

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA.



ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUÁNUCO”.

Tesis Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

PRESENTADO POR:

FRANKLIN APOLINARIO FABIAN.

ASESOR:

ING. LUIS S. NARRO JARA.

Huánuco-Perú

2017



DEDICATORIA.

A mi padre: Por su apoyo y paciencia permanente y por sus consejos en cada paso y situación de mi vida cotidiana y profesional. A mi madre que se encuentra en los cielos, de donde me da fuerzas para seguir adelante y me cuida cada día.



AGRADECIMIENTO.

A K.Z.H y R.Q.C por apoyarnos y guiarnos durante el desarrollo de este trabajo.



RESUMEN.

Este proyecto de investigación se realizó con el fin de comparar la resistencia a la compresión de los concretos elaborados a edades de 3, 7, 14 y 28 días con aditivo acelerante de fragua en condiciones de climas fríos en los lugares de Gelleycancha, Shiki y Pulpuliyag en Huánuco, para lograr una mezcla de concreto de 210 kg/cm².

Para lograr nuestro objetivo, 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 NTP 400.037 para agregados Gruesos y finos, se siguió con la elaboración de las mezclas, haciendo las pruebas de asentamiento al concreto tal como lo explica la norma NTP N° 339.045, luego se le realizó el ensayo de resistencia a la compresión a los diferentes concretos elaborados tal como está establecido en el RNE E.060 y NTP N° 339.034, para finalmente obtener los datos los cuales se presentaron en tablas, figuras y gráficos realizando comparaciones, comentarios e interpretaciones de los datos obtenidos con los esperados.

Los resultados mostraron que los aditivos tuvieron un comportamiento en la elaboración de la mezcla y en la resistencia a las edades ensayadas. En donde el aditivo acelerante, en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo presentó resultados menores a los esperados en los días ensayados mientras que los resultados de la



resistencia a la compresión del concreto con aditivo si presentaron resultados iguales y mayores a los esperados en los días ensayados.

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.

En el último capítulo se presentan las conclusiones del trabajo de investigación, algunas recomendaciones sobre el tema y la línea de investigación a proseguir.



INTRODUCCIÓN.

El concreto es el material de construcción más utilizado en obras y por tanto se hace indispensable conocer sus diferentes propiedades físicas y mecánicas. Se considera un material pétreo, durable y resistente; pero, dado que se trabaja en su forma fluida o plástica, puede adquirir prácticamente cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular, empleado para todo tipo de construcciones. La resistencia del concreto depende de la calidad y proporción de los materiales que lo componen, de la calidad de la mano de obra y de los cuidados posteriores al vaciado.

El cemento es un insumo primordial en el sector de la construcción es el más determinante, y este es uno de los sectores con mayor importancia en la economía de nuestro país. La característica más relevante en la medición de la calidad del concreto es su resistencia a la compresión. Por lo tanto es trascendental conocer como varía esta resistencia con relación a la variación de sus componentes.

Perú es un país con una variedad de climas, por ende el proceso constructivo en cada parte del país es diferente; muchas veces, como es el caso donde hay climas fríos se necesitará de un fraguado más rápido, otros casos será para la fabricación de elementos prefabricados, pos-tensados o pre-tensados; también para la fabricación de tubos. Y en otras ocasiones se necesitará un fraguado más lento, ya sea porque el clima es cálido o porque se necesita transportar el concreto a una larga distancia, mencionando también

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



la capacidad de superar ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado.

Los aditivos, a diferencia del cemento, los agregados y el agua, no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, pero son importantes y su uso se extiende cada vez más por el aporte que hacen a la economía de la mezcla; y la necesidad de modificar las características del concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor.

En el proyecto de investigación que se está presentando, está dirigido a la comparación sobre el estudio de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivo acelerante de fragua en las zonas alto andinas de la ciudad de la Unión departamento de Huánuco; se realizó todo los ensayos necesarios para los agregados finos y gruesos previo a realizar el procedimiento para el diseño de mezcla considerado la adhesión de aditivo, se realizó los procedimientos para la mezcla de concreto y posterior toma de muestra en probetas, para finalmente realizar el curado de la misma. Se analizaron los resultados de los ensayos a compresión en diferentes periodos de rotura, el grafico de evolución de la resistencia a la compresión de los diferentes lugares donde se realizaron los ensayos.

Se tuvo principal incidencia en los ensayos de laboratorio, la cual es la principal fuente de información que se debe considerar al momento de tomar decisiones en la construcción, con todo esto se pretende que esta investigación se tome como fuente de información futura para todas aquellas personas relacionadas y que se dediquen a la construcción en el país.



CAPÍTULO I

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1.1 Antecedentes internacionales.

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. Castellón Corrales, Harold y de la Ossa Arias, Karen. Cartagena, Noviembre 2013

CONCLUSIONES:

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

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



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.

1.1.2 Antecedentes nacionales.

Pérdida de consistencia del concreto en el tiempo a temperaturas inferiores o cercanas a cero. Speicher Fernández, Moisés B. Lima-Perú, 2007.

CONCLUSIONES:

Se llevaron a cabo modelos y procedimientos de construcción diferenciados respecto a los convencionales, dado que los materiales, insumos y las propias estructuras suelen presentar comportamientos complejos frente a los climas mencionados.

El empleo de aditivos uno plastificante (reductor de agua) Rheobuild 1000 y del aditivo inclusor de aire a través de una aplicación rápida y precisa, nos proporcionó un Concreto capaz de ser expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y nos permitió obtener una producción de concreto de alta calidad normal y de peso ligero reduciendo el agua y así logrando reducir la cantidad de cemento en la mezcla y proporcionando una solución económica y ventajosa en el proyecto realizado.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



1.1.3 Antecedentes Regionales.

Desempeño del concreto elaborado con las diferentes marcas comerciales del cemento portland Tipo I.

CONCLUSIONES:

Lo que se busca este proyecto de tesis es tener información sobre la calidad del cemento para su utilización garantizada de las diferentes marcas comerciales de cemento Portland Tipo I, tener resultados de laboratorio que ayuden al momento de elegir alguna marca comercial de cemento, el objetivo de esta investigación es Evaluar el desempeño del concreto elaborado con las diferentes marcas comerciales del cemento portland Tipo I.

1.1.4 Fundamentación del problema.

En la ingeniería se presentan diversos problemas no solo en cuanto al cálculo y diseño estructural, sino también en cuanto al material que se usa para una construcción y que este sea el indicado para que se alcance la durabilidad y el máximo rendimiento en el servicio para el cual la edificación este destinada. La intemperie y el clima es uno de los factores que influye mucho en cuanto a la elección del material apropiado ya que no es lo mismo construir en una zona de clima tropical que en una zona de clima frígido que es precisamente a lo que es este presente proyecto de investigación se hará mención al tratamiento con aditivo acelerante de fragua en el concreto.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Los concretos de hoy en día requieren en su composición la incorporación de aditivos y adiciones con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. En ese sentido el presente trabajo de investigación ha experimentado incorporando aditivo acelerante de fragua a la mezcla de concreto para obtener concretos de alta resistencia y poder observar su comportamiento.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1 Problema general.

¿De qué manera influirá la adhesión del aditivo acelerante de fragua en la resistencia a la compresión en concreto elaborados en zonas alto andinas en Huánuco?

1.2.2 Problemas Específicos.

- ¿De qué manera influirá en la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en las diferentes zonas alto andinas en Huánuco respecto a la resistencia esperada?
- ¿De qué manera influirá las diferentes zonas alto andinas en Huánuco en la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerantes de fragua?



1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 Objetivo general.

Realizar el estudio comparativo en la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en las zonas alto andinas en Huánuco.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar la resistencia a la compresión de los testigos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco.
- Plantear un diseño de mezcla para una resistencia ($f'c$) determinada.
- Elaborar testigos de concreto con un mismo diseño de mezcla para las diferentes zonas alto andinas en Huánuco.
- Realizar un análisis comparativo la resistencia a la compresión de los testigos de concreto elaborados con aditivos acelerantes de fragua en las diferentes zonas alto andinas en Huánuco.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

1.4.1 Justificación.

¿Por qué investigar?

La intemperie y el clima es uno de los factores que influye mucho en cuanto a la elección del material apropiado ya que no es lo mismo construir en una zona de clima tropical que en una zona de clima

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



frígido que es precisamente a lo que en este presente proyecto se hará mención al tratamiento del concreto como material principal de una edificación en climas fríos. Debido también a que no se cuenta con suficiente información relacionado a este proyecto de investigación, en la práctica solo se considera recomendaciones usados por los fabricantes para su uso en la mezcla de concreto,

1.4.2 Importancia.

Es de gran importancia la realización de este proyecto, debido a que se brindara un análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con aditivos acelerantes de fragua en zonas alto andinas en Huánuco, preveendo el colocado, acabado y cura e información para futuros estudios.

1.4.3 Limitaciones.

La economía es un factor importante ya que para la realización del proyecto de investigación se realizaran los ensayos para cada uno de las probetas en los días recomendados y como también los aditivos acelerantes.

El acceso a los lugares de estudio o a las obras donde se van a realizar la extracción de las muestras mediante probetas en los lugares de estudio.

La escasa información tanta impresa como virtual referido al tema de investigación.



CAPÍTULO II

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2. MARCO TEORICO.

2.1 CONCRETO.

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos (las cuales mejoran o modifican algunas propiedades del concreto), 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.

Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas.

2.1.1 Propiedades del Concreto.

Entre las diferentes propiedades que presenta el concreto, tenemos algunas de las principales:

- **Plasticidad:** Se define como aquella consistencia del concreto que pueda ser fácilmente moldeado, pero que le permita al concreto fresco cambiar de forma lentamente si se saca del molde.
- **Consistencia:** La consistencia está relacionado con el estado de fluidez del concreto, es decir, que tan dura o blanda sea la mezcla de concreto cuando se encuentra en estado plástico. Se conoce también como el grado de humedad de la mezcla.
- **Manejabilidad:** Propiedad del concreto mediante la cual se determina su capacidad para ser colocado y consolidado

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



apropiadamente y para ser terminado sin segregación dañina alguna. En la actualidad no existe un método directo para medir la manejabilidad de una mezcla de concreto, pero hay algunos ensayos que permiten tener una relación de esta propiedad con alguna otra característica del concreto; Entre ellos tenemos el ensayo de asentamiento, usado ampliamente por su simplicidad y rapidez, este mide la consistencia o fluidez de una mezcla fresca de concreto.

Existen muchos factores que influyen en la manejabilidad de una mezcla de concreto en estado plástico, entre ellos tenemos:

➤ **Contenido de agua de mezclado:** El contenido de agua en una mezcla de concreto es el principal factor que influye en la manejabilidad del mismo. La cantidad de agua en una mezcla puede depender del agua requerida para determinado tipo de cemento, de la granulometría del agregado, tamaño máximo, forma y textura de las partículas, del contenido de aire y de la consistencia especificada.

Existen diferentes métodos para establecer la cantidad de agua necesaria para una mezcla de concreto. El método más común está basado en un procedimiento de prueba y error con los materiales con que se va a trabajar hasta obtener la mezcla de concreto deseada; otro método más sencillo y rápido de manejar es la utilización de tablas o ábacos que han sido preparados en forma empírica, pero con la limitante de que sólo proporcionan cálculos aproximados.

➤ **Fluidez de la pasta:** La fluidez de la pasta influye en la manejabilidad de la mezcla de concreto, ya que para una cantidad determinada de pasta y de agregados, la



plasticidad de la mezcla dependerá de las proporciones de cemento y agua en la pasta.

Es decir, una pasta con poca agua y mucho cemento, será muy rígida por falta de agua evaporable, haciendo a la mezcla inmanejable por no poder lubricar los agregados; por lo contrario si el contenido de agua es alto y el del cemento es bajo, la pasta puede llegar a ser fluida.

- **Contenido de aire:** El aire en el concreto puede estar en forma natural atrapado en el mismo, pero más tarde es liberado en los procesos de compactación o también podemos encontrar el aire incorporado intencionalmente en el concreto para darle mayor durabilidad y manejabilidad.

En general, en una mezcla de concreto, el contenido de aire aumenta cuando se presente mezclas pobres en cemento, agregados con tamaño máximo menor, mayor cantidad de arena, consistencias más húmedas, operaciones de mezclado más fuertes o prolongadas e inclusiones de aditivos incorporadores de aire.

- **Gradación de los agregados:** Este factor tiene gran influencia en la manejabilidad del concreto porque si los agregados han sido mal gradados, la mezcla de concreto presenta vacíos que deben ser llenados con pasta en el caso de la arena y con mortero en el caso de agregado grueso para que la mezcla sea manejable y no quede porosa.
- **Forma y textura superficial de los agregados:** La forma y la textura de los agregados influyen en la manejabilidad del concreto. Por ejemplo, un agregado grueso rugoso con partículas alargadas y aplanadas exigirá mayor cantidad de arena, agua y pasta en una mezcla para mantener una



manejabilidad comparable con aquellas mezclas donde se utilicen partículas lisas y redondas, debido a la fricción generada por la trabazón existente entre las partículas.

- **Relación pasta–agregados:** Es la relación existente entre la cantidad de pasta y el área superficial de los agregados que esta debe cubrir y lubricar. Cuando esta relación sea alta, los agregados podrán moverse libremente, pero si la cantidad de pasta se reduce impedirá el movimiento los agregados, ocasionando que la mezcla se vuelva rugosa y áspera.
- **Relación arena–agregados:** Esta relación es importante en una mezcla de concreto, porque si posee un bajo contenido de arena será difícil de manejar, colocar y terminar y además tenderá a la segregación y exudación por ser una mezcla poco cohesiva; si por el contrario, el contenido de arena es alto, habrá necesidad de agregar agua o pasta en exceso para que la mezcla sea manejable, presentará tendencia a la exudación y segregación.
- **Aditivos:** Los aditivos permiten mejorar las condiciones de trabajo de una mezcla de concreto, permitiéndole una mayor manejabilidad, especialmente cuando los agregados son deficientes en finos y el cemento tiene tendencia a producir exudación entre otros.
- **Condiciones del clima:** Los agentes atmosféricos como el sol, la lluvia, el viento, etc., la temperatura y el tiempo transcurrido entre el mezclado y la colocación afectan la manejabilidad de una mezcla de concreto de tal forma que pueden cambiar la consistencia de la mezcla debido a que si hay evaporación por causa del sol o del viento, la mezcla se endurece rápidamente y por lo tanto pierde manejabilidad; por otro



lado si hay lluvia, habrá un aumento en la relación agua-cemento y pérdida de resistencia, aumentará la humedad de la mezcla ocasionando segregación, etc.

2.1.2 Materiales Componentes.

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento.

2.2 CONCRETO EN CLIMAS FRIOS.

Las condiciones extremas en el concreto se consideran cuando la temperatura ambiental es inferior a 5 °C y superior a los 28 °C, en cuyo caso se debe tener especial cuidado en la selección de materiales, dosificación, preparación, transporte, curado, control de calidad, encofrado y desencofrado del concreto. También podemos considerar como condición extrema la combinación de condiciones especiales de temperaturas ambientes, humedades relativas y velocidad del viento.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Si la temperatura ambiental media se mantiene superior a 10°C ya no se considera clima frío. En el caso de las normas Peruanas y otras sudamericanas consideran clima frío a aquel en que, en cualquier época del año la temperatura ambiente puede estar por debajo de 5°C .

Cuando el concreto se congela el agua libre se convierte en hielo aumentando su volumen que en estado sólido rompe la débil adherencia entre las partículas del concreto, si aún no se ha iniciado el proceso de endurecimiento. Asimismo debido a las bajas temperaturas se produce una disminución de la actividad o reacción química, para el proceso de endurecimiento del concreto el cual puede llegar a disminuir notablemente. Por todos estos motivos los ciclos de congelamiento y deshielo, pueden afectar gravemente la calidad final del concreto aun cuando se haya iniciado el proceso de endurecimiento. Los climas fríos y muy secos afectan el concreto originando el secado, principalmente de su superficie. La resistencia mínima para que no se produzcan reducciones significativas en la resistencia final del concreto debido al congelamiento es de 35 kg/cm^2 (ACI o BS8110), por lo cual es fundamental la protección del concreto durante las primeras 24 horas hasta lograr esa resistencia mínima.

2.2.1 Recomendaciones Para Concretos en Climas Fríos.

Las medidas a tomar para concreto elaborado en climas fríos se resumen en:

- a) Controlar la temperatura del concreto dentro de rangos permisibles durante la preparación, transporte, colocación y curado.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- b) Evitar que el concreto se congele hasta lograr su resistencia mínima

2.3 CEMENTO.

En general la palabra cemento, indica un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las cuales le permiten unir áridos inertes entre si formando una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada para el uso que se le da.

2.3.1 Cemento Portland.

En el medio de la construcción y más específicamente en el de la fabricación de concreto para estructuras, es reconocido que al mencionar la palabra cemento, implícitamente, ésta se refiere a cemento Portland. El cemento portland es un material grisáceo finamente pulverizado, conformado fundamentalmente por silicatos de calcio y aluminio. Las materias primas usuales a partir de las cuales se fabrica son calizas que proporcionan el CaO (Oxido de calcio) y arcillas y esquistos que proveen el SiO_2 (Dióxido de silicio) y el Al_2O_3 (Trióxido de dialuminio). Estos materiales se muelen, se mezclan, se funden en hornos hasta obtener el llamado clinker, y posteriormente se enfrían y se muelen de nuevo para lograr la finura requerida.

2.3.2 Tipos de Cemento .

Al cambiar las propiedades químicas y físico-mecánicas del cemento portland, se obtienen características diferentes cuando se hidrata, dando lugar a diferentes tipos de cementos.

TIPO I: De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



TIPO II: De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.

TIPO III: Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.

TIPO IV: De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.

TIPO V: Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de alcalisis y estructuras expuestas al agua de mar.

2.3.3 Compuestos Químicos en el Cemento Portland.

En general el proceso de fabricación del cemento puede ser simplificado diciendo que éste se produce a través de la interacción química de caliza y sílice a temperaturas de 1400 a 1600 °C, para formar silicatos de calcio primarios. Después de este proceso de calcinación se obtiene un clínker, denominado de Pórtland, que molido finamente constituye el componente principal del cemento. Durante esta última etapa, se le añade yeso (u otra fuente de sulfatos) para controlar su temprana reacción de hidratación.

Durante la calcinación en la fabricación del clínker de cemento Pórtland, el óxido de calcio se combina con los componentes ácidos de la materia prima; esta materia prima generalmente es una mezcla de material calcáreo, como la caliza, marga, creta o coquilla, y un material arcilloso como la pizarra, esquito o escoria de alto horno. No

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



obstante hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento y son:

- El silicato tricálcico (C_3S - Alita). Es el que produce la alta resistencia inicial del cemento portland hidratado. La reacción del C_3S 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 la hidratación.
- El silicato dicálcico (C_2S - Belita). Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento.
- El aluminato tricálcico (C_3A). El yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con C_3A para controlar el tiempo de fraguado.
- El aluminato ferrita tricálcica (C_4AF - Celia). Es semejante al C_3A , porque se hidrata con rapidez y solo desarrolla baja resistencia.

Tabla N° 1: Compuestos químicos en el cemento portland.

Compuesto	Formula Química	Abreviatura
Silicato Tricálcico	$3CaO SiO_2$	C_3S
Silicato Dicálcico	$2CaO SiO_2$	C_2S
Aluminato Tricálcico	$3CaO Al_2O_3$	C_3A
Aluminoferrito Tetracálcico	$4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$	C_4AF

Fuente: Diseño y control de mezclas de concreto. (EAOP)



Tabla N° 2: Requisitos Químicos Standard ASTM C-150 Para Cementos

Descripción	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo IIA
SiO ₂ , % mínimo	----	----	20.00	20.00
Al ₂ O ₃ , % máximo	----	----	6.00	6.00
Fe ₂ O ₃ , % máximo	----	----	6.00	6.00
MgO , % máximo	6.00	6.00	6.00	6.00
SO ₃ , % máximo				
Cuando C ₃ A es menor o igual a 8%	3.00	3.00	3.00	3.00
Cuando C ₃ A es mayor a 8%	3.50	3.50	N/A	N/A
Pérdidas por ignición , % máximo	3.00	3.00	3.00	3.00
Residuos insolubles , % máximo	0.75	0.75	0.75	0.75
C ₃ A , % máximo	----	----	8.00	8.00
Requisitos químicos opcionales				
(C ₃ S + C ₃ A) , % máximo	----	----	58.00	58.00
Alcalis , (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O) , % máximo	0.60	0.60	0.60	0.60

Descripción	Tipo III	Tipo IIIA	Tipo IV	Tipo V
Fe ₂ O ₃ , % máximo	----	----	6.50	----
MgO , % máximo	6.00	6.00	6.00	6.00
SO ₃ , % máximo				
Cuando C ₃ A es menor o igual a 8%	3.50	3.50	2.30	2.30
Cuando C ₃ A es mayor a 8%	4.50	4.50	N/A	N/A
Pérdidas por ignición , % máximo	3.00	3.00	2.50	3.00
Residuos insolubles , % máximo	0.75	0.75	0.75	0.75
C ₃ S , % máximo	----	----	35.00	----
C ₂ S , % máximo	----	----	40.00	----
C ₃ A , % máximo	15.00	15.00	7.00	5.00
[C ₄ AF + 2(C ₃ A)] o (C ₄ AF + C ₂ F) , % máximo	----	----	----	25.00
Requisitos químicos opcionales				
C ₃ A , % máximo para mediana resistencia a sulfatos	8.00	8.00	----	----
C ₃ A , % máximo para alta resistencia a sulfatos	5.00	5.00		
Alcalis , (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O) , % máximo	0.60	0.60	0.60	0.60

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel Carbajal (EAOP)

Tabla N° 3: Cantidad en porcentaje de Materiales para un concreto de 210kg/cm² con Cemento Andino

	Componente Químico	Procedencia Usual
95%	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita
5%	Oxidos de Magnesio, Sodio,	Minerales Varios
	Potasio, Titanio, Azufre,	
	Fósforo y Manganeseo	

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel Carbajal (EAOP)

2.3.4 Propiedades Físicas y Mecánicas del Cemento.

Las propiedades físicas y mecánicas del cemento permiten complementar las propiedades químicas y conocer otros aspectos de su bondad como material cementante. Tales propiedades dependen del estado en que se encuentre (fresco o endurecido) y son medidas a través de ensayos que se pueden clasificar como: ensayos sobre el cemento puro, sobre la pasta de cemento y sobre el mortero. Las propiedades físicas y mecánicas del cemento son:

Peso específico. La densidad o peso específico del cemento es la relación existente entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. Su valor varía muy poco y en un cemento Pórtland normal cuando no hay adiciones distintas al yeso, suele estar comprendida entre 3.10 y 3.15 gr/cm³. En el caso de cementos con adiciones, desde luego es menor ya que en el contenido de Clinker por

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



tonelada de cemento es menor y su valor puede estar comprendido entre 3.00 y 3.10 gr/cm³, dependiendo del porcentaje de adiciones que tenga el cemento.

Superficie específica (finura). Como se vio anteriormente una de las últimas etapas del proceso de fabricación del cemento, es la molienda del Clinker con yeso. La finura de molido, es una de las propiedades físicas más importantes del cemento, ya que está íntimamente ligada al valor hidráulico.

Consistencia normal. Como es sabido, el conjunto de cemento, agua y aire se llama pasta. Los cementos Pórtland, pueden diferir entre sí en cuanto al requerimiento de agua y la diferencia es aún mayor en cementos Pórtland con adiciones, los cuales tienen requerimientos de agua más altos que los cementos normales, por su mayor superficie específica. La cantidad de agua que se le agrega al cemento, le comunica una determinada fluidez, la cual aumenta al incrementarse el contenido de agua. Existe una determinada fluidez para la cual debe agregarse cierta cantidad de agua. Esta fluidez es lo que se llama consistencia normal.



Tabla N° 4: Requisitos Físicos Standard ASTM C-150 Para Cementos.

Descripción	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo IIA
Contenido de aire en % (máximo , mínimo)	(12,N/A)	(22,16)	(12,N/A)	(22,16)
Fineza con turbidímetro en m2/Kg (mínimo)	160	160	160	160
Fineza por permeabilidad de aire en m2/Kg (min)	280	280	280	280
Expansión en autoclave	0.80	0.80	0.80	0.80
Resistencia en compresión en Mpa				
A 3 días	12.40	10.00	10.30	8.30
A 7 días	19.30	15.50	17.20	13.80
Fraguado inicial Gillmore mínimo en minutos	60	60	60	60
Fraguado final Gillmore máximo en minutos	600	600	600	600
Fraguado inicial Vicat mínimo en minutos	45	45	45	45
Fraguado final Vicat máximo en minutos	375	375	375	375
Requisitos físicos opcionales				
Fraguado falso (penetración final) % mínimo	50	50	50	50
Calor de hidratación máximo a 7 días en cal/gr			70	70
Calor de hidratación máximo a 28 días en cal/gr			58	58
Resistencia en compresión mínima a 28 días (Mpa)	27.60	27.60	27.60	27.60

Descripción	Tipo III	Tipo IIIA	Tipo IV	Tipo V
Contenido de aire en % (máximo , mínimo)	(12,N/A)	(22,16)	(12,N/A)	(12,N/A)
Fineza con turbidímetro en m2/Kg (mínimo)			160	160
Fineza por permeabilidad de aire en m2/Kg (min)			280	280
Expansión en autoclave	0.80	0.80	0.80	0.80
Resistencia en compresión en Mpa				
A 1 día	12.40	10.00		
A 3 días	24.10	19.30		8.30
A 7 días			6.60	15.20
A 28 días				20.70
Fraguado inicial Gillmore mínimo en minutos	60	60	60	60
Fraguado final Gillmore máximo en minutos	600	600	600	600
Fraguado inicial Vicat mínimo en minutos	45	45	45	45
Fraguado final Vicat máximo en minutos	375	375	375	375
Requisitos físicos opcionales				
Fraguado falso (penetración final) % mínimo	50	50	50	50
Calor de hidratación máximo a 7 días en cal/gr			60	
Calor de hidratación máximo a 28 días en cal/gr			70	
Expansión con sulfatos a 14 días, % máximo				0.04

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel Carbajal (EAOP)

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2.3.4 Condiciones de Control y Almacenaje en Obra.

Se hace necesario en obra un seguimiento estadístico del tiempo y condiciones de almacenaje, así como de la calidad del cemento que se emplea.

Una buena práctica la constituye el ejecutar análisis químicos en un laboratorio confiable cada 500 Toneladas de cemento para el caso de obras grandes, y solicitar regularmente a los fabricantes certificados con resultados de su control de calidad. En ningún caso la muestra que se obtenga debe ser menor de 5 Kg.

En cuanto a las condiciones de almacenaje, es recomendable limpiar con frecuencia los silos metálicos de depósito sobre todo en climas de humedad relativa alta, pues se produce hidratación parcial del cemento adherido a las paredes, y que con el uso del silo ocasiona que se desprendan trozos endurecidos y se mezclen con el cemento fresco causando problemas en la uniformidad de la producción del concreto.

En el caso de cemento en bolsas el concepto es similar en cuanto a protegerlas de la humedad, bien sea aislándolas del suelo o protegiéndolas en ambientes cerrados.

Una manera práctica de evaluar si ha habido hidratación parcial del cemento almacenado, consiste en tamizar una muestra por la malla No 100, según la Norma ASTM C-184, pesando el retenido, el cual referido al peso total, nos da un orden de magnitud de la porción hidratada. El porcentaje retenido sin haber hidratación oscila usualmente entre 0 y 0.5%.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2.4 AGUA.

El agua tiene tres funciones primordiales:

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

De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables.

2.4.1 Impurezas Orgánicas.

Las sustancias orgánicas contenidas en aguas naturales, afectan considerablemente el tiempo de fraguado inicial del cemento y la resistencia última del hormigón.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Las aguas que tengan un color oscuro, un olor pronunciado, o aquellas en las cuales sean visibles lamas de algas en formación de color verde o café, deben ensayarse. Se debe tener especial cuidado con los altos contenidos de azúcar en el agua porque pueden ocasionar retardo en el fraguado.

2.4.2 Impurezas Inorgánicas.

Los límites permisibles para contenidos inorgánicos son algo amplios, pero en algunas partes, éstos pueden presentarse en cantidades suficientes para causar un deterioro gradual del hormigón. La información disponible respecto al efecto de los sólidos disueltos en la resistencia y durabilidad del hormigón es insuficiente para poder establecer unos límites numéricos con base en un sistema comprensible, pero se puede proporcionar una guía sobre niveles permisibles de ciertas impurezas.

Los mayores iones que se presentan usualmente en aguas naturales son calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitrato, y menos frecuente carbonato. Las aguas que contengan un total combinado de estos iones comunes que no sea mayor de 2 g/l (2000ppm), son generalmente adecuadas como agua de mezcla.

2.4.3 Requisitos.

En lo posible se debe de realizar un análisis químico, se recomienda que el agua utilizada en la preparación de mezclas de mortero o concreto, cumpla los requisitos de la tabla N° 5.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Tabla N° 5: Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088.

Descripción	Límite permisible
1) Sólidos en suspensión	5,000 p.p.m. máximo
2) Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
3) Alcalinidad (NaHCO_3)	1,000 p.p.m. máximo
4) Sulfato (Ión SO_4)	600 p.p.m. máximo
5) Cloruros (Ión Cl^-)	1,000 p.p.m. máximo
6) pH	5 a 8

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel Carbajal (EAOP)

Un método rápido para conocer la existencia de ácidos en el agua, es por medio de un papel tornasol, el que sumergido en agua ácida tomará un color rojizo. Asimismo para determinar la presencia de yeso u otro sulfato es por medio de cloruro de bario; se filtra el agua (unos 500 grs) y se le hecha algunas gotas de ácido clorhídrico; luego más gotas de solución de cloruro de bario, si se forma un precipitado blanco (sulfato de bario) es señal de presencia de sulfatos. Esta agua debe entonces mandarse analizar a un laboratorio para saber su concentración y ver si está dentro del rango permisible.



Tabla N° 6: Efectos negativos sobre el concreto si se superan los valores límites Permisibles de sustancias en el agua.

<u>impurezas</u>	fraguado	endurecimiento	corrosión	adherencia	expansión	aire incluido	hidratación
PH	X	X	---	---	---	---	---
sustancias solubles	X	X	X	X	---	---	---
sulfatos	X	X	X	X	X	---	---
cloruros	X	X	X	---	---	---	---
sustancias orgánicas solubles en eter	X	X	---	---	---	X	X

X: causa efecto negativo

---: no causa efecto negativo

Fuente: Concreto Simple. Gerardo A. Rivera L. (EAOP)

2.4.4 Agua Para Curado.

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto.

No obstante lo mencionado, si revisamos lo ya evaluado con respecto al mecanismo de hidratación del cemento y la estructura de la pasta, podemos concluir, que el agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proveniente del curado, representa una fracción solamente del agua total (alrededor de la quinta parte en volumen

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



absoluto), por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos.

2.5 AGREGADOS.

Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente, ocupando alrededor de las 3/4 partes (75%) del volumen total.

Ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total, luego la calidad de estos tienen una importancia primordial en el producto final.

2.5.1 Propiedades de los Agregados.

2.5.1.1 Dureza.

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión, abrasión o en general, el desgaste de las partículas sobre otras o por agentes externos. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las mejores rocas a emplear en concretos que deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión, figuran el cuarzo, la cuarzita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

En los agregados para concreto se cuantifica por medio de la resistencia a la abrasión en la Máquina de Los Ángeles, que consta de un cilindro metálico donde se introduce el agregado conjuntamente

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



con 12 esferas de acero de 46.8 mm de diámetro y entre 390 y 445 gr. de peso cada una, con un peso total de $5,000 \pm 25$ gr., haciéndose girar el conjunto un cierto número de revoluciones (100 o 500) que provocan el roce entre partículas, y de las esferas sobre la muestra provocando el desprendimiento superficial de material el cual se mide y expresa en porcentaje. Las normas ASTM aplicables son la C-131 y C-535.

Agregados con altos valores de desgaste a la abrasión (>50%) producen concretos con características resistentes inadecuadas en la mayoría de casos.

2.5.1.2 Densidad.

La densidad de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que, por resistencia o durabilidad, se requieren concretos con un peso por encima o debajo de aquel que corresponde a concretos usuales.

Las bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción. Tales características, cuando ello fuere necesario, deberán ser confirmadas por ensayos de laboratorio.

2.5.1.3 Porosidad.

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados. Se considera a la porosidad como a una de las más importantes

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



propiedades físicas del agregado, dada su influencia sobre las otras propiedades de éste y el papel que desempeña durante los procesos de congelación.

Los valores usuales en agregados normales pueden oscilar entre 0% y 15% aunque por lo general el rango común es del 1% al 5%.

En agregados ligeros, se pueden tener porosidades del orden del 15% al 50%.

2.5.1.4 Resistencia.

Capacidad de asimilar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. Normalmente se mide por medio de la resistencia en compresión, para lo cual se necesita ensayar testigos cilíndricos o cúbicos de tamaño adecuado al equipo de ensayo, que se perforan o cortan de una muestra lo suficientemente grande.

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1,000 kg/cm²

La resistencia en compresión está inversamente relacionada con la porosidad y la absorción y directamente con el peso específico.

Agregados normales con Peso específico entre 2.5 a 2.7, tienen resistencias en compresión del orden de 750 a 1,200 Kg/cm².

Los agregados ligeros con Peso específico entre 1.6 a 2.5 usualmente manifiestan resistencias de 200 a 750 Kg/cm².

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

La resistencia del agregado condiciona en gran medida la resistencia del concreto, por lo que es fundamental el evaluarla directa o indirectamente cuando se desea optimizar la calidad de los concretos.

Tabla N° 7: Resistencia a la trituración de las principales rocas empleadas en la construcción.

Felsita	3300 kg/cm ²
Roca Trappeana	2850 kg/cm ²
Cuarzita	2250 kg/cm ²
Granito	1850 kg/cm ²
Diabasas	1800 kg/cm ²
Esquisto	1700 kg/cm ²
Caliza	1600 kg/cm ²
Gneiss	1500 kg/cm ²
Gabro	1500 kg/cm ²
Arenisca	1300 kg/cm ²

Fuente: Naturaleza y Materiales del Concreto. Enrique Rivva
L. (EAOP)

2.5.1.5 Modulo de Elasticidad.

El módulo de elasticidad es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

El módulo de elasticidad de los agregados se determina en muy contadas ocasiones. Sin embargo, desde que la deformación que experimenta el concreto es parcialmente una deformación del agregado, es razonable pensar que mayor será el módulo de elasticidad del concreto conforme aumenta el de los agregados que lo integran.

Es importante recordar que el valor del módulo de elasticidad del agregado tiene especial influencia sobre la magnitud del



escurrimiento plástico y la contracción que pueden presentarse en el concreto.

Algunos de los valores del módulo de elasticidad del agregado normalmente empleados en concreto son los siguientes:

Tabla N° 8: Módulo de elasticidad de agregados empleados en concreto.

Roca Trapeana	930,000 kg/cm ²
Gabro	860,000 kg/cm ²
Diabasas	860,000 kg/cm ²
Granito	610,000 kg/cm ²
Arenisca	310,000 kg/cm ²
Caliza	280,000 kg/cm ²

Fuente: Naturaleza y Materiales del Concreto. Enrique Rivva L.
(EAOP)

2.5.2 Clasificación de los Agregados.

Los agregados naturales se clasifican en:

- I. Agregados finos
 - Arena fina
 - Arena gruesa
- II. Agregados gruesos
 - Grava
 - Piedra



2.5.2.1 Agregado Fino.

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

2.5.2.1.1 Granulometría

La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de arena.

La distribución de tamaño de partícula se determina por separación con una serie de mallas normalizadas. Las mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino son las N° 4, 8, 16, 30, 50, y 100.

El Reglamento Nacional de Edificaciones especifica la granulometría de la arena en concordancia con las Normas, del ASTM. Una buena granulometría debe estar comprendida entre los valores de la Tabla 3.

Tabla N° 9: Requisitos Granulométricos del Agregado Fino.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES (%)
9.5mm	3/8"	100
4.75mm	N° 4	95 a 100
2.36mm	N° 8	80 a 100
1.18mm	N° 16	50 a 85
600µm	N° 30	25 a 60
300µm	N° 50	05 a 30
150µm	N° 100	0 a 10

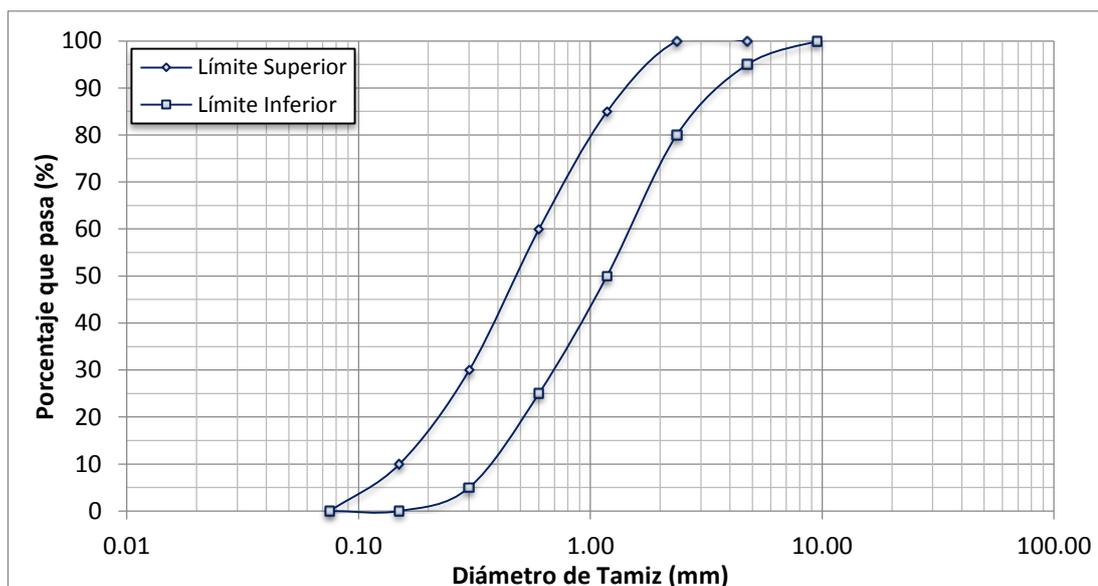
Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel C. (EAOP)

El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas presentan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes a la Fig. N° 1 representa las curvas envolventes de la norma.

La norma ASTM, exceptúa los concretos preparados con más de 300 kg/m³ de los porcentajes requeridos para el material que pasa las mallas N° 50 y N° 100 que, en este caso puede reducirse a 5% y 0% respectivamente.

Esta posición se explica por qué el mayor contenido de cemento contribuye a la plasticidad del concreto y la compacidad de la pasta, función que cumple el agregado más fino.

Fig. N° 1: Huso Granulométrico del Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Además, la norma prescribe que la diferencia entre el contenido que pasa una malla y el retenido en las siguiente, no debe ser mayor del



45% del total de la muestra. De esta manera, se tiende a una granulometría más regular.

Para que el concreto tenga una adecuada trabajabilidad, las partículas de agregado grueso deben estar espaciadas de manera tal que puedan moverse con relativa facilidad, durante los procesos de mezclado y colocación. En este sentido, el agregado fino actúa como lubricante del agregado grueso, ayudándolo a distribuir en toda su masa.

En general, en cuanto la granulometría se refiere, los mejores resultados se obtienen con agregados de granulometrías que queden dentro de la Fig. N° 1 y que den curvas granulométricas suaves.

2.5.2.1.2 Requisitos.

- El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistentes.
- El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias perjudiciales.
- Debe cumplir las normas sobre su granulometría.
- Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes: 1°) partículas despreciables 3%, 2°) material más fino que la malla N° 200: 5%.



2.5.2.2 Agregado Grueso.

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.

GRAVAS.

Comúnmente llamados "canto rodado", es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra provenientes de la disgregación, natural de las rocas, por acción de hielo y otros agentes atmosféricos, este material comúnmente se encuentra en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural.

Cada fragmento ha perdido sus aristas vivas y se presentan en formas más o menos redondeadas; pesan de 1600 a 1700 kg/m³.

PIEDRA PARTIDA O CHANCADA.

Se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial de roca o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente.

Su función principal es la de dar volumen y aportar su propia resistencia. Los ensayos indican que la piedra chancada o partida da concretos ligeramente más resistente que lo hechos con piedra redonda; su peso se estima de 1450 a 1500 kg/m³.

2.5.2.2.1 Granulometría.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la NTP 400.037 o la norma ASTM C33, los cuales se indican en la Tabla N° 10.

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2.5.2.2.2 Tamaño Máximo.

El tamaño máximo de los agregados gruesos en el concreto armado se fija por la exigencia de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de la armadura.

En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- Un quinto, de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
- Un tercio de altura de las losas.
- Tres cuartos de espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzos, paquetes de barras, cables o ductos de refuerzos.

Esta limitaciones están dirigidas a que las barras de refuerzo que quede convenientemente recubiertas y no se presentes cavidades de las llamadas "cangrejeras". Sin embargo, pueden omitirse por excepción, si el ingeniero responsable comprueba que los métodos de puesta en obra y la trabajabilidad del concreto lo permiten.

Tabla N° 10: Requerimientos de Granulometría de los Agregados Gruesos

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
			4"	3.5"	3"	2.5"	2"	1.5"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 50
1	90mm-37.5mm	3.5"-1.5"	100	90 a 100	...	25 a 60	.....	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	...	...
2	63mm-37.5mm	2.5"-1.5"	.....	.....	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	...	...
3	50mm-25mm	2"-1"	.....	.....	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	...	...
357	50mm-4.75mm	2"-N°4	.....	.....	...	100	95 a 100	.....	35 a 70	.....	10 a 30	.....	0 a 5	.....	...	...
4	37.5mm-19mm	1.5"-3/4"	.....	.....	...	.....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	...	...
467	37.5mm-4.75mm	1.5"-N°4	.....	.....	...	.....	100	95 a 100	.....	35 a 70	.....	10 a 30	0 a 5	.....	...	...

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



5	25mm- 12.5mm	1"- 1/2"	.....	.....	...	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	.....	.....	...	...
56	25mm- 9.5mm	1"- 3/8"	.....	.....	...	.....	.....	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	.....	...	...
57	25mm- 4.75mm	1"- N°4	.....	.....	...	.....	.....	100	95 a 100	.....	25 a 60	.....	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19mm- 9.5mm	3/4"- 3/8"	.....	.....	...	.....	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	.....	...	...
67	19mm- 4.75mm	3/4"- N°4	.....	.....	...	.....	.....	.....	100	90 a 100	.....	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12.5mm- 4.75mm	1/2"- N°4	.....	.....	...	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9.5mm- 2.36mm	3/8"- N°8	.....	.....	...	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	9.5mm- 1.18mm	3/8"- N°16	.....	.....	...	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm- 1.18mm	N°4- N°16	.....	.....	...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 a 100	10 a 40	0 a10	0 a 5

Fuente: Tecnología del Concreto, Abanto Castillo. (EAOP)

Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 1 1/2". En tamaños mayores, solo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento.

2.5.2.2.3 Requisitos.

- El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- Las particular deben estar libres de tierra, polvo, limo, humos, escamas, materia orgánica, sales u sustancias dañinas.
- Se recomienda que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes máximos siguiente 1º). Partículas deleznable: 5%,

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2°). Material más fino que la malla. N° 200: 1%, 3°) Carbón y lignito: 0.5%.

2.5.3 Modulo de Fineza.

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3", 11/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100.

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

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3,1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia

El módulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el de la arena, para su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena, o sea se suman los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas de la serie estándar y se divide la suma por 100.



2.5.4 Tamaño Máximo de Agregados.

El tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura de la malla inmediata superior al a que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso.

2.6 ADITIVOS.

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 Comité 116R del American Concrete Institute tanto como por la Norma ASTM C 125, define el aditivo como “un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”.

2.6.1 Razones para el Empleo de Aditivos

Entre las principales razones de empleo de aditivos, para modificar las propiedades del concreto no endurecido, se puede mencionar:

- Aumentar la trabajabilidad, sin modificar el contenido del agua.
- Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- Acelerar el desarrollo de la resistencia en la primera edad.
- Modificar la velocidad de producción de calor de hidratación.
- Reducir la exudación y sangrado.
- Incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- Reducir la permeabilidad a los líquidos.
- Disminuir la segregación.
- Reducir la contracción.
- Incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo.
- Mejorar la adherencia del concreto con el refuerzo.
- Los aditivos utilizados deberán cumplir con los requisitos de las Normas ASTM o ITINTEC correspondientes.

Su empleo deberá estar indicado en las especificaciones del proyecto, o ser aprobado por la Supervisión

El empleo de aditivos incorporadores de aire es obligatorio en concretos que, en cualquier etapa de su vida, pueden estar expuestos a temperaturas ambiente menores de 0 °C. En otros casos, el empleo de estos aditivos sólo es obligatorio cuando puede ser la única alternativa para lograr los resultados deseados.

El empleo de aditivos no autoriza a disminuir el contenido de cemento seleccionado para la unidad cúbica de concreto.

2.6.2 Tipos de Aditivos

Los aditivos son considerados en la norma de acuerdo a la siguiente clasificación:

- 1) **Plastificante, reductor de agua;** que mejora la consistencia del concreto y reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto de consistencia determinada.
- 2) **Retardador,** que alarga el tiempo de fraguado del concreto.
- 3) **Acelerador,** que acorta el tiempo de fraguado y el desarrollo de la resistencia inicial del concreto.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- 4) **Plastificante y retardador**, que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado.
- 5) **Plastificante y acelerador**, que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera su fraguado y el desarrollo de su resistencia.
- 6) **Incorporadores de aire**, aumentan la resistencia del concreto a la acción de las heladas por que introducen burbujas diminutas en la mezcla de cemento endurecida. Estas burbujas actúan como amortiguadores para los esfuerzos inducidos por la congelación y descongelación.
- 7) **Adhesivos**, que mejoran la adherencia con el refuerzo.
- 8) Impermeabilizantes e inhibidores de corrosión.

2.6.2.1 Acelerantes.

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

- Reducir el tiempo de fraguado:
- Lograr incrementos significativos en la resistencia inicial del concreto:
- Reducir los períodos de curado y protección necesarios para alcanzar una resistencia determinada en el concreto; y
- Trabajar el concreto en mejores condiciones durante los períodos de baja temperatura ambiente.



2.6.2.1.1 Requisitos de un Aditivo Acelerante.

La definición de un aditivo acelerante no es la misma en las diferentes Normas. Los atributos de un acelerante son descritos en forma diversa, pudiendo incluir:

- Aceleración del fraguado inicial,
- Aceleración del fraguado final;
- Desarrollo temprano de la resistencia;
- Desarrollo rápido de la reacción inicial;
- Desarrollo de una baja resistencia final.

Como el término lo indica, un acelerante deberá incrementar la velocidad de desarrollo de ciertas propiedades características del cemento y/o el concreto, sin que ello signifique que deberá necesariamente afectar a cada una de las diversas propiedades de la misma forma simultáneamente.

Así, en el sentido químico, la aceleración podría ser considerada como un incremento en la velocidad de reacción; en el sentido físico como un incremento en la velocidad de fraguado o en los cambios de volumen; en el sentido mecánico como un incremento en la velocidad de desarrollo de resistencia.

2.6.2.1.2 Ventajas.

La aceleración del desarrollo inicial de resistencia permite:

- a) Un desencofrado más rápido.
- b) Acortamiento en el período de protección del concreto.
- c) Rápido acabado o reparación de la estructura.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- d) Compensación de los efectos de las bajas temperaturas sobre el desarrollo de resistencia.

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

- a) Operaciones de acabado superficial más rápidas.
- b) Reducción temprana en la presión sobre los encofrados.
- c) Rápido taponeo de fallas debidas a presión hidráulica

2.6.2.1.3 Consideraciones de Empleo.

Los aditivos acelerantes son útiles para modificar las propiedades del concreto, especialmente en climas fríos, a fin de.

- a) Facilitar el inicio de las operaciones de acabado y la aplicación de aislamiento para protección
- b) Reducir el tiempo requerido para un apropiado curado y protección del concreto.
- c) Incrementar la velocidad de desarrollo inicial de resistencia, permitiendo un rápido retiro de los encofrados y una rápida puesta en servicio de la construcción.
- d) Permitir un más rápido control de las pérdidas debidas a la presión hidrostática, y
- e) Acelerar el tiempo de fraguado del concreto colocado.

2.6.2.1.4 Efectos Sobre el Concreto Fresco.

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



- **Tiempo de fraguado**, 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 del ambiente, y las características de los otros materiales empleados en el concreto.

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 dosis empleada.

La temperatura ambiente también puede ser un parámetro importante en el

- **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.
- **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.

2.6.2.1.5 Efectos Sobre el Concreto Endurecido.

Los efectos de los aditivos acelerantes sobre el concreto endurecido incluyen los siguientes aspectos:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- **Efectos sobre la resistencia,** Los efectos de los aditivos acelerantes sobre el concreto endurecido incluyen en el caso de la resistencia: Incremento significativo en la resistencia en compresión inicial, que pueden estar en el rango del 100% al 200%, sin cambios importantes en la resistencia inicial. El efecto en la resistencia a la flexión es menor.
- **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.
- **Daños por congelación,** Los efectos de un aditivo acelerante sobre el concreto endurecido incluyen, 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 mezclas.

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 álcali-agregados 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

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



metales en contacto con el concreto debido a la presencia de 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.

2.6.3 Requisitos de Comercialización.

Para el desarrollo de los diferentes tipos de aditivos, los clasificaremos desde el punto de vista de las propiedades del concreto que modifican, ya que ese es el aspecto básico al cual se apunta en obra cuando se desea buscar una alternativa de solución que no puede lograrse con el concreto normal.

Adicionalmente debe indicarse que los aditivos comerciales pueden contener en su composición materiales los cuales, separadamente podrían ser incluidos en dos o más grupos, o podrían ser cubiertos por dos o más Normas ASTM o recomendaciones ACI.

En las clasificaciones que a continuación se presentan, aquellos aditivos que poseen propiedades identificables con más de un grupo son considerados en aquel que identifica a sus efectos más importantes.

El proveedor deberá entregar el aditivo envasado en recipientes que aseguren su conservación, conteniendo la siguiente información:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- La marca registrada, nombre y apellido o razón social del fabricante y del responsable de la comercialización.
- El tipo de aditivo, según la clasificación establecida en las normas.
- El contenido neto, en masa o volumen, en unidades del SI, refiriendo los volúmenes, para aditivos líquidos, a la temperatura de 20 °C.
- La densidad, en gr/cm^3 a 20 °C
- Dosificación máxima o mínima a emplear, de acuerdo a la propiedad que se desee modificar
- La fecha de fabricación y la fecha de vencimiento.

Los aditivos no deberán almacenarse por un periodo mayor de 6 meses. En caso contrario, deberán efectuarse ensayos para evaluar su calidad antes de su uso.

2.6.4 Uso.

La mayoría de los aditivos se comercializan en forma de soluciones acuosas, a veces se venden en forma de polvos solubles en agua y eventualmente en pasta.

Los aditivos líquidos se prefieren por la ventaja de encontrarse ya diluidos y facilitar la dosificación. Los aditivos en polvo son susceptibles a la humedad y es necesario cuidar su conservación.

Cuando es necesario usar 2 aditivos diferentes, debe evitarse la mezcla previa de ambos, incorporándolos por intervalos separados a la mezcladora.



Las soluciones con el aditivo no deben entrar en contacto directo con el cemento por lo que se recomienda agregar el aditivo cuando los materiales y gran parte del agua se encuentran en proceso de mezclado. Debe cuidarse que el aditivo se distribuya uniformemente en la mezcla. Para lograrlo debe añadirse un tiempo prudencial antes del término de la operación.

El agua de solución debe ser considerada como una parte del contenido total, para no alterar la relación agua - cemento especificada. Los resultados del uso de aditivos dependen de los sistemas de preparación y dosificación. Los aditivos en polvo se dosifican por peso y los aditivos líquidos por peso o volumen.

2.6.5 Equipo Dosificador.

El equipo dosificador debe permitir ciertas tolerancias en la cantidad de aditivo a fin de garantizar un control adecuado de la calidad y comportamiento del concreto. Las variaciones en las propiedades del concreto debidas a las tolerancias deberán ser eliminadas.

El rango en la tolerancia en las dosificaciones en volumen deberá estar dentro del 3% requerido, o media onza fluida (15 ml), cualquiera de las dos que sea mayor. El rango en la tolerancia en las dosificaciones en peso deberá estar dentro del 3% de la cantidad requerida.

Las cantidades pesadas no deberán ser menores que 0.3% de la capacidad de la balanza ni exceder del 3% del peso requerido. La correcta aplicación de estos criterios exige que la capacidad de los equipos dispersantes sea seleccionada en función de la dosificadora.



De acuerdo al sistema de dosificación los aditivos pueden ser agrupados en:

- 1) Aquellos que se incorporan a la mezcladora en forma líquida y pueden ser dosificados en peso o en volumen; y
- 2) Aditivos en polvo, los cuales se dosifican en peso, son añadidos en cantidades muy pequeñas y, a menudo, se incorporan a la mezcla en peso.

Los sistemas de dosificación de aditivos pueden ser manuales, semiautomáticos y automáticos. Existen diversos procedimientos y equipos para la dosificación de aditivos líquidos, algunos de los cuales pueden ser fácilmente empleados con sistemas manuales y semiautomáticos

2.7 DISEÑO DE MEZCLA.

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Siempre que sea posible, la dosificación del concreto deberá basarse en datos obtenidos de experiencias en laboratorio, en las cuales han sido utilizadas los materiales a ser empleados en obra, si esta información es limitada, o en el peor de los casos, no se dispone de esta información, las estimaciones dadas en estas recomendaciones pueden ser empleadas.

Será útil la siguiente información de materiales disponibles:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- Análisis Granulométrico del Agregado fino y grueso.
- Peso unitario del agregado grueso.
- Peso específico de masa, porcentajes de absorción y humedad de los agregados a utilizarse.
- Tipo y marca del cemento Portland escogido.
- Peso específico del cemento Portland.
- Requerimientos de agua de mezclado, en base a experiencias con los agregados disponibles.
- Relaciones entre la resistencia y la relación agua cemento, para las combinaciones posibles de cemento y agregados.

Nota.- En el caso en que no se disponga de las 2 últimas informaciones, los valores estimados en las tablas N° 13 y N° 14 pueden ser utilizados.

2.7.1 Cálculo de la Resistencia Promedio.

La resistencia a la compresión promedio requerida, la cual ha de emplearse como base para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, deberá ser el mayor de los valores obtenidos a partir de las siguientes ecuaciones.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34S$$

$$f'_{cr} = f'_c + 1.33S - 35$$

En donde S viene a ser la desviación estándar, el mismo que se calcula en base a registro de resultados de ensayos de obras realizadas durante los 12 últimos meses, que está basado en por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos de resistencia a compresión, o en dos grupos de resultados de ensayos que totalizan en por lo menos 30; para poder utilizar estos resultados la obra que va iniciar debe tener materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones de

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

trabajos similares de la obra que se cuenta con resultados de ensayos a compresión . En caso que se cuenta de 15 - 30 resultados, se debe utilizar un factor de corrección, como se muestra en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11: Factor de Corrección para la Desviación Estándar

ENSAYOS	FACTOR DE CORRECCIÓN
Menos de 15	Usar la Tabla N° 12
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1

Fuente: Diseño de Mezclas, Rivva López, Pag.61. (EAOP)

Cuando no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de desviación estándar, la resistencia promedio requerida debe ser determinada empleando los valores de la Tabla N° 12.

Tabla N° 12: Resistencia a la Compresión Promedio

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr} (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 85$
Mayor de 350	$1.1f'_c + 50$

Fuente: E060 Concreto Armado, RNE, Pag.30. (EAOP)

2.7.2 Pasos Generales en los Métodos de Diseño de Mezclas.

Asumiendo que se conocen todas las características de los materiales como son el tipo de Cemento elegido y sus propiedades, los agregados y sus pesos específicos y pesos unitarios secos, granulometrías, humedades, absorciones y las condiciones particulares de la obra a ejecutar, todos los métodos aplican los siguientes pasos:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

- 1) Establecer la cantidad de agua por m³ de concreto en función de las condiciones de trabajabilidad, el Tamaño Máximo de los agregados y ocasionalmente el Tipo de Cemento. (Tabla N° 13)

Tabla N° 13: Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin Aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
% Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----
% de Aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Moderada	8.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Extrema	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel C. Pág. 207.
(EAOP)

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

- 2) Definición de la relación Agua/Cemento en peso en base a la resistencia en compresión solicitada o requisitos de durabilidad. (Tabla N° 14)

Tabla N° 14: Relación Agua/Cemento vs f'c.

f'c a 28 Días (Kg/cm ²)	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.42	---
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.60
150	0.79	0.70

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel C.
Pág. 209. (EAOP)

- 3) Cálculo de la cantidad de cemento en peso en función de la Relación Agua/Cemento y la cantidad de agua definidas en 1) y 2) :

$$\text{Cemento (Kg)} = \frac{\text{Peso del Agua (Kg)}}{\text{Relación A/C}}$$

Tabla N° 15: Asentamientos recomendados para diversos tipos de obras.

Tipo de Estructuras	Slump máximo	Slump mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras.	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Notas :

- 1) El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación.
- 2) El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel C. Pág. 214. (EAOP)

4) Cálculo de los volúmenes absolutos del agua y el cemento :

$$\text{Vol. Abs. Cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del Agua (Kg)}}{\text{Peso Espec. Cemento (Kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{Vol. Abs. Agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del Agua (Kg)}}{\text{Peso Espec. Agua (Kg/m}^3\text{)}}$$

5) Estimación del porcentaje de aire por m³ y el volumen absoluto que atrapará el concreto en función de las características granulométricas de los agregados. (Tabla N° 13)



- 6) Obtención del volumen absoluto que ocuparán los agregados, restando de 1 m^3 los volúmenes hallados de cemento, agua y aire.

Vol. Abs. Agregados

$$= 1 \text{ m}^3 - \text{Vol. Abs. Cemento}(\text{m}^3) - \text{Vol. Abs. Agua}(\text{m}^3) - \text{Vol. Aire}(\text{m}^3)$$

- 7) Definición de la proporción en volumen absoluto en que intervendrán el agregado grueso y el fino en la mezcla. (Por el método preferido)

K = Porcentaje en que interviene la piedra

K-1 = Porcentaje en que interviene la arena

- 8) Distribución del volumen obtenido en 6) en la proporción definida en 7).

$$\text{Vol. Abs. Piedra}(\text{m}^3) = K \times \text{Vol. Abs. Agregados}(\text{m}^3)$$

$$\text{Vol. Abs. Arena}(\text{m}^3) = (K-1) \times \text{Vol. Abs. Agregados}(\text{m}^3)$$

- 9) Cálculo de los pesos que corresponden a los volúmenes de agregados obtenidos en 8) utilizando los pesos específicos secos:

$$\text{Peso Piedra}(\text{Kg}) = \text{Vol. Abs. Piedra}(\text{m}^3) \times \text{Peso. Espec. Piedra}(\text{Kg}/\text{m}^3)$$

$$\text{Peso Arena}(\text{Kg}) = \text{Vol. Abs. Arena}(\text{m}^3) \times \text{Peso. Espec. Arena}(\text{Kg}/\text{m}^3)$$

- 10) Corrección por humedad y absorción del diseño.

a) $\text{Peso de la Piedra húmeda}(\text{Kg}) = \text{Peso seco Piedra}(\text{Kg}) \times (1 + \text{Humedad Piedra en valor absoluto})$

b) $\text{Peso de la Arena húmeda}(\text{Kg}) = \text{Peso seco Arena}(\text{Kg}) \times (1 + \text{Humedad Arena en valor absoluto})$

c) $\text{Balance Agua en la Piedra (Puede ser positivo o negativo)} = \text{Humedad Piedra} - \text{Absorción Piedra (Valores absolutos)}$

d) $\text{Balance Agua en la Arena (Puede ser positivo o negativo)} = \text{Humedad Arena} - \text{Absorción Arena (Valores absolutos)}$



- e) Contribución de Agua por la Piedra (Kg) (Puede ser positiva o negativa, es decir añadir o quitar agua) = Balance Agua en la piedra x Peso Piedra húmeda (Kg)
- f) Contribución de Agua por la Arena (Kg) (Puede ser positiva o negativa, es decir añadir o quitar agua) = Balance Agua en la Arena x Peso Arena húmeda (Kg)
- g) Agua Final en el diseño = Agua (Kg) - Contrib.Agua Piedra (Kg)- Contrib.Agua Arena(Kg)
- 11) Diseño Final : Agua Final (Kg), Peso Húmedo Piedra(Kg), Peso Húmedo Arena (Kg), Peso Cemento (Kg)
- 12)Elaboración del diseño final en laboratorio y a escala de obra para la verificación práctica de sus propiedades con objeto de confirmarlo o corregirlo.

Como se aprecia, los diseños se calculan inicialmente en base a los pesos secos de los agregados para luego corregirlos al establecer su condición de humedad real, sin embargo la experiencia demuestra que esto es sólo una aproximación que hay que corregir en forma práctica al ejecutar las mezclas de prueba.

Hay que tener presente al usar aditivos (que normalmente son líquidos), el incluir su intervención cuantificándolos como parte del agua de mezcla en el cálculo de la relación Agua/Cemento.

El Método original del ACI está basado en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C-33 de manera que establece en forma empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del Tamaño Máximo de la piedra y el Módulo de Fineza de la arena exclusivamente, en la Tabla 9.4 se presenta el Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

Tabla N° 16: Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto.

Tamaño Máximo de agregado	Volumen de agregado grueso compactado en seco para diversos módulos de fineza de la arena			
	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	0.79	0.78	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Enrique Pasquel C. (EAOP)

2.8 MEZCLADO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO

2.8.1 Preparación de la Mezcla.

El mezclado de concreto tiene por finalidad cubrir la superficie de los agregados con la pasta de cemento, produciendo una masa homogénea.

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



En climas fríos para lograr que el concreto tenga la temperatura adecuada es más económico y práctico calentar el agua y/o agregados no siendo recomendable ni económico calentar el cemento ni los aditivos. Calentar el agua es usualmente la mejor alternativa ya que tiene un calor específico 4 o 5 veces mayor que el de los agregados. Para calentar el agua se utilizan normalmente calderos industriales hasta llegar a una temperatura máxima de 70° C. Para calentar los agregados se utiliza normalmente chorros de vapor, no siendo recomendable los hornos, aire caliente ni fuego directo. Si el agua o el agregado son calentados previamente deben mezclarse entre ellos antes de entrar en contacto con el cemento. La temperatura del concreto fresco se puede determinar previamente en base a la temperatura de los materiales mediante la fórmula:

$$T_{cf} = \frac{0.22(T_a P_a + T_c P_c) + T_w P_w}{0.22(P_a + P_c) + P_w} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Dónde:

- T_{cf} = Temperatura del concreto fresco
- T_a = Temperatura de los agregados
- P_a = Peso seco de los agregados (Kg)
- T_c = Temperatura del cemento
- P_c = Peso del cemento.(Kg)
- T_w = Temperatura del agua
- P_w = Peso del agua

2.8.2 Transporte de la Mezcla.

Debe planificarse los procedimientos de producción de concreto, evitando grandes distancias de transporte, largas esperas en la colocación y largas canaletas de vertido de tal manera que se

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



reduzcan las pérdidas de calor. La siguiente fórmula nos da una referencia de las pérdidas de calor o temperatura cuando se transporta la mezcla en un camión concretero:

$$D_t = 0.25(T - T_a)$$

Donde:

D_t = Pérdida de calor o temp. ($^{\circ}\text{C}$ / hora de espera)

T = Temperatura deseada en obra

T_a = Temperatura ambiente.

2.8.3 Colocación del Concreto.

Todos los materiales integrantes del concreto así como el acero de refuerzo, material de relleno, y suelo con el cual el concreto ha de estar en contacto, deberán estar libres de nieve, granizo o hielo, recomendando algunos autores mantener la zona a un mínimo de 2°C . Si la temperatura es menor de -10°C se recomienda calentarse el acero de refuerzo mayor de 1" y los insertos metálicos. En las juntas se puede calentar el concreto antiguo y picarlo profundamente. El espesor de las capas de concreto debe ser el mayor posible compatible con el proceso de compactación del concreto. La temperatura del concreto fresco no debe ser muy alta para evitar el choque térmico, no debiendo ser mayor en 6°C que la mínima especificada.

2.8.4 Curado y Protección del Concreto.

El curado se define como el proceso para mantener la humedad y la temperatura del concreto recién colocado, durante algún período

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



definido posterior a la colocación, vaciado o acabado, para asegurar la hidratación satisfactoria de los materiales cementantes y el endurecimiento y la adquisición de resistencia propios del concreto. En general el curado se debe mantener a 10° C por lo menos los 7 primeros días y por 10 días si se usa cementos IP, IPM o puzolánico.

Luego de la protección inicial durante las primeras 24 horas hasta lograr la resistencia mínima de 36 kg/cm², es necesario prolongar la protección y curado el mayor tiempo posible siendo lo recomendable la protección y curado por 3 días para luego proseguir con el curado.

Cuando la temperatura del medio ambiente es menor de 5° C, la temperatura del concreto ya colocado deberá ser mantenida sobre 10° C durante el período de curado (mínimo de 6 días para secciones delgadas). Algunos autores recomiendan que si la temperatura está por encima de los 5° C es necesario la protección del concreto sólo las primeras 24 horas. Se tomarán precauciones para mantener al concreto dentro de la temperatura requerida sin que se produzcan daños debidos a la concentración de calor, tratándose de no utilizar dispositivos de combustión, durante las primeras 24 horas, a menos que se tomen precauciones para evitar la exposición del concreto a gases que contengan bióxido de carbono.

En condiciones extremas de climas fríos es fundamental e indispensable tomar muestras de testigos adicionales de control en obra para curarlas bajo las mismas condiciones de la estructura vaciada y así verificar la eficiencia de los métodos de protección y curado. Se considera satisfactorio el curado y protección, cuando la resistencia promedio de las probetas de obra son mayores o iguales al 85% de la resistencia de las probetas curadas en laboratorio.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2.9 RESISTENCIA DEL CONCRETO.

2.9.1 Resistencia a la Compresión.

El valor de $f'c$ (resistencia a la compresión) se utiliza generalmente como indicador de la calidad del concreto. Es claro que pueden existir otros indicadores más importantes dependiendo de las solicitaciones y de la función del elemento estructural o estructura.

La resistencia a la compresión se determina a partir de ensayos de laboratorio en probetas estándar cargadas axialmente. Este ensayo se utiliza para monitorear la resistencia del concreto tanto para el control de la calidad como para la aceptación del concreto fabricado. La confección de las probetas y el ensayo están reguladas por las Normas (ASTM, RNE E.060) y en ellas se especifica:

- El proceso de confección de las probetas.
- El tamaño de las probetas. Normalmente se utilizan probetas cilíndricas 6"x12".
- El proceso de curado de las probetas ya sea en el laboratorio o en obra para las probetas denominadas curadas bajo condiciones reales de obra. Estas últimas permiten determinar la efectividad de los procesos de curado utilizados y los plazos de desencofrado y puesta en servicio de la estructura.
- El proceso de ensayo a compresión de las probetas. El ensayo puede estar controlado por carga o por deformación. Cuando el ensayo es realizado controlando la carga, normalmente la velocidad es tal que se alcanza la falla de la probeta en 2 a 3 minutos, lo cual equivale a un incremento de esfuerzo entre 2.1 y 2.8 kg/cm² por segundo aproximadamente.

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

2.10 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

El ensayo con el cual se mide la resistencia a la compresión del concreto, está establecido en el RNE E.060 y NTP 339.034 y se especifica lo siguiente:

- Se emplean moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de longitud. Para cada edad se deben ensayar como mínimo 2 cilindros y trabajar con el valor promedio.
- Se deben aceitar las paredes del molde; al llenar éste se debe lograr una buena compactación, la cual puede realizarse con varilla (método apisonado) si el asentamiento es mayor a 7,5 cm o con vibrador (método vibrado) si el asentamiento es menor a 2,5 cm, para asentamientos entre 2,5 y 7,5 cm puede usarse varilla o vibrador.



Fig. N° 2: Moldes Metálicos utilizados

Fuente: Elaboración Propia



Fig. N° 3: Moldes de Plástico utilizados

Fuente: Elaboración Propia.

- La varilla compactadora debe ser de acero estructural, cilíndrica, lisa, de 16 mm de diámetro y de longitud aproximada de 600 mm, la punta debe ser redondeada.
- Los cilindros se llenan con hormigón en capas de igual volumen aproximadamente, el número de capas depende del método de compactación escogido, así:

Varillado	---->	3 capas
Vibrado	---->	2 capas
- En el método apisonado cada capa debe compactarse con 25 golpes, los cuales deben distribuirse uniformemente en toda la sección transversal del molde. La capa del fondo debe compactarse en toda su profundidad, al compactar las capas superior e intermedia la varilla debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa inmediatamente inferior. Si al retirar la varilla quedan huecos en el cilindro, éstos deben cerrarse golpeando suavemente en las paredes del molde.



Fig. N° 4: Llenado y Varillado del concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

- La vibración se debe transmitir al cilindro el tiempo suficiente para lograr la adecuada compactación del hormigón, pues un exceso de vibrado puede causar segregación. El molde se debe llenar y vibrar en dos capas aproximadamente iguales, todo el concreto para cada capa se debe colocar en el molde antes de iniciar su vibrado.
- La duración del vibrado depende de la manejabilidad del concreto y de la efectividad del vibrador, se considera suficiente el vibrado, cuando el hormigón presente una superficie relativamente lisa. En la vibración interna en cada capa se debe introducir el vibrador en tres sitios diferentes; al compactar, el vibrador no debe tocar el fondo o las paredes del molde y debe penetrar 25 mm aproximadamente en la capa inferior. El vibrador se debe retirar suavemente de modo que no se formen bolsas de aire. En la vibración externa debe tenerse el cuidado de que el molde esté rígidamente unido a la superficie o elemento vibrante.
- Los cilindros deben referenciarse. Los moldes con el concreto, se deben colocar durante las primeras 16 horas como mínimo y máximo 24 horas, sobre una superficie rígida, libre de vibración u

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

otras perturbaciones. Los cilindros se deben almacenar en condiciones tales que se mantenga la temperatura entre $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se prevenga la pérdida de humedad de los mismos. Los cilindros para verificar diseño o para control de calidad, deben removerse de los moldes después de 20 ± 4 horas de haber sido moldeados y deben almacenarse en condiciones de humedad tales que siempre se mantenga agua libre en todas sus superficies, a temperatura permanente de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta el momento del ensayo. Los cilindros no deben estar expuestos a goteras o corrientes de agua, debe de estar sumergida completamente en agua.



Fig. N° 5: Curado de las probetas

Fuente: Elaboración Propia

- Para el ensayo de compresión deben sumergirse en agua los cilindros por 24 ± 4 horas inmediatamente antes de la rotura para asegurar una condición uniforme de humedad. Los cilindros se deben probar a la edad especificada por el calculista, aunque se recomienda probar parejas de cilindros antes y después de la

edad especificada con el fin de determinar cómo ha sido el desarrollo de resistencia.

- Antes de probar los cilindros se debe comprobar que sus bases sean planas, las bases de los cilindros que no sean planas dentro de 0,005 mm deben refrendarse. Los cilindros deben ensayarse tan pronto como sea posible, en estado húmedo; se llevan a la máquina de ensayo y se aplica carga a una velocidad constante (1,4 a 3,5 kg/cm²/s) hasta que el cilindro falle.



Fig. N° 6: Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Fuente: Elaboración Propia

- La resistencia a la compresión se calcula así:

$$R_c = \frac{P}{A}$$

Dónde:

P = Carga máxima aplicada en kg.

A = Área de la sección transversal en cm².

R_c = Resistencia a la compresión del cilindro en kg/cm²,
con aproximación a 1 kg/cm².

10kg/cm² ≈ 1Mpa

- Adicional al valor de la resistencia a la compresión se debe reportar el número de identificación o referencia del cilindro, su edad, tipo de fractura y defectos tanto del cilindro como del refrenado.



Fig. N° 7: Visualización de los Tipos de Fractura en las Probetas.

Fuente: Elaboración Propia.



2.11 ENSAYO DE ASENTAMIENTO O CONO DE ABRAMS.

El método de determinación empleado, es el ensayo del "Cono de Abrams" o "Slump" (ASTM C -143 y NTP N° 339.045) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. Por consiguiente, se puede definir el asentamiento, como la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que la recubría. Es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio. Se puede clasificar al concreto de acuerdo a su consistencia en tres grupos:

- Concretos consistentes o secos, con asentamiento de 0" a 2" (0 a 5 cm).
- Concretos plásticos, con asentamiento de 3" a 4" (7,5 a 10 cm).
- Concretos fluidos, con asentamientos con más de 5" (12,5 cm).

2.12 PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO

2.12.1 Relación esfuerzo-deformación del concreto a compresión

En la Fig. N° 8 se muestran curvas esfuerzo-deformación para concretos normales de diversas resistencia a la compresión. Las gráficas tienen una rama ascendente casi lineal cuya pendiente varía de acuerdo a la resistencia y se extiende hasta aproximadamente $1/3$ a $1/2$ de $f'c$.

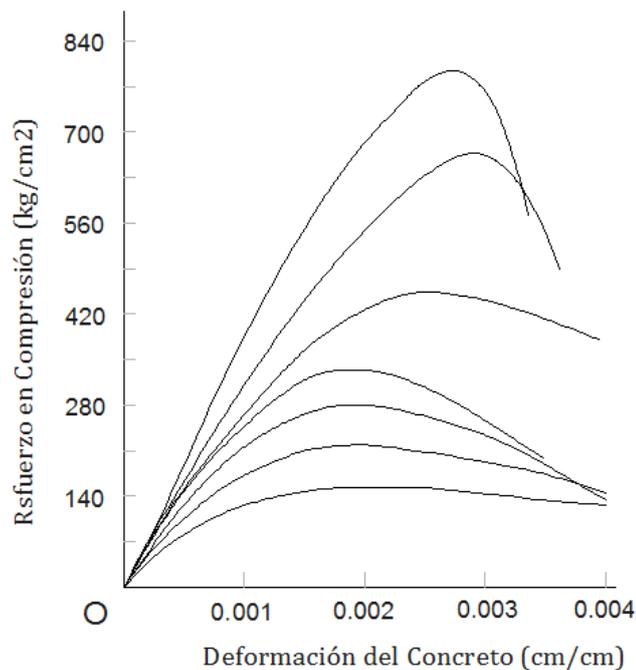


Fig. N° 8: Curva Esfuerzo-Deformación del Concreto en Compresión
Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Armado, E. Harmsen (EAOP)

Posteriormente adoptan la forma de una parábola invertida cuyo vértice corresponde al esfuerzo máximo en compresión. La deformación correspondiente a este punto es mayor para los concretos más resistentes. Sin embargo, para los de menor resistencia es casi constante e igual 0.002. La rama descendente de las gráficas tiene una longitud y pendiente que varíe de acuerdo al tipo de concreto. Para concreto de resistencias bajas tiende a tener menor pendiente y mayor longitud que para concreto de resistencias mayores. De ello se deduce que los concretos menos resistentes son los más dúctiles. Hognestad y Todeschini han propuesto idealizaciones de la curva esfuerzo-deformación del concreto, los cuales se muestran en la Fig. N° 9.

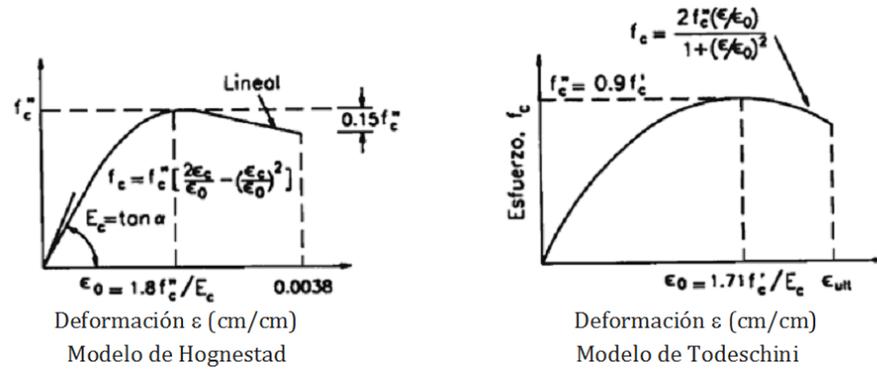


Fig. N° 9: Idealización de la curva esfuerzo-deformación del concreto.
Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Armado, E. Harmsen, (EAOP)

La curva esfuerzo-deformación del concreto varía de acuerdo a la velocidad de aplicación de la carga como se muestra en la Fig. N° 9. Si ésta se incrementa a un ritmo mayor, la resistencia máxima obtenida es mayor que si la carga se incrementa a menor razón. Este efecto debe tenerse presente cuando se analice los resultados de las pruebas estándar elaboradas en laboratorio.

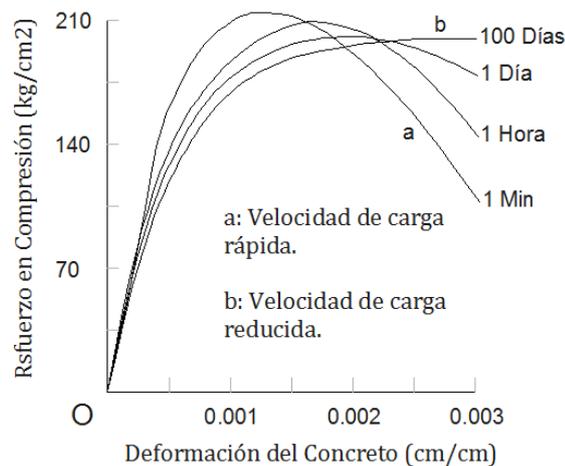


Fig. N° 10: Efecto de la Velocidad de Carga en la Resistencia a la Compresión del Concreto

Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto, Arthur H. Nilson, (EAOP)

El módulo de elasticidad de un material es parámetro que mide la variación de esfuerzos en relación a la deformación en el rango elástico. Es función del ángulo de la línea esfuerzo-deformación y es una medida de la rigidez o resistencia a la deformación de dicho material. El concreto presenta un comportamiento elasto-plástico y por ello los esfuerzos no son directamente proporcionales a la deformación. Por lo anterior, ha sido necesario definir términos como modulo secante y modulo tangente en un intento por convenir un valor para el módulo de elasticidad del concreto.

El módulo tangente se define como la pendiente de la recta tangente a la curva esfuerzo-deformación en un punto de ella. En particular, el módulo tangente que corresponde al esfuerzo nulo se denomina módulo tangente inicial. La deformación de este parámetro es difícil pues la recta tangente en el origen no está bien definida. Por su parte, el módulo secante es la pendiente de una recta secante a la curva, que une el punto de esfuerzo cero con otro cualquiera de la curva.

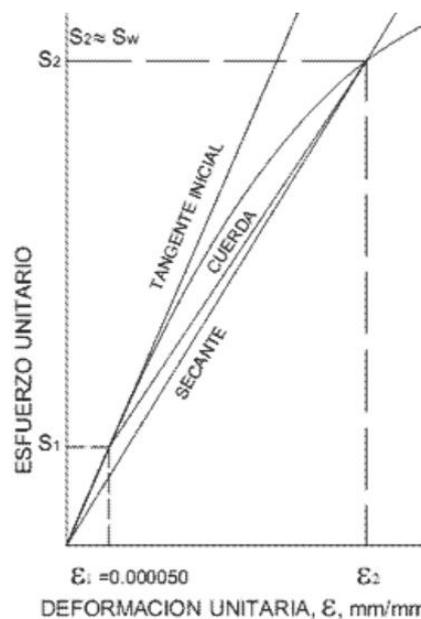


Fig. N° 11: Módulo Tangente y Secante del Concreto Compresión
Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Armado, E. Harmsen, (EAOP)

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Para definir el módulo de elasticidad de concreto, el ACI emplea el concepto de módulo secante y propone (ACI-8.5.1):

$$E_c = 0.14w^{1.5}\sqrt{f'_c}$$

E_c : Modulo de elasticidad del concreto

w: Peso unitario del concreto en kg/m³.

f'_c : Resistencia a la compresión del concreto.

La norma E.060 en su Capítulo 8, indica que el módulo de elasticidad del concreto para peso normal se debe tomar como:

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c}$$

2.13 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

2.13.1 Prensa Para Ensayo de Resistencia a la Compresión ASTM.

Maquina utilizada para tronar probetas cilíndricas de concreto, cuando se realizan los ensayos de compresión para hallar la resistencia a la compresión del concreto, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en mega pascales (MPa) en unidades SI.



Fig. N° 12: Prensa Para Ensayo de Resistencia a la Compresión ASTM.

Fuente: Elaboración Propia

2.13.2 Mezcladora de Concreto.

La Mezcladora de Concreto de Laboratorio está diseñada para mezclar lotes de diseños compuestos. El tambor de acero soldado y la corona dentada integrada junto con el marco de acero soldado, aseguran un servicio confiable con operación suave y silenciosa. El dispositivo de bloque del tambor con cinco posiciones de ajuste, permite ajustarlo para lograr el mejor ángulo de mezclado posible.



Fig. N° 13: Mezcladora de Concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

2.13.3 Moldes Cilíndricos de Plástico.

Los Moldes Cilíndricos de Plástico se utilizan para formar cilindros de concreto de 102 mm. X 203 mm. (4 pulg. x 8 pulg.) y 152 mm. x 305 mm. (6 pulg. x 12 pulg.) utilizados en aplicaciones de pruebas de compresión. Están fabricados en una sola pieza de polipropileno; los moldes cumplen con todos los requisitos establecidos en las normas ASTM y AASHTO.



Fig. N° 14: Moldes cilíndricos metálicos y de plástico

Fuente: Elaboración Propia

2.13.4 Equipo Para Medir el Asentamiento.

- ✓ Cono de Abrams
Ø inferior 200 mm, Ø superior 100 mm, altura 300 mm, tolerancias ± 3 mm, espesor mínimo 1.5 mm, 1.15 mm repujado
- ✓ Barra compactadora
Barra de acero liso con punta semiesférica Ø 5/8" (16 mm) x 24" (600 mm)
- ✓ Instrumento de medida
Regla de metal rígido (Wincha)
Long ≥ 12 ", divisiones de 1/4" (5 mm)



Fig. N° 15: Equipo para el ensayo del Cono de Abrams.

Fuente: Fuente google.

2.14 MARCO SITUACIONAL.

El lugar de estudio se ubica en los centros poblados de Gelleycancha, Shiki y Pulpuliag en el distrito de la unión provincia de dos de mayo, departamento de Huánuco.

El centro poblado de Gelleycancha presenta una altitud aproximada de 3603 msnm y se ubica a una distancia de 8 km de la ciudad de La Unión. Por su altitud, el clima es templado-seco-frígido. En los meses de noviembre a abril y granizadas la estación es de invierno que es temporadas de avenidas o lluvias y en los meses restantes (de mayo a septiembre) la estación seca (sequía) o verano.

El centro poblado de Shiki presenta una altitud aproximada de 3664 msnm y se ubica a una distancia de 15 km de la ciudad de La Unión. Por su altitud, el clima es templado-seco-frígido. En los meses de noviembre a abril y granizadas la estación es de invierno que es temporadas de avenidas o lluvias y en los meses restantes (de mayo a septiembre) la estación seca (sequía) o verano.

El centro poblado de Pulpuliag presenta una altitud aproximada de 3691 msnm y se ubica a una distancia de 14 km de la ciudad de La

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Unión. Por su altitud, el clima es templado-seco-frío. En los meses de noviembre a abril y granizadas la estación es de invierno que es temporadas de avenidas o lluvias y en los meses restantes (de mayo a septiembre) la estación seca (sequía) o verano.

Durante el invierno las lluvias son frecuentes y torrenciales y ocasionalmente ocurren granizadas y en los meses de veranos la insolación es fuerte y la amplitud térmica elevada con elevadas temperaturas durante el día, los cuales descienden muy por debajo del promedio durante la noche (menores a 5 °C), así como también entre las áreas iluminadas y la sombra, debido a la escasa humedad atmosférica.

2.15 HIPÓTESIS, VARIABLES, INDICADORES E DEFINICIONES OPERACIONALES.

2.15.1 Hipótesis: general y específico.

2.15.1.1 Hipótesis general.

El desarrollo del estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerantes de fragua, formara parte de la solución a problemas de fragua en zonas alto andinas en Huánuco.

2.15.1.2 Hipótesis específicas.

- La determinación de la resistencia a la compresión de los testigos elaborados con aditivos acelerante de fragua, formara parte de

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



la solución a problemas de fragua en zonas alto andinas en Huánuco.

- La adhesión de acelerante de fragua en el concreto mejorara tempranamente la resistencia a la compresión del concreto elaborados en zonas alto andina en Huánuco.

2.11.2 Sistema de variables- dimensiones e indicadores.

2.11.2.1 variable independiente.

Resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerantes de fragua en zonas alto andinas en Huánuco.

2.11.2.2 variable dependiente.

Estudio comparativo.



CAPÍTULO III

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



3. MARCO METODOLOGICO.

3.1 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 Nivel de investigación.

El estudio se hará a nivel Descriptivo – Experimental - Analítico.

- Experimental. Comprende los ensayos de laboratorio de las probetas elaborado con aditivo acelerante de fragua en las zonas alto andinas de Huánuco.
- Descriptiva. El tipo de investigación será descriptivo porque se someterá a un análisis en el que se mide y evalúa propiedades y características importantes de las probetas elaboradas con aditivo acelerante de fragua en las zonas alto andinas en Huánuco.
- Analítico. Los diferentes tópicos serán analizados ampliamente mediante sus correspondientes variables los mismos que nos permitirán llegar a conclusiones valiosas para contrastar la hipótesis de trabajo.

3.1.2 Tipo de investigación.

El enfoque de la investigación a desarrollar es del tipo Cuantitativo.



3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Para alcanzar el objetivo general del proyecto de investigación se plantearon el siguiente esquema:

ENSAYOS A REALIZARSE

Estos ensayos se dan a nivel experimental, en donde se ensayarán las probetas elaborado con aditivos acelerantes de fragua en zonas alto andinas en Huánuco.

- ✓ Ensayos de los materiales para elaborar el concreto
 - Gravedad específica y absorción de agregado grueso.
 - Gravedad específica y absorción de agregado fino.
 - Peso unitario de agregado grueso (suelto varillado).
 - Peso unitario de agregado fino (suelto varillado).
 - Desgaste los ángeles.
- ✓ Ensayos a los testigos de concreto
 - Rotura de probetas esfuerzo a compresión.

3.3 UNIVERSO, POBLACION Y MUESTRA.

3.3.1 Determinación del universo/población.

El universo estará dado por los lugares en donde se realizaran las probetas para los ensayos a compresión y la elección de la cantera la cual se elaborara los testigos de concreto.



3.3.2 Muestra.

Las muestras a estudiar van a ser los diferentes lugares en donde se van a realizar las probetas para los ensayos a compresión, las cuales son:

Gelleycancha.

Shiqui.

Pulpuliag.

- ✓ Cantera empleada: Cantera de Quivilla.
- ✓ Probetas de concreto simple: La norma peruana indica que se deben realizar ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días, respetando este criterio se ensaya las probetas a los 7, 14 y 28 días; además se optó también a realizar a los 3 días, debido a que el comportamiento de la resistencia a compresión es más relevante en los primeros días dado las condiciones del presente proyecto de investigación. Teniendo en cuenta este criterio se ensayó las probetas de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días; tres probetas por cada día y en los lugares que anteriormente sea mencionado.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1 Ensayos de Laboratorio.

Se detallan los ensayos y procedimientos llevados a cabo para la elaboración del concreto, lo cual he dividido en dos partes:

- Características físicas de los agregados.
- Resultado de ensayo de agregados.
- Calcular la dosificación de la mezcla.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



- Etapas para la elaboración y toma de muestra del concreto.

3.4.2 Características Físicas de los Agregados.

Analizamos las características físicas de los agregados los cuales nos servirán para evaluar los probables comportamientos del concreto. En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

3.4.2.1 Agregado Fino.

3.4.2.1.1 Análisis Granulométrico del Agregado Fino.

Teniendo en cuenta la forma irregular de las partículas de los agregados, es obvio que no es simple establecer un criterio numérico individual para definir el tamaño de cada partícula midiendo sus dimensiones.

Como sería sumamente difícil medir el volumen de los diferentes tamaños de las partículas, se usa una manera indirecta, la cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total, a esto se le denomina análisis granulométrico, que es la representación mínima de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Para realizar el análisis granulométrico del agregado fino nos regimos de la NTP 400.012, la cual nos indica que para este tipo de ensayo tomamos una muestra de 500gr. Dicha muestra fue secada en el horno a una temperatura de $100^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C y posteriormente tamizada por las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50, y N°100, los resultados del tamizado se expresó



indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra.

2.4.2.1.2 Módulo de Fineza.

En busca de las caracterizaciones numéricas que representa la distribución volumétrica de las partículas de los agregados, se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie estándar hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se divide entre 100.

El módulo de fineza del agregado fino deberá estar comprendido entre los valores de 2.35 a 3.15. El módulo de fineza es un indicador de la finura de los agregados, puesto que cuanto mayor sea el módulo de fineza, más grueso es el agregado.

3.4.2.1.3 Peso Unitario del Agregado Fino.

El peso unitario o aparente de los agregados es su peso tal como se encuentra en la realidad, es decir incluye los vacíos entre partículas, este peso es variable dependiendo del grado de capacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

La obtención del peso unitario del agregado es importante ya que este valor sirve para calcular las cantidades de materiales para la mezcla y para convertir volúmenes en peso o viceversa; la NTP 400.017 es la que rige el presente ensayo.

A continuación mencionamos los ensayos relacionados al peso unitario del agregado fino.

- ❖ Para el peso unitario suelto
- ❖ Para el peso unitario compactado



2.4.2.1.4 Peso Específico del Agregado Fino.

El peso específico es un índice de calidad del agregado, cuando los valores son elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que los valores bajos corresponden a agregados débiles y absorbentes.

El peso específico es la relación, a una temperatura estable de la masa de volumen unitario de agua destilada libre de gas. El peso específico del agregado fino lo rige la norma técnica peruana NTP 400.021.

3.4.2.1.5 Porcentaje de Absorción del Agregado Fino.

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas, según NTP 400.021.

Llamamos absorción a la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta se expresa en porcentaje en peso.

Tiene importancia pues refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerlo en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

3.4.2.1.6 Contenido de Humedad del Agregado Fino.

Es la cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas de los agregados.

Es una característica importante pues contribuye a relacionar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



3.4.2.2 Agregado Grueso.

3.4.2.2.1 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

Para realizar el siguiente ensayo nos regimos por la NTP 400.012, la norma nos indica para el ensayo, tomar una muestra de 8 kg. esta muestra esta previamente cuarteada y llevada al horno por espacio de 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, el tamizado se hizo a través de los tamices 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ " y N°4 . El resultado del tamizado se expresa indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra.

3.4.2.2.2 Peso Unitario del Agregado Grueso.

El peso unitario o aparente de los agregados es su peso tal como se encuentra en la realidad, es decir incluye los vacíos entre partículas, este peso es variable dependiendo del grado de capacidad o de humedad, además varia con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

La obtención del peso unitario del agregado es importante ya que este valor sirve para calcular las cantidades de materiales para la mezcla y para convertir volúmenes en peso o viceversa; la NTP 400.017 es la rige el presente ensayo.

A continuación mencionamos los ensayos relacionados al peso unitario del agregado grueso.

- ❖ Para el peso unitario suelto
- ❖ Para el peso unitario compactado



3.4.2.2.3 Peso Específico del Agregado Grueso.

Para realizar el peso específico del agregado grueso tomamos en cuenta la NTP 400.021,

El peso específico es un índice de calidad del agregado, cuando los valores son elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que los valores bajos corresponden a agregados débiles y absorbentes.

El peso específico es la relación, a una temperatura estable de la masa de volumen unitario de agua destilada libre de gas.

3.4.2.2.4 Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.

El porcentaje de absorción lo hayamos del ensayo del peso específico, la absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta, se expresa como porcentaje en peso. Y está regido por la norma técnica peruana según NTP 400.021

3.4.2.2.5 Contenido de Humedad del Agregado Grueso.

Es la cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas de los agregados.

Es una característica importante pues contribuye a relacionar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas.



3.4.2.2.6 Tamaño Máximo del Agregado Grueso.

Es el tamaño de la abertura de la malla más pequeña que deja pasar toda la muestra del agregado, según NTP 400.017 se utiliza para seleccionar el agregado según las condiciones de geometría del encofrado y del refuerzo del acero.

3.4.2.2.7 Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso.

El tamaño máximo nominal se da generalmente como referencia de la granulometría y corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido.

3.4.3 Resultado de Ensayo de Agregados.

En este apartado se incluye el análisis granulométrico de agregado grueso, análisis granulométrico de agregado fino, análisis granulométrico de hormigón, peso volumétrico suelto de agregado fino y grueso, peso volumétrico compacto de agregado fino y grueso. De los datos obtenidos en ensayos realizados, se mostrarán los resultados en gráficas que nos indicarán el comportamiento del material en las diferentes pruebas. También se presentarán los requisitos dados por las normas ASTM y la NTP que deben cumplir todo tipo de agregado para que pueda dar una buena resistencia y durabilidad a nuestro concreto.

3.4.3.1 Tamaño Máximo Nominal.

El tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Tabla N° 17: Análisis Granulométrico de Piedra Chancada. "Cantera Quivilla"

TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	129.7	3.60	3.60	96.40
3/4"	19.050	1403.0	38.96	42.56	57.44
1/2"	12.700	1321.7	36.70	79.26	20.74
3/8"	9.525	512.9	14.24	93.50	6.50
1/4"	6.350	181.7	5.05	98.55	1.45
No 4	4.760	16.1	0.45	99.00	1.00
N° 8	2.380	0.7	0.02	99.02	0.98
No 10	2.000	0.6	0.02	99.03	0.97
N° 16	1.190	0.4	0.01	99.04	0.96
No 20	0.840	0.9	0.02	99.07	0.93
No 30	0.590	0.8	0.02	99.09	0.91
No 40	0.426	0.7	0.02	99.11	0.89
No 50	0.297	0.6	0.02	99.13	0.87
No 60	0.250	0.3	0.01	99.14	0.86
No 100	0.149	0.8	0.02	99.16	0.84
No 200	0.074	1.7	0.05	99.21	0.79
CAZOLETA	0.000	28.6	0.79	100.00	0.00
TOTAL		3601.2	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

Tamaño máximo nominal, de acuerdo a la NTP 400.037 (INDECOPI), corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

De la descripción anterior tenemos que el T.M.N. de nuestra piedra chancada es de 3/4".

El la Fig. N° 16 los limites inferior y superior indican el huso granulométrico y la curva de color negra que corresponde a nuestro agregado y está dentro del huso 67.

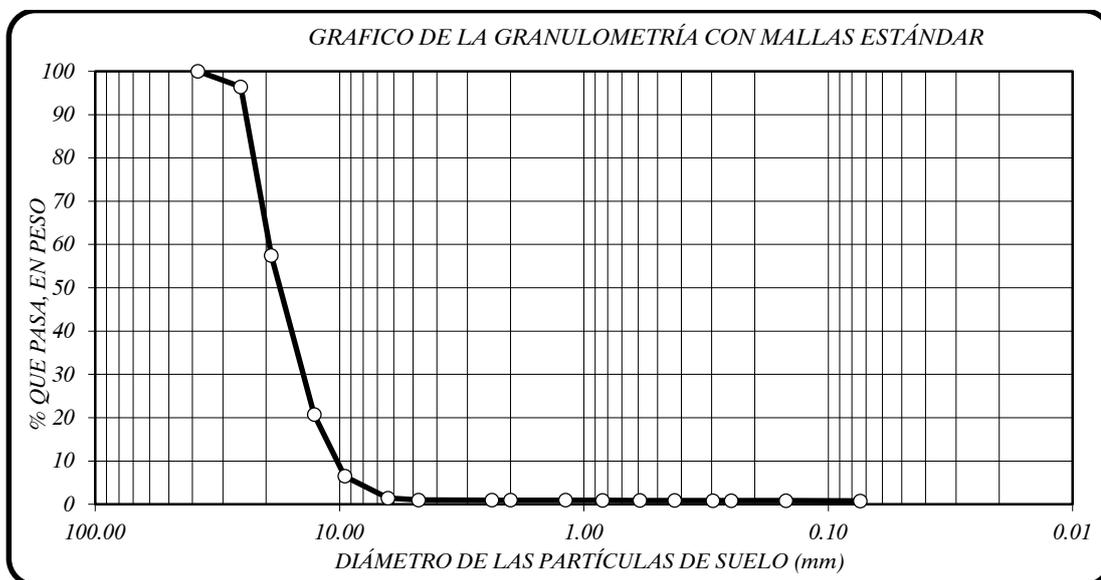


Fig. N° 16: Curva Granulométrica de Piedra Chancada a escala logarítmica en el eje X

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.2 Peso Seco Compactado Agregado Grueso.

Tabla N° 18: Peso Unitario Seco Compactado Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SECO COMPACTO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	5,970.1	5,970.1	5,970.1	5,970.1
Peso del recipiente	gr.	1,383.5	1,383.5	1,383.5	1,383.5
Volumen de recipiente	cm ³ .	2,831.7	2,831.7	2,831.7	2,831.7
Peso del agregado grueso	gr.	4,586.6	4,586.6	4,586.6	4,586.6

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1,620	1,620	1,620	1,620
---------------------------	---------------------	-------	-------	-------	-------

Peso Unitario seco Compacto	=	1619.7 Kg/m³.
------------------------------------	----------	---------------------------------

Fuente: Elaboración Propia

Promediando los 04 resultados de la última fila de la Tabla N° 18 se tiene un peso unitario seco de 1919.70 kg/m³.

3.4.3.3 Peso Específico de la Piedra Chancada.

Tabla N° 19: Peso Específico de la Piedra Chancada.

NORMA ASTM C 88 - 76

MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso de Matraz + Hormigón seco	gr.	643.8	755.2	674.9	861.4
Peso de Matraz + Agregado Grueso + Agua	gr.	966.8	1036.1	986.7	1104.7
Peso de Matraz	gr.	165.9	165.9	165.9	165.9
Volumen de Matraz	cm ³ ,	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso Específico del agua	cm ³ ,	1.0	1.0	1.0	1.0
Peso del Agregado Grueso	gr.	477.9	589.3	509.0	695.5
Peso del Agua		323.0	280.9	311.8	243.3
Volumen del agua		323.0	280.9	311.8	243.3
Volumen del Agregado Grueso		177.0	219.1	188.2	256.7
Gravedad específica		2.700	2.690	2.705	2.709

Gravedad Especifica del agregado Grueso	=	2.701 gr/cm³
--	----------	--------------------------------

Fuente: Elaboración Propia

Es este ensayo se fue bastante práctico aplicando el principio de Arquímedes, el peso del agua desplazada viene a ser igual al volumen

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



de la piedra superficialmente seca (S.S.) por tratarse del agua, siendo su densidad $1\text{gr}/\text{cm}^3$.

De la última fila de la Tabla N° 19 se tiene un peso específico de $2.701\text{Tn}/\text{m}^3$.

3.4.3.4 Absorción de la Piedra Chancada.

Tabla N° 20: Absorción de la Piedra Chancada.

AGREGADO GRUESO				
N° ENSAYO	01	02	03	04
PESO HUMEDO + VASIJA	101.266	116.877	110.716	81.185
PESO SECO + VASIJA	100.511	115.896	109.849	80.711
PESO DE LA VASIJA	2.7	2.6	2.7	2.6
PESO DEL AGUA	0.8	1.0	0.9	0.5
PESO DE LOS SOLIDOS	97.8	113.3	107.2	78.1
HUMEDAD DE ABSORCION	0.772	0.866	0.809	0.607
ABSORCION	0.76%			

Fuente: Elaboración Propia

De este ensayo se obtiene un valor de absorción 0.76%.

3.4.3.5 Contenido de Humedad de la Piedra Chancada.

Tabla N° 21: Contenido de Humedad de la Piedra Chancada

AGREGADO GRUESO					
N° Ensayo	UND	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de rec + piedra chancada natural	gr.	3061.04	2950.64	3040.41	3025.14
Peso de rec + piedra chancada seco	gr.	3040.26	2930.11	3020.23	3004.24
Peso de rec	gr.	690.31	690.31	690.31	690.31

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Peso del agua evaporada	gr.	20.78	20.53	20.18	20.9
Peso de la piedra chancada seco	gr.	2349.95	2239.8	2329.92	2313.93
Humedad		0.88	0.92	0.87	0.90
Contenido de humedad		0.89%			

Fuente: Elaboración Propia

Este ensayo se determinó minutos antes de realizar el llenado de las probetas rectangulares y cilíndricas, ya que la humedad al transcurrir los días varía significativamente.

3.4.3.6 Módulo de Fineza de la Arena Gruesa.

El la Fig. N° 17 las curvas de color azul son los extremos del huso granulométrico para agregado fino, es favorable que la curva de color negra se encuentre dentro del huso, permite que la mezcla sea trabajable y no se presenta excesiva exudación.

Tabla N° 22: Análisis Granulométrico de Arena Gruesa. "Cantera Quivilla"

TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.525	18.9	0.91	0.91	99.09
1/4"	6.350	11.7	0.56	1.47	98.53
No 4	4.760	62.9	3.01	4.48	95.52
N° 8	2.380	288.9	13.84	18.32	81.68
No 10	2.000	154.6	7.40	25.72	74.28
N° 16	1.190	486.3	23.29	49.01	50.99

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

No 20	0.840	248.4	11.90	60.91	39.09
No 30	0.590	242.7	11.62	72.53	27.47
No 40	0.426	178.1	8.53	81.06	18.94
No 50	0.297	119.9	5.74	86.80	13.20
No 60	0.250	41.9	2.01	88.81	11.19
No 100	0.149	88.8	4.25	93.06	6.94
No 200	0.074	41.6	1.99	95.06	4.94
CAZOLETA	0.000	103.2	4.94	100.00	0.00
TOTAL		2087.9	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

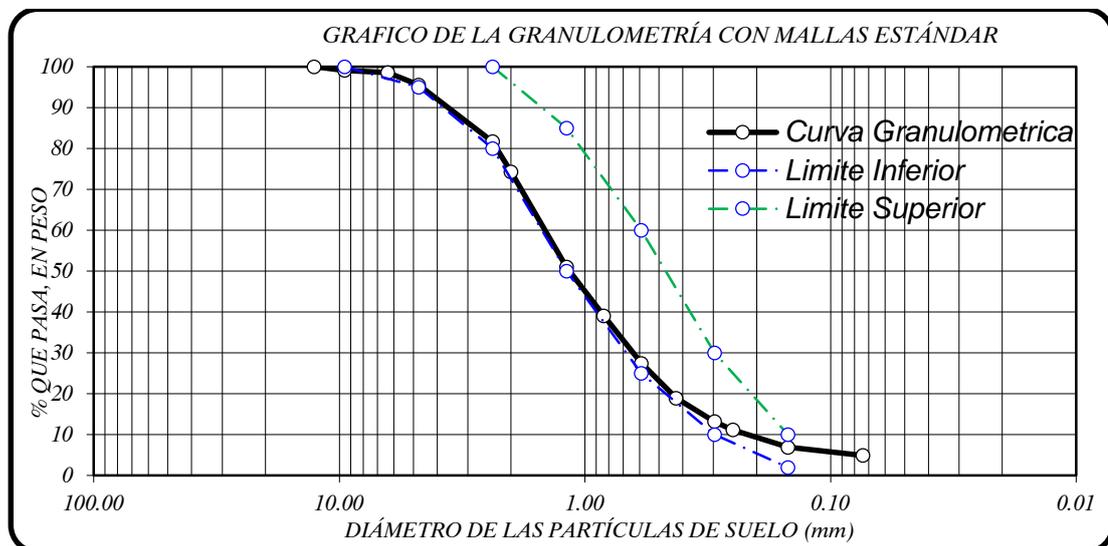


Fig. N° 17: Curva Granulométrica de Arena Gruesa a escala logarítmica en el eje X.

Fuente: Elaboración Propia.

El módulo de fineza se define:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acumulado}(3 + 1\ 1/2" + 3/4 + 3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$



Tabla N° 23: Peso Retenido Acumulado de Arena Gruesa

TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (%)
3/8"	0.91
N°4	4.48
N°8	18.32
N°16	49.01
N°30	72.53
N°50	86.80
N°100	93.06

Fuente: Elaboración Propia

La sumatoria de los valores de la columna derecha de la Tabla N° 23 es igual a 325.11, para obtener el módulo hay que dividir entre 100 esto es: 3.25; es un valor que está dentro de los límites recomendables (2.3 - 3.3).

3.4.3.7 Peso Seco Compactado Agregado Fino.

Tabla N° 24: Peso Unitario Seco Compactado Agregado Fino

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SECO COMPACTO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado fino + recipiente	gr.	6,915.3	6,915.3	6,915.3	6,915.3
Peso del recipiente	gr.	1,383.5	1,383.5	1,383.5	1,383.5
Volumen de recipiente	cm ³ .	2,831.7	2,831.7	2,831.7	2,831.7
Peso del Agregado Fino	gr.	5,531.8	5,531.8	5,531.8	5,531.8
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1,954	1,954	1,954	1,954



Peso Unitario Seco Compacto = 1953.5 Kg/m³.

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.8 Peso Específico de la Arena Gruesa.

Tabla N° 25: Peso Específico de la Arena Gruesa

NORMA ASTM C 88 – 76

MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso de Matraz + Agregado fino seco	gr	851.1	781.2	743.2	841.0
Peso de Matraz + Agregado fino + Agua	gr	1098.3	1052.8	1029.1	1090.4
Peso de Matraz	gr	165.9	165.9	165.9	165.9
Volumen de Matraz	cm ³ ,	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso Específico del agua	cm ³ ,	1.0	1.0	1.0	1.0
Peso del Agregado fino	gr	685.2	615.3	577.3	675.1
Peso del Agua	gr	247.2	271.6	285.9	249.4
Volumen del agua	cm ³ ,	247.2	271.6	285.9	249.4
Volumen del Agregado fino	cm ³ ,	252.8	228.4	214.1	250.6
Gravedad especifica	gr/cm ³	2.710	2.694	2.696	2.694

Gravedad Especifica del agregado Fino = 2.699 gr/cm³

Fuente: Elaboración Propia

De la última fila de la Tabla N° 25 se tiene un peso específico de 2.699gr/cm³.

3.4.3.9 Absorción de la Arena Gruesa

Como resultado del ensayo se tiene un valor de absorción 0.90%.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Tabla N° 26: Absorción de la Arena Gruesa

AGREGADO FINO				
N° ENSAYO	01	02	03	04
PESO HUMEDO + VASIJA	83.251	90.806	91.466	64.891
PESO SECO + VASIJA	82.482	89.995	90.675	64.402
PESO DE LA VASIJA	2.7	2.6	2.7	2.7
PESO DEL AGUA	0.8	0.8	0.8	0.5
PESO DE LOS SOLIDOS	79.8	87.4	88.0	61.7
HUMEDAD DE ABSORCION	0.964	0.928	0.899	0.792
ABSORCION	0.90%			

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.10 Contenido de Humedad de la Arena Gruesa.

Tabla N° 27: Contenido de Humedad de la Arena Gruesa

AGREGADO FINO					
N° Ensayo	UND	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de Rec + Arena gruesa natural	gr.	1419.38	1403.24	1440.36	1412.18
Peso de Rec + Arena gruesa seco	gr.	1400.45	1383.86	1420.75	1393.46
Peso de Rec	gr.	755.62	755.62	755.62	755.62
Peso del Agua Evaporada	gr.	18.93	19.38	19.61	18.72
Peso Arena gruesa seco	gr.	644.83	628.24	665.13	637.84
Contenido de humedad		2.94	3.08	2.95	2.93
Contenido de humedad		2.98%			

Fuente: Elaboración Propia



3.4.4 Calcular la Dosificación de la Mezcla.

3.4.4.1 Especificaciones de los Materiales.

- En el diseño de la mezcla se considerará una temperatura mínima de ± 5 °C.
- En el diseño de mezclas se especificó un f'_c de 210 Kg/cm² a los 28 días. Teniendo en cuenta estos datos elaboramos las muestras de prueba, no se cuenta con registros de ensayos a compresión anteriores.
- La condición de colocación requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica (de 3" a 4").
- El agregado es de la cantera de Quivilla, con un tamaño máximo nominal de 1/2".

3.4.4.2 Características Físicas de los Materiales.

Cemento:

- Portland tipo I - Andino.
- Peso específico 3.15gr/cm³

Aditivo:

- Aditivo acelerante de fraguado – Chema 3 (Líquido)
- Densidad 1.22 kg/lit.

Agua:

- Potable, de la red de servicio público.



Agregado Grueso: “Piedra chancada”

- Tamaño máximo nominal	3/4”
- Peso seco compactado	1619.70 kg/m ³
- Peso específico	2.701 Tn/m ³
- Absorción	0.76 %
- Contenido de humedad	0.89 %

Agregado Fino: “Arena Gruesa”

- Peso específico	2.699 Tn/m ³
- Absorción	0.90 %
- Contenido de humedad	2.98 %
- Módulo de fineza	3.25

3.4.4.3 Pasos para Determinar la Dosificación del Concreto.

- En el diseño de la mezcla se considerará una temperatura mínima de ± 5 °C
- Determinación de la resistencia promedio.
Para el cálculo de la resistencia promedio tomamos como base la resistencia especificada dada y la tabla N° 12. (Cabe señalar que para la elección de la resistencia promedio hay varias opciones, nosotros hemos elegido este que a continuación se presenta).

$$f'_{cr} = 210 + 85 = 295 \text{ kg/cm}^2$$

- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
Según la granulometría del agregado grueso tenemos el valor de:

$$T.M.N = 3/4''$$

- Selección del asentamiento o SLUMP.
Según el requerimiento de una mezcla plástica se tiene un asentamiento igual a:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



$$SLUMP = 3'' \text{ a } 4''$$

- Volumen unitario de agua.

Entramos a la Tabla N° 13 y determinamos que el volumen unitario del agua necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3'' a 4'', en una mezcla con aire incorporado y tamaño máximo nominal de 3/4'' se tiene:

$$\text{Contenido de Agua} = 184 \text{ lt.}$$

- Contenido de aire.

Selección del contenido de aire, con el empleo de la tabla correspondiente.

Teniendo en cuenta que la mezcla va a tener problemas de congelamiento y deshielo (Moderada) se determina el contenido de aire para un T.M.N. del agregado grueso de 3/4'', considerando la Tabla N° 13, se tiene:

$$\text{Contenido de Aire} = 5 \%$$

- Relación agua – cemento

Para un concreto con aire incorporado de la Tabla N° 14, interpolando valores para un valor de $f'_{cr} = 295 \text{ Kg/cm}^2$ tenemos:

$$a/c = 0.457$$

- Factor cemento

Se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento esto es:

$$F. C = \frac{V_{\text{agua}}}{a/c} = \frac{184}{0.457} = 402.626 \text{ kg/m}^3 = 9.474 \text{ bls/m}^3$$

- Cantidad de Aditivo

$$\text{Cant. Aditivo} = 3 \% \text{ (Peso Cemento)}$$

$$\text{Cant. Aditivo} = 3 \% * 402.626 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cant. Aditivo} = 12.079 \text{ kg/m}^3 * 1/1.22 \text{ lt/kg}$$

$$\text{Cant. Aditivo} = 9.9 \text{ lt/kg}$$

- Contenido de agregado grueso



Datos:

Módulo de finura del agregado fino = 3.25

T.M.N. del agregado grueso = 3/4"

Entramos a la Tabla N° 16, con los datos anteriormente mencionados encontramos:

$$b/b_0 = 0.575$$

$$\text{Peso Agregado Grueso} = 0.575 \times 1619.70 = 931.328 \text{ kg/m}^3$$

- Cálculos de volúmenes absolutos

Conocidos los pesos del cemento, agua y la piedra chancada, así como el volumen de aire, procedemos a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales.

Cemento	$402.626 / (3.15 \times 1000)$	= 0.1278 m ³
Agua	$184 / (1 \times 1000)$	= 0.1840 m ³
Aire	5 %	= 0.0500 m ³
Agregado Grueso	$931.328 / (2.701 \times 1000)$	= 0.3448 m ³
Suma de Vol. conocidos		= 0.7066 m ³

- Contenido de arena gruesa

El volumen absoluto de la arena gruesa será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso de la arena gruesa será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

$$\text{Vol. Abs. Arena Gruesa} = 1 - 0.7066 = 0.2934 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso. Agre. Fino} = 0.2934 (2.699 \times 1000) = 791.887 \text{ kg/m}^3$$

- Valores de diseño

Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán:

Cemento	402.626 kg
---------	------------



Agua	184.000 kg
Agregado grueso (seco)	931.328 kg
Agregado fino (seco)	791.887 kg

- Corrección por humedad del agregado

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cúbica de concreto deben ser corregidos en función de las condiciones de humedad de la piedra chancada y arena gruesa.

Peso húmedo de:

Arena gruesa	$791.887 \times (1 + 0.0298) = 815.49 \text{ kg/m}^3$
Piedra chancada	$931.328 \times (1 + 0.0089) = 939.62 \text{ kg/m}^3$

Humedad superficial de:

Arena gruesa	$2.98 - 0.90 = 2.08 \%$
Piedra chancada	$0.89 - 0.76 = 0.13 \%$

Aporte de humedad de los agregados

Arena gruesa	$791.887 \times 0.0208 = 16.47 \text{ lt/m}^3$
Piedra chancada	$931.328 \times 0.0013 = 1.21 \text{ lt/m}^3$
Agua efectiva	$= \text{Total} - \text{Aporte} = 184 - 17.68 = 166.32 \text{ lt/m}^3$

- Por lo tanto los pesos de los materiales corregidos por humedad que intervienen en la mezcla son :

Cemento	403 kg/m ³
Agua	167 lt/m ³
Arena gruesa	816 kg/m ³
Piedra chancada	940 kg/m ³

- La proporción en pesos de los materiales es el siguiente:



$$\frac{403}{403} : \frac{167}{403} : \frac{816}{403} : \frac{940}{403} = 1 : 0.41 : 2.02 : 2.33 \text{ lt/bls}$$

3.4.4.4 Cantidad de Material para el Diseño.

- Para conocer la cantidad de materiales que se necesitan en una mezcladora tipo trompo de capacidad 1 de bolsa de cemento, debemos multiplicar a las proporciones del ítem anterior por 42.5 kg, obteniendo lo siguiente:

Tabla N° 28: Cantidad de Materiales para un concreto de 210 kg/cm²

MATERIALES	CANTIDAD	Und
Cemento Andino	42.5	kg
Agua Potable	17.43	lt
Arena Gruesa	85.85	kg
Piedra Chancada da 1/2"	99.03	kg
Aditivo	1.05	lt

Fuente: Elaboración Propia

3.4.5 Etapas Para la Elaboración y Toma de Muestra del Concreto.

3.4.5.1 Extracción y Preparación de la Muestra.

Como primera etapa mencionaremos la extracción de las muestras, para lo cual se procede a la toma de muestra del concreto que es una operación fundamental en el proceso de la producción del concreto.

La muestra del material utilizado proviene de la Cantera de Quivilla de la ciudad de La Unión.

En el laboratorio se realizaron sus respectivos análisis granulométricos para determinar su Tamaño Máximo, y de esta manera verificar si el tamaño concuerda con la información brindada por el proveedor.

Los agregados adquiridos en la cantera descrita anteriormente fueron transportados en volquetes y almacenados en un lugar cubierto, no expuestos a cambios de temperatura, contaminaciones y presencia de materia orgánica.



Fig. N° 18: Extracción y preparación de la muestra.

Fuente: Fuente propia.

3.4.5.2 Toma de Muestras del Concreto Fresco.

Para recoger las muestras del concreto fresco, se utilizaron recipientes de material no absorbentes, de preferencia metálicos, de forma y tamaños adecuados a fin de impedir la segregación de los agregados. Además se contó una pala o cucharón para homogeneizar la muestra, antes de realizar los ensayos.

En el momento de sacar las muestras se tomaron todas las precauciones necesarias para conseguir que sean realmente representativas del concreto a tratar , para ello la corriente de

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

descarga del trompo se dirigió para que caiga al recipiente, teniendo cuidado además , de que la velocidad de descarga no fuera tan pequeña como para producir la segregación del material.



Fig. N° 19: Toma de Nuestras del Concreto Fresco.

Fuente: Fuente propia.

3.4.5.3 Ensayo de Consistencia o Slump Mediante el Cono de Abrams.

El denominado ensayo de asentamiento o slump, llamado también de revenimiento o “slump test”, se encuentra ampliamente difundido y su empleo es aceptado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco.

El ensayo consistió en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento del concreto luego de desmoldarlo. El comportamiento del concreto en la prueba, indica su consistencia o sea la capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

Para realizar el ensayo de consistencia utilizamos un molde troncocónico y una varilla de 5/8" con punta de bala, el molde descansa sobre una superficie plana no absorbente, dicho molde se llenó en tres capas, luego se compacto cada capa mediante 25 golpes con la varilla de acero, estos golpes se les propinan en forma distribuida y en forma de espiral, se tuvo cuidado que la barra solo compacte la capa ensayada.

La última capa se enrasa con ayuda de una espátula para luego levantar el molde verticalmente y con mucho cuidado; el ensayo culmina al medir el asiento del concreto que es la diferencia entre la altura del molde y la cara superior central de la mezcla.



Fig. N° 20: Ensayo de Consistencia o Slump Mediante el Cono de Abrams.

Fuente: Fuente propia.

3.4.5.4 Elaboración de Probetas Cilíndricas de Concreto:

Para la elaboración de la presente tesis utilizamos probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura.



Se elaboraron probetas cilíndricas para cada lugar en donde se realizaron los ensayos, las cuales fueron ensayadas a las edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado.

Para ello fue necesario ensayar tres probetas de concreto con diferente relación agua cemento, para cada edad en los días programados.

Al momento de vaciado del concreto el molde, previamente el molde debe estar limpio y en su parte interior fueron cuidadosamente aceitadas. El moldeo de las probetas se efectuó sobre una superficie horizontal, libre de vibraciones, el llenado de la probeta se efectuó evitando la segregación y vertiendo el concreto con la cuchara; luego de mezclarse el concreto se llenan los moldes en tres capas, cada una de ellas a un tercio de la altura del molde y compactadas enérgicamente con la barra compactadora con 25 golpes en forma vertical y en forma de espiral empezando por los extremos hasta llegar al centro y así sucesivamente con las otras dos capas superiores, en la capa ultima se agregara material hasta rebosar, retirando el material excedente y enrasamos la superficie del molde tratando de lograr un buen acabado, luego de ello con la ayuda de un martillo de goma se propicia golpes para eliminar vacíos.

Las probetas fueron retiradas de los moldes entre las 20 ± 4 horas, después de ser moldeados se procedió soltando los elementos de cierre y luego de un momento se retiraron cuidadosamente los moldes.

Las probetas fueron identificadas en su cara superior con nombre y edad de elaboración, con la ayuda de un corrector, al cabo de ello las probetas fueron enviadas a la poza de curado.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Fig. N° 21: Elaboración de Probetas Cilíndricas de Concreto.

Fuente: Fuente propia.

3.4.5.5 Curado de Probetas Cilíndricas.

Para obtener un buen concreto es necesario, que en su primera edad se encuentre en un entorno que reúna adecuadas condiciones de temperatura, humedad y que agreguen la hidratación del cemento.

El curado consiste en mantener el contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que puedan desarrollar las propiedades deseables.



Fig. N° 22: Curado de Probetas Cilíndricas.

Fuente: Fuente propia.



3.4.5.6 Ensayos de la Resistencia a la Compresión.

La resistencia a la compresión del concreto es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

La máquina de ensayo a utilizar es una prensa de uso automático, la maquina está provista de dos bloques de acero de superficie endurecida, entre los cuales se comprimen las probetas sometidas a ensayo, el cabezal inferior sobre el que descansa la probetas sometidas a ensayo, el cabezal superior sobre el que descansa la probeta es rígido y plano, el cabezal superior está provisto de un dispositivo a rotula que le permite rotar libremente e inclinarse pequeños ángulos en cualquier dirección.

Las probetas se ensayaron inmediatamente después de ser retirados se la poza de curado, el ensayo de compresión de probetas de concreto se realizaran con la probeta en estado húmedo.

Antes de realizar el ensayo a la compresión, primeramente los moldes fueron pesados y tomados sus diámetros a fin de poder obtener el área de contacto, luego se hizo el refrentado o "capping", el cual permite eliminar ciertas irregularidades que pudieran existir en las bases de las probetas y obtener el paralelismo de ambas bases el cual es un requisito fundamental para la realización de dicho ensayo.

Las probetas se colocan en forma centrada en la prensa de ensayo que se comprime a una velocidad de carga de (20-50 lb/pulg² /seg) aproximadamente, la cual se debe mantener constante durante la duración del ensayo, es decir hasta cuando se logre una franca rotura

de la probeta y la máquina electrónica registre su máxima resistencia así este cargando la máquina.



Fig. N° 23: Ensayos de la Resistencia a la Compresión.

Fuente: Fuente propia.



CAPÍTULO IV

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADO.

En este capítulo presentamos los resultados de los ensayos realizados en las probetas de concreto, estos resultados se presentan en tablas, figuras y gráficos. Así mismo la descripción, comentario, comparaciones que pudiesen hacerse, e interpretación.

4.2 RESULTADOS DE ENSAYO A COMPRESIÓN.

Los resultados se expresan en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) a edades de 3, 7, 14 y 28 días; se representa con el símbolo f'c. Para determinar la resistencia a la compresión, se realizaron pruebas a especímenes de concreto, de las cuales se muestran los resultados obtenidos a continuación:

4.2.1 Resistencia a la compresión del concreto en diferentes edades.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en laboratorio de las probetas de concreto sin aditivo ensayadas:

4.2.1.1 Resistencia a los 3 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-sep.-16	Fecha Rotura :	8-sep.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.80	14.60	15.00	14.85	173.20	30.00	12385.00	3	71.51
2	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	29.50	12996.00	3	73.79
3	15.00	15.00	14.80	14.90	14.93	174.95	30.00	13143.00	3	75.12
<i>Promedio</i>										73.47

Tabla N° 29: Resistencia a los 3 días "Gelleycancha"

Fuente: Elaboración Propia.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	6-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	175.54	30.00	12185.00	3	69.42
2	15.00	15.00	15.00	14.90	14.98	176.13	30.00	13002.00	3	73.82
3	14.90	15.00	14.80	14.90	14.90	174.37	30.00	11443.00	3	65.63
<i>Promedio</i>										69.62

Tabla N° 30: Resistencia a los 3 días "Shiki"

Fuente: Elaboración Propia.

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	7-nov.-16	Fecha Rotura :	10-nov.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.90	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	13485.00	3	76.56
2	15.00	15.00	14.80	14.90	14.93	174.95	30.00	12448.00	3	71.15
3	15.00	15.10	15.00	15.00	15.03	177.30	29.80	11145.00	3	62.86

Promedio 70.19

Tabla N° 31: Resistencia a los 3 días "Pulpuliag"

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.2 Resistencia a los 7 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-sep.-16	Fecha Rotura :	12-sep.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	175.54	29.70	23789.00	7	135.52
2	14.80	15.00	15.00	15.00	14.95	175.54	29.80	22510.00	7	128.23
3	14.90	15.00	14.90	15.00	14.95	175.54	30.00	21770.00	7	124.02

Promedio 129.26

Tabla N° 32: Resistencia a los 7 días "Gelleycanchar"

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	10-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	22414.00	7	126.84
2	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	23741.00	7	134.80
3	15.00	15.00	14.90	14.80	14.93	174.95	30.00	24170.00	7	138.15
<i>Promedio</i>										133.26

Tabla N° 33: Resistencia a los 7 días "Shiki"

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	7-nov.-16	Fecha Rotura :	14-nov.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	14.90	14.80	15.00	15.00	14.93	174.95	30.00	25410.00	7	145.24
2	15.00	15.00	15.10	15.10	15.05	177.89	29.90	23845.00	7	134.04
3	14.80	15.00	15.00	14.90	14.93	174.95	29.90	24742.00	7	141.42
<i>Promedio</i>										140.23

Tabla N° 34: Resistencia a los 7 días "Pulpuliag"

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

4.2.1.3 Resistencia a los 14 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-sep.-16	Fecha Rotura :	19-sep.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	14.80	15.00	15.00	14.90	14.93	174.95	29.90	32458.00	14	185.53
2	14.80	15.00	15.00	15.00	14.95	175.54	29.80	32245.00	14	183.69
3	15.00	14.90	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	32854.00	14	186.54
<i>Promedio</i>										185.25

Tabla N° 35: Resistencia a los 14 días "GelleycanCHA"

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	17-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.80	15.00	14.90	14.93	174.95	30.00	31956.00	14	182.66
2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	33654.00	14	190.44
3	15.00	15.00	15.00	14.90	14.98	176.13	30.00	32524.00	14	184.66
<i>Promedio</i>										185.92

Tabla N° 36: Resistencia a los 14 días "Shiki"

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	7-nov.-16	Fecha Rotura :	21-nov.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	31895.00	14	180.49
2	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	33125.00	14	188.08
3	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	29.90	32485.00	14	183.83

Promedio 184.13

Tabla N° 37: Resistencia a los 14 días "Pulpuliag"

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.4 Resistencia a los 28 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-sep.-16	Fecha Rotura :	3-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.80	15.00	14.90	14.93	174.95	29.90	35770.00	28	204.46
2	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	175.54	29.90	35810.00	28	204.00
3	15.00	14.80	15.00	15.00	14.95	175.54	29.80	36151.00	28	205.94

Promedio 204.80

Tabla N° 38: Resistencia a los 28 días "GelleycanCHA"

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	31-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	37342.00	28	211.31
2	14.80	14.60	15.00	15.00	14.85	173.20	30.00	35945.00	28	207.54
3	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	175.54	29.80	35246.00	28	200.79
<i>Promedio</i>										206.55

Tabla N° 39: Resistencia a los 28 días "Shiki"

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - SIN ADITIVO

Fecha Moldeo :	7-nov.-16	Fecha Rotura :	5-dic.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.80	15.00	15.00	14.95	175.54	30.00	36884.00	28	210.12
2	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	35875.00	28	203.69
3	15.00	14.90	14.90	15.00	14.95	175.54	30.00	36154.00	28	205.96
<i>Promedio</i>										206.59

Tabla N° 40: Resistencia a los 28 días "Pulpuliag"

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



4.2.2 Resistencia a la compresión del concreto en diferentes edades con aditivo acelerante de fragua.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en laboratorio de las probetas de concreto con aditivo ensayadas:

4.2.2.1 Resistencia a los 3 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-set.-16	Fecha Rotura :	8-sep.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	19991.00	3	113.13
2	14.80	14.60	15.00	15.00	14.85	173.20	29.90	18982.00	3	109.60
3	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	175.54	29.90	19613.00	3	111.73
<i>Promedio</i>										111.48

Tabla N° 41: Resistencia a los 3 días "Gellycancha" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia



RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	6-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.80	15.00	14.90	14.93	174.95	15.00	18245.00	3	104.29
2	14.90	15.00	15.00	14.90	14.95	175.54	15.00	20145.00	3	114.76
3	14.90	15.00	14.90	15.00	14.95	175.54	14.90	19526.00	3	111.23

Promedio 110.09

Tabla N° 42: Resistencia a los 3 días "Shiki" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	7-nov.-16	Fecha Rotura :	10-nov.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	14.90	15.00	14.98	176.13	29.90	19348.00	3	109.85
2	14.80	15.00	14.90	15.00	14.93	174.95	29.90	18876.00	3	107.89
3	15.00	14.90	14.90	15.00	14.95	175.54	30.00	17945.00	3	102.23

Promedio 106.66

Tabla N° 43: Resistencia a los 3 días "Pulpuliag" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



4.2.2.2 Resistencia a los 7 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-sep.-16	Fecha Rotura :	12-sep.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	14.90	15.00	14.98	176.13	30.00	30814.00	7	174.95
2	15.00	15.00	14.90	15.00	14.98	176.13	30.00	33215.00	7	188.59
3	15.00	14.80	15.00	14.90	14.93	174.95	29.90	31478.00	7	179.92
<i>Promedio</i>										181.16

Tabla N° 44: Resistencia a los 7 días "Gelleycancha" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	10-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	14.90	15.00	14.98	176.13	29.90	31110.00	7	176.64
2	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	175.54	29.90	32415.00	7	184.66
3	15.00	14.90	15.00	14.90	14.95	175.54	30.00	31847.00	7	181.42
<i>Promedio</i>										180.91

Tabla N° 45: Resistencia a los 7 días "Shiki" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	7-nov.-16	Fecha Rotura :	14-nov.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	32746.00	7	185.30
2	15.00	15.00	14.90	15.00	14.98	176.13	30.00	31756.00	7	180.30
3	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	29.90	33745.00	7	191.60
<i>Promedio</i>										185.73

Tabla N° 46: Resistencia a los 7 días "Pulpuliag" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2.3 Resistencia a los 14 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-sep.-16	Fecha Rotura :	19-sep.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	29.90	35486.00	14	200.81
2	15.00	14.90	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	34856.00	14	197.90
3	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	34245.00	14	194.43
<i>Promedio</i>										197.72

Tabla N° 47: Resistencia a los 14 días "Gelleycancho" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	17-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.90	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	34645.00	14	196.71
2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	34056.00	14	192.72
3	15.00	15.00	14.90	15.00	14.98	176.13	30.00	35171.00	14	199.69
<i>Promedio</i>										196.37

Tabla N° 48: Resistencia a los 14 días "Shiki" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	7-nov.-16	Fecha Rotura :	21-nov.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	15.00	15.00	14.90	14.98	176.13	29.90	35515.00	14	201.65
2	15.00	15.00	14.90	15.00	14.98	176.13	15.00	34456.00	14	195.63
3	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	29.90	36556.00	14	207.56
<i>Promedio</i>										201.61

Tabla N° 49: Resistencia a los 14 días "Pulpuliag" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



4.2.2.4 Resistencia a los 28 días.

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	5-sep.-16	Fecha Rotura :	3-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	4 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	14.80	15.00	15.00	14.90	14.93	174.95	30.00	37245.00	28	212.89
2	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	38562.00	28	218.95
3	15.00	14.90	14.90	15.00	14.95	175.54	30.00	40225.00	28	229.15
<i>Promedio</i>										220.33

Tabla N° 50: Resistencia a los 28 días "Gelleycancha" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo :	3-oct.-16	Fecha Rotura :	31-oct.-16
# Muestras :	3	Slump :	3 "
Resistencia :	210 Kg/cm ²		

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA							Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)			
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	14.90	15.00	15.00	14.90	14.95	175.54	30.00	38056.00	28	216.80
2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	39248.00	28	222.10
3	15.00	15.00	15.00	14.90	14.98	176.13	30.00	38678.00	28	219.60
<i>Promedio</i>										219.50

Tabla N° 51: Resistencia a los 28 días "Shiki" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CONCRETO DE 210 kg/cm² - CON ADITIVO

Fecha Moldeo : 7-nov.-16

Fecha Rotura : 5-dic.-16

Muestras : 3

Slump : 3 "

Resistencia : 210 Kg/cm²

N° Probeta	PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PROBETA						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm ²)	
	Diámetro superior		Diámetro inferior		Diam. Prom. (cm)	Área (cm ²)				Altura (cm)
	D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)						
1	15.00	14.90	15.00	15.00	14.98	176.13	29.90	38478.00	28	218.47
2	14.90	15.00	15.00	14.90	14.95	175.54	30.00	39891.00	28	227.25
3	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	30.00	41215.00	28	234.01

Promedio 226.58

Tabla N° 52: Resistencia a los 28 días "Pulpuliag" con aditivo

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 Evolución de la resistencia a la compresión.

Con los datos anteriores se realizaron gráficas para representar la frecuencia de las resistencia del concreto sin aditivo en sus diferentes edades; en cada cuadro se realiza la comparación con las diferentes lugares en donde se han elaborado el concreto.

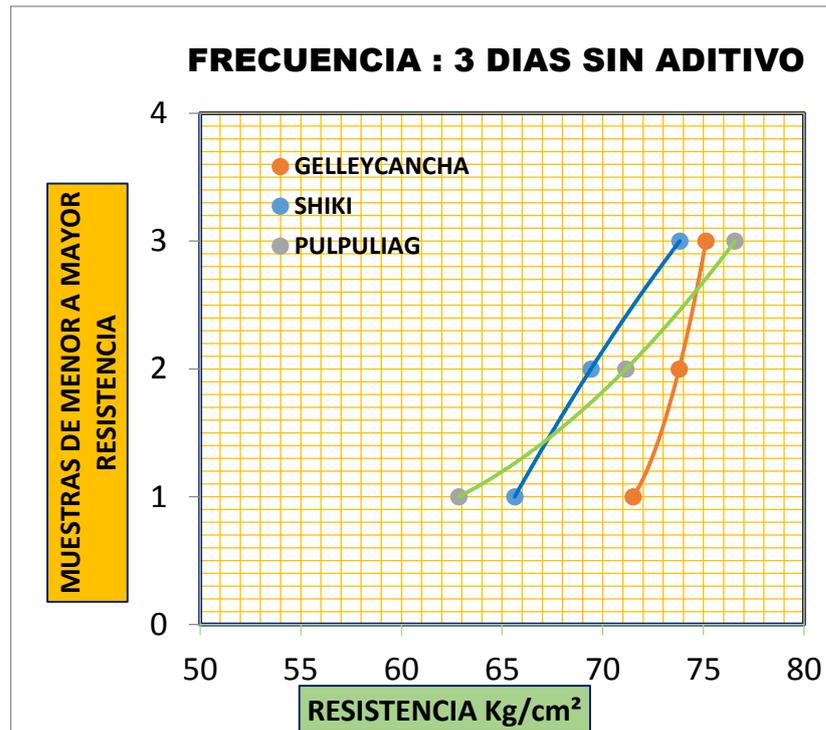


Fig. N° 24: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (3 días)

Fuente: Elaboración Propia

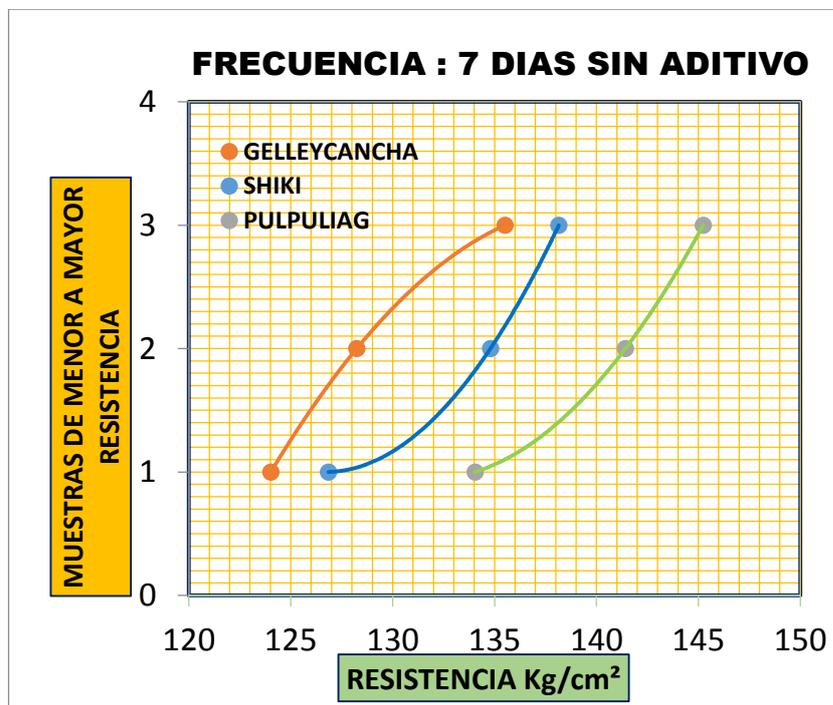


Fig. N° 25: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

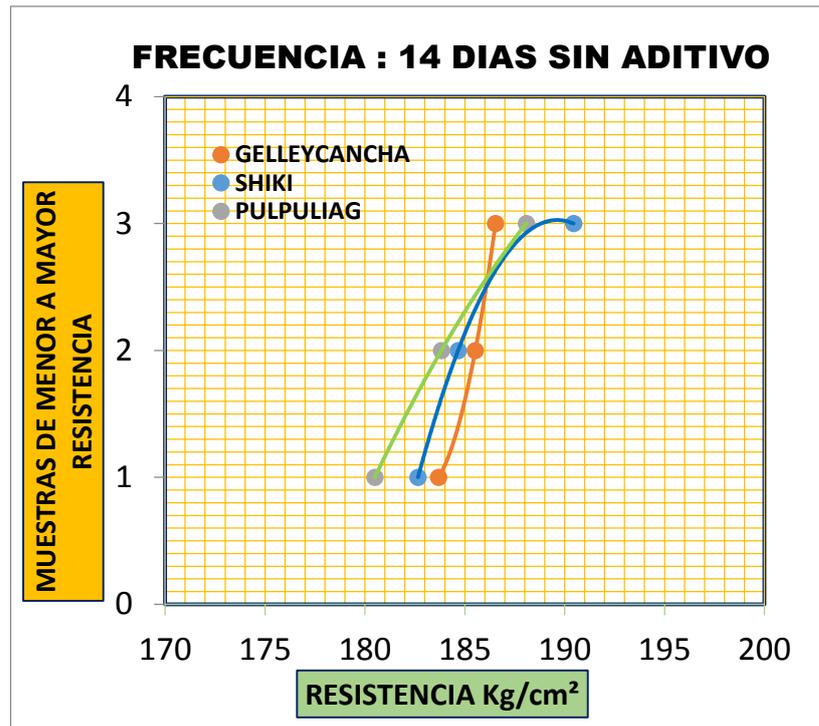


Fig. Nº 26: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

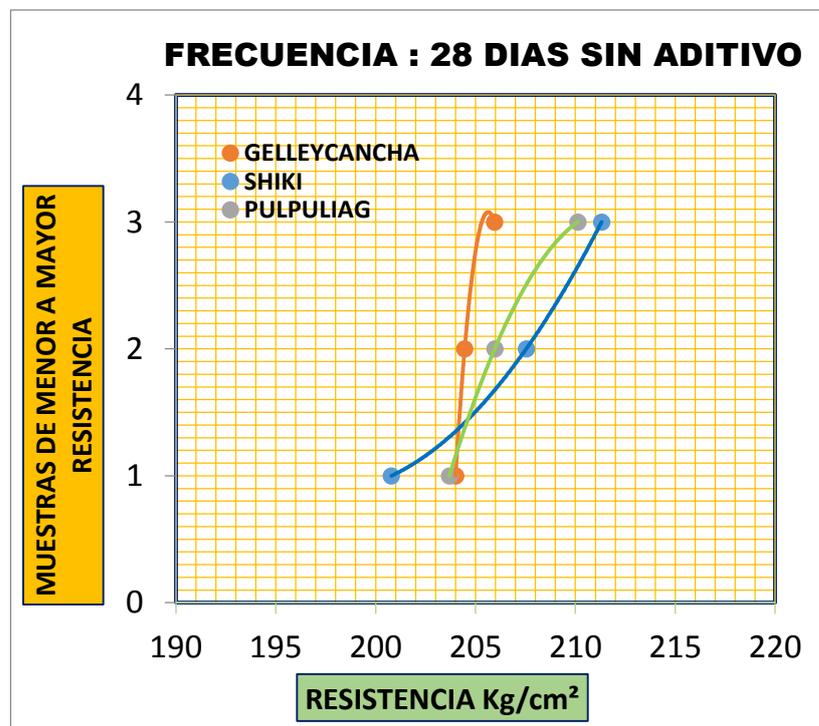


Fig. Nº 27: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Evolución de la resistencia a la compresión con aditivo.

Con los datos anteriores se realizaron gráficas para representar la frecuencia de las resistencia del concreto sin aditivo en sus diferentes edades; en cada cuadro se realiza la comparación con las diferentes lugares en donde se han elaborado el concreto.

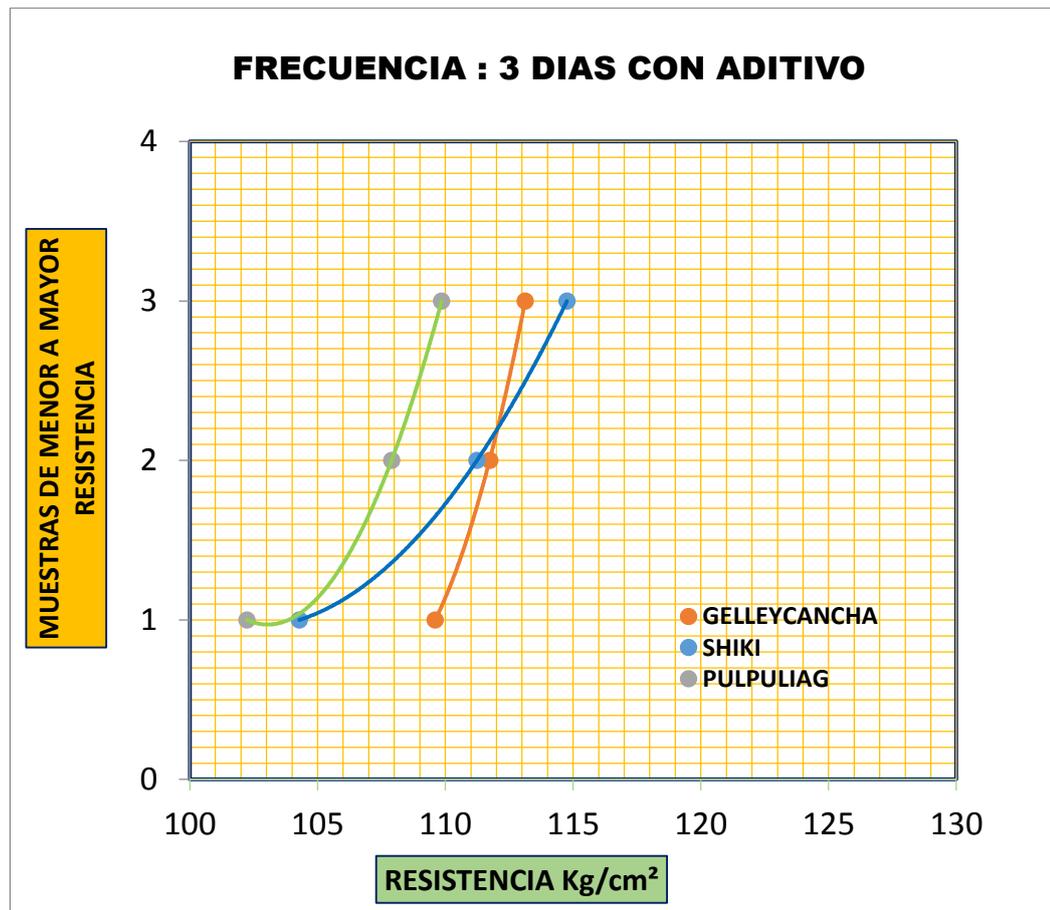


Fig. N° 28: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (3 días)

Fuente: Elaboración Propia

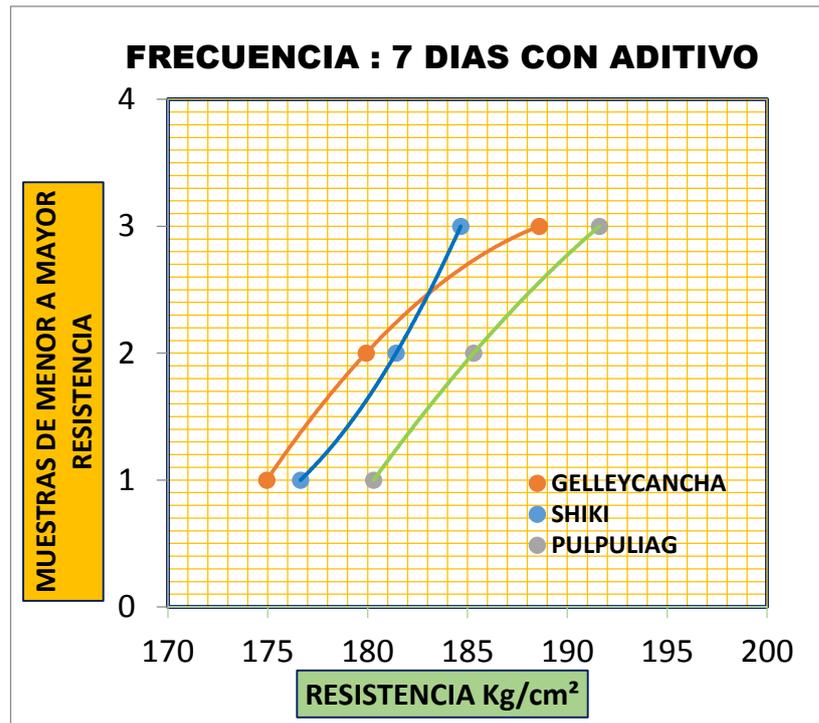


Fig. N° 29: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

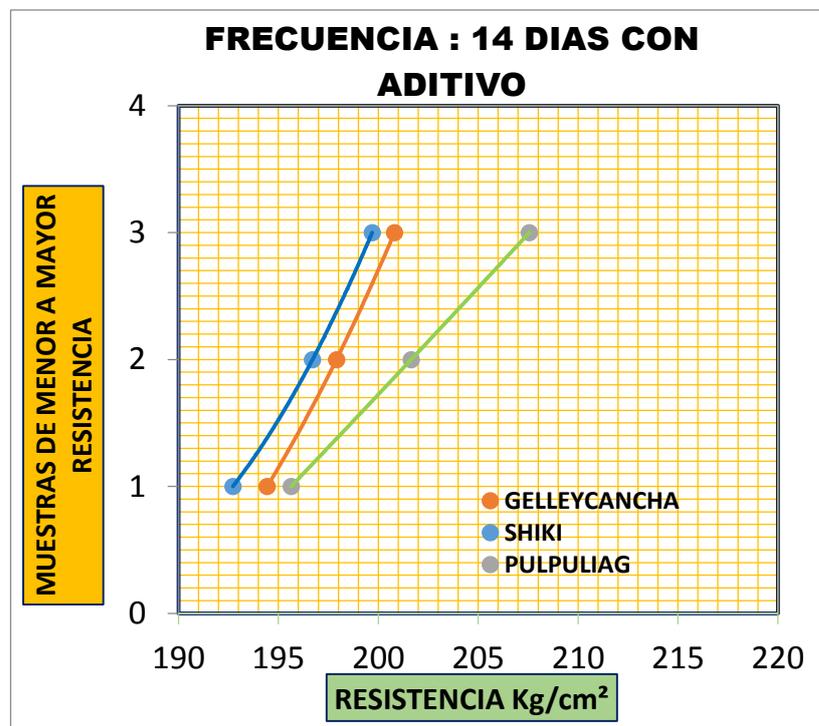


Fig. N° 30: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

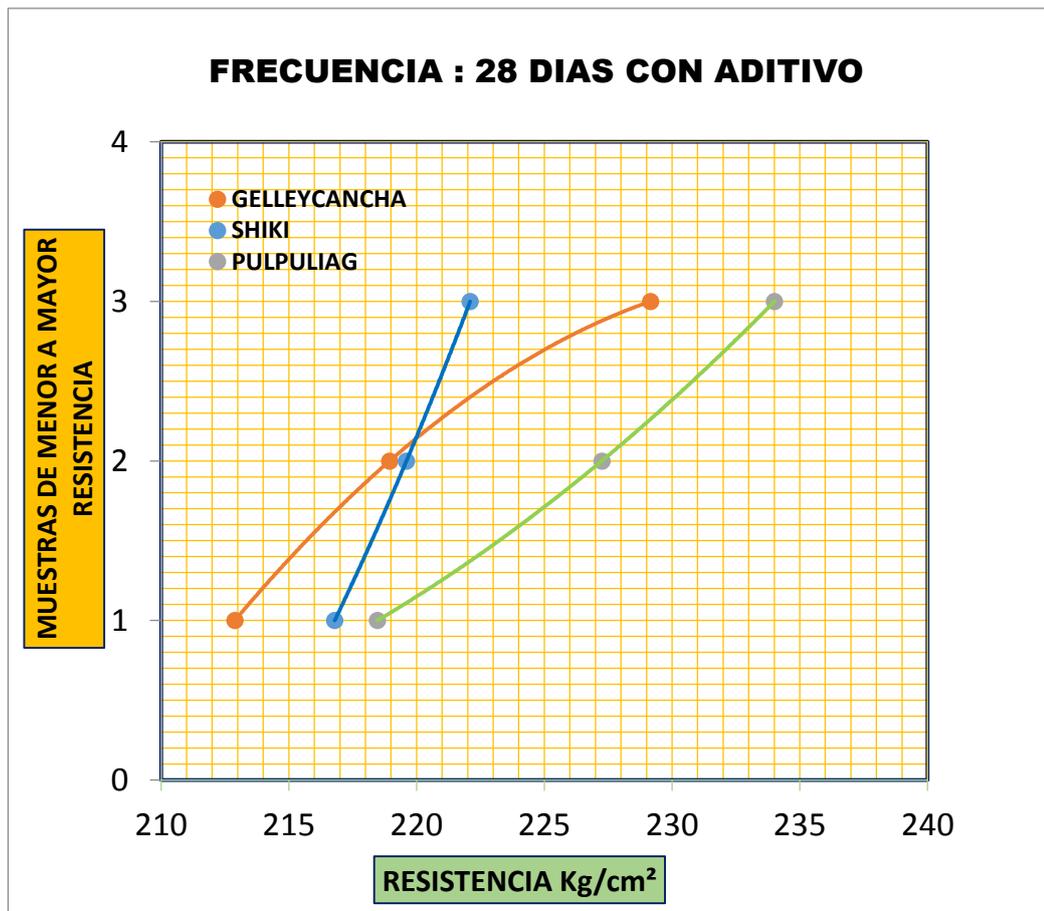


Fig. N° 31: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5 Evolución de la resistencia en los diferentes lugares donde se han elaborado el concreto.

A continuación se representa gráficamente la resistencia en cada lugar; representando en cada una de ellas los límites máximos, mínimos y promedio de la resistencia por cada día de prueba:

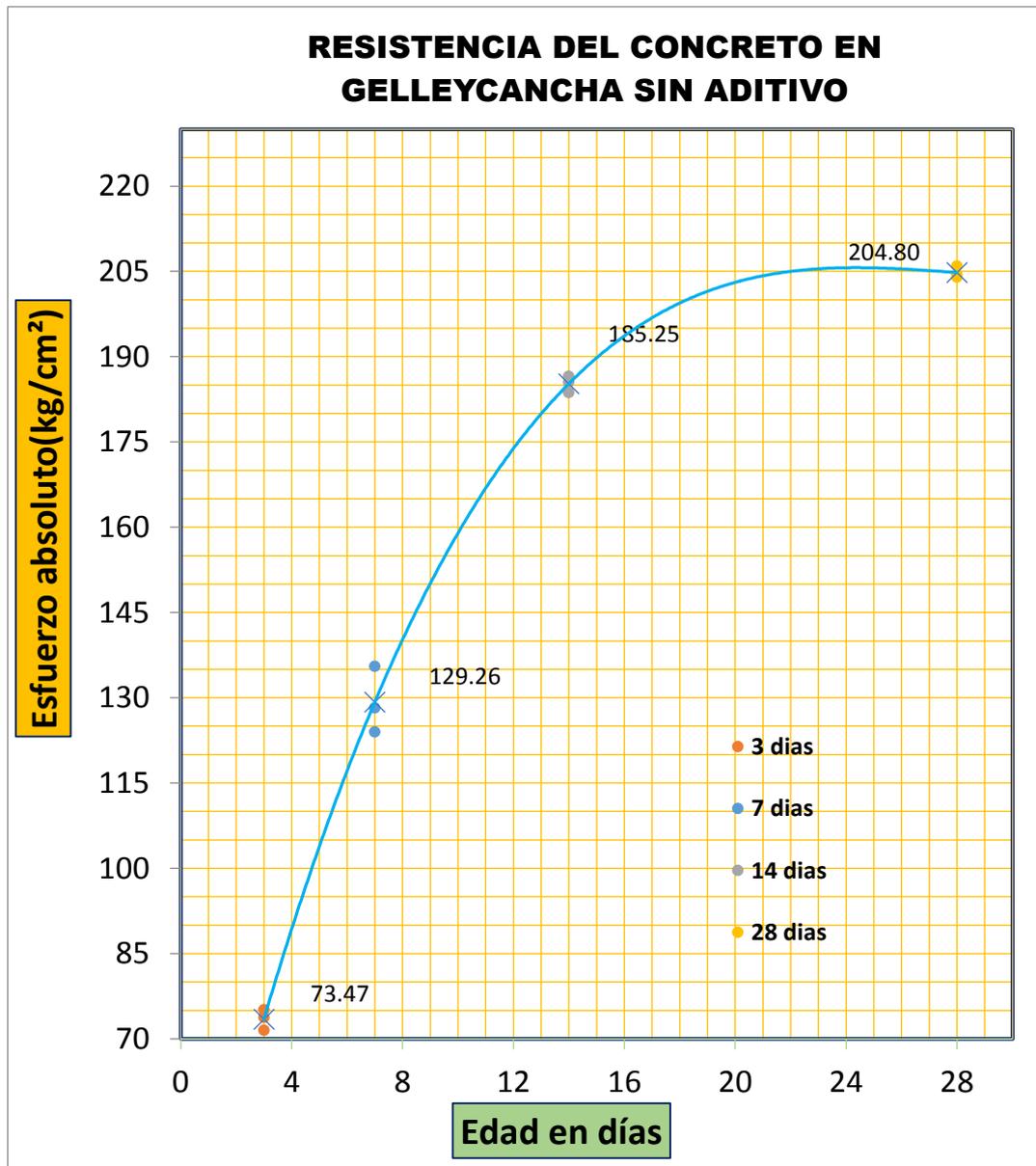


Fig. N° 32: Resistencia del concreto elaborado en GELLEYCANCHA

Fuente: Elaboración Propia

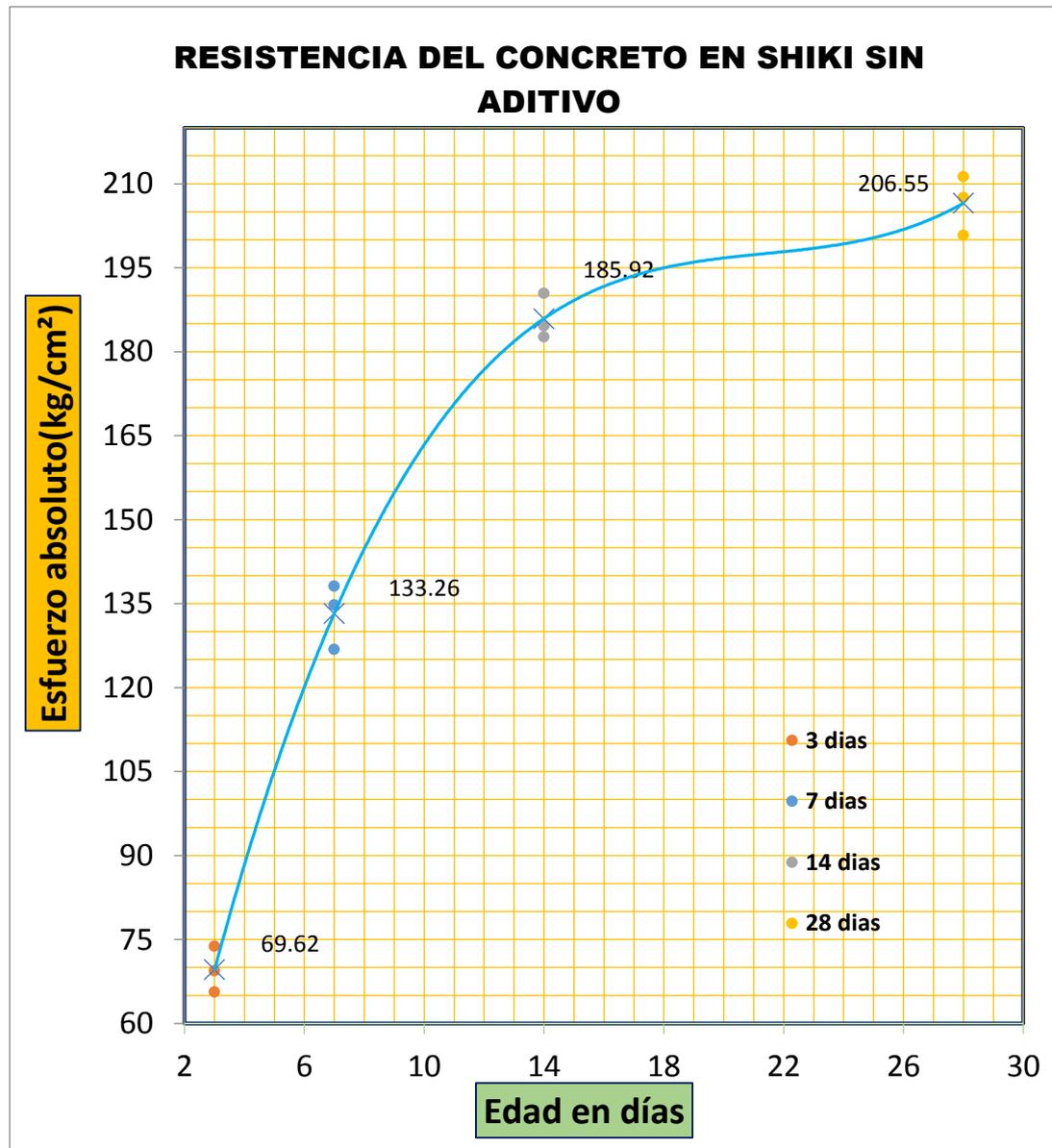


Fig. N° 33: Resistencia del concreto elaborado en SHIKI

Fuente: Elaboración Propia

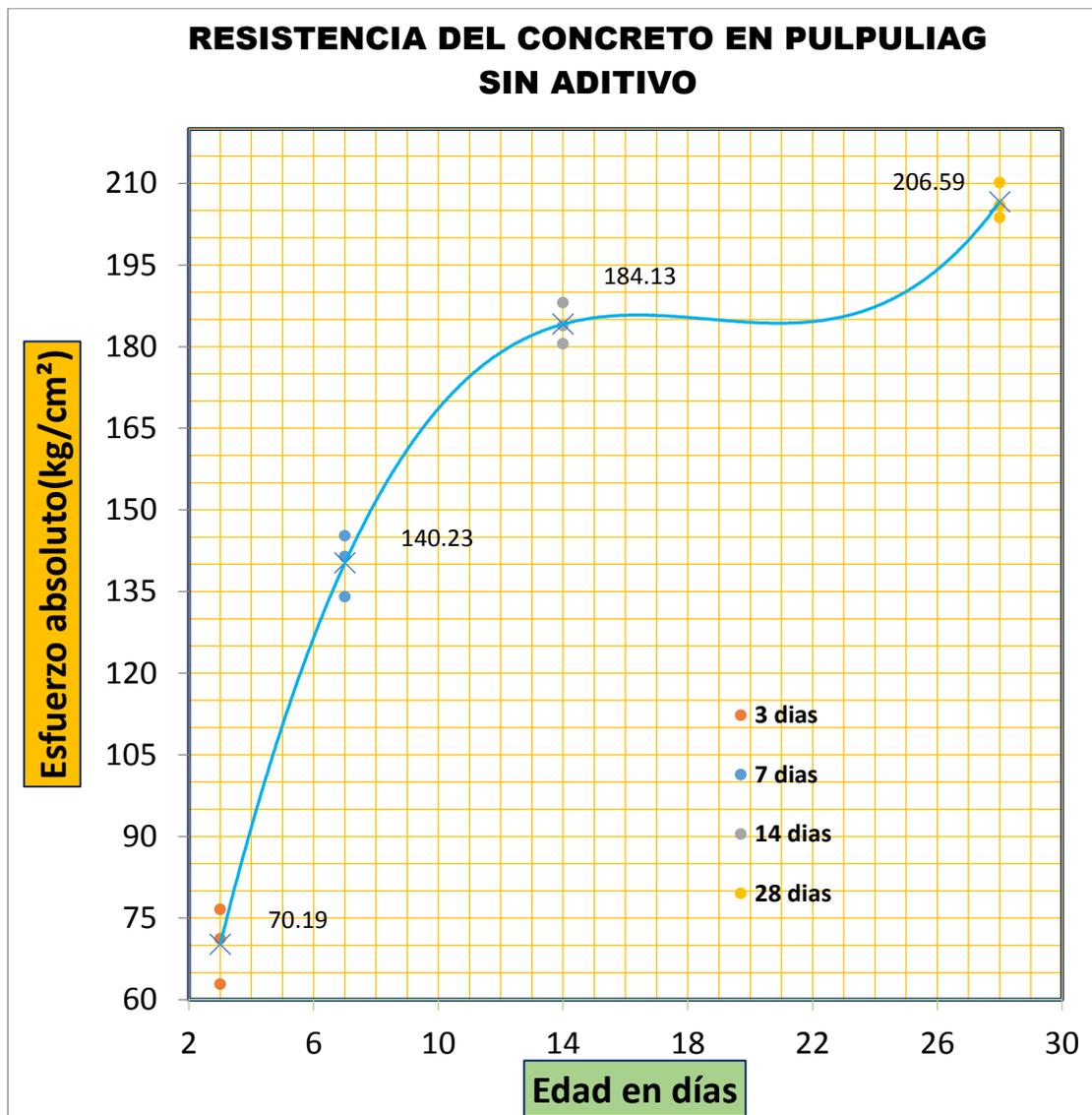


Fig. N° 34: Resistencia del concreto elaborado en PULPULIAG

Fuente: Elaboración Propia

4.2.6 Evolución de la resistencia en los diferentes lugares donde se han elaborado el concreto con aditivo acelerante de fragua.

A continuación se representa gráficamente la resistencia en cada lugar; representando en cada una de ellas los límites máximos, mínimos y promedio de la resistencia por cada día de prueba:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

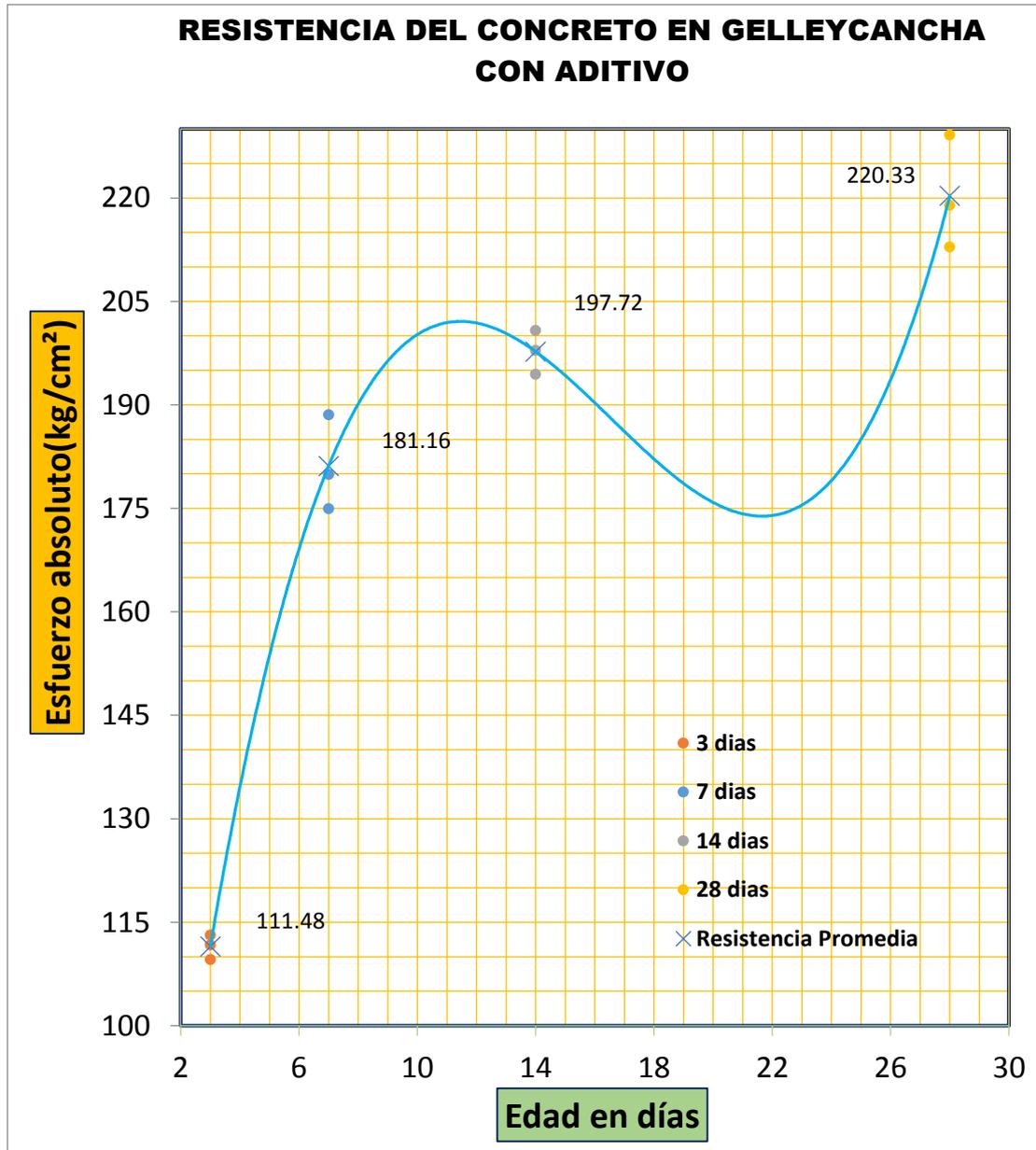


Fig. N° 35: Resistencia del concreto con aditivo elaborado en GELLEYCANCHA

Fuente: Elaboración Propia

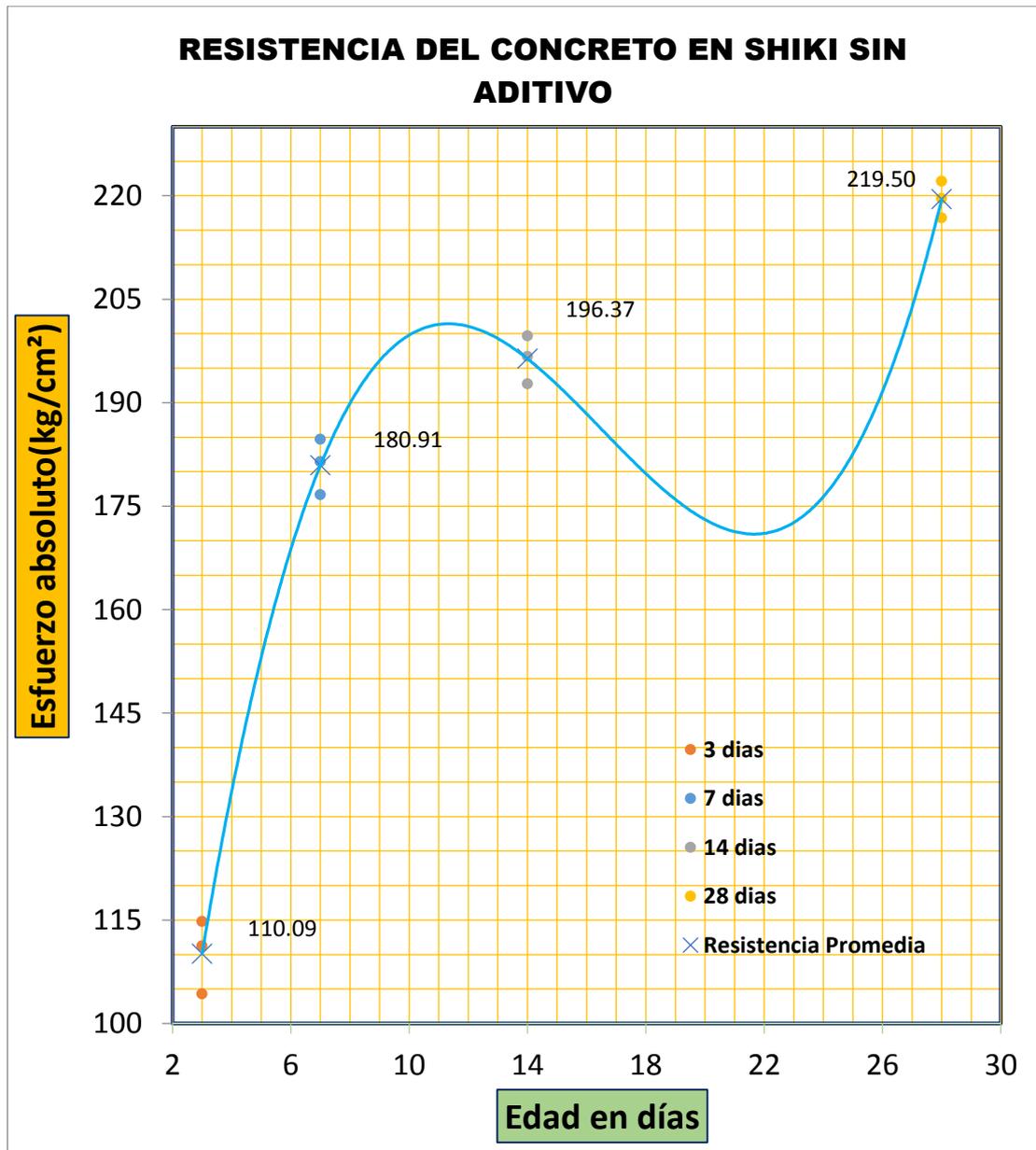


Fig. N° 36: Resistencia del concreto con aditivo elaborado en SHIKI.

Fuente: Elaboración Propia

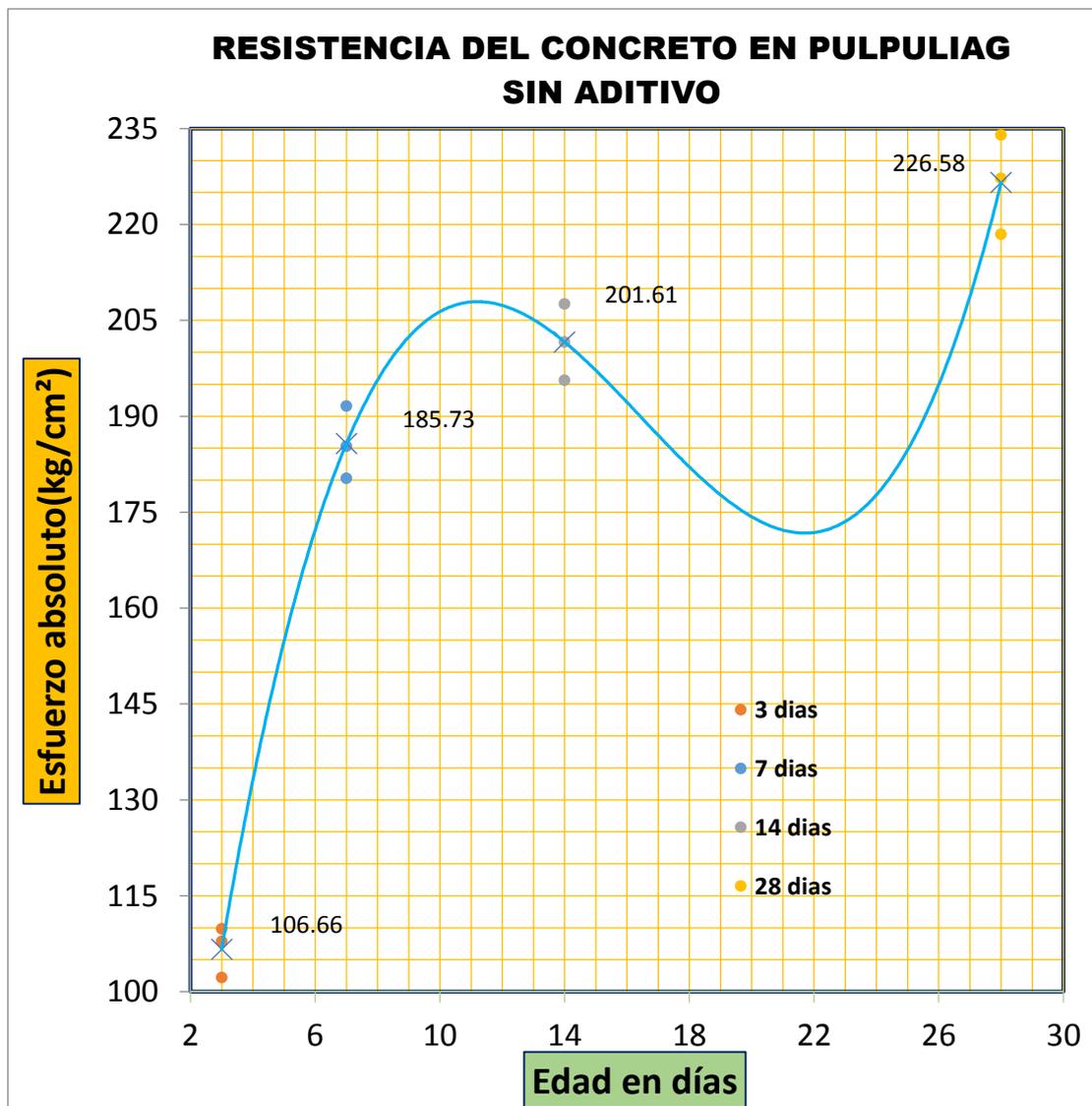


Fig. N° 37: Resistencia del concreto con aditivo elaborado en PULPULIAG.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.7 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto elaborado en los diferentes lugares.

Se observa que el grafico de resistencia del concreto elaborado con cemento andino tiene mayor desarrollo en comparación de los demás gráficos, debido a que posee un valor más alto.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

Resumen de promedios:

RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES				
LUGAR	3 días	7 días	14 días	28 días
Gelleycancha	73.47 Kg/cm ²	129.26 Kg/cm ²	185.25 Kg/cm ²	204.80 Kg/cm ²
Shiki	69.62 Kg/cm ²	133.26 Kg/cm ²	185.92 Kg/cm ²	206.55 Kg/cm ²
Pulpuliag	70.19 Kg/cm ²	140.23 Kg/cm ²	184.13 Kg/cm ²	206.59 Kg/cm ²

Tabla N° 53: Resistencia promedio de todas las marcas en diferentes edades

Fuente; Elaboración Propia

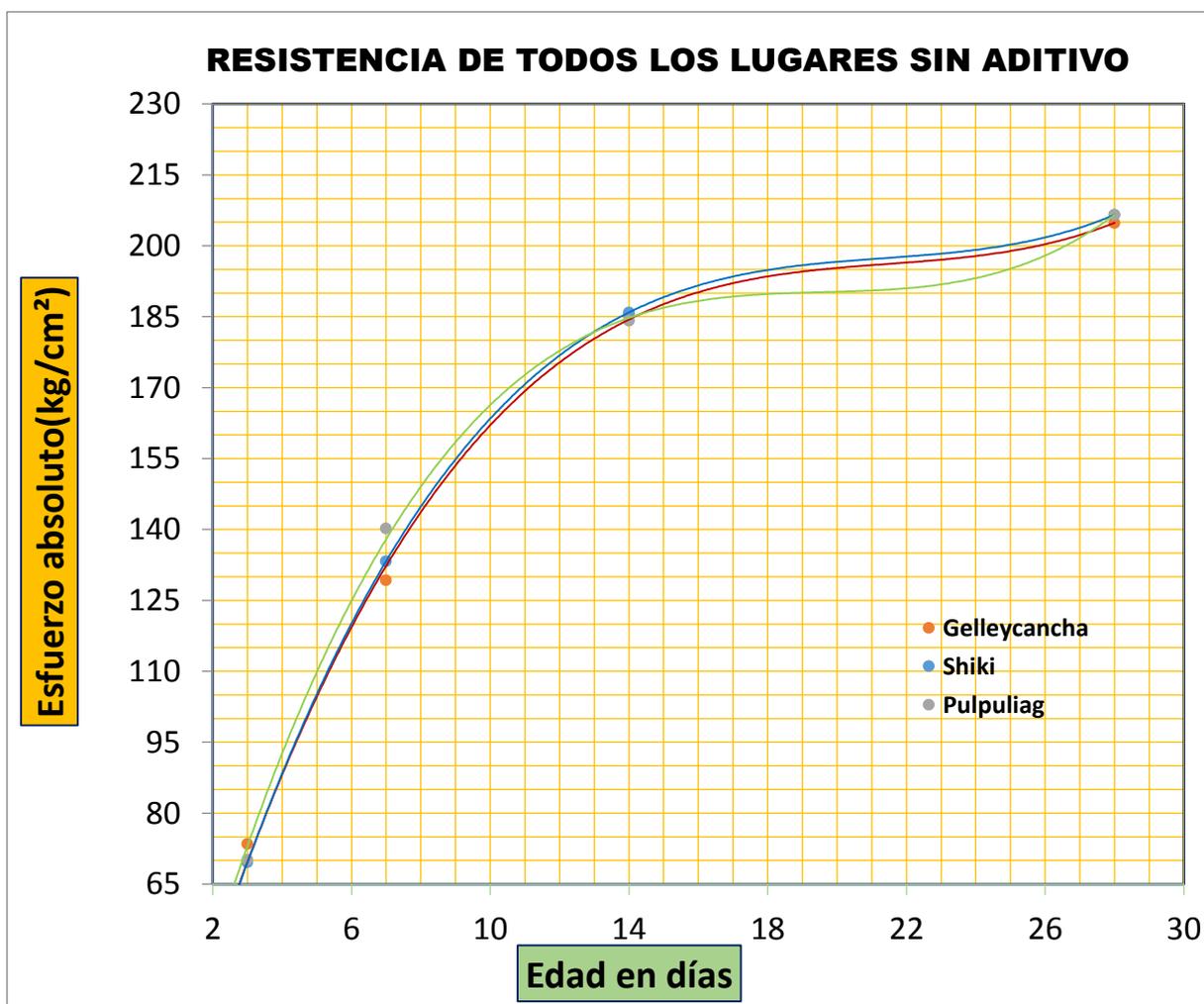


Fig. N° 38: Resistencia del concreto en los diferentes lugares

Fuente: Elaboración Propia

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



4.2.8 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto elaborado en los diferentes lugares con aditivo acelerante.

Se observa que el grafico de resistencia del concreto elaborado con cemento andino tiene mayor desarrollo en comparación de los demás gráficos, debido a que posee un valor más alto.

Resumen de promedios:

RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES				
LUGAR	3 días	7 días	14 días	28 días
<i>Gelleycancha</i>	<i>111.48 Kg/cm²</i>	<i>181.16 Kg/cm²</i>	<i>197.72 Kg/cm²</i>	<i>220.33 Kg/cm²</i>
<i>Shiki</i>	<i>110.09 Kg/cm²</i>	<i>180.91 Kg/cm²</i>	<i>196.37 Kg/cm²</i>	<i>219.50 Kg/cm²</i>
<i>Pulpuliag</i>	<i>106.66 Kg/cm²</i>	<i>185.73 Kg/cm²</i>	<i>201.61 Kg/cm²</i>	<i>226.58 Kg/cm²</i>

Tabla N° 54: Resistencia promedio de todas las marcas en diferentes edades

Fuente; Elaboración Propia

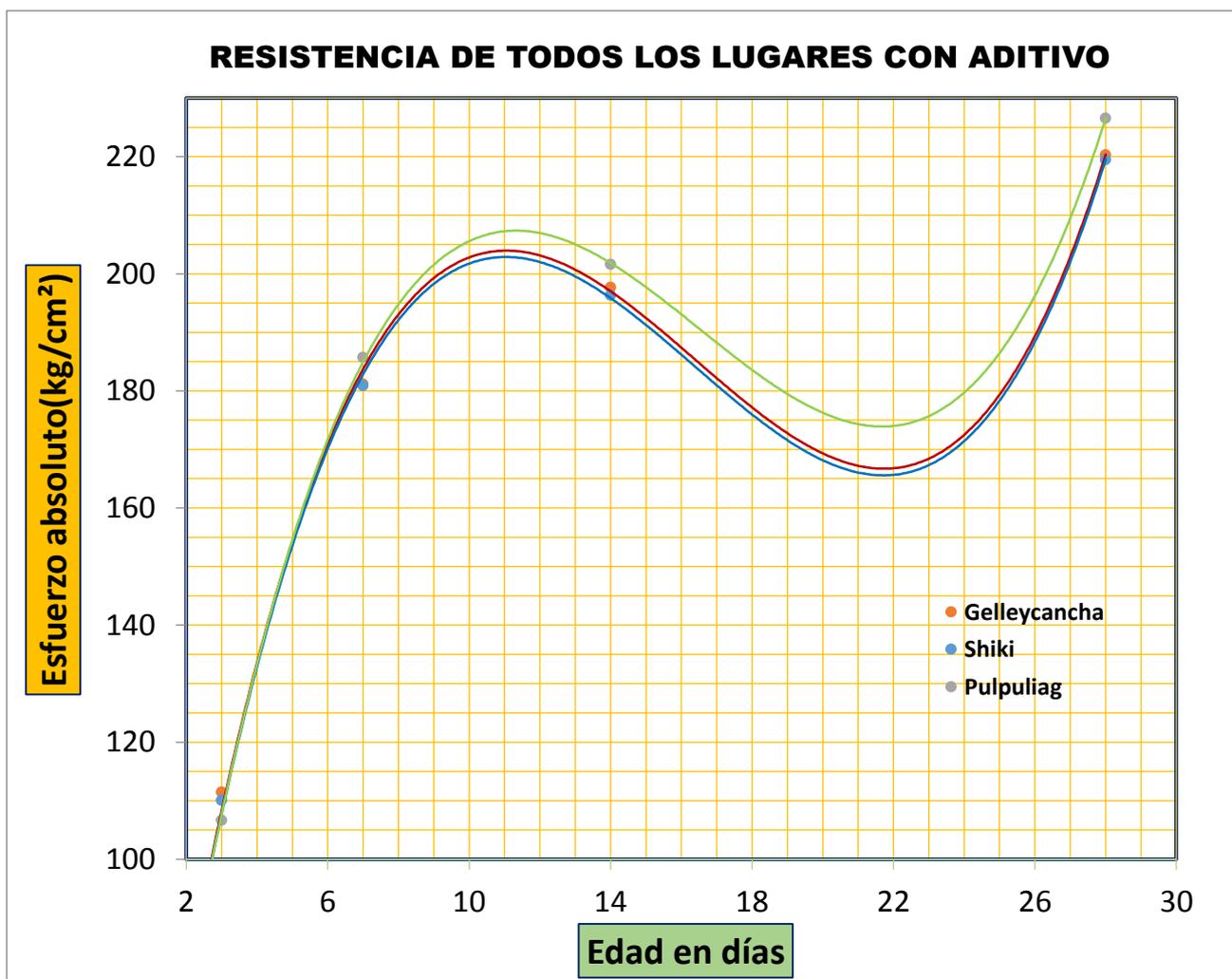


Fig. N° 39: Resistencia del concreto en los diferentes lugares

Fuente: Elaboración Propia

4.2.9 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto con y sin aditivo acelerante elaborado en los diferentes lugares.

Se observa en los gráficos que la resistencia del concreto elaborado con aditivo acelerante de fragua desarrollo mayor resistencia que la esperada en todos los días donde se realizaron los ensayos, mientras que el concreto sin aditivo es menor que el esperado.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

COMPARACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES "Gelleycancha"

	Esperada		Sin Aditivo		Con Aditivo	
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)
3 días	84.00	40%	73.47	34.99%	111.48	53.09%
7 días	136.50	65%	129.26	61.55%	181.16	86.26%
14 días	189.00	90%	185.25	88.22%	197.72	94.15%
28 días	210.00	100%	204.80	97.52%	220.33	104.92%

Tabla N° 55: Resistencia promedio con y sin aditivo "GELLEYCANCHA"

Fuente; Elaboración Propia

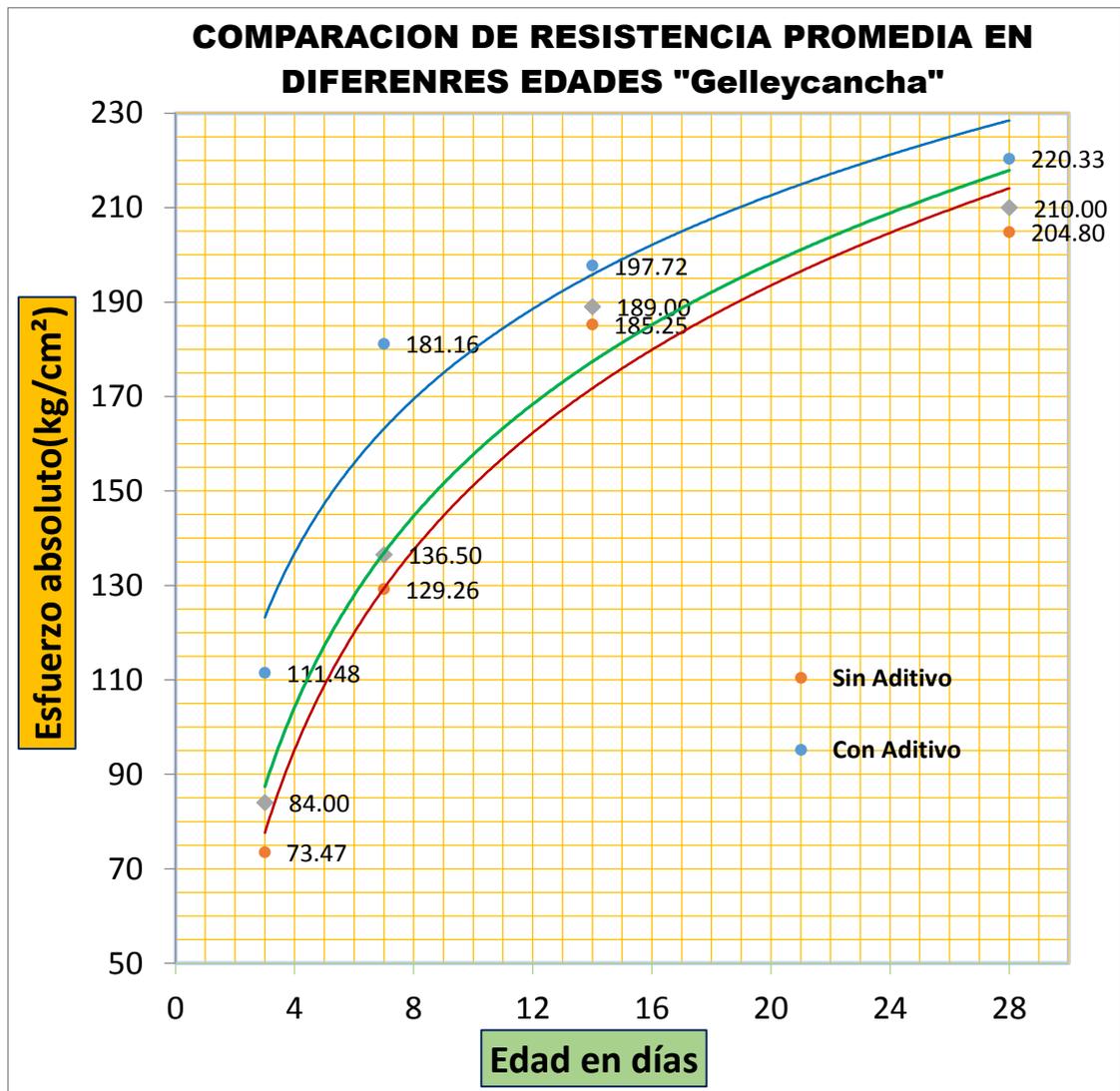


Fig. N° 40: Resistencia del concreto con y sin aditivo "GELLEYCANCHA".

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

COMPARACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES "Shiki"

	Esperada		Sin Aditivo		Con Aditivo	
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)
3 días	84.00	40%	69.62	33.15%	110.09	52.43%
7 días	136.50	65%	133.26	63.46%	180.91	86.15%
14 días	189.00	90%	185.92	88.53%	196.37	93.51%
28 días	210.00	100%	206.55	98.36%	219.50	104.52%

Tabla N° 56: Resistencia promedio con y sin aditivo "SHIKI"

Fuente; Elaboración Propia

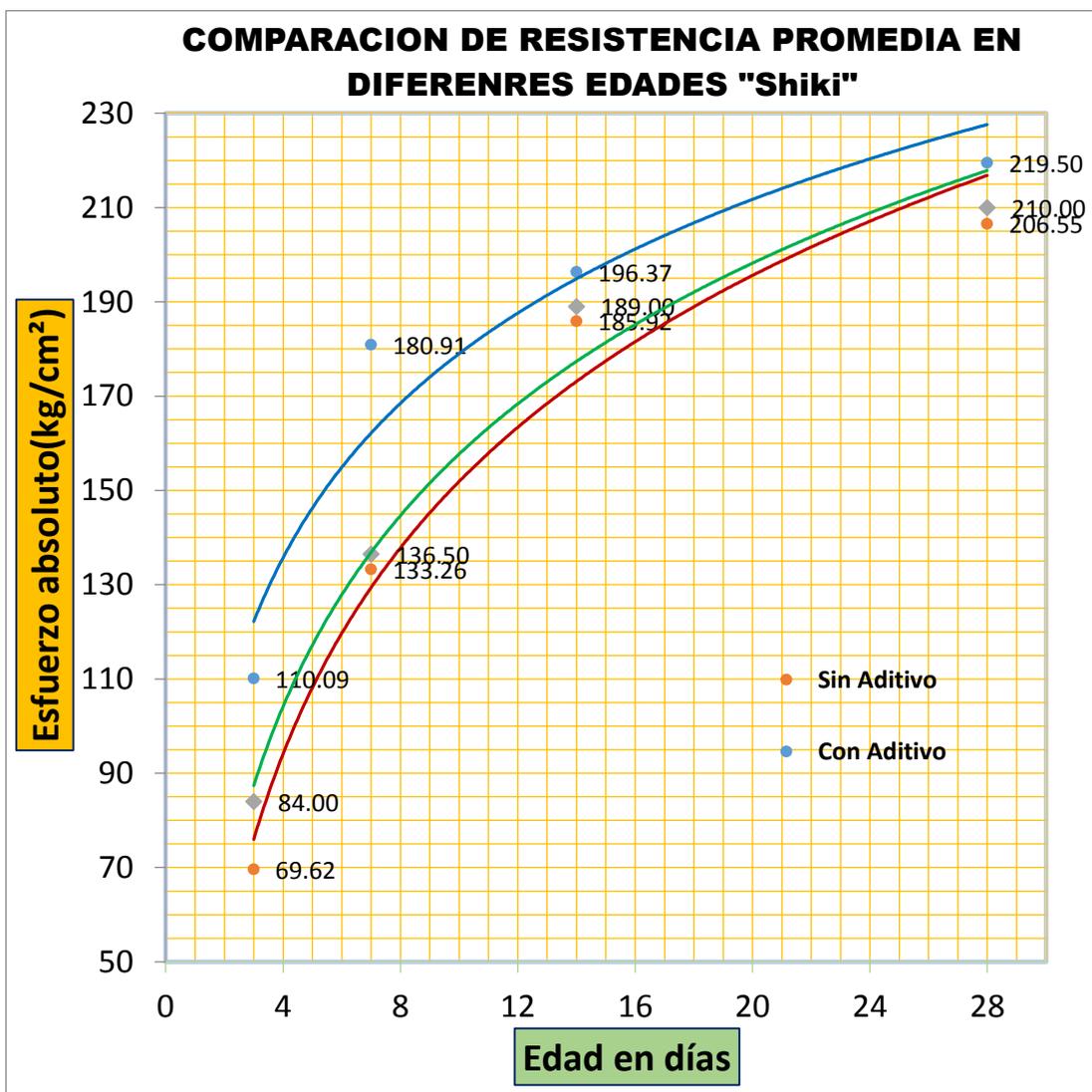


Fig. N° 41: Resistencia del concreto con y sin aditivo "SHIKI".

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

COMPARACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES "Pulpuliag"

	Esperada		Sin Aditivo		Con Aditivo	
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)
3 días	84.00	40%	70.19	33.42%	106.66	50.79%
7 días	136.50	65%	140.23	66.78%	185.73	88.44%
14 días	189.00	90%	184.13	87.68%	201.61	96.01%
28 días	210.00	100%	206.59	98.38%	226.58	107.89%

Tabla N° 57: Resistencia promedio con y sin aditivo "PULPULIAG"

Fuente; Elaboración Propia

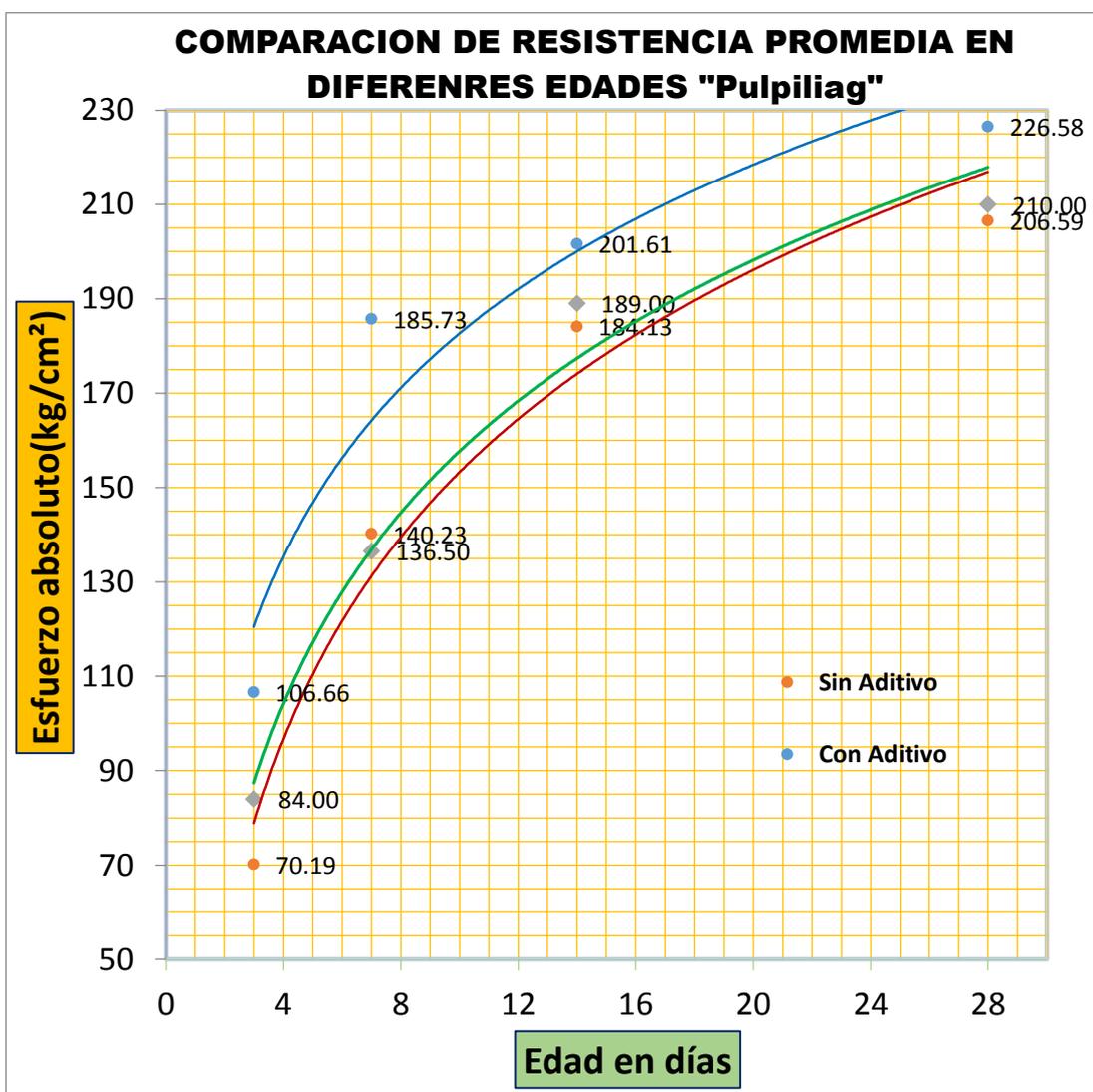


Fig. N° 42: Resistencia del concreto con y sin aditivo "PULPULIAG".

Fuente: Elaboración Propia

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

4.2.10 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto con y sin aditivo acelerante elaborado en los diferentes lugares.

Se observa en el gráficos que la resistencia del concreto elaborado con aditivo acelerante de fragua desarrollo mayor resistencia que la esperada en todos los lugares de estudio observándose una variación mayor en los primeros 14 días y mientras cumple los 28 días se va acercándose a lo esperado.

COMPARACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES EN TODOS LOS LUGARES

	Esperada		Gelleycancha							
			Sin Aditivo				Con Aditivo			
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)
3 días	84	40%	73.47	34.99%	-10.53	-5.01%	111.48	53.09%	27.48	13.09%
7 días	137	65%	129.26	61.55%	-7.24	-3.45%	181.16	86.26%	44.66	21.26%
14 días	189	90%	185.25	88.22%	-3.75	-1.78%	197.72	94.15%	8.72	4.15%
28 días	210	100%	204.80	97.52%	-5.20	-2.48%	220.33	104.92%	10.33	4.92%

	Esperada		Shiki							
			Sin Aditivo				Con Aditivo			
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)
3 días	84	40%	69.62	33.15%	-14.38	-6.85%	110.09	52.43%	26.09	12.43%
7 días	137	65%	133.26	63.46%	-3.24	-1.54%	180.91	86.15%	44.41	21.15%
14 días	189	90%	185.92	88.53%	-3.08	-1.47%	196.37	93.51%	7.37	3.51%
28 días	210	100%	206.55	98.36%	-3.45	-1.64%	219.50	104.52%	9.50	4.52%

	Esperada		Pulpuliag							
			Sin Aditivo				Con Aditivo			
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)
3 días	84	40%	70.19	33.42%	-13.81	-6.58%	106.66	50.79%	22.66	10.79%
7 días	137	65%	140.23	66.78%	3.73	1.78%	185.73	88.44%	49.23	23.44%
14 días	189	90%	184.13	87.68%	-4.87	-2.32%	201.61	96.01%	12.61	6.01%
28 días	210	100%	206.59	98.38%	-3.41	-1.62%	226.58	107.89%	16.58	7.89%

Tabla N° 58: Variación de la Resistencia promedio con y sin aditivo en los diferentes lugares.

Fuente; Elaboración Propia.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

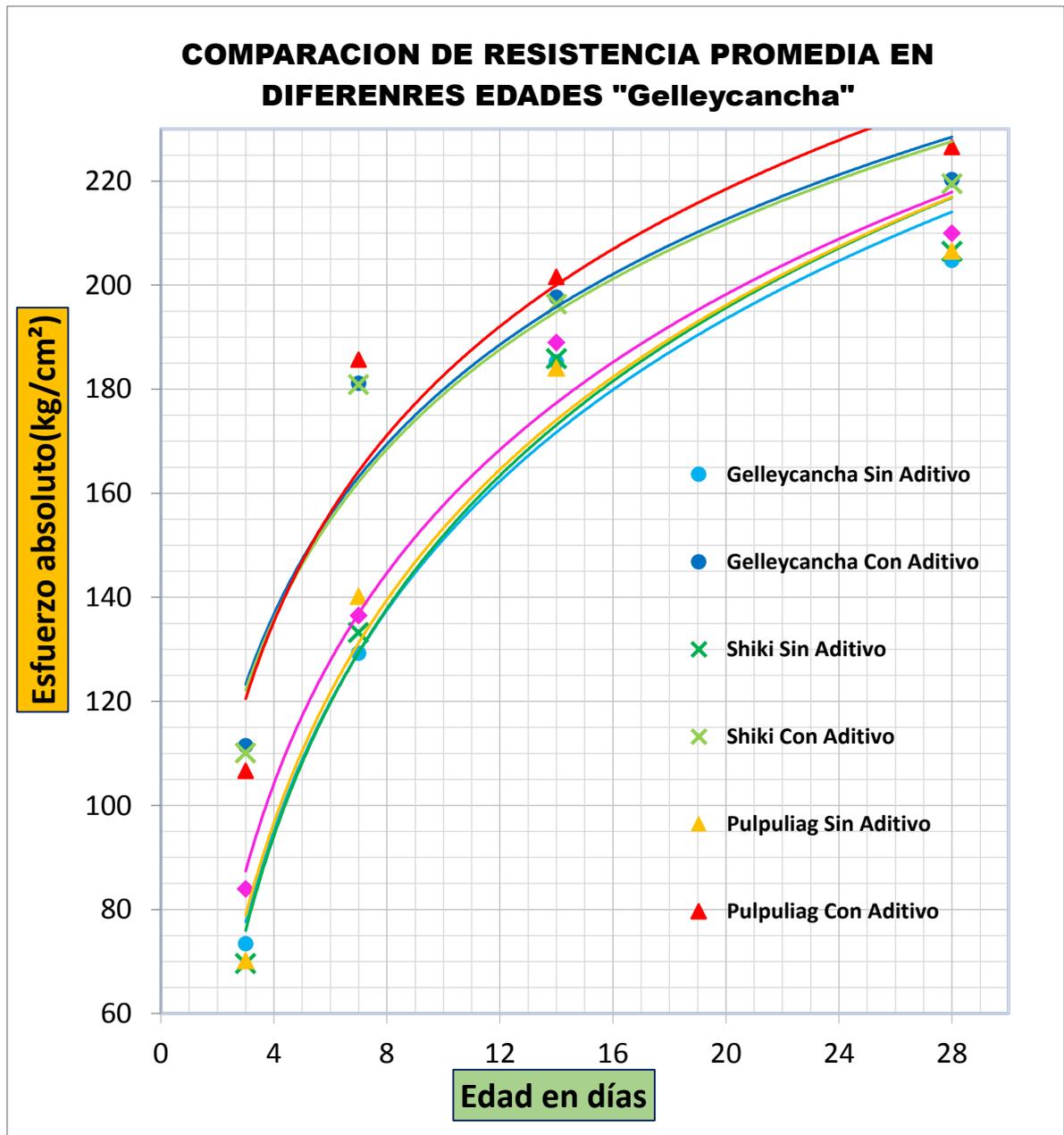


Fig. N° 43: Resistencia del concreto con y sin aditivo en los diferentes lugares.

Fuente: Elaboración Propia.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



5. CONCLUSIONES

1. Las particulares condiciones del clima imperante en las zonas del proyecto de investigación, obliga a investigar las reales condiciones de operación y manipuleo de los insumos componentes del concreto, a través de ensayos de laboratorio.

Los reportes en campo y posteriores comprobaciones de laboratorio indican una marcada ganancia en la resistencia del concreto elaborado con aditivo acelerante de fragua en las primeras edades ensayadas.

2. Para realizar el estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborado con aditivo acelerante de fragua, se procedió a realizar un gráfico de comparación mediante los resultados de los ensayos de rotura de las probetas cilíndricas en los periodos es que se realizó los ensayos las cuales fueron 3, 7, 14 y 28 días.

3. Las comparaciones se realizó en todos periodo de ensayo y en cada lugar de estudio en el concreto con y sin aditivo acelerante de fragua; los gráficos de la figura N° 38, 39 y Tabla N°58 muestran en los primeros periodos de ensayo (3 y 7 días) se observan una marcada diferencia absoluta que van desde 10% hasta 23% respecto a lo esperado, mientras que en los siguientes periodos de

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.

ensayo (14 y 28 días) se observan una mínima diferencia absoluta que va desde 3% hasta 7% respecto a lo esperado.

	Esperada		Gelleycancha							
			Sin Aditivo				Con Aditivo			
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)
3 días	84	40%	73.47	34.99%	-10.53	-5.01%	111.48	53.09%	27.48	13.09%
7 días	137	65%	129.26	61.55%	-7.24	-3.45%	181.16	86.26%	44.66	21.26%
14 días	189	90%	185.25	88.22%	-3.75	-1.78%	197.72	94.15%	8.72	4.15%
28 días	210	100%	204.80	97.52%	-5.20	-2.48%	220.33	104.92%	10.33	4.92%

	Esperada		Shiki							
			Sin Aditivo				Con Aditivo			
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)
3 días	84	40%	69.62	33.15%	-14.38	-6.85%	110.09	52.43%	26.09	12.43%
7 días	137	65%	133.26	63.46%	-3.24	-1.54%	180.91	86.15%	44.41	21.15%
14 días	189	90%	185.92	88.53%	-3.08	-1.47%	196.37	93.51%	7.37	3.51%
28 días	210	100%	206.55	98.36%	-3.45	-1.64%	219.50	104.52%	9.50	4.52%

	Esperada		Pulpuliag							
			Sin Aditivo				Con Aditivo			
	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)	(kg/cm ²)	(%)	Δ (kg/cm ²)	Δ (%)
3 días	84	40%	70.19	33.42%	-13.81	-6.58%	106.66	50.79%	22.66	10.79%
7 días	137	65%	140.23	66.78%	3.73	1.78%	185.73	88.44%	49.23	23.44%
14 días	189	90%	184.13	87.68%	-4.87	-2.32%	201.61	96.01%	12.61	6.01%
28 días	210	100%	206.59	98.38%	-3.41	-1.62%	226.58	107.89%	16.58	7.89%

Tabla N° 59: Variación de la Resistencia promedio con y sin aditivo en los diferentes lugares.

Fuente: Elaboración Propia.



En los que se refiere a los ensayos a compresión se verifico que el concreto elaborado con aditivo acelerante de fragua en GelleycanCHA a los 3 días de ensayo alcanzo una variación de resistencia mayor a la resistencia esperada en comparación a Shiki y Pulpuliag, variación que va desde 10% a 13%. Mientras que el concreto sin aditivo hubo una disminución respecto a lo esperado (-6% al -5%)

En los resultados del concreto elaborado con aditivo acelerante de fragua en Pulpuliag a los 7 días de ensayo alcanzo una variación de resistencia mayor a la resistencia esperada en comparación a GelleycanCHA y Shiki, variación que va desde 21% a 23%. Mientras que el concreto sin aditivo hubo una disminución y aumento mínimo respecto a lo esperado (-3% al 1%)

Conforme se fueron realizando los ensayos que faltaban a los 14 días y 28 días la variación de los resultados de la resistencia respecto a la resistencia esperada se fueron aproximando, tanto para los concretos elaborados con y sin aditivo acelerante de fragua. De lo que podemos concluir que el incremento de resistencia del concreto es mayor en las primeras edades, ralentizándose el proceso con el paso del tiempo hasta que se acerca a lo esperado. Normalmente se adopta como patrón la resistencia a la edad de



28 días, habiéndose alcanzado a esa edad gran parte de la resistencia total.

Los factores que más influyen sobre la velocidad de endurecimiento del concreto son las características del cemento, el proceso de curado y el empleo de aditivos y adiciones; he ahí la importancia del estudio de esta característica últimamente mencionado.

4. Los resultados de resistencia obtenidos por medio de ensayos realizados en el concreto evolucionan de manera distinta según la zona que se analice, específicamente se observó que:
 - a) En los resultados de los ensayos en Gelleycancha hubo la mayor diferencia respecto a Shiki y Pulpuliag en comparación con lo esperado. Para el ensayo de rotura de probeta nos dio una resistencia final de 204.80 kg/cm² sin aditivo y 220.33 kg/cm² con aditivo acelerante.
 - b) En los resultados de los ensayos en Shiki hubo una similitud con los resultados de Gelleycancha pero fueron mayores que en Pulpuliag en comparación con lo esperado. Para el ensayo de rotura de probeta nos dio una resistencia final de 206.55 kg/cm² sin aditivo y 219.50 kg/cm² con aditivo acelerante.
 - c) En los resultados de los ensayos en Pulpuliag fue la menor respecto a Shiki y Pulpuliag en comparación con lo esperado. Para el ensayo de rotura de probeta nos dio una resistencia

final de 206.59 kg/cm² sin aditivo y 226.58 kg/cm² con aditivo acelerante.

RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES S/ADITIVO				
LUGAR	3 días	7 días	14 días	28 días
Gelleycancha	73.47 Kg/cm ²	129.26 Kg/cm ²	185.25 Kg/cm ²	204.80 Kg/cm ²
Shiki	69.62 Kg/cm ²	133.26 Kg/cm ²	185.92 Kg/cm ²	206.55 Kg/cm ²
Pulpuliag	70.19 Kg/cm ²	140.23 Kg/cm ²	184.13 Kg/cm ²	206.59 Kg/cm ²

RESISTENCIA PROMEDIO EN DIFERENTES EDADES C/ADITIVO				
LUGAR	3 días	7 días	14 días	28 días
Gelleycancha	111.48 Kg/cm ²	181.16 Kg/cm ²	197.72 Kg/cm ²	220.33 Kg/cm ²
Shiki	110.09 Kg/cm ²	180.91 Kg/cm ²	196.37 Kg/cm ²	219.50 Kg/cm ²
Pulpuliag	106.66 Kg/cm ²	185.73 Kg/cm ²	201.61 Kg/cm ²	226.58 Kg/cm ²

Tabla N° 60: Resistencia promedio con y sin aditivo en los diferentes lugares.

5. Por los resultados obtenidos en este proyecto de investigación y por lo sustentando anteriormente; en el momento que se va a elegir en utilizar un aditivo acelerante de fragua, cuando se tiene condiciones particulares de clima imperante en la zona donde se realizara su proyecto, es importante tener el conocimiento de cómo se comportara el concreto con la adhesión de un aditivo acelerante de fragua y que esta cumpla con las condiciones



óptimas de su diseño inicial, de ahí que el ingeniero responsable sabrá lograr sacar lo mejor de cada concreto. En cuanto a 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.



6. RECOMENDACIONES.

1. La elección de un determinado aditivo acelerante es un proceso muy importante en el que deben considerarse muchos más aspectos que la simple comparación del costo unitario de los aditivos. Según la aplicación, a la hora de seleccionar un determinado aditivo, debe tenerse en cuenta la influencia del mismo en los siguientes aspectos: incremento de la trabajabilidad, capacidad reductora de agua, mantenimiento de la trabajabilidad en el tiempo, desarrollo de resistencia temprana, retraso de fraguado, desarrollo de resistencia a largo plazo, incorporación de aire, presencia de otros aditivos químicos.
2. Se recomienda continuar el trabajo de investigación aumentando el número de probetas que permita tener el trabajo de análisis estadístico más confiable.
3. Se recomienda continuar el trabajo de investigación aumentando el número de canteras que permita tener el trabajo de análisis comparativo.



4. Emplear con otros tipos de cemento del mercado y de usos frecuentes en construcción, para así poder obtener mejores resultados.

5. Desarrollar con una mayor variedad de relación agua cemento.



7. LINEAS DE INVESTIGACION.

1. Realizar ensayos que cumple con los lineamientos de diseño **experimental; descriptiva; analítica** sobre esta tesis.
2. La evolución de la resistencia del concreto depende también de la temperatura del entorno, evolucionando más rápidamente cuanto mayor es la temperatura, pues la temperatura actúa como catalizador de las reacciones de hidratación del cemento. Por lo que una línea a seguir sería considerando este factor.
3. Brindar facilidades a los estudiantes de último ciclo y profesionales de la carrera a seguir una línea de investigación de tesis basada en estudios comparativos de resistencia con diferentes aditivos acelerantes.
4. Diseñar y ensayar probetas cilíndricas con el diseño de mezclas incorporando aditivo acelerante planteado en esta tesis ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) y realizar los ensayos a los 3, 7, 14 y 28 días.



8. BIBLIOGRAFÍA

1. Gerardo A. Rivera, L. 2005. Concreto Simple. Cauca-Colombia. Universidad del Cauca.
2. Rivva López, Enrique. 2000. Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima-Perú. Capitulo Peruano ACI.
3. Abanto Castillo, Flavio., 2000. Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas). Lima-Perú. Editorial San Marcos.
4. Pasquel Carbajal, Enrique. 1998. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Lima-Perú. Colegio de Ingeniero del Perú – Consejo Departamental de Lima.
5. Comité ACI 318, 2008. Requisitos de Reglamento Para Concreto Estructural (ACI 318S-08) y Comentario. Michigan-EE.UU. American Concrete Institute.
6. Laura Huanca, Samuel. 2006. Diseño de Mezclas de Concreto. Puno-Perú. UNA/FICA/EPIC.
7. Rivva López, Enrique, 2007. Diseño de Mezclas. Lima-Perú. ICG.
8. E. Harmsen, Teodoro, 2002. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Lima-Perú. PUCP.
9. H. Nilson, A., 2001. Diseño de Estructuras de Concreto. Bogotá-Colombia. McGRAW - HILL.
10. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E-060 Concreto Armado: De 2009. Lima – Perú, Diario el Peruano 320868.



9. ANEXOS

- ANEXO 1: Plan de Tesis
- ANEXO 2: Resultados de los Ensayos de laboratorio.
- ANEXO 3: Presentación M. Power Point de Tesis.



INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I.....	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1.1 Antecedentes internacionales.....	4
1.1.2 Antecedentes nacionales.....	5
1.1.3 Antecedentes Regionales.....	6
1.1.4 Fundamentación del problema.....	6
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.2.1 Problema general.	7
1.2.2 Problemas Específicos.	7
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 Objetivo general.....	8
1.3.2 Objetivos específicos.	8
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.	8
1.4.1 Justificación.....	8
1.4.2 Importancia.....	9
1.4.3 Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II.....	10
2. MARCO TEORICO.....	11
2.1 CONCRETO.....	11
2.1.1 Propiedades del Concreto.	11
2.1.2 Materiales Componentes.....	15
2.2 CONCRETO EN CLIMAS FRIOS.....	15
2.2.1 Recomendaciones Para Concretos en Climas Fríos.....	16

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2.3 CEMENTO.....	17
2.3.1 Cemento Portland.....	17
2.3.2 Tipos de Cemento	17
2.3.3 Compuestos Químicos en el Cemento Portland.....	18
2.3.4 Propiedades Físicas y Mecánicas del Cemento.	21
2.3.4 Condiciones de Control y Almacenaje en Obra.	24
2.4 AGUA.....	25
2.4.1 Impurezas Orgánicas.	25
2.4.2 Impurezas Inorgánicas.....	26
2.4.3 Requisitos.	26
2.4.4 Agua Para Curado.....	28
2.5 AGREGADOS.....	29
2.5.1 Propiedades de los Agregados.	29
2.5.1.1 Dureza.....	29
2.5.1.2 Densidad.	30
2.5.1.3 Porosidad.....	30
2.5.1.4 Resistencia.....	31
2.5.1.5 Modulo de Elasticidad.....	32
2.5.2 Clasificación de los Agregados.	33
2.5.2.1 Agregado Fino.....	34
2.5.2.1.1 Granulometría.....	34
2.5.2.1.2 Requisitos.	36
2.5.2.2 Agregado Grueso.	37
2.5.2.2.1 Granulometría.....	37
2.5.2.2.2 Tamaño Máximo.....	38
2.5.2.2.3 Requisitos.	39
2.5.3 Modulo de Fineza.....	40
2.5.4 Tamaño Máximo de Agregados.....	41
2.6 ADITIVOS.	41
2.6.1 Razones para el Empleo de Aditivos.....	41
2.6.2 Tipos de Aditivos	42
2.6.2.1 Acelerantes.....	43

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2.6.2.1.1 Requisitos de un Aditivo Acelerante.	44
2.6.2.1.2 Ventajas.	44
2.6.2.1.3 Consideraciones de Empleo.	45
2.6.2.1.4 Efectos Sobre el Concreto Fresco.....	45
2.6.2.1.5 Efectos Sobre el Concreto Endurecido.....	46
2.6.3 Requisitos de Comercialización.	48
2.6.4 Uso.	49
2.6.5 Equipo Dosificador.	50
2.7 DISEÑO DE MEZCLA.	51
2.7.1 Cálculo de la Resistencia Promedio.....	52
2.7.2 Pasos Generales en los Métodos de Diseño de Mezclas.	53
2.8 MEZCLADO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO	59
2.8.1 Preparación de la Mezcla.	59
2.8.2 Transporte de la Mezcla.	60
2.8.3 Colocación del Concreto.....	61
2.8.4 Curado y Protección del Concreto.....	61
2.9 RESISTENCIA DEL CONCRETO.	63
2.9.1 Resistencia a la Compresión.....	63
2.10 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMRESION.	64
2.11 ENSAYO DE ASENTAMIENTO O CONO DE ABRAMS.	70
2.12 PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO.....	70
2.12.1 Relación esfuerzo-deformación del concreto a compresión	70
2.13 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.	74
2.13.1 Prensa Para Ensayo de Resistencia a la Compresión ASTM.	74
2.13.2 Mezcladora de Concreto.	75
2.13.3 Moldes Cilíndricos de Plástico.	76
2.13.4 Equipo Para Medir el Asentamiento.....	77
2.14 MARCO SITUACIONAL.....	78
2.15 HIPÓTESIS, VARIABLES, INDICADORES E DEFINICIONES OPERACIONALES.	79
2.15.1 Hipótesis: general y específico.	79
2.15.1.1 Hipótesis general.	79

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



2.15.1.2 Hipótesis específicas.	79
2.11.2 Sistema de variables- dimensiones e indicadores.....	80
2.11.2.1 variable independiente.	80
2.11.2.2 variable dependiente.	80
CAPÍTULO III.....	81
3. MARCO METODOLOGICO.....	82
3.1 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.	82
3.1.1 Nivel de investigación.	82
3.1.2 Tipo de investigación.....	82
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	83
3.3 UNIVERSO, POBLACION Y MUESTRA.	83
3.3.1 Determinación del universo/población.....	83
3.3.2 Muestra.	84
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	84
3.4.1 Ensayos de Laboratorio.	84
3.4.2 Características Físicas de los Agregados.	85
3.4.2.1 Agregado Fino.....	85
3.4.2.1.1 Análisis Granulométrico del Agregado Fino.	85
3.4.2.1.2 Módulo de Fineza.....	86
3.4.2.1.3 Peso Unitario del Agregado Fino.	86
3.4.2.1.4 Peso Específico del Agregado Fino.....	87
3.4.2.1.5 Porcentaje de Absorción del Agregado Fino.....	87
3.4.2.1.6 Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	87
3.4.2.2 Agregado Grueso.	88
3.4.2.2.1 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	88
3.4.2.2.2 Peso Unitario del Agregado Grueso.....	88
3.4.2.2.3 Peso Específico del Agregado Grueso.	89
3.4.2.2.4 Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.	89
3.4.2.2.5 Contenido de Humedad del Agregado Grueso.	89
3.4.2.2.6 Tamaño Máximo del Agregado Grueso.....	90
3.4.2.2.7 Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso.....	90

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



3.4.3 Resultado de Ensayo de Agregados.....	90
3.4.3.1 Tamaño Máximo Nominal.....	90
3.4.3.2 Peso Seco Compactado Agregado Grueso.....	92
3.4.3.3 Peso Específico de la Piedra Chancada.....	93
3.4.3.4 Absorción de la Piedra Chancada.....	94
3.4.3.5 Contenido de Humedad de la Piedra Chancada.....	94
3.4.3.6 Módulo de Fineza de la Arena Gruesa.....	95
3.4.3.7 Peso Seco Compactado Agregado Fino.....	97
3.4.3.8 Peso Específico de la Arena Gruesa.....	98
3.4.3.9 Absorción de la Arena Gruesa.....	98
3.4.3.10 Contenido de Humedad de la Arena Gruesa.....	99
3.4.4 Calcular la Dosificación de la Mezcla.....	100
3.4.4.1 Especificaciones de los Materiales.....	100
3.4.4.2 Características Físicas de los Materiales.....	100
3.4.4.3 Pasos para Determinar la Dosificación del Concreto.....	101
3.4.4.4 Cantidad de Material para el Diseño.....	105
3.4.5 Etapas Para la Elaboración y Toma de Muestra del Concreto.....	105
3.4.5.1 Extracción y Preparación de la Muestra.....	105
3.4.5.2 Toma de Nuestras del Concreto Fresco.....	106
3.4.5.3 Ensayo de Consistencia o Slump Mediante el Cono de Abrams.....	107
3.4.5.4 Elaboración de Probetas Cilíndricas de Concreto:.....	108
3.4.5.5 Curado de Probetas Cilíndricas.....	110
3.4.5.6 Ensayos de la Resistencia a la Compresión.....	111
CAPÍTULO IV	113
4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADO.....	114
4.2 RESULTADOS DE ENSAYO A COMPRESIÓN.....	114
4.2.1 Resistencia a la compresión del concreto en diferentes edades.....	114
4.2.1.1 Resistencia a los 3 días.....	115
4.2.1.2 Resistencia a los 7 días.....	116

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



4.2.1.3 Resistencia a los 14 días.	118
4.2.1.4 Resistencia a los 28 días.	119
4.2.2 Resistencia a la compresión del concreto en diferentes edades con aditivo acelerante de fragua.	121
4.2.2.1 Resistencia a los 3 días.	121
4.2.2.2 Resistencia a los 7 días.	123
4.2.2.3 Resistencia a los 14 días.	124
4.2.2.4 Resistencia a los 28 días.	126
4.2.3 Evolución de la resistencia a la compresión.	127
4.2.4 Evolución de la resistencia a la compresión con aditivo.	130
4.2.5 Evolución de la resistencia en los diferentes lugares donde se han elaborado el concreto.	132
4.2.6 Evolución de la resistencia en los diferentes lugares donde se han elaborado el concreto con aditivo acelerante de fragua.	135
4.2.7 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto elaborado en los diferentes lugares.	138
4.2.8 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto elaborado en los diferentes lugares con aditivo acelerante.	140
4.2.9 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto con y sin aditivo acelerante elaborado en los diferentes lugares.	141
4.2.10 Gráfico comparativo de la resistencia del concreto con y sin aditivo acelerante elaborado en los diferentes lugares.	145
5. CONCLUSIONES	147
6. RECOMENDACIONES.	153
7. LINEAS DE INVESTIGACION.	155
8. BIBLIOGRAFÍA	156
9. ANEXOS	157
INDICE DE FIGURAS	164
ÍNDICE DE TABLAS	167



INDICE DE FIGURAS

Fig. N° 1: Huso Granulométrico del Agregado Fino	35
Fig. N° 2: Moldes Metálicos utilizados.....	64
Fig. N° 3: Moldes de Plástico utilizados	65
Fig. N° 4: Llenado y Varillado del concreto.	66
Fig. N° 5: Curado de las probetas	67
Fig. N° 6: Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	68
Fig. N° 7: Visualización de los Tipos de Fractura en las Probetas.	69
Fig. N° 8: Curva Esfuerzo-Deformación del Concreto en Compresión	71
Fig. N° 9: Idealización de la curva esfuerzo-deformación del concreto.	72
Fig. N° 10: Efecto de la Velocidad de Carga en la Resistencia a la Compresión del Concreto.....	72
Fig. N° 11: Módulo Tangente y Secante del Concreto Compresión	73
Fig. N° 12: Prensa Para Ensayo de Resistencia a la Compresión ASTM.	75
Fig. N° 13: Mezcladora de Concreto.....	76
Fig. N° 14: Moldes cilíndricos metálicos y de plástico	77
Fig. N° 15: Equipo para el ensayo del Cono de Abrams.....	78



Fig. N° 16: Curva Granulométrica de Piedra Chancada a escala logarítmica en el eje X	92
Fig. N° 17: Curva Granulométrica de Arena Gruesa a escala logarítmica en el eje X.....	96
Fig. N° 18: Extracción y preparación de la muestra.....	106
Fig. N° 19: Toma de Muestras del Concreto Fresco.	107
Fig. N° 20: Ensayo de Consistencia o Slump Mediante el Cono de Abrams.....	108
Fig. N° 21: Elaboración de Probetas Cilíndricas de Concreto.....	110
Fig. N° 22: Curado de Probetas Cilíndricas.....	110
Fig. N° 23: Ensayos de la Resistencia a la Compresión.....	112
Fig. N° 24: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (3 días)	128
Fig. N° 25: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (7 días)	128
Fig. N° 26: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (14 días)	129
Fig. N° 27: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión (28 días)	129
Fig. N° 28: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (3 días)	130

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Fig. N° 29: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (7 días) 131

Fig. N° 30: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (14 días) 131

Fig. N° 31: Curva de la Evolución de la Resistencia a Compresión con aditivo (28 días) 132

Fig. N° 32: Resistencia del concreto elaborado en GELLEYCANCHA 133

Fig. N° 33: Resistencia del concreto elaborado en SHIKI..... 134

Fig. N° 34: Resistencia del concreto elaborado en PULPULIAG 135

Fig. N° 35: Resistencia del concreto con aditivo elaborado en GELLEYCANCHA 136

Fig. N° 36: Resistencia del concreto con aditivo elaborado en SHIKI. 137

Fig. N° 37: Resistencia del concreto con aditivo elaborado en PULPULIAG. 138

Fig. N° 38: Resistencia del concreto en los diferentes lugares..... 139

Fig. N° 39: Resistencia del concreto en los diferentes lugares..... 141

Fig. N° 40: Resistencia del concreto con y sin aditivo "GELLEYCANCHA". 142

Fig. N° 41: Resistencia del concreto con y sin aditivo "SHIKI" 143

Fig. N° 42: Resistencia del concreto con y sin aditivo "PULPULIAG"... 144

Fig. N° 43: Resistencia del concreto con y sin aditivo en los diferentes lugares..... 146

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Compuestos químicos en el cemento portland.....	19
Tabla N° 2: Requisitos Químicos Standard ASTM C-150 Para Cementos	20
Tabla N° 3: Cantidad en porcentaje de Materiales para un concreto de 210kg/cm ² con Cemento Andino	21
Tabla N° 4: Requisitos Físicos Standard ASTM C-150 Para Cementos... ..	23
Tabla N° 5: Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088.	27
Tabla N° 6: Efectos negativos sobre el concreto si se superan los valores límites Permisibles de sustancias en el agua.	28
Tabla N° 7: Resistencia a la trituración de las principales rocas empleadas en la construcción.....	32
Tabla N° 8: Módulo de elasticidad de agregados empleados en concreto.....	33
Tabla N° 9: Requisitos Granulométricos del Agregado Fino.	34
Tabla N° 10: Requerimientos de Granulometría de los Agregados Grosos	38
Tabla N° 11: Factor de Corrección para la Desviación Estándar	53
Tabla N° 12: Resistencia a la Compresión Promedio	53



Tabla N° 13: Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.	54
Tabla N° 14: Relación Agua/Cemento vs f'c.	55
Tabla N° 15: Asentamientos recomendados para diversos tipos de obras.	56
Tabla N° 16: Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto.	59
Tabla N° 17: Análisis Granulométrico de Piedra Chancada. "Cantera Quivilla"	91
Tabla N° 18: Peso Unitario Seco Compactado Agregado Grueso	92
Tabla N° 19: Peso Específico de la Piedra Chancada.....	93
Tabla N° 20: Absorción de la Piedra Chancada.	94
Tabla N° 21: Contenido de Humedad de la Piedra Chancada.....	94
Tabla N° 22: Análisis Granulométrico de Arena Gruesa. "Cantera Quivilla"	95
Tabla N° 23: Peso Retenido Acumulado de Arena Gruesa	97
Tabla N° 24: Peso Unitario Seco Compactado Agregado Fino	97
Tabla N° 25: Peso Específico de la Arena Gruesa	98
Tabla N° 26: Absorción de la Arena Gruesa.....	99
Tabla N° 27: Contenido de Humedad de la Arena Gruesa	99

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Tabla N° 28: Cantidad de Materiales para un concreto de 210 kg/cm ²	105
Tabla N° 29: Resistencia a los 3 días “Gelleycancha”	115
Tabla N° 30: Resistencia a los 3 días “Shiki”	115
Tabla N° 31: Resistencia a los 3 días “Pulpuliag”	116
Tabla N° 32: Resistencia a los 7 días “Gelleycancha”	116
Tabla N° 33: Resistencia a los 7 días “Shiki”	117
Tabla N° 34: Resistencia a los 7 días “Pulpuliag”	117
Tabla N° 35: Resistencia a los 14 días “Gelleycancha”	118
Tabla N° 36: Resistencia a los 14 días “Shiki”	118
Tabla N° 37: Resistencia a los 14 días “Pulpuliag”	119
Tabla N° 38: Resistencia a los 28 días “Gelleycancha”	119
Tabla N° 39: Resistencia a los 28 días “Shiki”	120
Tabla N° 40: Resistencia a los 28 días “Pulpuliag”	120
Tabla N° 41: Resistencia a los 3 días “Gelleycancha” con aditivo	121
Tabla N° 42: Resistencia a los 3 días “Shiki” con aditivo	122
Tabla N° 43: Resistencia a los 3 días “Pulpuliag” con aditivo	122
Tabla N° 44: Resistencia a los 7 días “Gelleycancha” con aditivo	123
Tabla N° 45: Resistencia a los 7 días “Shiki” con aditivo	123
Tabla N° 46: Resistencia a los 7 días “Pulpuliag” con aditivo	124

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO”.

Bach. Franklin Apolinario Fabian.



Tabla N° 47: Resistencia a los 14 días "GelleycanCHA" con aditivo ...	124
Tabla N° 48: Resistencia a los 14 días "Shiki" con aditivo	125
Tabla N° 49: Resistencia a los 14 días "Pulpuliag" con aditivo	125
Tabla N° 50: Resistencia a los 28 días "GelleycanCHA" con aditivo ...	126
Tabla N° 51: Resistencia a los 28 días "Shiki" con aditivo	126
Tabla N° 52: Resistencia a los 28 días "Pulpuliag" con aditivo	127
Tabla N° 53: Resistencia promedio de todas las marcas en diferentes edades.....	139
Tabla N° 54: Resistencia promedio de todas las marcas en diferentes edades.....	140
Tabla N° 55: Resistencia promedio con y sin aditivo "GELLEYSANCHA"	142
Tabla N° 56: Resistencia promedio con y sin aditivo "SHIKI"	143
Tabla N° 57: Resistencia promedio con y sin aditivo "PULPULIAG"	144
Tabla N° 58: Variación de la Resistencia promedio con y sin aditivo en los diferentes lugares.	145
Tabla N° 59: Variación de la Resistencia promedio con y sin aditivo en los diferentes lugares.	148
Tabla N° 60: Resistencia promedio con y sin aditivo en los diferentes lugares.....	151

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA EN ZONAS ALTO ANDINAS EN HUANUCO".

Bach. Franklin Apolinario Fabian.