materiales para el diseño del concreto adicionado con chema 5 en una proporción máxima

##### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Chema 5	Lt.	1.30

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 71 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Chema 5, en una proporción máxima de 70.59 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.9.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 70.59 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla





**Tabla N° 72: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg.de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN		01:30 p.m.			
FECHA DE ELABORACIÓN		04/04/2014			ELABORADO POR		EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA						
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>			TIPO DE MUESTRA		TESTIGOS DE CONCRETO						
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm <sup>2</sup>			SLUMP DE DISEÑO		3" - 4"						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	04/04/2014	07/04/2014			182.41	28007.23			153.54				
2	04/04/2014	07/04/2014			182.41	27397.98			150.20			154.02	73.34%
3	04/04/2014	07/04/2014			182.41	28877.33			158.31				
4	04/04/2014		11/04/2014		182.41		34876.79		191.20				
5	04/04/2014		11/04/2014		182.41		35858.16		196.58			196.00	93.33%
6	04/04/2014		11/04/2014		182.41		36520.31		200.21				
7	04/04/2014			18/04/2014	182.41			32507.29			178.21		
8	04/04/2014			18/04/2014	182.41			34338.68			188.25	178.64	85.07%
9	04/04/2014			18/04/2014	182.41			30911.20			169.46		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 72 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto simple), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia F'c de diseño

#### 4.3.9.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 70.59 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA 5

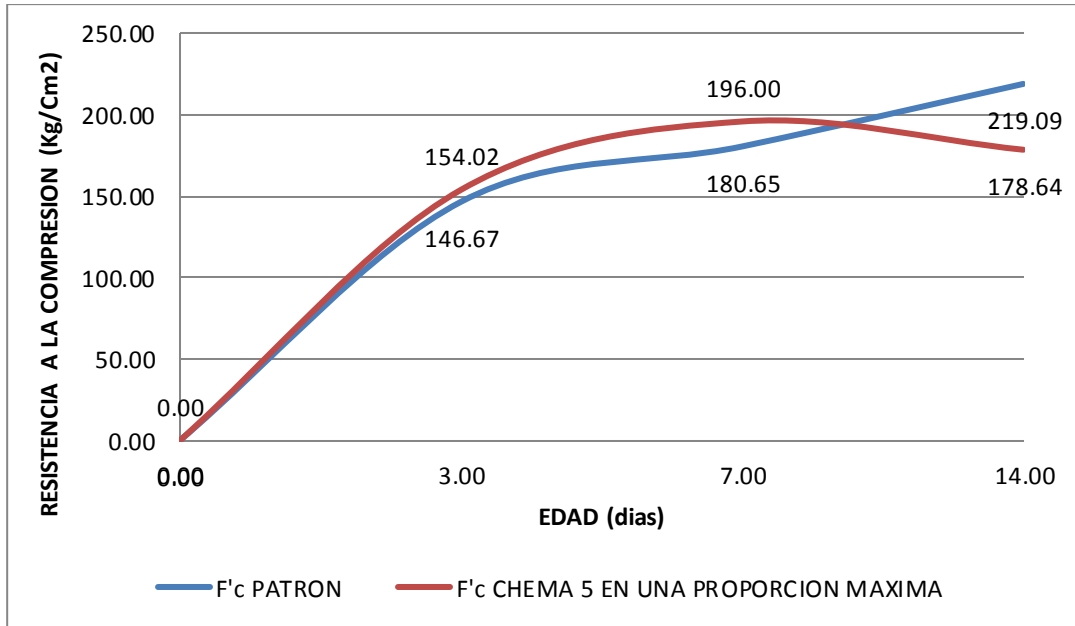
**Tabla N° 73: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de chema5 por kg de cemento**

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA 5 EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	154.02	69.84%	73.34%	3.50%
7	180.65	196.00	86.02%	93.33%	7.31%
14	219.09	178.64	104.33%	85.07%	-19.26%

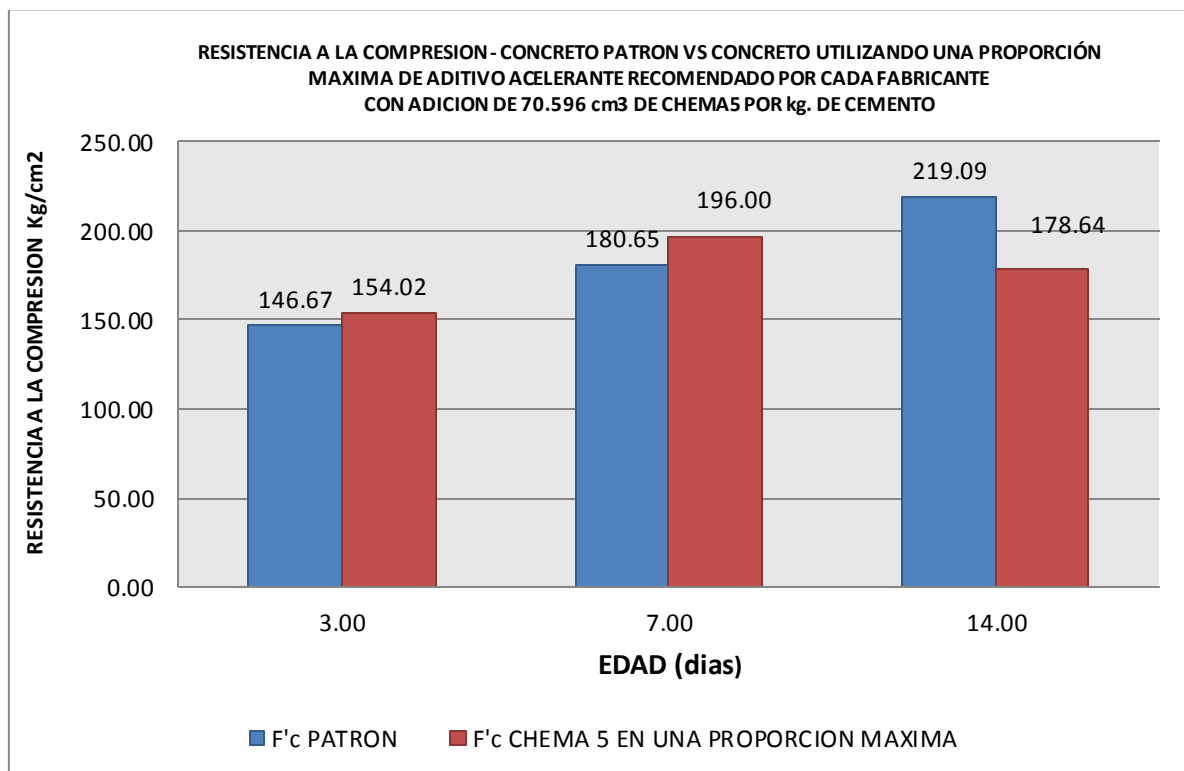
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 73 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Chema 5 en una proporción máxima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Chema 5 en una proporción máxima respecto al concreto patrón.

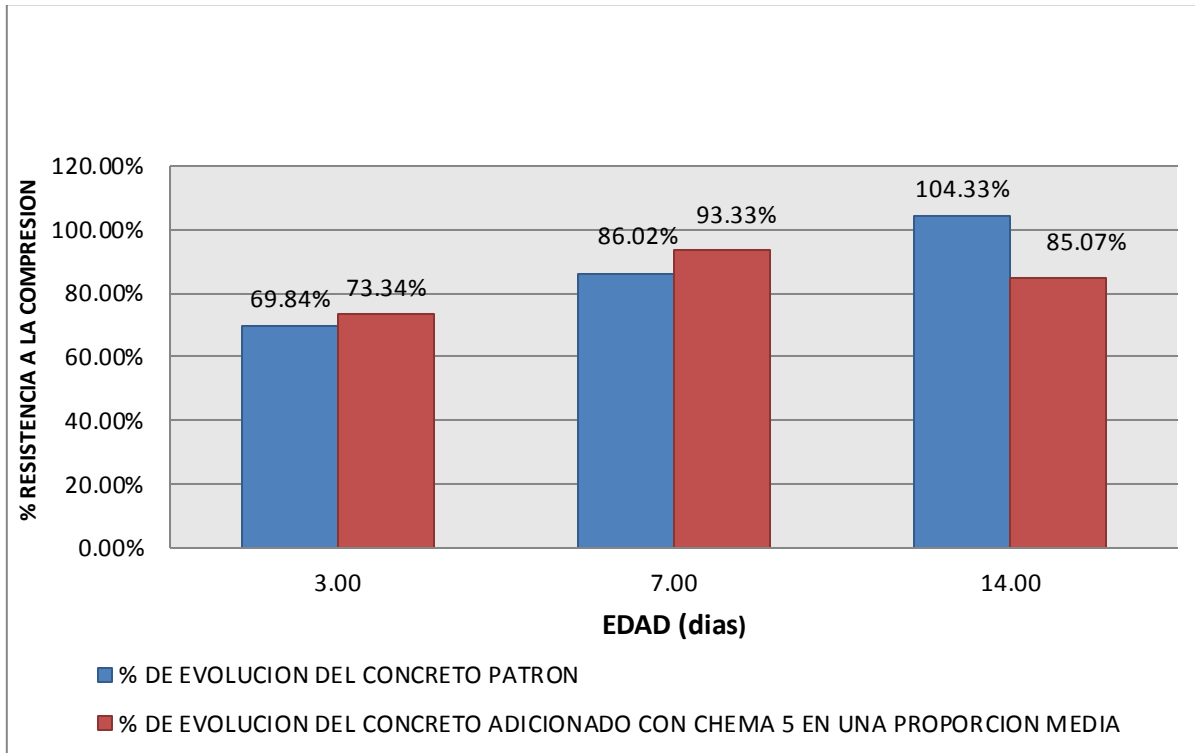
**Figura N° 26: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento**



En la Figura N° 26 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema 5 en una proporción máxima



**Figura N° 27: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 70.59 cm<sup>3</sup> de Chema 5 por kg de cemento**



En la Figura N° 27 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema 5 en una proporción máxima

#### 4.3.10 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 5.88 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

##### 4.3.10.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA

Tabla N° 74: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema Estruct en una proporción mínima

##### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Chema 5	Lt.	0.11

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 74 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Chema Estruct, en una proporción mínima de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.10.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.88 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla



**Tabla N° 75: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				HORA DE ELABORACIÓN			01:45 p.m.				
FECHA DE ELABORACIÓN		05/04/2014				ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA				
F'c DISEÑO		210 Kg/cm2				TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO				
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm2				SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	05/04/2014	08/04/2014			182.41	34667.02			190.05				
2	05/04/2014	08/04/2014			182.41	34869.50			191.16			189.47	90.22%
3	05/04/2014	08/04/2014			182.41	34147.15			187.20				
4	05/04/2014		12/04/2014		182.41		40692.02			223.08			
5	05/04/2014		12/04/2014		182.41		40334.50			221.12		223.30	106.33%
6	05/04/2014		12/04/2014		182.41		41168.11			225.69			
7	05/04/2014			19/04/2014	182.41			43938.92			240.88		
8	05/04/2014			19/04/2014	182.41			44798.07			245.59	245.24	116.78%
9	05/04/2014			19/04/2014	182.41			45465.69			249.25		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 75 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto armado), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia F'c de diseño

#### 4.3.10.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.88 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

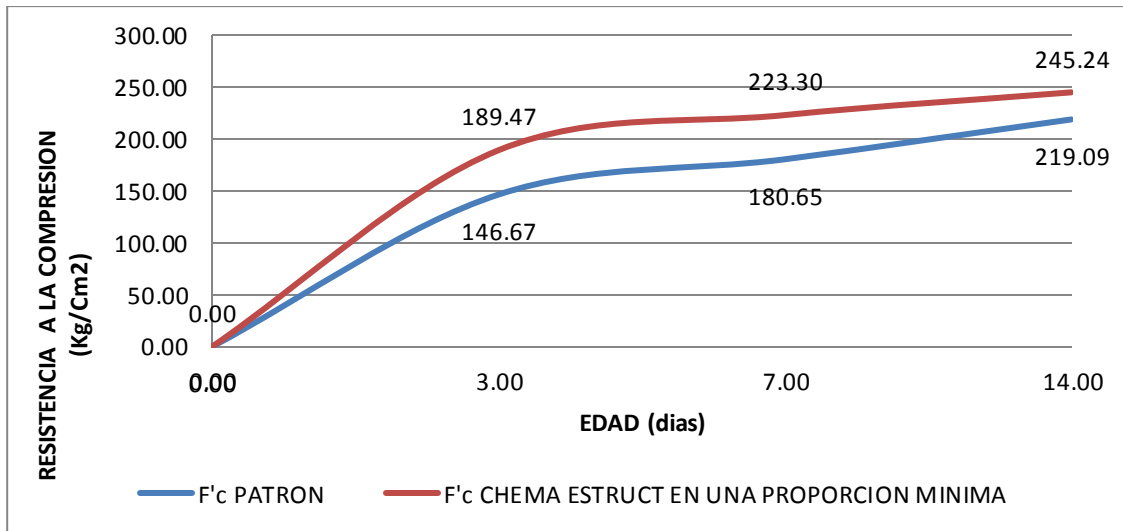
Tabla N° 76: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	189.47	69.84%	90.22%	20.38%
7	180.65	223.30	86.02%	106.33%	20.31%
14	219.09	245.24	104.33%	116.78%	12.45%

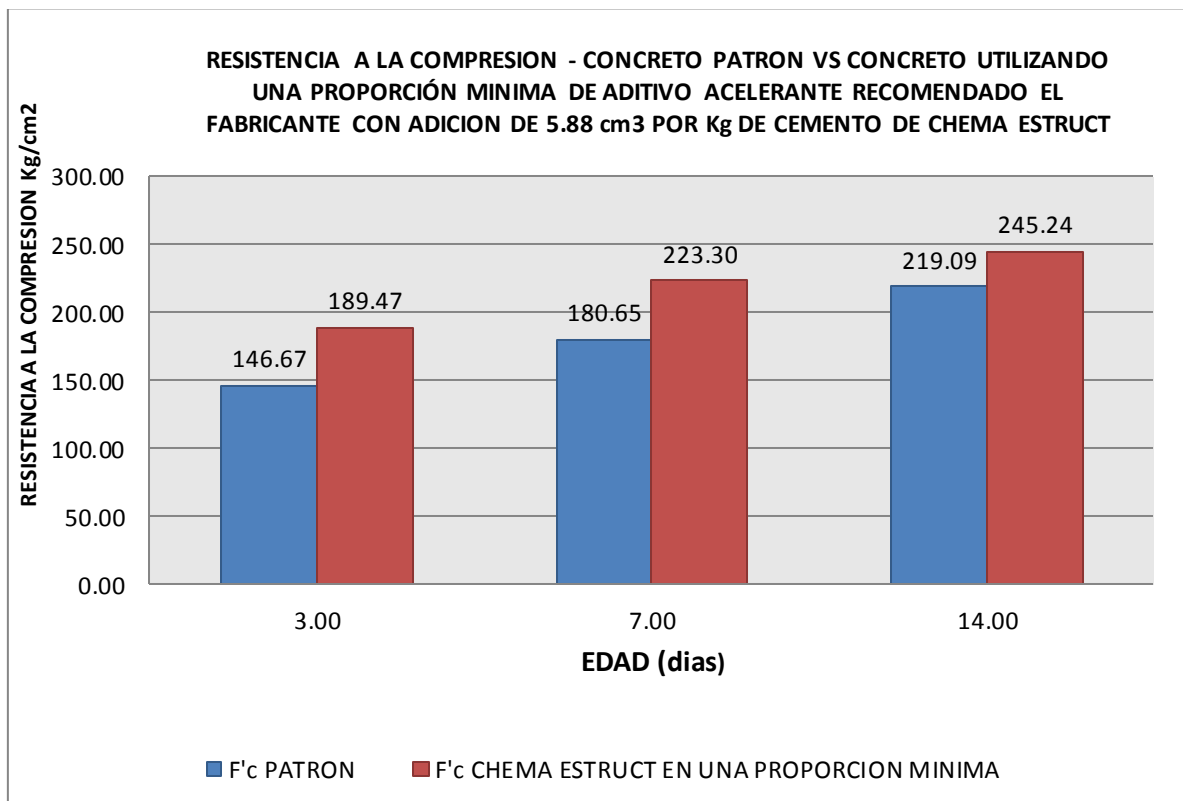
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 76 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Chema Estruct en una proporción mínima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Chema Estruct en una proporción mínima respecto al concreto patrón.

Figura N° 28: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct

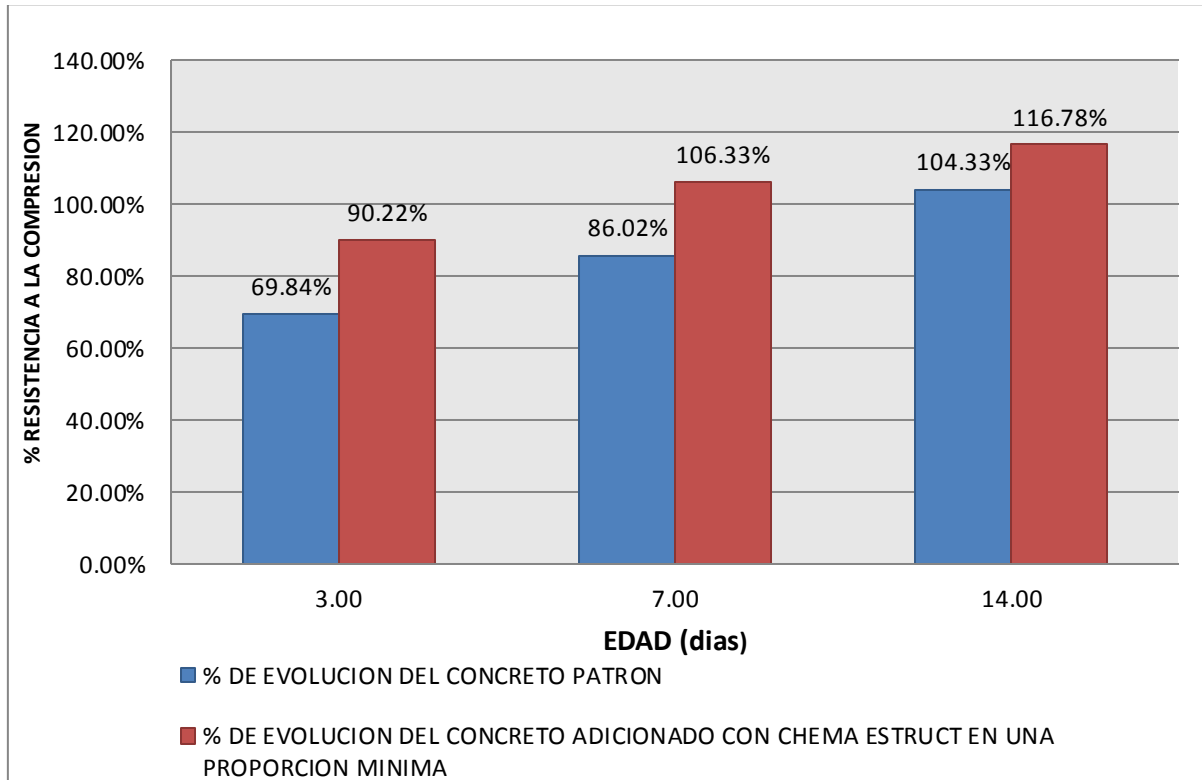


En la Figura N° 28 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema Estruct en una proporción mínima





**Figura N° 29: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct**



En la Figura N° 29 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema Estruct en una proporción mínima

#### 4.3.11 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR EL FABRICANTE CON ADICIÓN DE 8.83 cm<sup>3</sup> POR kg DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

##### 4.3.11.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MEDIA

Tabla N° 77: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema Estruct en una proporción media

#### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Chema 5	Lt.	0.16

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 77 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Chema Estruct, en una proporción media de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.11.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 8.83 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla



**Tabla N° 78: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN		03:20 p.m.			
FECHA DE ELABORACIÓN		06/04/2014			ELABORADO POR			EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA					
F'c DISEÑO		210 Kg/cm2			TIPO DE MUESTRA			TESTIGOS DE CONCRETO					
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm2			SLUMP DE DISEÑO			3" - 4"					
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	06/04/2014	09/04/2014			182.41	33789.63			185.24				
2	06/04/2014	09/04/2014			182.41	32912.24			180.43			183.01	87.15%
3	06/04/2014	09/04/2014			182.41	33444.87			183.35				
4	06/04/2014		13/04/2014		182.41		38674.57			212.02			
5	06/04/2014		13/04/2014		182.41		38333.46			210.08		212.48	101.18%
6	06/04/2014		13/04/2014		182.41		39265.58			215.26			
7	06/04/2014			20/04/2014	182.41			45854.23			251.38		
8	06/04/2014			20/04/2014	182.41			45664.52			250.34	252.69	120.33%
9	06/04/2014			20/04/2014	182.41			46760.80			256.35		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 78 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto armado), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia de diseño

#### 4.3.11.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 8.83 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

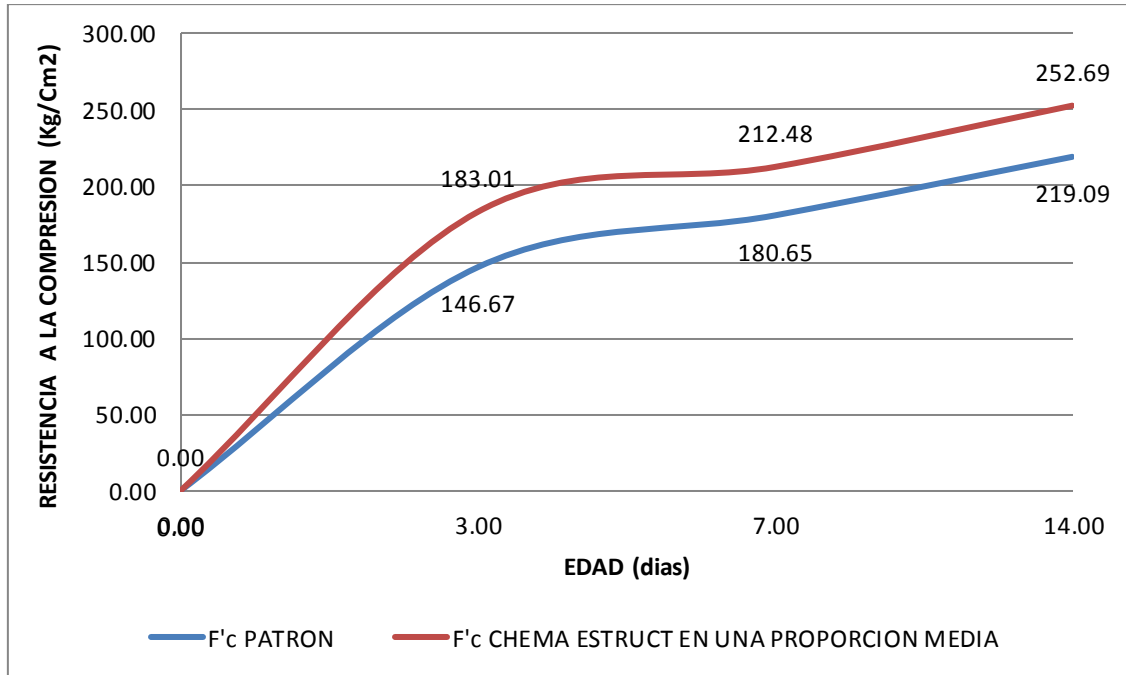
Tabla N° 79: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct

EDAD DÍAS	F'c PATRÓN	F'c CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MEDIA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	183.01	69.84%	87.15%	17.31%
7	180.65	212.48	86.02%	101.18%	15.16%
14	219.09	252.69	104.33%	120.33%	16.00%

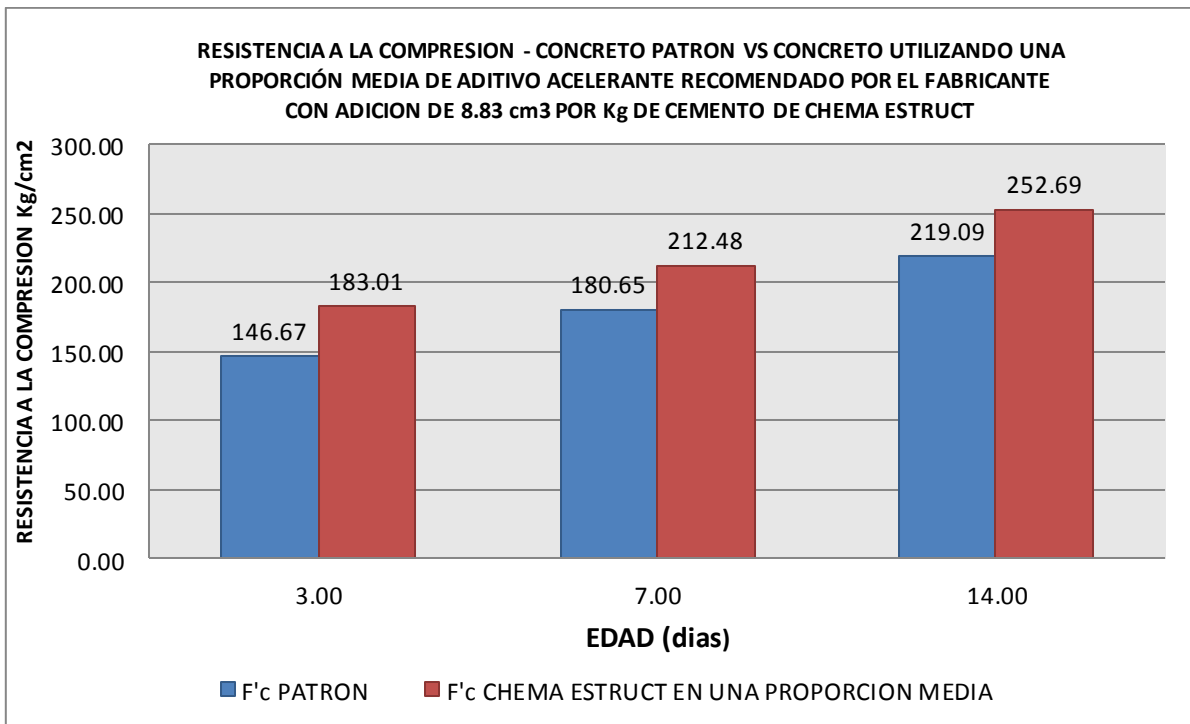
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 79 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Chema Estruct en una proporción media; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Chema Estruct en una proporción media respecto al concreto patrón.

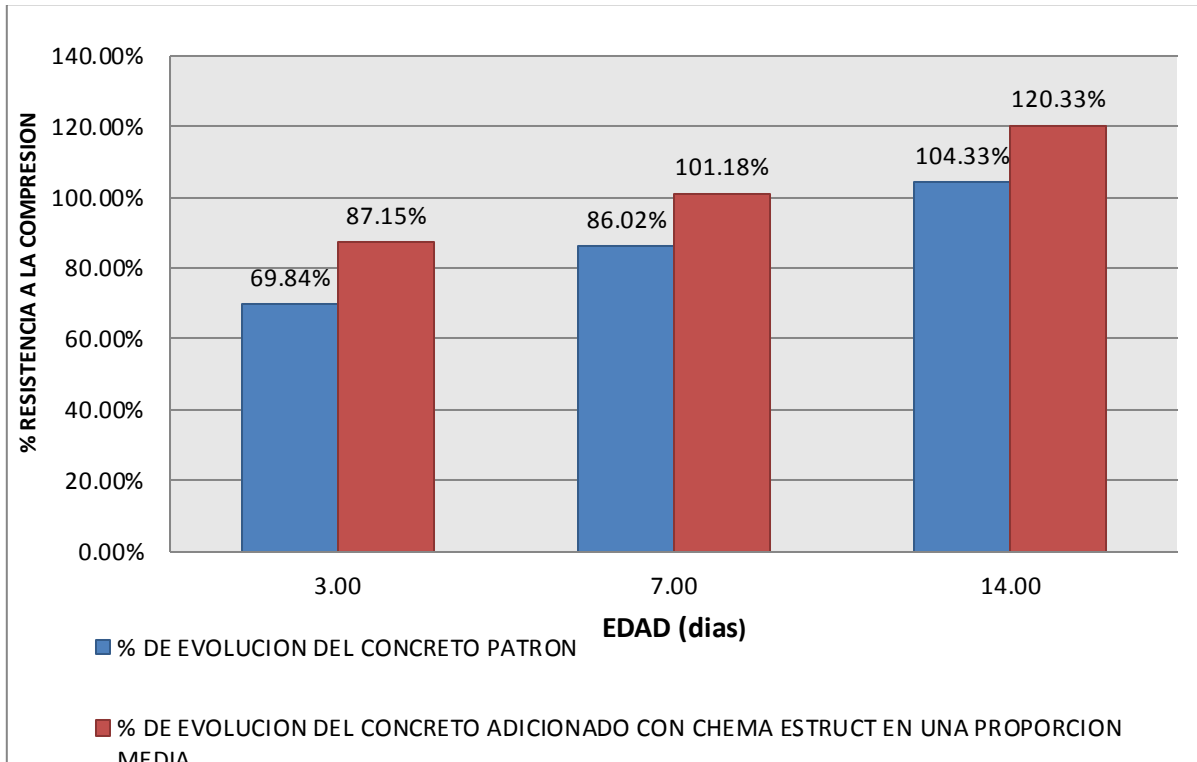
**Figura N° 30: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct**



En la Figura N° 30 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema Estruct en una proporción media



**Figura N° 31: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct**



En la Figura N° 31 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema Estruct en una proporción media

#### 4.3.12 CONTROL DE PRODUCCIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA DE ADITIVO ACELERANTE RECOMENDADO POR CADA FABRICANTE CON ADICIÓN DE 11.77 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

##### 4.3.12.1 CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA

Tabla N° 80: Materiales para el diseño del concreto adicionado con Chema Estruct en una proporción máxima

#### PARA 9 BRIQUETAS

MATERIALES	Und.	CANTIDAD
Cemento	Kg.	18.45
Agregado Fino	Kg.	45.76
Agregado Grueso	Kg.	45.01
Agua	Lt.	9.23
Chema 5	Lt.	0.22

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 80 se muestra la cantidad de materiales para la elaboración del concreto adicionado con aditivo acelerante de fragua Chema Estruct, en una proporción máxima de 8.83 cm<sup>3</sup> por kg de cemento recomendado por el fabricante.

##### 4.3.12.2 ESPECÍMENES DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 8.83 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

Los resultados de la resistencia a la compresión obtenida se encuentran en la siguiente tabla



**Tabla N° 81: Control de producción y resistencia del concreto con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento**

LUGAR		LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						HORA DE ELABORACIÓN		2:40 p.m.			
FECHA DE ELABORACIÓN		08/04/2014			ELABORADO POR		EDISON SIMÓN PONCE CÓRDOVA						
F'c DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>			TIPO DE MUESTRA		TESTIGOS DE CONCRETO						
FACTOR DE SEGURIDAD F'rc		295 kg/cm <sup>2</sup>			SLUMP DE DISEÑO		3" - 4"						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHAS DE ROTURA			ÁREA DE TESTIGO	CARGA (kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			RESISTENCIA PROMEDIO	%
		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS		
1	08/04/2014	11/04/2014			182.41	33069.11			181.29				
2	08/04/2014	11/04/2014			182.41	33253.34			182.30			180.73	86.06%
3	08/04/2014	11/04/2014			182.41	32576.60			178.59				
4	08/04/2014		15/04/2014		182.41		38718.35		212.26				
5	08/04/2014		15/04/2014		182.41		38413.72		210.59			212.70	101.28%
6	08/04/2014		15/04/2014		182.41		39261.93		215.24				
7	08/04/2014			22/04/2014	182.41		49863.60		273.36				
8	08/04/2014			22/04/2014	182.41		48431.68		265.51			272.84	129.92%
9	08/04/2014			22/04/2014	182.41		51009.13		279.64				

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 81 muestra los resultados de resistencia a la compresión de testigos de concreto (briquetas) con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por kg de cemento (acelerante de fragua para concreto armado), ensayadas a los 3, 7, 14 días después de ser moldeados los testigos de concreto, mostrando así los promedios de las resistencias obtenidas.

También se observa los porcentajes obtenidos de la resistencia promedio respecto a la resistencia de diseño



#### 4.3.12.3 COMPARACIÓN DE ESPECÍMENES DEL CONCRETO PATRÓN VS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 11.77 CM<sup>3</sup> POR KG DE CEMENTO DE CHEMA ESTRUCT

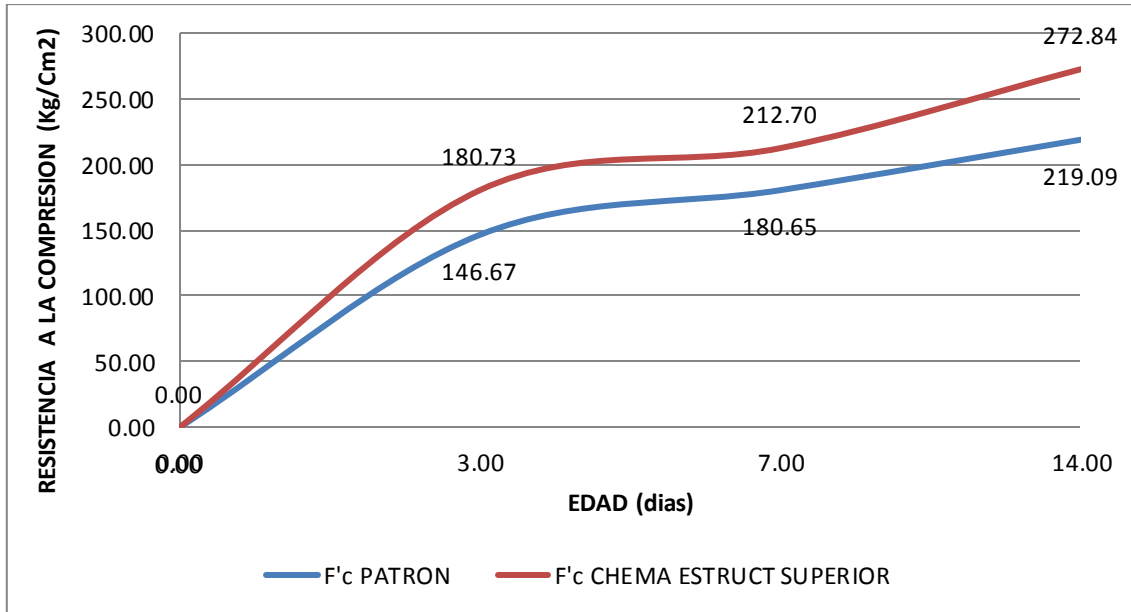
Tabla N° 82: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct

EDAD días	F'c PATRÓN	F'c CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO PATRÓN	% DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON CHEMA ESTRUCT EN UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	% DE INCREMENTO F'c
0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
3	146.67	180.73	69.84%	86.06%	16.22%
7	180.65	212.70	86.02%	101.28%	15.26%
14	219.09	272.84	104.33%	129.92%	25.60%

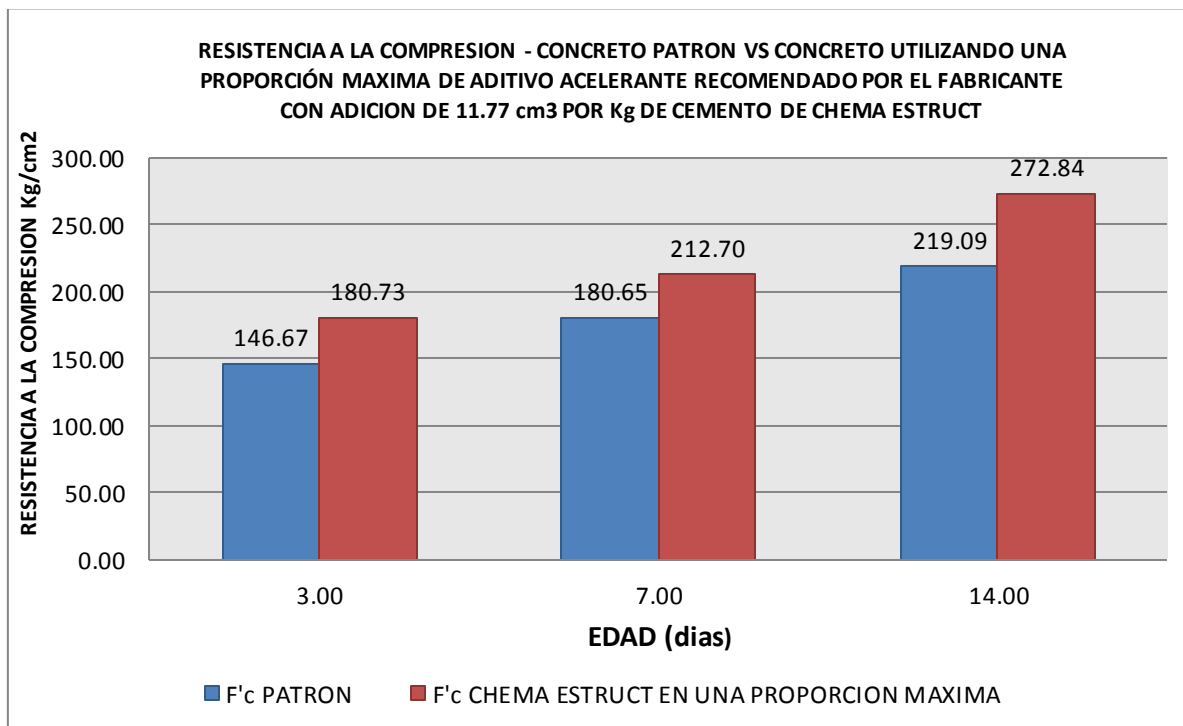
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 82 se muestra la resistencia a la compresión y los porcentajes de evolución en cada una de edades de los testigos del concreto patrón y del concreto con adición de Chema Estruct en una proporción máxima; también se observa el porcentaje de incremento de F'c del concreto con adición de Chema Estruct en una proporción máxima respecto al concreto patrón.

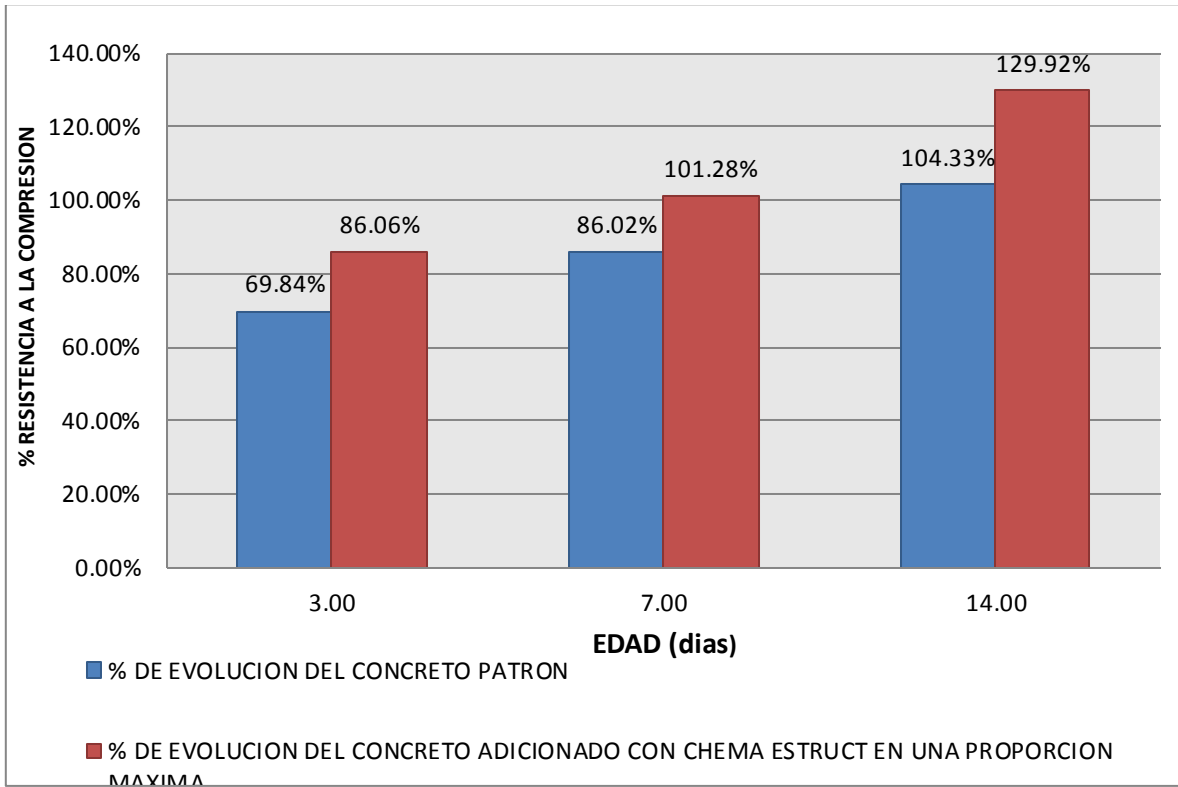
**Figura N° 32: Resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct**



En la Figura N° 32 se observa la comparación de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema Estruct en una proporción máxima



**Figura N° 33: % de la resistencia a la compresión - concreto patrón vs concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct**



En la Figura N° 33 se observa la comparación en porcentaje de la evolución de la resistencia a la compresión respecto a la edad (días) del concreto patrón vs el concreto con adición de Chema Estruct en una proporción máxima

**Tabla N° 83 Resumen de resistencia del concreto utilizando proporciones de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante**

TIPO DE CONCRETO	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm2)	% DE LA RESISTENCIA PROMEDIO RESPECTO AL DISEÑO	DIFERENCIA DE RESISTENCIAS, RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN (Kg/cm2)	% DE LA DIFERENCIA DE RESISTENCIAS, RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	3	146.67	69.84%	0.00	0.00%
	7	180.65	86.02%	0.00	0.00%
	14	219.09	104.33%	0.00	0.00%
<b>SIKA 3</b>					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	152.87	72.80%	6.21	2.96%
	7	196.79	93.71%	16.14	7.69%
	14	211.74	100.83%	-7.35	-3.50%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	154.34	73.50%	7.68	3.66%
	7	198.81	94.67%	18.17	8.65%
	14	205.16	97.69%	-13.93	-6.63%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	155.69	74.14%	9.02	4.30%
	7	146.83	69.92%	-33.82	-16.10%
	14	138.17	65.80%	-80.91	-38.53%
<b>SIKA 5</b>					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	161.87	77.08%	15.20	7.24%
	7	210.88	100.42%	30.23	14.40%
	14	235.21	112.00%	16.12	7.68%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	178.63	85.06%	31.96	15.22%
	7	187.50	89.28%	6.85	3.26%
	14	236.56	112.65%	17.48	8.32%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	192.01	91.43%	45.34	21.59%
	7	196.08	93.37%	15.43	7.35%
	14	247.67	117.94%	28.58	13.61%
<b>CHEMA 5</b>					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	149.13	71.01%	2.46	1.17%
	7	198.74	94.64%	18.09	8.62%
	14	223.41	106.39%	4.33	2.06%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	156.92	74.72%	10.25	4.88%
	7	200.39	95.42%	19.74	9.40%
	14	224.03	106.68%	4.94	2.35%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	154.02	73.34%	7.35	3.50%
	7	196.00	93.33%	15.35	7.31%
	14	178.64	85.07%	-40.45	-19.26%

CHEMA ESTRUCT					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	189.47	90.22%	42.80	20.38%
	7	223.30	106.33%	42.65	20.31%
	14	245.24	116.78%	26.15	12.45%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	197.00	93.81%	50.34	23.97%
	7	201.02	95.72%	20.37	9.70%
	14	252.69	120.33%	33.60	16.00%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	3	180.73	86.06%	34.06	16.22%
	7	212.70	101.28%	32.05	15.26%
	14	272.84	129.92%	53.75	25.60%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 83 muestra un resumen de resultados de resistencia ensayadas de diferentes tipos de concreto, elaboradas utilizando diferentes proporciones de aditivo acelerante comercial recomendado por cada fabricante; en esta tabla también se puede observar la diferencia de resistencias de los diferentes tipos de concretos respecto al concreto patrón.

Los resultados que se muestran están expresados en kg/cm<sup>2</sup> y en porcentajes.

#### 4.4 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE MATERIALES PARA LA DOSIFICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CONCRETO

Para realizar el análisis de costos unitarios de materiales para los diferentes tipos concreto, se utilizara las cantidades del diseño de mezclas de la presente investigación, los costos unitarios de los materiales serán tomados a precio de mercado de la ciudad del Cusco, así como los precios de los aditivos comerciales utilizados.

En los análisis de costos unitarios de materiales de los diferentes tipos de concreto, se utilizara los mismos insumos con la variación de los diferentes tipos de aditivos utilizados.

**Tabla N° 84: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto patrón**

<b>CONCRETO PATRÓN</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.50	S/. 202.57
ARENA	m3	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m3	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 287.81</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 84 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto patrón, que asciende a S/. 287.81 por metro cubico de concreto.

**Tabla N° 85: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 1 : 11 PARTES DE AGUA DE Sika 3</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
Sika 3	Lt.	16.64	S/. 6.50	S/. 108.16
ARENA	m3	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m3	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 393.38</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 85 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 1:11 partes de agua de Sika 3, que asciende a S/. 393.38 por metro cubico de concreto

**Tabla N° 86: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 10 partes de agua de Sika 3**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 1 : 10 PARTES DE AGUA DE Sika 3</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
Sika 3	Lt.	18.30	S/. 6.50	S/. 118.95
ARENA	m3	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m3	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 404.17</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 86 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 1:10 partes de agua de Sika 3, que asciende a S/. 404.17 por metro cubico de concreto

**Tabla N° 87: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 1: 9 partes de agua de Sika 3**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 1 : 9 PARTES DE AGUA DE Sika 3</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
Sika 3	Lt.	20.34	S/. 6.50	S/. 132.21
ARENA	m3	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m3	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 417.43</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 87 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 1:9 partes de agua de Sika 3, que asciende a S/. 417.43 por metro cubico de concreto

**Tabla N° 88: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 7 cm<sup>3</sup> DE Sika 5 por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
Sika 5	Lt.	2.56	S/. 10.50	S/. 26.90
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 312.12</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 88 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 7 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5, que asciende a S/. 312.12 por metro cubico de concreto

**Tabla N° 89: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 17.5 cm<sup>3</sup> DE Sika 5 por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
Sika 5	Lt.	6.41	S/. 10.50	S/. 67.31
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 352.53</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 89 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 17.5 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5, que asciende a S/. 352.53 por metro cubico de concreto.



**Tabla N° 90: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 28 cm<sup>3</sup> DE Sika 5 por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
Sika 5	Lt.	10.25	S/. 10.50	S/. 107.60
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 392.83</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 90 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 28 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Sika 5, que asciende a S/. 392.83 por metro cubico de concreto.

**Tabla N° 91: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 cm<sup>3</sup> DE Chema 5 por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
CHEMA 5	Lt.	8.62	S/. 5.90	S/. 50.86
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 336.08</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 91 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 23.53 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5, que asciende a S/. 336.08 por metro cubico de concreto.

**Tabla N° 92: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 47.06 cm<sup>3</sup> DE Chema5 por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
CHEMA 5	Lt.	17.22	S/. 5.90	S/. 101.60
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 386.82</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 92 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 47.06 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5, que asciende a S/. 386.82 por metro cubico de concreto.

**Tabla N° 93: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante con adición de 70.60 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 23.53 cm<sup>3</sup> DE Chema5 por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
CHEMA 5	Lt.	25.84	S/. 5.90	S/. 152.46
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 437.68</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 93 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 70.60 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema 5, que asciende a S/. 437.68 por metro cubico de concreto.

**Tabla N° 94: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción mínima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 5.88 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
CHEMA ESTRUCT	Lt.	2.15	S/. 13.00	S/. 27.95
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 313.17</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 94 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 5.88 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct, que asciende a S/. 313.17 por metro cubico de concreto.

**Tabla N° 95: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción media de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 8.82 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct en proporción normal**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 8.82 cm<sup>3</sup> de Chema Estruct por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
CHEMA ESTRUCT	Lt.	3.23	S/. 13.00	S/. 41.99
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
				<b>total S/. 327.21</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 95 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 8.82 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct, que asciende a S/. 327.21 por metro cubico de concreto.



**Tabla N° 96: Análisis de costos unitarios de materiales para la dosificación del concreto utilizando una proporción máxima de aditivo acelerante recomendado por el fabricante con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct**

<b>CONCRETO CON ADICIÓN DE 11.77 cm<sup>3</sup> de Chema Estruc por Kg. DE CEMENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>				
CEMENTO	bolsas	8.62	S/. 23.20	S/. 199.98
CHEMA ESTRUCT	Lt.	4.31	S/. 13.00	S/. 56.03
ARENA	m <sup>3</sup>	0.52	S/. 80.00	S/. 41.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>	0.72	S/. 60.00	S/. 43.20
AGUA	m <sup>3</sup>	0.18	S/. 2.44	S/. 0.44
			<b>total</b>	<b>S/. 341.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 96 muestra el análisis de costos unitarios de materiales del concreto con adición de 11.77 cm<sup>3</sup> por kg de cemento de Chema Estruct, que asciende a S/. 341.25 por metro cubico de concreto.

**Tabla N° 97: Resumen del análisis de costos unitarios de materiales del concreto utilizando proporciones de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante**

TIPO DE CONCRETO	COSTO DE MATERIALES PARA CONCRETO / m <sup>3</sup>	DIFERENCIA DE COSTOS DE MATERIALES RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN / m <sup>3</sup>
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	S/. 287.81	S/. 0.00
<b>SIKA 3</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 393.38	S/. 105.57
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	S/. 404.17	S/. 116.36
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	S/. 417.43	S/. 129.62
<b>SIKA 5</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 312.12	S/. 24.31
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	S/. 352.53	S/. 64.72
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	S/. 392.83	S/. 105.02
<b>CHEMA 5</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 336.08	S/. 48.27
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	S/. 386.82	S/. 99.01
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	S/. 437.68	S/. 149.87
<b>CHEMA ESTRUCT</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 313.17	S/. 25.36
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	S/. 327.21	S/. 39.40
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	S/. 341.25	S/. 53.44

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 97 muestra el resumen del análisis de costos unitarios de materiales de los diferentes tipos de concreto, utilizando proporciones recomendadas por cada fabricante; también se observa la diferencia de costos de materiales respecto al concreto patrón.

#### 4.5 TABLAS SELECCIONADAS DE LOS RESÚMENES DE ESTUDIOS REALIZADOS EN LA PRESENTE TESIS PARA SELECCIONAR LAS PROPORCIONES MÁS CONVENIENTES DE LOS ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA

**Tabla N° 98: penetración de la pasta utilizando una proporción conveniente de aditivos acelerantes recomendado por cada fabricante (Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Estruct)**

TIPO DE CONCRETO	PENETRACIÓN (mm)			
	1ra HORA	2da HORA	3ra HORA	4ta HORA
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	INDEFINIDO	INDEFINIDO	35	31
<b>SIKA 3</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	37	27
<b>SIKA 5</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	26	5	1
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	INDEFINIDO	21	4	1
<b>CHEMA 5</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	38	27
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	35	5
<b>CHEMA ESTRUCT</b>				
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	28	1
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	INDEFINIDO	INDEFINIDO	2	1

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 98 muestra el resumen de la penetración de la aguja de Vicat en la pasta de cemento con adición aditivos acelerantes de fragua Sika y Chema en proporciones recomendadas por cada fabricante, en lapsos de una hora, pudiéndose apreciar así el tiempo de fragua inicial.

**Tabla N° 99: Resistencia del concreto utilizando proporciones convenientes de aditivos acelerantes recomendados por cada fabricante para una edad de 14 días**

CONCRETO ELABORADO CON ADICIÓN DE ADITIVO ACELERANTE	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE LA RESISTENCIA PROMEDIO RESPECTO AL DISEÑO	DIFERENCIA DE RESISTENCIAS, RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN(Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE LA DIFERENCIA DE RESISTENCIAS, RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	14	219.09	104.33%	0.00	0.00%
<b>SIKA 3</b>					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	211.74	100.83%	-7.35	-3.50%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	205.16	97.69%	-13.93	-6.63%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	138.17	65.80%	-80.91	-38.53%
<b>SIKA 5</b>					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	235.21	112.00%	16.12	7.68%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	236.56	112.65%	17.48	8.32%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	247.67	117.94%	28.58	13.61%
<b>CHEMA 5</b>					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	223.41	106.39%	4.33	2.06%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	224.03	106.68%	4.94	2.35%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	178.64	85.07%	-40.45	-19.26%
<b>CHEMA ESTRUCT</b>					
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	245.24	116.78%	26.15	12.45%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	252.69	120.33%	33.60	16.00%
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA RECOMENDADO POR EL FABRICANTE	14	272.84	129.92%	53.75	25.60%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla n° 99 muestra un resumen de resultados de resistencia de diferentes tipos concretos, ensayadas a los 14 días, elaboradas utilizando diferentes proporciones de aditivo acelerante comercial recomendado por cada fabricante

**Tabla N° 100: Costo de materiales para las dosificaciones convenientes de concreto utilizando proporciones de aditivos acelerantes recomendados por cada fabricante**

TIPOS DE CONCRETO	COSTO DE MATERIALES PARA EL CONCRETO / m <sup>3</sup>	DIFERENCIA DE COSTOS de MATERIALES RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN / m <sup>3</sup>
<b>CONCRETO PATRÓN</b>	S/. 287.81	S/. 0.00
<b>SIKA 3</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 393.38	S/. 105.57
<b>SIKA 5</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 312.12	S/. 24.31
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	S/. 392.83	S/. 105.02
<b>CHEMA 5</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 336.08	S/. 48.27
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	S/. 386.82	S/. 99.01
<b>CHEMA ESTRUCT</b>		
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	S/. 313.17	S/. 25.36
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MEDIA	S/. 327.21	S/. 39.40
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	S/. 341.25	S/. 53.44

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 100 se observa los costos de los materiales de cada tipo de concreto con las dosificaciones convenientes y la diferencia de costos respecto al concreto patrón.



**Tabla N° 101: Consolidado de las tablas resúmenes convenientes para la utilización de Aditivos acelerantes comerciales de fragua utilizados en la presente tesis.**

CONCRETO CON UN TIPO DE ADITIVO	ENSAYO DE PENETRACIÓN A LA 4TA HORA (TIEMPO DE FRAGUA)	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> ) A LOS 14 DÍAS	COSTO DE MATERIALES POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO
<b>Sika 3</b>			
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	27	211.74	S/. 393.38
<b>Sika 5</b>			
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	1	235.21	S/. 312.12
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	1	247.67	S/. 392.83
<b>Chema 5</b>			
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	27	223.41	S/. 336.08
<b>Chema Estruct</b>			
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÍNIMA	1	245.24	S/. 313.17
UTILIZANDO UNA PROPORCIÓN MÁXIMA	1	272.84	S/. 341.25

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 101 se observa un consolidado de resúmenes de las tablas que se recomendaría utilizar en los diferentes tipos concreto con adición de aditivos acelerantes de fragua.

## CAPITULO V:

### DISCUSIÓN

**1. ¿LOS AGREGADOS UTILIZADOS SON LOS ADECUADOS PARA LA PRESENTE INVESTIGACION?**

Los agregados utilizados en la presente tesis de investigación son agregados de las canteras de Vicho, Huambutio y Cunyac, estas canteras son las más comercializadas en la región del Cusco, por que cumplen con las características necesarias para la elaboración del concreto.

**2. ¿LA CALIDAD DEL AGREGADO FINO ES EL ADECUADO PARA LOS CÁLCULOS EN EL DISEÑO DE MEZCLAS?**

El agregado fino utilizado en el diseño de mezclas, proviene de la combinación de dos tipos de agregados, 70% de la arena roja de mina zarandeada de la cantera de Huambutio y 30 % de la arena fina de la cantera de Cunyac teniendo un módulo de fineza de 2.83, entrando dentro del rango que varía de 2.3 a 3.1, entrando dentro de la curva granulométrica estandarizada para agregado fino según la NTP.

**3. ¿LA CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO ES EL ADECUADO PARA LOS CÁLCULOS EN EL DISEÑO DE MEZCLAS?**

El agregado grueso utilizado en el diseño de mezclas tiene un tamaño máximo de 1" y un tamaño máximo nominal de 3/4", entrando dentro de la curva granulométrica estandarizada para agregado grueso, según la NTP.

**4. ¿LA DOSIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS, ES EL MISMO PARA TODOS LOS ENSAYOS REALIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO?**



Según el diseño de mezclas la dosificación de los agregados no varía para la producción de especímenes de concreto; solo varía el volumen de aditivo utilizado para los diferentes tipos de ensayos realizados

**5. ¿CUALES SON LOS ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA MÁS COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO?**

Los aditivos acelerantes de fragua más comercializados en la ciudad del Cusco son de la marca Sika y Chema, utilizando para la presente tesis los aditivos Sika 3, Sika 5, Chema 5 y Chema Estruct.

**6. ¿COMO DIFIERE LA DOSIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA EN EL CONCRETO?**

La dosificación de los aditivos es muy importante, porque de ello depende en cuanto queremos acelerar nuestro concreto, esta dosificación difiere en resistencia, costos y tiempo de fragua.

**7. ¿EN CUANTO TIEMPO EL CONCRETO CON DOSIFICACIONES DIFERENTES DE ADITIVOS ACELERANTES SIKA 3, SIKA 5, CHEMA 5 Y CHEMA ESTRUCT ACELERAN EL PROCESO DE FRAGUADO?**

Todos los especímenes de concreto (briquetas), con dosificaciones diferentes de aditivos acelerantes de fragua recomendado por cada fabricante, difieren en tiempo de fragua inicial como: Sika 3, Sika 5 y Chema 5 empieza el fraguado inicial a las dos horas de preparado la pasta de cemento, mientras Chema Estruct empieza el fraguado inicial a la tercera hora de preparado la pasta de cemento.

**8. ¿CÓMO INCIDE LA UTILIZACIÓN DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA EN LA CIUDAD DEL CUSCO?**

Muchas veces en la región del Cusco, la elaboración de concreto es empírica, porque no se tiene las características necesarias de los agregados a utilizar en obra.

La utilización de aditivos acelerantes de fragua es muy vaga, porque muchas personas desconocen el efecto de que tienen los climas fríos en el concreto,



en la presente tesis de investigación se evalúa alguno de estos aditivos acelerantes de fragua comercializados en la ciudad del Cusco para conocer su correcto uso y efectos que puede tener el concreto en el tiempo.



## GLOSARIO

### **ADITIVO**

Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades.

### **AGREGADOS**

Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

### **AGREGADO FINO**

Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").

### **AGREGADO GRUESO**

Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

### **AIRE INCLUIDO**

Burbujas de aire incorporadas intencionalmente en el mortero o concreto durante el mezclado, usualmente empleando un agente químico.

### **ARENA**

Agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas.

### **CLINKER**

Es el insumo o material principal del cemento, por ende el componente más importante del concreto, es obtenida tras la calcinación de la caliza y arcillas en el horno a temperaturas entre los 1350 Y 1450°C.



## **CONCRETO**

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

## **CUARTEO**

Método para obtener una muestra representativa del tamaño adecuado, a partir de la muestra original del agregado.

## **CURADO**

El control de la humedad y temperatura, durante un período de tiempo determinado para que el concreto adquiera la resistencia proyectada.

## **DOSIFICACIÓN**

Implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen alguna mezcla como el concreto.

## **FRAGUADO (CEMENTO)**

Cambio del estado fluido al estado rígido de una pasta de cemento, mortero o concreto implica pérdida de plasticidad.

## **GRANULOMETRÍA**

Es la distribución por tamaños de las partículas de los agregados, generalmente expresado en porcentaje.

## **GRAVA**

Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos. Se encuentra comúnmente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural.

## **MEZCLA**

Incorporar o unir en una sola, dos o más materiales.



## **MEZCLADO**

La acción de revolver los componentes del concreto o mortero con el fin de formar una masa homogénea

## **MUESTREO**

Toma de los especímenes representativos de un lote de material, para que se realicen con ellos las correspondientes pruebas de laboratorio o revisión y selección de elementos

## **MÓDULO DE FINEZA**

El módulo de fineza del agregado fino, es el índice aproximado que nos describe en forma rápida y breve la proporción de finos o de gruesos que se tiene en las partículas que lo constituyen.

## **MORTERO**

Es la mezcla constituida por cemento, agregados predominantemente finos y agua.

## **PRECIO UNITARIO**

Es una evaluación económica a que tendrá derecho el contratista por cada unidad de trabajo ejecutado.

## **PORTLAND**

El nombre "portland" proviene de una península de gran bretaña la piedra gris de esta zona tiene una composición y apariencia similar a la del cemento, el cemento de portland es el nombre genérico que reciben los cementos hidráulicos básicos y de gran eficiencia se obtienen al triturar el clínker, que se consigue cociendo una mezcla cuidadosamente compuesta de piedra caliza, sílice, alúmina y, en algunos casos, otros productos.

## **RELACIÓN AGUA/CEMENTO (R A/C)**



Relación que se obtiene de dividir el peso del agua, entre el peso del cemento de la mezcla, a mayor relación menor resistencia mecánica y menor durabilidad del concreto.

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Capacidad máxima de carga que soporta un material antes de llegar a su límite de ruptura, se expresa en kg/cm<sup>2</sup>.

### **SULFATOS**

Sales de azufre, abundantes en los suelos y aguas naturales, así como en los desechos industriales, domésticos o municipales, estos compuestos químicos pueden dañar considerablemente la durabilidad del concreto.

### **TAMIZ**

Instrumento similar a una coladera, que se usa para separar las partículas gruesas de las finas, que integran un conjunto o una mezcla.

### **TAMIZADO**

El tamizado es la fase siguiente a la de molturación y triturado. se pasa la gravilla por una criba o tamiz de un tamaño concreto para producir una mezcla homogénea con un tamaño de gránulo específico.

### **TRABAJABILIDAD**

La propiedad de la mezcla de concreto que determina su facilidad de ser moldeada, colada y acabada.

### **VICAT**

Aparato de pruebas para evaluar los tiempos de fraguado: inicial, final y falso de los cementos hidráulicos.





## CONCLUSIONES

1. Se demuestra la hipótesis general sobre **“Las características del efecto de los aditivos Chema y Sika en la ciudad del Cusco para acelerar el tiempo de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos, difieren en tiempo de fragua, resistencia a la compresión y costos”**, todos los aditivos utilizados en la presente tesis tienen un tiempo de fragua inicial a la primera hora indefinido, quiere decir que la aguja de Vicat penetra hasta el fondo del molde. Como se muestra en la tabla N° 43. El aditivo acelerante utilizado que tiene un tiempo de fragua inicial más rápido en cualquiera de sus proporciones a la cuarta hora es Sika 3, en una proporción máxima en donde la penetración de la aguja de Vicat es 0 mm.
2. La incidencia de la menor resistencia de concreto obtenida en una proporción mínima es de 149.13 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días, que corresponde al aditivo Chema 5. y La mayor resistencia de concreto obtenida en una proporción máxima es de 272.84 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, que corresponde al aditivo Chema Estruct. Estos resultados se pueden observar en la tabla N° 83.
3. Cuando se trabaja con una proporción máxima de aditivo Sika 3, al séptimo día, la resistencia del concreto es de 146.83 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo la resistencia en 8.86 kg/cm<sup>2</sup>, al catorceavo día, la resistencia es de 138.17 kg/cm<sup>2</sup>, estos resultados, reflejan una clara disminución de la resistencia a la compresión, no cumpliendo con nuestro diseño de mezclas. F'c=210kg/cm<sup>2</sup>.
4. Se demuestra que al utilizar los aditivos Sika 5 y Chema Estruct en el concreto, en cualquiera de sus proporciones recomendadas por cada fabricante (mínima, media y máxima), se observa que existe un incremento de resistencia a los 3, 7 y 14 días respectivamente, como se observa en la tabla N° 83, cumpliendo con nuestro diseño de mezclas. F'c=210kg/cm<sup>2</sup>.
5. Cuando se trabaja con una proporción máxima de aditivo Chema 5, al catorceavo día, la resistencia del concreto es de 178.64 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo la resistencia, este resultado, reflejan una clara disminución de la resistencia a la compresión, no cumpliendo con nuestro diseño de mezclas. F'c=210kg/cm<sup>2</sup>.
6. La incidencia del aditivo acelerante utilizado que tiene un menor costo de materiales por m<sup>3</sup> de concreto en una proporción mínima es Sika 5, que asciende S/. 312.12, tiene una diferencia de S/.24.31 respecto a los materiales



del concreto patrón, y en una proporción máxima es Chema 5, ascendiendo a S/. 437.68 y tiene una diferencia de S/.149.87 respecto a los materiales del concreto patrón; estas diferencias son directamente proporcional al volumen de concreto a utilizar. Los costos de los materiales utilizados en los diferentes tipos de concreto se puede apreciar en la tabla N° 97.

7. Se demuestra que el concreto en una proporción mínima de Sika 3 resulta conveniente por el tiempo de fragua, de 27 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de  $211.74 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días y el costo de materiales asciende a S/.393.38; también resulta conveniente usar Sika 5 en una proporción mínima por el tiempo de fragua, de 1 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de  $235.21 \text{ kg/m}^2$  y el costo de materiales asciende a S/.312.12, estos tipos de concreto cumplen con la resistencia de diseño  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
8. Se demuestra que el concreto en una proporción mínima de Chema 5 resulta conveniente por el tiempo de fragua, de 27 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de  $223.41 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días y el costo de materiales es de S/.423.35; también resulta conveniente usar Chema Estruct en una proporción mínima por el tiempo de fragua, de 1 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de  $245.24 \text{ kg/m}^2$  a los 14 días y el costo de materiales es de S/.313.17, estos tipos de concreto cumplen con la resistencia de diseño  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar una buena granulometría de los agregados, que se encuentren dentro de los límites establecidos por las normas ASTM y NTP, para así obtener un diseño de mezclas óptimo
2. Para preparar una buena mezcla de concreto, es recomendable cumplir con el tiempo de batido (90 minutos) en la mezcladora de concreto, y así garantizar que los agregados y los aditivos queden completamente untados por el cemento
3. La utilización del aditivo Sika3 (aditivos acelerantes de fragua para concretos simples), es recomendable en una proporción mínima, porque se alcanza temperaturas de fragua a las 4 horas de 27 mm, una resistencia de 211.74 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y un costo de materiales por m<sup>3</sup> de S/. 393.38
4. La utilización del aditivo Sika 5 (aditivos acelerantes de fragua para concreto armado), es recomendable en una proporción mínima, por que alcanza temperaturas de fragua inicial a las cuatro horas de 1 mm, una resistencia de 235.21 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y un costo de materiales por m<sup>3</sup> de S/.312.12, también es recomendable en una proporción máxima, por que alcanza temperaturas de fragua inicial a las cuatro horas de 1 mm, una resistencia de 247.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y un costo de materiales por m<sup>3</sup> de S/.392.83, la utilización de una dosificación máxima, dependerá mucho de la resistencia del concreto a la que se desea llegar, ya que este concreto tiene un incremento a la resistencia a la compresión de 13.61% respecto al concreto patrón.
5. La utilización del aditivo Chema 5 (aditivos acelerantes de fragua para concretos simples), es recomendable en una proporción mínima, porque se alcanza temperaturas de fragua a las 4 horas de 27 mm, una resistencia a la compresión de 223.41 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y un costo de materiales por m<sup>3</sup> de S/.336.08
6. La utilización del aditivo Chema Estruct (aditivos acelerantes de fragua para concreto armado), es recomendable en una proporción mínima, por que alcanza temperaturas de fragua inicial a las cuatro horas de 1 mm, una resistencia de 245.24 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y un costo de materiales por m<sup>3</sup> de S/.313.17 y también es recomendable en una proporción máxima, por que alcanza temperaturas de fragua inicial a las cuatro horas de 1 mm, una



resistencia de 272.84 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y un costo de materiales por m<sup>3</sup> de S/.341.25, la utilización de una dosificación máxima, dependerá mucho de la resistencia del concreto a la que se desea llegar, ya que este concreto tiene un incremento de resistencia a la compresión de 25.60 % respecto al concreto patrón.

7. Se recomienda utilizar aditivos acelerantes de fragua para concreto armado, ya que estos aditivos no contienen cloruros, y también pueden ser utilizados en concretos simples, ya que se ha demostrado que tienen un mejor comportamiento a la resistencia a la compresión, utilizando cualquiera de las dosificaciones recomendadas por el fabricante.
8. El desarrollo del uso de aditivos acelerantes de fragua en nuestra ciudad es importante, debido a que el concreto elaborado a horas de la noche puede sufrir cambios en su volumen debido a las bajas temperaturas, ya que nos encontramos a una altitud aproximada de 3300 m.s.n.m.
9. Los estudios demuestran que los aditivos Chema Estruct y Sika 5 en cualquiera de sus proporciones, tiene un mejor comportamiento en tiempo de fragua, resistencia y costo de materiales.
10. Es necesario reconocer que hay mucho por aprender acerca de las mezclas de Concreto con adición de aditivo acelerante de fragua, por lo que se requiere realizar más investigación con una cantidad mayor de testigos (briquetas) y ensayos, y así tener una mejor utilización y adaptación en el uso de los aditivos acelerantes de fragua en nuestra localidad.



## REFERENCIAS

- ABANTO CASTILLO, F. (2009). Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas) (2da ed.). Lima, Perú: San Marcos.
- ANDRÉS ZAVALA, A. (2007). Proyecto de Investigación Científica. Lima, Perú: San Marcos.
- CHEMA. (2007). Manual Técnico de Productos. Aditivos y productos para la construcción. (Chema 5. 2007. ed.).
- GOMEZLURADO SARRIA, J. (1997). Tecnología y Propiedades (1ra ed.). Instituto del Concreto ASOCRETO.
- HARMSSEN, T. E. (2005). Diseño de estructuras de concreto. Lima, Perú: Fondo editoria de la Pontificia Universidad Católica.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. (2006). Fundamentos de Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill.
- IMCYC. (2004). Conceptos Básicos del Concreto.
- IMCYC. (s.f.). Elaboración, Colocación y Protección del Concreto en clima caluroso y frío ACI 305, ACI 306. México, México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.
- KOSMATKA, S. H., & PANARESE, W. C. (1992). Diseño y Control de Mezclas de Concreto A.C. (1ra ed.). México, México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- MERRIT, F. S. (1992). Manual del Ingeniero Civil (3ra ed.). McGraw-Hill.
- PASQUEL CARBAJAL, E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto (2da ed.). (C. d. Perú, Ed.) Lima, Perú.
- PASQUEL CARBAJAL, E. (2009). Tecnología del Concreto (2da ed.). Lima, Perú: San Marcos.
- PERSICO, J. (2006). Aditivos Inhibidores de Corrosión, WR Grace Argentina, En Hormigonar. Argentina: Asociación de fabricantes de Hormigón Fuente Revista Construcción y Tecnología, IMCYC, Julio 2010.
- RIVVA LOPEZ, E. (2010). Materiales para el Concreto (2da ed., Vol. Tomo 1). Lima, Perú: ICG.
- ROJAS SORIANO, R. (1995). El proceso de la investigación científica (4ta ed.). México: Trillas.



SIKA. (2012). Construcción. Hoja Técnica Sika 5, acelerante de fraguado sin cloruros. (5, 07/02/12. GM. ed.).

The Chemical Company. (2006). BASF.

TORRES BARDALES, C. (1995). Metodología de la Investigación Científica (4ta ed.). Lima: San Marcos.

URBAN BROTONS, P. (2009). Construcción de estructuras de concreto armado. Club Universitario San Vicente.

### LINK GRAFÍA

Aditivos-Aspectos generales. (03 de 10 de 2015). Obtenido de <http://ingecivilcusco.blogspot.pe/2009/07/aditivos-aspectos-generales.html>

INEI. (2015). venta local de cemento por empresa, según departamento. Obtenido de [www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/venta local de cemento por empresa, según departamento](http://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/venta-local-de-cemento-por-empresa-segun-departamento)

NRMCA. (02 de 10 de 2015). El concreto en la práctica. Obtenido de Understanding Chloride Percentages Publication No 173: <http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/cip15es.pdf>

REPORTE FINANCIERO BURKENROAD, P. (2010). Sector cementero del Perú. Recuperado el mayo 26, 2010, de [http://www.latinburkenroad.com/docs/BRLA%20Peruvian%20Cement%20Industry%20\(201002%20Spanish\).pdf](http://www.latinburkenroad.com/docs/BRLA%20Peruvian%20Cement%20Industry%20(201002%20Spanish).pdf)

Wikipedia. (02 de Octubre de 2015). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Fraguado>



**ANEXOS**



**ANEXO N° 01**

**PANEL FOTOGRÁFICO**

Foto N° 01



*Selección del agregado*

Foto N° 02



*Cuarteo del agregado*



Foto N° 03



*Cuarteo del agregado*

Foto N° 04



*Toma de datos del agregado*

Foto N° 05



*Serie de tamices para el ensayo de granulometría*

Foto N° 06



*Granulometría del agregado*



Foto N° 07



*Calculo del peso unitario de los agregados*

Foto N° 08



*Extracción de aire atrapado del picnómetro con la bomba de vacíos*

Foto N° 09



*Colocado de los agregados en el horno a 110 °C*

Foto N° 10



*Secado de los agregados en el horno*

Foto N° 11



*Tipos de aditivos acelerantes comerciales utilizados en el ensayo de penetración con la aguja de vicat*

Foto N° 12



*Dosificación del aditivo Sika para la preparación de la pasta de cemento para el ensayo de penetración con la aguja de Vicat*



Foto N° 13



*Adición de agua a la dosificación de aditivo para la preparación de la pasta de cemento para el ensayo de penetración con la aguja de Vicat*

Foto N° 14



*Amasado de la pasta de cemento con adición de aditivo acelerante*

Foto N° 15



*Colocación de la pasta de cemento a los molde de ensayo de penetración*

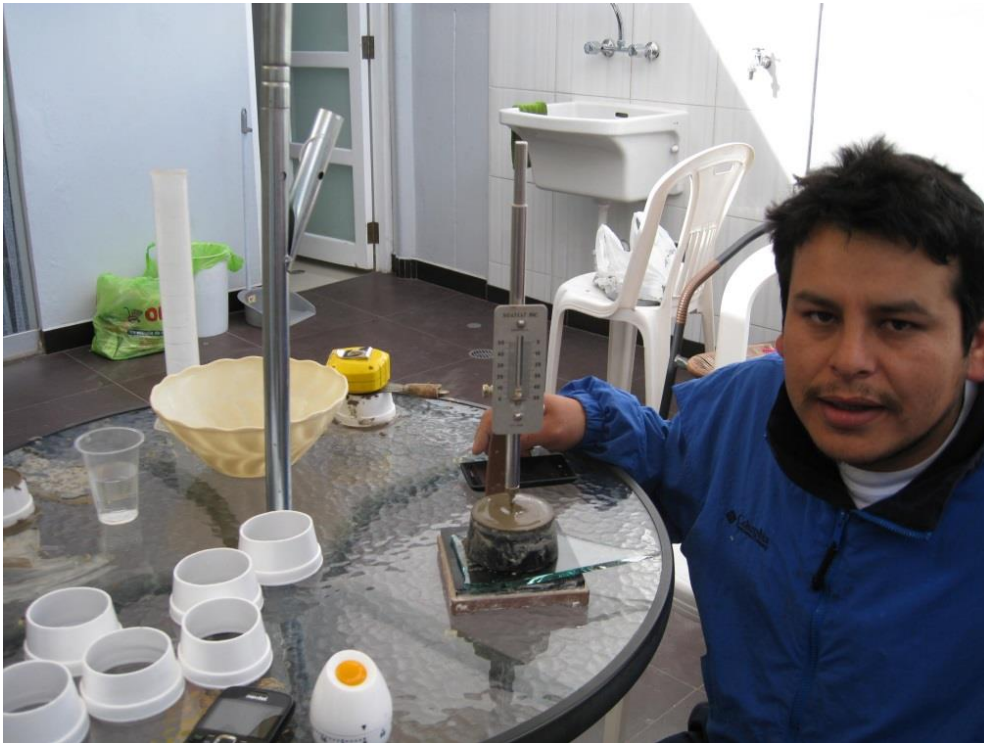
Foto N° 16



*Colocado del molde al instrumento (aguja de Vicat)*



Foto N° 17



*Penetración de la pasta con la aguja de vicat*

Foto N° 18



*Se observa la penetración de la aguja de Vicat a la pasta*



Foto N° 19



*Se observa después de una hora la penetración de la aguja en la pasta*

Foto N° 20



*Se observa las lecturas tomadas a cada ensayo*

Foto N° 21



Aquí se observa los moldes con diferentes ensayos de penetración con la aguja de Vicat

Foto N° 22



*Aquí se observa la pasta ya fraguada en el molde*



Foto N° 23



*Preparación de moldes para testigos de concreto*

Foto N° 24



*Toma de datos de humedad de los agregados*

Foto N° 25



*Pesaje de cemento para elaboración de concreto*

Foto N° 26



*Dosificación del aditivo acelerante Sika*

Foto N° 27



*Dosificación del aditivo acelerante Chema*

Foto N° 28



*Adición de agua para la preparación de concreto*



Foto N° 29



*Adición de acelerante de concreto al agua de amasado*

Foto N° 30



*Adición del cemento al agua de amasado para la preparación del concreto*

Foto N° 31



*Adición de los agregados para la preparación del concreto*

Foto N° 32



*Batido del concreto con mezcladora*



Foto N° 33



*Se observa el concreto fresco*

Foto N° 34



*Colocación de la mezcla en los moldes (briquetas)*



Foto N° 35



*Moldeo del concreto fresco*

Foto N° 36



Identificación de los diferentes tipos de concreto

Foto N° 37



*Desmoldado de los testigos de concreto*

Foto N° 38



*Prensa para ruptura de testigos de concreto (briquetas)*



Foto N° 39



*Colocación del testigo a la prensa*

Foto N° 40



*Se observa el comportamiento del testigo (rotura)*

Foto N° 41



*Se observa la lectura del comportamiento de los testigos en Mpa*

Foto N° 42



*Se observa los testigos ya ensayados*



INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.



## CERTIFICADO DE ENSAYOS

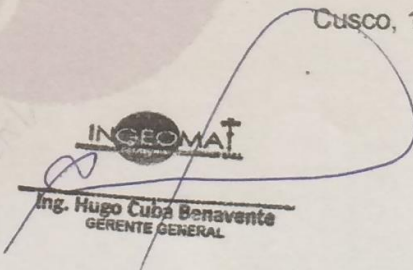
El que suscribe Gerente General de la empresa INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES - INGEOMAT E.I.R.L informa que:


El Sr. **EDISON SIMON PONCE CORDOVA**, Estudiante de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco realizo los ensayos de:

Elaboración de Briquetas y Ensayo de Slump o Trabajabilidad de concreto con adición de aditivos acelerantes de fragua, desde el 25 de febrero al 10 de abril del 2014.

Por lo cual se expide el presente documento en solicitud del interesado para fines que estime conveniente.

Cusco, 18 de abril del 2014



  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
GERENTE GENERAL

cubano480@hotmail.com, Ingeomat\_cusco@hotmail.com, Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián - Cusco  
Cel. RPC: 974279249 Telf. 270342, RPM: #998990111, Nextel: 947285580, 947285567, www.ingeomat.com.



**8. REORDENAMIENTO TARIFARIO Y ANALISIS DE LA PROPUESTA**

**8.1. Reordenamiento Tarifario**

La Resolución de Consejo Directivo N° 009-2007-SUNASS-CD aprobó los Lineamientos para el Reordenamiento de Estructuras Tarifarias, los cuales tienen como objetivo alcanzar estructuras tarifarias que promuevan la eficiencia económica y suficiencia financiera de las EPS y, al mismo tiempo, contribuyan al logro de los principios de equidad, transparencia y simplicidad.

En cumplimiento a estos Lineamientos Generales, se propone para SEDACUSCO, en su Segunda Etapa del Reordenamiento Tarifario, una estructura tarifaria que se caracterice, principalmente, por ser más simplificada y por perfeccionar el sistema de subsidios cruzados. Estas características han conllevado a reducir el número de asignaciones de consumo por categoría, así como también el mejoramiento de la focalización del subsidio, centrándose éste en aquellos usuarios de menores consumos (Clase Residencial).

Cabe precisar que, los aspectos considerados en la Primera Etapa del Reordenamiento Tarifario, tales como: Tarifación Binomial, reconocimiento de las clases Residencial y No Residencial, eliminación del Consumo Mínimo, entre otros, serán mantenidos en esta Segunda Etapa del Reordenamiento Tarifario.

La estructura tarifaria tendrá la siguiente composición:

**Cuadro N°19**  
**Estructura Tarifaria Propuesta para la Localidad de Cusco**

Clase	Categoría	Rango	Tarifa (S./m3)		Cargo Fijo	Asignación de Consumo (m3/mes)
			Agua	Alcantarillado		
Residencial	Social	0 a 20	0.304	0.268	3.773	13
		20 a más	1.025	0.902	3.773	
	Doméstico I	0 a 10	0.553	0.487	3.773	18
		10 a 28	0.908	0.799	3.773	
	Doméstico II	0 a 20	0.492	0.433	3.773	13
		20 a más	1.025	0.902	3.773	
No Residencial	Comercial I	0 a 50	2.385	2.098	3.773	50
		50 a más	4.726	4.158	3.773	
	Comercial II	0 a 30	1.532	1.348	3.773	30
		30 a más	3.105	2.732	3.773	
	Industrial	0 a 100	3.105	2.732	3.773	90
		100 a más	6.526	5.742	3.773	
	Estatal	0 a 70	1.532	1.348	3.773	60
		70 a más	1.722	1.515	3.773	



# HOJA TÉCNICA

## Sika®-3

Acelerante controlable de fraguado

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika®-3 es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento a base de cloruros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. No es inflamable.

#### USOS

##### En pastas:

Para el sellado de perforaciones en las faenas de sondaje, el tapado de grietas con o sin filtraciones de agua.

##### En morteros de fraguado y endurecimiento rápido:

Albañilerías, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y otros.

##### En concretos:

Donde se requiera alcanzar elevadas resistencias mecánicas en corto tiempo, ya sea para una pronta puesta en servicio o disminución de los tiempos de desencofrado.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección.
- Vaciado de concretos rápidos para cimientos o elementos de concreto expuestos a la acción de aguas subterráneas (napas freáticas).
- Faenas en donde se necesita una rotación rápida del encofrado.
- Reducción de las presiones de los moldes.
- Reparación de pavimentos y pistas de aeropuerto para una rápida puesta en servicio.
- Trabajos marítimos entre dos mareas (sin armadura).
- Obras hidráulicas.
- Para alcantarillado en la construcción o reparación de pozos, cámaras y tuberías

#### NORMA

Cumple la norma ASTM C 494 tipo C

### DATOS BÁSICOS

#### FORMA

#### ASPECTO

Líquido

Hoja Técnica  
Sika® 3  
22.01.15, Edición 13



	<b>COLORES</b> Verde azulino
	<b>PRESENTACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paquete x 4 envases PET x 4 L</li><li>▪ Cilindro x 200 L</li></ul>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> 2 años en lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>DENSIDAD</b> 1.22 ± 0.01 kg/L
	<b>USGBC VALORACIÓN LEED</b> Sika®-3 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQ: 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
<b>INFORMACIÓN DEL SISTEMA</b>	
<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> El consumo depende del tiempo de fraguado que se desee alcanzar.
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>MODO DE EMPLEO</b> <p>Se puede utilizar puro o disuelto hasta en 15 partes de agua, dependiendo del uso y de las necesidades de la obra.</p> <p>Para su dilución deberá emplearse recipientes limpios y mantener una agitación constante evitando con ello diferencias en la concentración del aditivo.</p> <p>Debe utilizarse con cemento fresco.</p> <p>La colocación del concreto o mortero con Sika®-3 deberá ser rápida, ya que los tiempos de fraguado se acortan considerablemente.</p> <p>En caso de utilizar Sika®-3 en concreto, deberá considerarse una concentración máxima de 1:9, una parte de Sika®-3 diluido en nueve o más partes de agua.</p> <p>Debido a que existen muchos factores que influyen en una mezcla, no se pueden indicar dosis exactas de aditivos, por lo que se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra para determinar la concentración más favorable</p> <p>Las influencias son :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Temperatura ambiental y de los materiales.</li><li>▪ Tipo, cantidad y grado de meteorización del cemento.</li><li>▪ Cantidad de agua (relación a/c) y otros.</li><li>▪ Tomar las más estrictas precauciones para un correcto curado del concreto, recomendando el uso de Antisol.</li><li>▪ Nunca usar con aditivos expansores.</li></ul> <p><b>IMPORTANTE</b> Al almacenar en tiempo prolongado el Sika®-3, éste puede cambiar de color, lo que no implica una disminución de su efecto.</p>
<p>Hoja Técnica SikaSika®-3-3 22.01.15, Edición 13</p>	
<p>2/4</p> <p>BUILDING TRUST </p>	



**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](http://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](http://www.sika.com.pe).

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 12  
la misma que deberá ser destruida”**

Hoja Técnica  
SikaSika®-33  
22.01.15, Edición 13

3/4

BUILDING TRUST



PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika®-3 :

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](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
SikaSika®-3 3  
22.01.15, Edición 13

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



© 2014 Sika Perú S.A.



Hoja Técnica  
Edición 5, 07/02/12, GM  
Sika® 5

## Sika® 5

### Acelerante de Fraguado sin cloruros

#### Descripción General

Sika® 5, es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento exento de cloruros para concretos y morteros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. Acelera el desarrollo de las resistencias mecánicas iniciales aumentando las resistencias finales.

#### Campos de aplicación

- En pastas, para el sellado de perforaciones en las faenas de sondaje, el tapado de grietas con o sin filtraciones de agua.
- En morteros de fraguado y endurecimiento rápido, albañilerías, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y otros.
- En concretos: donde se requiera alcanzar elevadas resistencias mecánicas en corto tiempo, ya sea para una pronta puesta en servicio o disminución de los tiempos de desencofrado.

#### Ventajas

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección.
- Vaciado de concretos rápidos para cimientos o elementos de concreto expuestos a la acción de aguas subterráneas (napas freáticas).
- Faenas en donde se necesita una rotación del encofrado.
- Reducción de las presiones de los moldes.
- Reparación de pavimentos y pistas de aeropuerto para una rápida puesta en servicio.
- Trabajos marítimos entre dos mareas.
- Obras hidráulicas.
- Para alcantarillado en la construcción o reparación de pozas, cámaras y tuberías.

#### Datos Básicos

Aspecto Líquido.

Color Transparente tonalidad amarilla

#### Presentación

- Paquete de 4 envases PET x 4 Litros.
- Cilindro x 185 litros.

#### Almacenamiento

Un año en lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.

#### Datos Técnicos

Densidad 1.38 kg/L ± 0.01

#### Norma

Cumple con la norma ASTM C 494 Tipo C

#### Resistencia

Edad	Testigo	Norma ASTM C 494 Tipo C	Sika® 5
3 días	100%	125%	128%
7 días	100%	100%	111%
28 días	100%	100%	110%

Estos resultados corresponden al diseño con cemento tipo I y los agregados huso 57 de Lima.

Para otro tipo de cemento y agregado se deberán efectuar las pruebas correspondientes.



Fragua			
	Patrón	Norma ASTM C 494	Sika® 5
Fragua Inicial	4 h 35'	1:00 hasta 3:30 antes	3 h 20'
Fragua Final	6 h 27'	Mínimo 1 h antes	5 h 11'

**Aplicación**  
**Consumo** Sika® 5 es utilizado en un rango del 7 a 28 cm<sup>3</sup> por kilogramo de cemento. a utilizar, dependiendo del tiempo que se desee acelerar.

**Método de aplicación** Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la dosis exacta según el objetivo deseado, considerando el contenido de cemento, la temperatura y el efecto de otros aditivos incluidos en la dosificación.  
Sika® 5 se agrega diluido en el agua de amasado de la mezcla.  
También puede añadirse al camión concreto en obra, en este caso, realizar obligatoriamente un amasado suplementario de 1 minuto por metro cúbico de concreto. Antes de su colocación, debe verificarse visualmente la consistencia correcta del concreto.  
Cuando utilice Sika® 5 deben respetarse las reglas generales para la fabricación y colocación del concreto. Debe prestarse atención especial al curado del concreto, sobre todo a primeras edades y con baja temperatura. Se recomienda que la temperatura de la masa del concreto no sea inferior a 8 °C al momento de colocar el molde o encofrado. Según código ACI 318 para concretos en climas fríos.  
Después del desencofrado es recomendable curar el concreto con antisol, especialmente si este trabajo se efectúa cuando las temperaturas son bajas.

**Importante** Al almacenar en tiempo prolongado el Sika® 5 puede cambiar de color, lo que no implica una disminución de su efecto.

**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 natural 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](http://www.sika.com.pe)

**Nota Legal** 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](http://www.sika.com.pe).

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

2

Sika® 5 2/3





Sika Perú S.A., Centro Industrial "Las Praderas de Lurin "  
S/N, MZ "B" Lote 5 y 6 Lurin, Lima - Perú  
Tel: (51-1) 618-6060 / Fax: (51-1) 618-6070  
E-mail [construccion@pe.sika.com](mailto:construccion@pe.sika.com) / Web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)



3

Sika® 5 3/3

Sika Perú S.A., Centro Industrial "Las Praderas de Lurin "  
S/N, MZ "B" Lote 5 y 6 Lurin, Lima - Perú





CHEM MASTERS DEL PERU S.A.

**Chema 5****Acelerante de fragua líquido de pastas de cemento, morteros y concretos simples o ciclópeos.**

Versión 2013

**DESCRIPCIÓN:**

Es un aditivo líquido de color verde claro que proporciona a las pastas de cemento, morteros y concretos altas ganancias tempranas de  $f'c$  disminuyendo el tiempo de fragua y aumentando plasticidad a la mezcla.

Acelerante ideal para morteros, pastas de cemento y concretos ciclópeos. Contiene cloruro de calcio por lo que no debe emplearse nunca en concreto armado.

**USOS:**

- Para fraguas rápidas y altas ganancias de temperaturas del  $f'c$  de morteros o concretos simples o ciclopeos
- Para desencofrar en menor tiempo de lo normal: bloques, tubos, losetas de concreto.
- Para reparación de pistas y veredas, falsos pisos, contra pisos y reparación de elementos no reforzados con fierro.
- Para mejorar la adherencia de parches de concretos.
- En bajas temperaturas, para ayudar a fraguar más rápidamente las pasta de cemento, morteros o concretos simples evita asimismo la cristalización del agua de los morteros o concretos.

**VENTAJAS:**

- Muy económico. Reduce los costos de construcción. No ocasiona atrasos por temperaturas frías. Se obtiene alta  $f'c$  temprana y  $f'c$  final.
- Menor contracción.
- Mayor trabajabilidad.
- Permite realizar el acabado el mismo día.
- Evita que se malogren los morteros y concretos por las bajas temperaturas.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Peso específico	: 1.09
Color	: Verde Claro
Aspecto	: Líquido
Solubilidad	: En agua
P.H.	: 7
Efectos fisiológicos	: Manipular con elementos de protección (guantes, lentes, máscara de seguridad industrial).

**DOSIFICACIÓN:**

Varia de 1 a 3 litros por bolsa de cemento en el agua de amasado, dependiendo de la temperatura del ambiente y del tiempo de fragua que se requiere lograr. La dosis recomendada es usualmente 1/3 galón (1.2 litros aprox.) por bolsa de cemento.

Para valores referenciales en concreto (Ver tabla N° 1).

Se recomienda realizar pruebas in situ para determinar la dosificación apropiada.

**MODO DE EMPLEO:**

Diluir la dosificación en el agua de amasado. Reducir el agua de amasado del 5 al 10%.

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente para determinar si son apropiados para un uso particular. El uso, aplicación y manejo de los productos, queda fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

**IMPORTADORA TECNICA INDUSTRIAL Y COMERCIAL S.A.**

Av. Industrial 765, Lima 1. Teléf. (511) 336-8407 - Fax (511) 336-8408  
e-mail: chema@iticsa.com web: www.iticsa.com



**PRECAUCIONES:**

Producto tóxico, **NO INGERIR**, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.  
 No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto.  
 Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.  
 Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.  
 En caso de contacto con los ojos y la piel, lávelos con abundante agua.  
 Si es ingerido, no provocar vómitos, procurar ayuda médica inmediata.  
 No usarlo en concreto armado. Para este caso use **CHEMA ESTRUCT** o **CHEMA 3**.  
 Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el 7mo. día. Mejor si se usa curador de membrana **CHEMA**, el cual se aplica en cuanto haya desaparecido la exudación.

**TABLA N° 1**

Comportamiento de la pasta de cemento en cuanto al tiempo de fragua y dosificación.  
 Pastas de Cemento con **CHEMA 5**

% sobre peso de cemento	CHEMA 5 en cc.	Agua cc.	TIEMPO DE FRAGUA	
			HORAS	MINUTOS
35	70	—	—	3
30	60	10	—	5
20	40	30	—	40
15	30	40	1	20
10	20	50	2	—
8	16	54	2	30
6	12	58	3	—
4	8	62	3	30
2	4	—	4	—

Pasta: para 200 gr. de cemento.

**TABLA N° 2**

Comportamiento del mortero de cemento en cuanto al tiempo de fragua y dosificación con **CHEMA 5** mortero: Para 200 gr. de mortero 1.3 (50 gr. de cemento por 150 gr. de arena a/c 0.55)

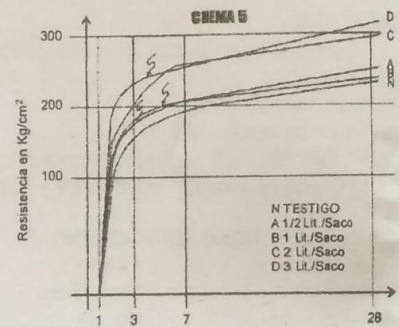
% sobre peso de cemento	CHEMA 5 en cc.	Agua cc.	TIEMPO DE FRAGUA	
			HORAS	MINUTOS
50	25	2.5	1	40
40	20	7.5	2	—
30	15	12.5	2	15
20	10	17.5	2	20
14	7	20.5	3	—
10	5	22.5	3	20
6	3	24.5	4	10
2	1	26.5	5	15

**TABLA N° 3**

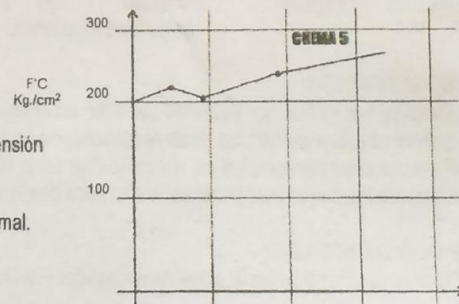
Comportamiento del concreto ciclópeo o simple en valores de la resistencia a la compresión en  $\text{kg./cm}^2$  y en porcentaje del testigo. DISEÑO DE MEZCLA: de concreto  $f'c = 210 - 1:2.5 : 3.1 - a/c 0.61$  - Cemento Sol tipo IP  
**CHEMA 5**: Valores de la resistencia en compresión en  $\text{kg/cm}^2$  y en porcentaje de lo normal.

DOSIFICACION	1 día	3 días	7 días	28 días
TESTIGO	122 (100%)	180 (100%)	207 (100%)	250 (100%)
1/2 Litro	156 (128%)	197 (109%)	215 (104%)	264 (106%)
1 Litro	145 (119%)	196 (108%)	220 (106%)	253 (101%)
2 Litros	155 (127%)	210 (117%)	265 (128%)	296 (118%)
3 Litros	189 (163%)	240 (133%)	261 (126%)	323 (129%)

**Fig. N° 4: Concreto simple**  
 Curvas de relación - f'c vs. Tiempo para diferentes dosificaciones.



**Fig. N° 5: Concreto simple**  
 Valores de f'c vs. Dosificación



**PRECAUCIONES:**

Producto tóxico, **NO INGERIR**, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.  
 No coma ni beba mientras manipula el producto.  
 Lavese las manos luego de manipular el producto.  
 Utilice guantes de seguridad, gafas y ropa protectoras de trabajo.  
 Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.  
 En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.  
 Si es ingerido, no provocar vómitos, procure buscar ayuda médica inmediata.




Hoja Técnica

## CHEMA ESTRUCT

Acelerante de fragua para concreto armado, sin cloruros

ADI.2.1.4  
RVP - V.0



**Chema**  
Calidad que Construye

**DESCRIPCIÓN** CHEMA ESTRUCT es una sustancia química líquida que al ser adicionado a la mezcla de concreto acelera el proceso de endurecimiento y produce importantes ganancias tempranas de la resistencia a la compresión, contiene agentes plastificantes y en climas de bajas temperaturas trabaja como anticongelante. Su efecto es sobre toda mezcla de concreto, tanto con cementos Portland como también Pozolánicos, muy resistente a las sales y sulfatos. Puede ser empleado tanto en climas normales como bajo cero grados, no contiene cloruros, mas bien trabaja como un inhibidor de corrosión. Producto adecuado a la norma ASTM C-494; este aditivo protege al concreto en su estado fresco, evitando la cristalización o congelamiento en especial para concreto armado.

**VENTAJAS**

- Actúa como inhibidor de la corrosión del fierro de refuerzo.
- Permite lograr altas resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite abrir el tránsito en pisos o losas de concreto.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos se malogren por las bajas temperaturas.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera.
- Mayor trabajabilidad.

**USOS**

- Para vaciados de elementos estructurales en cualquier clima, donde se desee obtener en 3 días la fuerza a la compresión (f<sub>c</sub>) que se obtendría con el diseño de mezcla a los 7 días sin el CHEMA ESTRUCT.
- Para vaciados en climas fríos o donde se espera una helada; hará que el concreto fragüe en la mitad de tiempo a pesar de la baja temperatura.
- En obras de concreto donde se necesite poner en servicio en menos tiempo.
- Para construir en climas a bajas temperaturas.
- En terrenos con nivel freático superficial.
- Cuando se espera una helada para evitar la cristalización o congelamiento
- Para desencofrar en menor tiempo y acortar tiempos de entrega.

**DATOS TÉCNICOS**

Color: Amarillo verdoso  
Ph: 9.0 - 11.0  
Apariencia: Líquida  
Densidad a 25°C: 1.27 ± 0.01 gr/ml

**PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO**

1. Agregue la dosificación requerida de CHEMA ESTRUCT en el agua de amasado al momento en que se va a usar y bátalo bien. La relación a/c recomendada máxima debe ser 0.45 o reduzca hasta 10% la cantidad de agua. La trabajabilidad del concreto no disminuye debido a que el CHEMA ESTRUCT contiene plastificantes.

(Vea cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión respecto a un Testigo)

**ATENCIÓN AL CLIENTE:**  
(511) 336-8407

Página 1 de 3




Hoja Técnica

## CHEMA ESTRUCT

Acelerante de fragua para concreto armado, sin cloruros

ADI.2.1.4  
RVP-V.0



**Chema**  
Calidad que Construye

**RENDIMIENTO** Las dosificaciones de CHEMA ESTRUCT de acuerdo al clima y necesidades son:

- REDUCIDA 250 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)
- NORMAL 375 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)
- SUPERIOR 500 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)

La dosis como porcentaje es 0.6% a 2% del peso del cemento.

---

**PRESENTACIÓN** Envase de 1 gal. (Código: 09012004)  
Envase de 5 gal. (Código: 09012005)  
Envase de 55 gal. (Código: 09012055)

---

**ALMACENAMIENTO** De almacenarse en un lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo el tiempo de vida útil será de 2 años.

---

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES** En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).  
Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.  
No comer ni beber mientras manipula el producto.  
Lavarse las manos luego de manipular el producto.  
Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.  
Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.  
En caso de contacto con los ojos y la piel, lávelos con abundante agua.  
Si es ingerido, no provocar vómitos, procurar ayuda médica inmediata.

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

**ATENCIÓN AL CLIENTE:**  
(511) 336-8407

Página 2 de 3

Hoja Técnica



Calidad que Construye

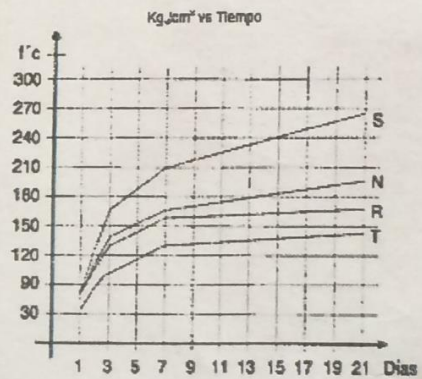
# CHEMA ESTRUCT

Acelerante de fragua para concreto armado, sin cloruros

ADI.2.1.4  
RVP-V.0

## CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN RESPECTO A UN TESTIGO

EFECTOS		TESTIGO	SUPERIOR	NORMAL	REDUCIDA
Tiempo fragua	20° C	5.30 Hrs.	4.0 Hrs.	4.30 Hrs.	5 Hrs.
GAN P c	1d	44 (100%)	74 (168%)	72 (163%)	59 (134%)
GAN P c	3d	96 (100%)	155 (161%)	135 (138%)	133 (138%)
GAN P c	7d	133 (100%)	198 (145%)	169 (127%)	161 (121%)
GAN P c	21d	145 (100%)	260 (133%)	190 (131%)	164 (110%)
Relación A/C	-	0.5	0.45	0.47	0.3
Tiempo fragua	6° C	19 Hrs.	6.30 Hrs.	-	-



ATENCIÓN AL CLIENTE  
(511) 336-8407

Página 3 de 3