

“Año del fortalecimiento de la soberanía nacional”

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO
AGREGADOS DEL RÍO CHUMBAO, PARA EL ANÁLISIS DE
COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO”**

Para obtener el título profesional de

INGENIERO CIVIL

Presentado por el bachiller:

RIVERA PARIONA, JAVIER

ASESORES:

DR. JOSÉ LUIS LEÓN UNTIVEROS

ING. RAÚL CURASMA RAMOS

HUANCAYO, PERÚ 2022

Dedicatoria

A mi familia por su apoyo interminable en todo momento y por haberme orientado y apoyado para lograr mis objetivos y lograr este anhelado trabajo de investigación.

Agradecimiento

A DIOS:

A Dios por darme la vida, su protección y gracia infinita para lograr alcanzar mis objetivos.

A LA UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO:

Por darnos la oportunidad de estudiar y formarnos como profesionales al servicio de la sociedad.

A MIS DOCENTES UNIVERSITARIOS:

Por compartir sus conocimientos, sus experiencias y orientarnos en nuestra formación profesional.

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:

Por haber compartido gratamente los 05 años de estudios en las aulas de la universidad.

A MIS AMIGOS DE LA UNIVERSIDAD:

Por compartir nuestros conocimientos, alegrías, tristezas y apoyarnos en todo momento, para lograr nuestros objetivos.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| Caratula | |
| Dictamen de declaración de expedito | |
| Acta de sustentación de jurado examinador | |
| Certificado de la comisión de ética | |
| Dedicatoria..... | viii |
| Agradecimiento..... | ix |
| Índice General | x |
| Resumen..... | xii |
| Abstract..... | xiv |
| CAPÍTULO 1..... | 16 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.1. Situación problemática | 16 |
| 1.2. Formulación del problema | 18 |
| 1.2.1. Problema general..... | 18 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 19 |
| 1.3. Justificación de la investigación..... | 19 |
| 1.3.1 Justificación teórica..... | 19 |
| 1.3.2 Justificación práctica..... | 20 |
| 1.4. Objetivos..... | 20 |
| 1.4.1 Objetivo general | 20 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 20 |
| 1.5. Hipótesis | 21 |
| 1.4.3 Hipótesis general..... | 21 |
| 1.6.1. Hipótesis específicas..... | 21 |
| CAPÍTULO 2..... | 23 |

| | |
|--|----|
| MARCO TEÓRICO..... | 23 |
| 2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación..... | 23 |
| 2.2. Antecedentes de investigación | 24 |
| 2.2.1. Antecedentes internacionales..... | 24 |
| 2.2.2. Antecedentes nacionales..... | 26 |
| 2.2.3. Antecedentes locales | 29 |
| 2.3. Bases teóricas | 31 |
| 2.3.1 Propiedades Físicas..... | 31 |
| 2.3.2 Agregados..... | 31 |
| 2.3.2.1 Clasificación de los agregados | 31 |
| a) Agregado Fino..... | 32 |
| b) Agregado Grueso:..... | 34 |
| c) Hormigón | 36 |
| 2.3.2.2 Módulo de fineza | 37 |
| a) Consideraciones..... | 37 |
| 2.3.2.3 Especificaciones técnicas para agregados a ser usados en morteros y concreto..... | 39 |
| A. Para el Agregado Fino..... | 39 |
| B. Especificaciones técnicas para el agregado grueso..... | 39 |
| 2.3.3 CAPECO: | 40 |
| PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO..... | 43 |
| 2.4. Marco conceptual o glosario. | 44 |
| CAPÍTULO 4..... | 47 |
| DESARROLLO DEL TEMA..... | 47 |
| CAPÍTULO 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 99 |
| 5.1 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN..... | 99 |
| 5.1.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 99 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 5.1.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 100 |
| CONCLUSIONES..... | 111 |
| RECOMENDACIONES | 112 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 113 |
| ANEXOS..... | 115 |

Resumen

El presente trabajo de investigación está enfocado en la línea de investigación de Ingeniería de la Construcción; en este proyecto se propone centrar el análisis en diseño de mezcla de la cantera El Bosque del rio Chumbao y el análisis de la Cantera Ccoyahuacho para determinar el comportamiento de la resistencia del concreto con respecto a cantera de tajo abierto, en la comparación se determinará la cantidad de materiales como: agregados, cemento y agua. Los agregados de los ríos, Como también de tajo abierto, forman el material inerte que interviene en la preparación de morteros y concretos; aproximadamente el 75 a 80% del volumen del concreto está constituido por los agregados; significa una ventaja económica en la preparación del concreto, ya que las cantidades de agregado disminuyen la cantidad de pasta necesaria para llenar los huecos entre el agregado y, como su costo es relativamente más bajo que el del cemento, su uso resultará más económico. El diseño de mezcla precisa las proporciones de materiales de la mezcla de concreto y que los materiales que cumpla con las características requeridas de los materiales disponibles, y esto se logra a través de cálculos por diferentes métodos y ensayos en laboratorio. Para la determinación de análisis de costos unitarios de obras de concreto de diferentes resistencias, se debe emplear el diseño de mezcla de concreto que permitirá la cuantificación por una unidad de medida de la cantidad de materiales y multiplicado por el metrado y costo unitario se puede precisar el costo parcial. Las canteras en mención se vienen utilizando en las diferentes ejecuciones de

proyectos y obras públicas y privadas en la ciudad de Andahuaylas y distritos aledaños.

Así, en la presente tesis se logró determinar que, se obtiene una mayor resistencia a los 28 días; tanto para una resistencia de $F'c=175\text{kg/cm}^2$ y $f'c=210\text{kg/cm}^2$, suando se trabaja con agregados de la cantera Ccoyahuacho obteniéndose un promedio de 266.81 kg/cm^2 y un 299.39 kg/cm^2 respectivamente.

En la presente investigación se logró determinar el precio final de colocación de concreto para una resistencia de $F'c=175\text{kg/cm}^2$ y un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de cada una de las canteras El Bosque y Ccoyahuacho frente a CAPECO, llegándose a determinar que la producción de concreto de la Cantera Ccoyahuacho es más elevado frente a la Cantera El Bosque. Así, por ejemplo, si trabajamos con agregado de la cantera El Bosque su precio por metro cubico de concreto es de 424.72 soles frente a la cantera Ccoyahuacho cuyo precio por metro cubico de concreto sería de 425.92 soles y el propuesto por CAPECO sería de 404.02 soles para concretos de una resistencia $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

Palabras clave: Dosificación concreto, agregado rio Chumbao, Ccoyahuacho.

Abstract

This research work is focused on the research line of Construction Engineering; In this project, it is proposed to focus the analysis on the mix design of the El Bosque del Río Chumbao quarry and the analysis of the Ccoyahuacho Quarry to determine the behavior of the resistance of the concrete with respect to the open pit quarry, in the comparison the amount of materials such as: aggregates, cement and water. The aggregates from the rivers as well as from the open pit, form the inert material that intervenes in the preparation of mortars and concrete; approximately 75 to 80% of the volume of the concrete is constituted by the aggregates, which means an economic advantage in the preparation of the concrete, since the amounts of aggregate decrease the amount of paste necessary to fill the voids between the aggregate and, as its cost is relatively lower than that of cement, its use will be more economical. Mix design specifies the proportions of materials in the concrete mix and that the materials meet the required characteristics of the available materials, and this is achieved through calculations by different methods and laboratory tests. For the determination of unit cost analysis of concrete works of different resistances, the concrete mixture design must be used, which will allow the quantification by a unit of measure of the amount of materials and multiplied by the metering and unit cost, it is possible to specify the partial cost. The aforementioned quarries have been used in the different executions of projects and/or public and private works in the city of Andahuaylas and surrounding districts.

Thus, in this thesis it was possible to determine that a greater resistance is obtained at 28 days both for a resistance of $F'c=175\text{kg/cm}^2$ and $f'c=210\text{kg/cm}^2$ when working with aggregates from the Ccoyahuacho quarry, obtaining an average of 266.81 kg/cm^2 and 299.39 kg/cm^2 respectively.

Likewise, in the present investigation it was possible to determine the final price of concrete placement for a resistance of $F'c=175\text{kg/cm}^2$ and an $f'c=210\text{kg/cm}^2$ of each of the El Bosque and Ccoyahuacho quarries in front of CAPECO, reaching to determine that the concrete production of the Ccoyahuacho Quarry is higher compared to the El Bosque Quarry. Thus, for example, if we work with aggregate

from the El Bosque quarry, its price per m³ of concrete is 424.72 soles compared to the Ccoyahuacho quarry whose price per m³ of concrete would be 425.92 soles and the one proposed by CAPECO would be 404.02 soles for concrete of a resistance $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

Keywords: Concrete dosage, Chumbao river aggregate, Ccoyahuacho

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

La explotación de los agregados fino y grueso como la arena y grava se lleva a cabo en todo el mundo y representa el mayor volumen de extracción de materiales sólidos a nivel mundial, lo cual nos lleva a pensar la importancia de ellos. Así, estas materias primas son las más utilizadas en el planeta después del agua, según estudios con un 75% al 80% de los 50 mil millones de toneladas de material extraídos cada año. Todo esto formado a partir de procesos erosivos que requieren miles de años. El volumen que se extrae está en aumento de forma exponencial, principalmente como consecuencia del rápido crecimiento de las economías emergentes como son Asia, Europa, toda América y por consiguiente todo el mundo de la construcción. Según algunos cálculos, el consumo de agregados a nivel mundial es de 40 mil millones de toneladas al año, equivale al doble de la cantidad anual de sedimentos arrastrados por todos los ríos del mundo, hace interesante el presente estudio en su aplicabilidad y la importancia de ello en la realidad peruana.

Sabemos que la extracción del agregado afecta a la diversidad de vida que existe en esas canteras, afecta los niveles freáticos, el paisaje y el clima a través de las maquinarias y emisiones de dióxido de carbono que se generan por el transporte de estos materiales. También tiene consecuencias socioeconómicas, culturales e incluso políticas. por ello, la extracción de los agregados muchas veces afecta el cauce del río y aumentar el riesgo de intensidad de las posibles inundaciones.

En el Perú, Establecen requisitos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de actividades de explotación de canteras de materiales de

construcción, la RESOLUCION MINISTERIAL N° 188-97-EM-VMM dispone algunas de las normativas en el Perú.

Así, en la cantera El Bosque del río Chumbao, que está ubicado en el tramo del recorrido aguas abajo del valle de río Chumbao, que comprende tres ciudades importantes como: San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. La explotación de los agregados para concreto de la cantera del río Chumbao tiene la autorización por la Autoridad Nacional del Agua – ANA; dicha cantera se explota con una planta procesadora y de selección de agregados. A nivel del valle de Chumbao existe 03 canteras que se explota del río Chumbao y 02 canteras en tajo abierto que se explota de un cerro cercano, con fines para el empleo en la industria de la construcción para diferentes obras públicas que se ejecuta a cargo de los gobiernos locales y regionales del ámbito aledaño del valle de Chumbao. Así tenemos para la presente tesis el análisis de la cantera Ccoyahuacho que nos permitirá hacer un estudio comparativo. Así, para dichas canteras no existe una información sobre las propiedades físicas, químicas y de la calidad de los agregados, que son requisitos para el diseño de mezcla en la dosificación del concreto que permita comparar de acuerdo a los requisitos que exige la Norma Técnica Peruana NTP 400.012:2001 AGREGADOS por lo que es de interés para la presente tesis estudiarlas.

Para la producción de concreto se requiere, agregados de buena calidad, de esto dependerá la resistencia del concreto que es significativa en la industria de la construcción; Los agregados de los ríos como también de tajo abierto, forman el material inerte que interviene en la preparación de morteros y concretos; aproximadamente el 75 a 80% del volumen del concreto está constituido por los agregados, lo cual significa una ventaja económica en la preparación del concreto; cabe precisar cuándo se realiza la dosificación del concreto, con agregados de mala calidad; la resistencia del concreto será de menor resistencia, para poder compensar a la resistencia de concreto requerida se requiere agregar más cantidad de cemento; por tanto,

analizando económicamente, puede ser inviable el empleo de dicha cantera de agregados.

Así, visto las deficiencias de la inexistencia de información técnica de la calidad de los agregados y la deficiencia de saber el costo unitario por metro cúbico de concreto nos conlleva a investigar cuanto nos costaría producir un metro cubico de concreto por cada una de las canteras mencionadas y con esos agregados hasta cuanto de resistencia podríamos llegar a los 28 días para una F'c de 175 kg/cm² y de 210 kg/cm².

1.2. Formulación del problema

En la formulación de análisis de costos unitarios para obras de concreto, es requisito indispensable la verificación de la Norma Técnica Peruana NTP 400.012:2001 AGREGADOS; en dicha norma se tiene los parámetros de la calidad de los agregados en uso y sus proporciones para el uso controlado en la mezcla y dosificación del concreto y que estos resultados de los materiales como son el cemento, agregado fino, agregado grueso y agua; se encuentre con una aproximación frente a las tablas de proporciones para resistencia de concreto promedio y análisis de costos unitarios de obras de concreto, que se encuentra en el libro publicado por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), denominado: "Costos y Presupuestos de Edificación".

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye la calidad del agregado del rio Chumbao, en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles, frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y en el análisis de precios unitarios propuesto por CAPECO?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles serán los resultados de las propiedades físicas del agregado del río Chumbo en comparación a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas?
- ¿De qué manera influyen la granulometría de los agregados del Río Chumbao en comparación a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas?
- ¿Cuáles serán los resultados de la dosificación del concreto de la resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el agregado del río Chumbao y comparar el aporte unitario de los materiales del concreto, frente al análisis de costos unitarios propuesto por CAPECO?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación teórica

Esta investigación se realizó con el propósito de aportar conocimiento respecto a la calidad de los agregados en el ámbito de estudio y el análisis del ámbito comparativo de éstos a nivel de costos unitarios. Cabe indicar que este estudio es único en su investigación a nivel local.

Con la presente investigación se determinará las proporciones de los materiales como: cemento, agregado fino, agregado grueso y agua en la producción del concreto, es un aporte en la cuantificación de análisis de costos unitarios para obras de concreto en el ámbito del valle de Chumbao, utilizando la cantera El Bosque del río Chumbao y la cantera Ccoyahuacho, teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana NTP 400.012:2001 AGREGADOS y que finalmente estos agregados al realizarse un análisis de

costos unitarios en un software determinado nos proporcionarán el Análisis de Costos unitarios y valores por metro cúbico de concreto.

1.3.2 Justificación práctica

La investigación realizada tiene un aporte sumamente social y práctico porque nos permitirá conocer la calidad de los agregados en la zona de estudio y su viabilidad y factibilidad de uso; de acuerdo a un análisis de costos unitarios económicos y aptos para la producción de Concreto, frente a un sinnúmero de estudios que pueda haber, pero que en la zona de estudio no fue realizado con la consecuencia correspondiente. Así, la presente investigación permitirá mejorar la formulación de los análisis de costos unitarios de obras de concreto, en la elaboración de estudios de expediente técnico, perfiles, liquidación de obras y ejecución de obras, que vienen utilizando la propuesta planteado en el libro denominado: “Costos y Presupuestos de Edificación”, además se tendrá presente la resistencia de concreto en la ejecución de obras en el valle de río Chumbao y la cantera Ccoyahuacho y se determinará en cuál de las canteras el valor de cada metro cubico es más conveniente.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la calidad del agregado del río Chumbao, en la resistencia del concreto frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y en el análisis de precios unitarios propuesto por CAPECO.

1.4.2 Objetivos específicos

- Obtener los resultados de las propiedades físicas del agregado del río Chumbao y comparar la calidad frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas.

- Comparar la granulometría de los agregados del Rio Chumbao frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas.
- Realizar la dosificación del concreto de la resistencia $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm²; utilizando el agregado del rio Chumbao y comparar el aporte unitario de los materiales del concreto, frente al análisis de costos unitarios propuesto por CAPECO.

1.5. Hipótesis

1.4.3 Hipótesis general

La influencia de la calidad del agregado del rio Chumbao en la resistencia del concreto Influyen significativamente frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y en el análisis de precios unitarios propuesto por CAPECO.

1.6.1. Hipótesis específicas

- Los resultados de las propiedades físicas del agregado del rio Chumbao influyen significativamente en la calidad del concreto frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas.
- La granulometría de los agregados del Rio Chumbao difiere significativamente frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas.
- La dosificación del concreto de resistencia $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm²; utilizando el agregado del rio Chumbao difiere

significativamente con el aporte unitario de los materiales del concreto, frente al análisis de costos unitarios propuesto por CAPECO.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación

En la industria de la construcción, los agregados cumplen un papel importante en la dosificación de concreto simple y armado de diferentes proporciones, en tal sentido en la provincia de Andahuaylas se cuenta con tres canteras de diferentes condiciones. La cantera El Bosque del río Chumbao, que está ubicado en el tramo del recorrido aguas abajo del valle del río Chumbao, que comprende tres ciudades importantes como: San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera de tal forma para la explotación de dicha cantera tiene la autorización por la Autoridad Nacional del Agua – ANA; dicha cantera se explota con una planta chancadora y de selección de agregados. A nivel del valle de Chumbao para dicha cantera El Bosque y la cantera Ccoyahuacho no existe una información sobre las propiedades físicas, químicas y de la calidad de los agregados, que son requisitos para el diseño de mezcla en la dosificación del concreto que permita comparar de acuerdo a los requisitos que exige la Norma Técnica Peruana NTP 400.012:2001 Agregados.

Según la revista Ingeniería de Construcción (2010). Es requisito indispensable la calidad de los agregados para la producción de concreto, de esto dependerá la resistencia del concreto que es significativa en la industria de la construcción; Los agregados de los ríos como también de tajo abierto, forman el material inerte que interviene en la preparación de morteros y concretos; aproximadamente el 75 a 80% del volumen del concreto está constituido por los agregados, significa una ventaja económica en la preparación del concreto; cabe precisar que, cuando se realiza la dosificación del concreto, con agregados de mala calidad; la resistencia del concreto será bajo, para poder compensar a la resistencia de concreto requerida se requiere agregar más cantidad de cemento; por

tanto analizando económicamente puede ser inviable el empleo de dicha cantera de agregados.

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Antecedentes internacionales

Pacheco. C (2017) manifiestan: “Que en que va de los años ha crecido positivamente las construcciones en Barranquilla, Colombia, pues los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) genera contaminación en el medio ambiente, ya que, a su cantidad y la colocación indebida, se han conformado en puntos de contaminación principalmente de los suelos y también de las aguas superficiales. El problema no solo se da en Colombia, puesto que también a nivel global, En diferentes lugares del mundo han gestionado de manera integral el uso de los desperdicios de las obras, Cuya gestión va en la ruta de la reincorporación del llamado Residuos de Construcción y Demolición para futuras construcciones, convirtiéndose de tal manera en un agregado para concretos y asfalto que se puede usar en obras civiles. Por ello, este artículo ha presentado un estudio a 75 obras identificadas en varios lugares de Colombia (Barranquilla), donde se realizó varias encuestas en temas de manipulación, como también de tratamiento y por último de disposición final de dichos agregados, al mismo tiempo que se investigó sobre este acontecimiento de legislación para el manejo adecuado de los Residuos de Construcción y Demolición. Según los resultados que fueron obtenidos, se conoce también que en las prácticas que se dan hoy en día en la gestión de Residuos de Construcción y Demolición, pertenece al gremio de la construcción. Se está acondicionando implementar soluciones para este tipo de construcciones, se propone una mejora en el modelo para una adecuada gestión incluyendo el reciclado y transformación”.

García. A y Giraldo. 2013. “La construcción civil es una dinámica activa y constante a nivel mundial, La venta discriminada de los materiales pétreos

por ser los materiales con costos sumamente bajos; asimismo existiendo una gran debilidad en los precios del transporte, así como para las construcciones civiles se verifica que es mínimo los espacios que se encuentran cerca a los lugares donde se explota el material pétreo”: “Por lo tanto los agregados que están cerca de las obras no se encuentran cumpliendo con lo estipulado en las normas técnicas”.

“Iniciando el siglo XX, las ciudades del mundo empezaron con crecimientos muy rápidos, el cual dio origen al nacimiento de nuevas y grandes empresas que se dedican a satisfacer una gran demanda de los materiales para ser usados en las diversas construcciones”. Hasta ese entonces estos materiales eran casi en su mayoría importados. Es así como aparecen importantes empresas en el sector de la producción de materiales de construcción”. (García. A y Giraldo, 2013, pág. 4). “Aparece el surgimiento de las grandes compañías de cemento y de agregados pétreos en los diferentes países y gracias al fácil acceso y a los bajos costos, a este valioso material, el crecimiento de las ciudades avanzo muy rápido, provocó importantes crecimientos en grandes cantidades de gravas y arena. En los años de 1900 tenían poblaciones en ciudades grandes del mundo donde sobrepasan los quince millones; Ósea esto pasó en la población de las grandes y principales ciudades de nuestro planeta (China, Brasil, Colombia, EE. UU, etc).

Sánchez, G. (1996) describe en su trabajo de investigación (Influencia de la morfología de los agregados en la resistencia del concreto en cilindros de concreto de 15 cm x 30 cm). Que: “La resistencia del agregado grueso en mayor medida que el fino, va a resultar relacionado con el comportamiento de las resistencias del concreto, por su aporte en tamaños de grano dentro de la masa de la mezcla. En tal sentido, una de las posibilidades de ruptura de la masa es por medio del agregado grueso (las otras son por la pasta y por la interface de contacto entre pasta y agregado. De esta manera, la resistencia de los agregados cobra importancia y se debe buscar que éste nunca falle antes que la pasta de cemento endurezca. La falla a través del agregado grueso se produce

bien sea porque tiene una estructura pobre entre los granos que constituyen las partículas o porque previamente se les han inducido fallas a sus partículas durante el proceso de explotación, o por un inadecuado proceso de trituración”

2.2.2. Antecedentes nacionales

Quispe, J. M. (2005). Evaluación de canteras de agregado para concreto en la ciudad del Cusco. “Toda obra de Ingeniería Civil está orientada a conseguir tres factores preponderantes: calidad, durabilidad y economía. Si esta obra está compuesta por concreto, se deberá tener en cuenta que la calidad del concreto depende mucho de las características de los agregados ya que representan el 75% del volumen total de la mezcla, por lo que es necesaria la evaluación de sus propiedades. La naturaleza y propiedades físicas de los agregados, así como las formas en que se presentan y su disponibilidad, serán los factores principales que determinarán los usos de éstos. Se debe considerar una labor importante almacenar, de alguna manera toda la información que se obtiene de las canteras, tal como su localización, volúmenes aprovechables, uso, propiedades físicas, características litológicas y otros que permitan una rápida evaluación del material. La información que se brinda en este documento servirá para dar una rápida visión sobre calidad de agregados a los constructores cuyo campo de acción sea la ciudad del Cusco y alrededores; mas no servirá como una verificación a una construcción posterior a la culminación del presente trabajo. La ciudad del Cusco antes del presente trabajo no contaba con un estudio similar, solo contaba con datos de 3 canteras que son las más usadas por los constructores. Al no tener antecedentes de nuevas canteras que van apareciendo se procedió a determinar las características y ensayos físicos de las canteras con el apoyo de "SENCICO-CUSCO" por intermedio del Laboratorio de Ensayos de Materiales-Área de Agregados y Concreto. Las propiedades físicas obtenidas mediante ensayos sirvieron para elaborar los Diseños de

Mezclas que se usó para la comprobación, mediante ensayos de compresión de probetas, de aquellos de mejor rendimiento, tanto como agregado, como también formando parte del concreto. En Cusco existen alrededor de 20 canteras, siendo la mayoría de estos informales y de poca explotación. Las canteras que pertenecen a las comunidades tienen un costo del agregado más económico, pero tanto la capacidad de extraer en un tiempo requerido como sus fallas por granulometría son las características más destacables. Los objetivos que nos trazamos en el presente trabajo son: Señalar criterios generales de selección de canteras en la Ciudad del Cusco y el uso de los agregados contenidos en ellas. Evaluar la calidad de los agregados por el tipo de explotación de sus canteras, por las propiedades físicas que posee y por su comportamiento en mezclas de concreto. El presente trabajo se ha realizado finalmente para proporcionar la información más reciente sobre el estado actual de las canteras que servirá para una toma acertada de decisiones para los constructores cuyo campo de acción sea la ciudad del Cusco y alrededores”.

Quispe Camargo, W. F. (2020). “El concreto tiene un gran porcentaje de incidencia dentro de la industria de la construcción, y su resistencia es un factor clave para su ejecución. Existen diversos métodos de la preparación de concreto, los cuales presentan tiempos variables, principalmente en el tiempo de mezclado de los agregados que lo conforman. El fin del presente trabajo de investigación es dar una visión, acerca del tiempo de mezclado de un concreto normal $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y cuál es su influencia en su resistencia, considerando el tiempo inicial de fraguado, tiempo mínimo de mezclado según la norma E-060 y cuál es su efecto al salirnos de estos márgenes, para tener una perspectiva del tiempo óptimo de mezclado del concreto dentro del valle del Mantaro. Para la obtención de muestras del concreto, se consideró agregado de cantera del río Mantaro, cemento portland tipo I marca ANDINO, con los cuales se realizó un diseño de mezcla para una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Para la preparación del concreto se usó una mezcladora de

concreto tipo tambor de 11 p3 y se consideró 2 parámetros para los experimentos, el primero considerando el mezclado en un tiempo por debajo de lo establecido en la norma E-060 (1.5 minutos) y un segundo parámetro considerando el tiempo mínimo de mezclado y tiempo inicial de fraguado. Se obtuvieron mezclas de prueba con las mismas características del concreto, con tiempos de mezclado variables y curados bajo las mismas condiciones. Las resistencias obtenidas se evaluaron y analizaron con la elaboración de gráficos y tablas estadísticas de resistencia y mezclado. Los análisis mostraron que a medida que el tiempo de mezclado aumenta, la resistencia del concreto aumenta, pero la consistencia disminuye y también existe un incremento de la cantidad de aire atrapado. Los resultados son consistentes con estudios previos y también confirma la hipótesis propuesta”.

Paz Pastor, R. C. (2018). “Siendo el concreto uno de los materiales más usados en la época moderna tanto en el medio local y el mundo, además que éste aumenta su resistencia con el pasar del tiempo, por lo tanto la investigación tiene por finalidad determinar las características físico mecánicas de los agregados de dos canteras representativas de la región Lambayeque, que mediante diseños de mezclas por el método ACI se establezca dosificaciones adecuadas para que los constructores puedan alcanzar la resistencia que ellos proponen, según los ensayos el agregado fino de la cantera las tres Tomas tiene mayor presencia de limos en la cual es dañino para el concreto. Los testigos de concreto en el laboratorio se realizaron en probetas estándares con el método ACI la cual se ensayó agregados de la cantera tres Tomas, la cantera la Victoria y el segundo diseño se utilizó agregado grueso de la cantera tres tomas y agregado fino de la cantera la Victoria teniendo como resultados la resistencia a compresión axial, los testigos de la cantera la victoria alcanza mayor resistencia y a la vez tiene mayor comportamiento en el tiempo, las muestras de la cantera las tres Tomas la resistencia a compresión axial tiene un aumento consecutivo de resistencia hasta los 21 días y para los 28 días su aumento es mínimo teniendo como

resultado final la cantera la victoria tiene una resistencia de 111% y la cantera tres tomas su resistencia es de 103%”.

2.2.3. Antecedentes locales

Andía, J. Y. (2019). “Los agregados morrénicos de la cantera de Sapallanga, río Chaclas, han sido evaluados geotécnicamente mediante ensayos de laboratorio obteniéndose sus propiedades físicas, así como también se han realizado otros ensayos de calidad del agregado y el diseño de mezcla por resistencia y por durabilidad. La evaluación visual de campo que se ha realizado permitió dividir el muestreo de los agregados morrénicos en tres grupos de baja intemperización, de media intemperización y de alta intemperización. Habiéndose obtenido los resultados de los ensayos de laboratorio de los agregados morrénicos se puede apreciar que superan el 100% de la resistencia de diseño a los 28 días. Los resultados de los ensayos de calidad de los agregados son coherentes con la división realizada de baja intemperización, media intemperización y alta intemperización. Asimismo, se puede verificar que los agregados morrénicos de la cantera de Sapallanga, río Chaclas cumplen con los requisitos de calidad de los agregados según la Norma Técnica Peruana 400.037”.

Ferrel Sinte, E., & Moreano Huacana, E. (2019). “Esta investigación está enfocada en el estudio de las propiedades físico- químicas de los agregados de las canteras del sector de Pachachaca – Abancay y su influencia en las propiedades mecánicas del concreto. Para el análisis de las canteras, primero se procedió a recolectar las muestras de las canteras, con los pesos necesarios para realizar los ensayos, para llevarlos posteriormente al laboratorio. Con las muestras en el laboratorio, se empezó con las pruebas para establecer las propiedades físicas (Granulometría de los agregados grueso y fino, contenido de humedad, peso específico, absorción, abrasión del agregado) y químicas (PH, sulfatos, sales solubles y cloruros). Con los resultados de las propiedades

físicas del agregado, se procedió a realizar tres diseños de mezcla utilizando los siguientes métodos: módulo de fineza, Walker y ACI; de los cuales, se optó por usar el del módulo de fineza para preparar los testigos que fueron sometidos a la prueba de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. En conclusión, el agregado de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay utilizado en la elaboración del concreto de las obras civiles de Abancay aportan significativamente propiedades mecánicas al concreto; sin embargo, el agregado fino en estado natural no cumple con los límites máximos y mínimos establecidos por la norma”.

Olarte Buleje, Z. (2017). La presente tesis, “estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles.”, se realizó estudiando tres canteras o minas que son explotadas en la ciudad de Andahuaylas, para producir concreto, las mismas que son: cantera Altamirano, cantera Santa Lucia y la cantera Espinoza, las mismas que abastecen de material pétreo para la construcción de obras civiles en la ciudad de Andahuaylas y sus alrededores. la investigación consistió en acudir a las minas antes nombradas y obtener material pétreo con el consentimiento de los propietarios de las mismas, estas muestras fueron llevadas al laboratorio de materiales de constructores y consultores generales (JFA) Andahuaylas. en donde pasaron por diversos ensayos con la finalidad de obtener sus propiedades mecánicas. una vez obtenidas las propiedades mecánicas de las muestras en estudio se procedió a realizar el cálculo de la dosificación para el concreto de diferentes resistencias a compresión y asentamientos, mediante el método A.C.I. (American concrete Institute), con la norma A.C.I. 211.1, basada en la norma ASTM C33, donde se explica el procedimiento para optimizar la granulometría en las mezclas de concreto; con estas dosificaciones se elaboraron probetas de concreto de diferentes resistencias a compresión y todos para un asentamiento de 6 a 9 cm que es el tipo de concreto más común empleado en obras civiles. Finalmente, estos cilindros fueron ensayados a compresión para

obtener su respectiva resistencia y comprobar si cumplían con lo establecido por la dosificación aplicada”.

2.3. Bases teóricas

2.3.1 Propiedades Físicas

Según; (Gomez Jurado, 2010). “Las propiedades físicas tienen un comportamiento mecánico de los diseños de mezcla del concreto de las partículas de los materiales pétreos”.

2.3.2 Agregados

Según A.M. Neville. (1998). Los agregados forman el material inerte que interviene en la preparación de morteros y concretos (no fraguan) y cumplen un fin volumétrico al aumentar el volumen de la pasta.

Para Abanto F. (1996). Aproximadamente el 75 a 80% del volumen del concreto está constituido por los agregados, lo cual significa una ventaja económica en la preparación del concreto, ya que las cantidades de agregado disminuyen la cantidad de pasta necesaria para llenar los huecos entre el agregado y, como su costo es relativamente más bajo que el del cemento, su uso resultará más económico.

Los agregados pueden ser de origen natural o artificial; y se pueden encontrar las siguientes clases según la norma ITINTEC:

2.3.2.1 Clasificación de los agregados

De acuerdo a la NTP, del tipo natural los agregados se clasifican en:

- a) Agregados finos:
 - Arena fina.
 - Arena gruesa.
- b) Agregados gruesos:

- Grava.
- Piedra.

a) Agregado Fino.

Alberto R. Ortega (2013). Según este autor, es el tipo de agregado que pasa como mínimo el 95% por la malla N° 04, retenido como mínimo el 90% en la malla N°100 y que cumple con los límites establecidos y determinados en la norma técnica peruana ITINTEC 400.037 tomando en cuenta que proviene de la desintegración artificial o natural de un determinado tipo de rocas.

Granulometría: Según la Norma, la granulometría es la distribución por tamaños de las partículas del agregado llamado arena. Es decir, la granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas y que se determina y calcula con sistemas de tamizado, con una serie de mallas totalmente normalizadas. Las mallas a las que se hace referencia y que son normalizadas utilizadas para el agregado fino son los números: 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

El Reglamento Nacional de edificaciones nos especifica que la granulometría de la arena está en concordancia con las normas americanas del ASTM.

Los requerimientos se dan en la siguiente tabla.

Cuadro N° 01 Límites de granulometría según el A.S.T.M

| <i>MALLA</i> | | <i>PORCENTAJE QUE PASA (ACUMULATIVO)</i> |
|--------------|----------------|--|
| <i>3/8"</i> | <i>9.5 mm</i> | <i>100</i> |
| <i>N°4</i> | <i>4.75 mm</i> | <i>95 a 100</i> |
| <i>N° 8</i> | <i>2.36 mm</i> | <i>80 a 100</i> |
| <i>N°16</i> | <i>1.18 mm</i> | <i>50 a 85</i> |
| <i>N°30</i> | <i>600 μm</i> | <i>25 a 60</i> |
| <i>N°50</i> | <i>300 μm</i> | <i>10 a 30</i> |
| <i>N°100</i> | <i>150 μm</i> | <i>2 a 10</i> |

Según ello, la norma americana ASTM, exceptúa que: “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 porque el mayor contenido de cemento contribuye a la plasticidad del concreto y la compacidad de la pasta, función que cumple el agregado más fino”.

Requisitos de uso:

- El agregado fino será arena natural: “Se define así, cuando sus partículas sean limpias de perfiles preferentemente compactos, angulares, resistentes y duros”.
- El agregado fino debe ser libre de porcentajes y cantidades de polvo que sean perjudiciales o negativas, son partículas escamosas o blandas, pizarras y que contengan materia orgánica, sales, u otras sustancias perjudiciales para la creación del concreto.
- Debe cumplir las normas sobre su granulometría.

- Se recomienda que las sustancias dañinas, “no excederán los porcentajes máximos siguientes: 1°.- Partículas deleznales: un 3%, 2°.- Material que sea más fino que la malla N° 200: es decir un 5%”

b) Agregado Grueso:

Se define al agregado grueso aquel retenido como mínimo el 95% en la malla N°4 o como agregado grueso retenido en el tamiz N°4, establecidos en la norma ITINTEC 400.037; que provienen de la desintegración mecánica o natural de la roca.

Gravas: Se define así, al material de agregado grueso, cuyo origen provenga de la desintegración natural de material pétreo. Se puede encontrar comúnmente en canteras y lechos de río, depositados en forma natural como canto rodado.

Cada fragmento ha perdido sus aristas vivas y se presentan en forma más o menos redondeadas.

Las gravas pesan de 1600 a 1700 kg/m³.

Piedra triturada o chancada: Se define así, al agregado grueso o piedra angulosa que se obtiene por la trituración artificial mediante maquina especializada de gravas o rocas.

Tiene por función elemental de dar volumen y aportar su propia resistencia. Así, por ejemplo, los ensayos pueden indicar que la piedra chancada triturada o partida nos brinda concretos más resistentes ligeramente que aquellos creados con piedra redondeada o de canto rodado.

Normalmente, el peso de la piedra chancada se puede estimar de 1450kg/m³ a 1500 kg/m³”.

Granulometría: En el tema de la granulometría, la norma técnica indica que el agregado grueso debería estar gradado dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica

Peruana ITINTEC 400.037 o equivalente en la norma americana ASTM C 33, los cuales se indican en la siguiente tabla:

Cuadro N° 02: Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos

| Tamaño nominal | Cantidades mas finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), % en peso | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|-----------|----------|-----------|----------|-------------|------------|------------|------------|-----------|---------------|---------------|----------------|
| | 4" 100 mm | 3½" 90 mm | 3" 75 mm | 2½" 63 mm | 2" 50 mm | 1½" 37.5 mm | 1" 25.0 mm | ¾" 19.0 mm | ½" 12.5 mm | ⅜" 9.5 mm | No. 4 4.75 mm | No. 8 2.36 mm | No. 16 1.18 mm |
| 3½" a 1½" | 100 | 90-100 | - | 25-60 | - | 0-15 | - | 0-5 | | | | | |
| 2½" a 1½" | - | - | 100 | 90-100 | 35-70 | 0-15 | - | 0-5 | | | | | |
| 2" a No. 4 | - | - | - | 100 | 95-100 | - | 35-70 | - | 10-30 | - | 0-5 | | |
| 1½" a No. 4 | - | - | - | - | 100 | 95-100 | - | 35-70 | - | 10-30 | 0-5 | | |
| 1" a ¾" | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 40-85 | 10-40 | 0-15 | 0-5 | | |
| 1" a No. 4 | - | - | - | - | - | 100 | 95-100 | - | 25-60 | - | 0-10 | 0-5 | |
| ¾" a No. 4 | - | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | - | 20-55 | 0-10 | 0-5 | |
| 2" a 1" | - | - | - | 100 | 90-100 | 35-70 | 0-15 | - | 0-5 | | | | |
| 1½" a ¾" | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 20-55 | 0-15 | - | 0-5 | | | |
| 1 a ½" | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 20-55 | 0-10 | 0-5 | | | |
| ¾" a ⅜" | - | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 20-55 | 0-15 | 0-5 | | |
| 1½" a No. 4 | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 40-70 | 0-15 | 0-5 | |
| ⅜" a No. 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 85-100 | 10-30 | 0-10 | 0-5 |

Tamaño máximo: Para poder calcular el tamaño máximo de los agregados gruesos en la elaboración de concreto armado se determina por la necesidad y exigencia de que esta mezcla dosificada pueda entrar, manipularse fácilmente en los encofrados y que esta piedra pueda entrar entre las barras de la armadura de acuerdo a la Norma y el tipo de elemento estructural que se esté vaciando.

En la norma se indica que en ningún caso el tamaño del agregado grueso máximo deberá ser mayor que:

- ✓ Una quinta parte de la menor dimensión, entre caras del encofrado realizado para vaciar el concreto.
- ✓ Un tercio de la altura de las losas determinadas en la construcción.
- ✓ Los tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, cables o ductos, paquetes de barras de pre esfuerzo.

Tómese en cuenta que, de acuerdo a norma se puede considerar que cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se logra reducir los requerimientos del agua para la mezcla de concreto se logra incrementar la resistencia del concreto deseado. Así también, cabe indicar que, este principio es validado cuando se utiliza agregados hasta 1 1/2". Recordemos que en tamaños mayores sólo se puede aplicar a concretos con bajo contenido de cemento de acuerdo a Norma.

Requisitos de uso

- Para su uso, el agregado grueso tendrá que estar conformado por partículas muy limpias, de un perfil preferentemente angular o semi angular, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa y dura.
- Para su uso convencional, las partículas deberán estar libres de sustancias dañinas o superficiales como son el polvo, tierra, materia orgánica, sales, limo, humus u otras materias dañinas a la mezcla de concreto.
- Para su uso, se recomienda que las sustancias que son dañinas no puedan exceder los porcentajes máximos siguientes:
 - Partículas deleznable: que no exceda el 5%.
 - Material más Fino que la malla N° 200: y que no exceda el 1%
 - Carbón y lignito: que no exceda el 0.5%

c) Hormigón

Abanto F. (1996). Según este autor, el Hormigón es el material compuesto de grava y arena y que su extracción fue de forma natural. El hormigón en el Perú, se usa para preparar concreto de baja calidad, como el empleado en estructuras no complejas como cimentaciones corridas, sobrecimientos, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras, muros, etc. En general y para

conocimiento sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión hasta de 100 kg/cm² a los 28 días .

La Norma nos indica que, el agregado denominado hormigón deberá estar libre de material perjudicial como son el polvo y partículas blandas, así como sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias que sean dañinas para la mezcla del concreto.

2.3.2.2 Módulo de fineza

a) Consideraciones.

Este módulo o valor indica la fineza del agregado que se obtiene de la suma total de los porcentajes retenidos acumulados de los diferentes tamices y estos se dividen entre 100 y se tiene un resultado de la fineza del material". (400.037, 2000, pág. 12).

El Módulo de fineza es un índice que nos indica un aproximado del tamaño medio de los agregados que se utilizan. Asimismo, cuando este índice es bajo quiere decir que, el agregado es fino y cuando es alto es señal de que indica lo contrario. Cabe indicar que, de acuerdo a la norma, el módulo de fineza no distingue ni determina las granulometrías. Pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, si nos sirve para controlar la uniformidad de los estos agregados. La norma indica que el módulo de fineza de un agregado cualquiera se calcula y determina sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°3, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100. Por ejemplo, del módulo de fineza de una arena" puede ser:

$$MF = \frac{\sum \text{porcentaje Acumulado Retenido con excepcion del fondo}}{100}$$

Cuadro N° 03: Ejemplo de gradación del agregado fino

| Malla | Peso Retenido (g) | Porcentaje Retenido | % Acumulado Retenido | % acumulado que paso |
|-------|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 3/8" | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 4 | 10,2 | 2 | 2 | 98 |
| 8 | 66,2 | 13 | 15 | 85 |
| 16 | 91,7 | 18 | 33 | 67 |
| 30 | 91,7 | 18 | 51 | 49 |
| 50 | 132,5 | 26 | 77 | 23 |
| 100 | 102,0 | 20 | 97 | 3 |
| fondo | 15,4 | 3 | - | 0 |
| | 509,7 | 100 | 275 | |

Peso inicial = 510 g

$$\text{Eficiencia} = \frac{510 - 509,7}{510} * 100$$

$$\text{MF} = \frac{275}{100} = 2,75$$

$$\text{Eficiencia} = 0,059\%$$

La eficiencia del cernido debe ser tal que la diferencia entre el peso inicial de la muestra y la suma de pesos después del cernido no deba diferir en más del 1%. Según la Norma técnica americana ASTM la arena debería de tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor a 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 el rango de 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de una resistencia muy alta. Por ejemplo, en las obras o elementos de concreto que requieran una buena textura superficial, como pueden ser los revestimientos de canales o pisos de concreto ligero o pesado, se recomienda que la arena tenga un contenido de finos superior al 15% y que pase la malla N° 50.

2.3.2.3 Especificaciones técnicas para agregados a ser usados en morteros y concreto

A. Para el Agregado Fino

1) Contenido de Impurezas:

- Arcillas: Max. 1%
- Material más fino que malla 200
(concretos sujetos a abrasión): Max. 3%
(otros concretos): Max. 5%
- Materia Orgánica: Max. 1%

2) Granulometría:

Buena gradación de acuerdo a la siguiente especificación:

Cuadro N° 04: Gradación del agregado fino según ASTM

| Malla | % que pasa |
|-------|------------|
| N°4 | 95 a 100 |
| N°8 | 80 a 100 |
| N°16 | 50 a 85 |
| N°30 | 25 a 60 |
| N°50 | 10 a 30 |
| N°100 | 2 a 10 |

3) Módulo de Finura: recomendable entre 2,3 a 3,1.

- De 2,3 a 2,8 arena para preparación de morteros de enlucidos y concretos de buena trabajabilidad
- De 2,8 a 3,1 arena para la preparación de morteros y concretos de alta resistencia.

B. Especificaciones técnicas para el agregado grueso

a. Contenido de Impurezas:

- Arcilla máxima: 0,25%
- Materia orgánica: 0%
- Materia más fina que la malla 200 máximos: 1%

b. Granulometría: buena gradación.

Tamaño Máximo:

- Se usa para seleccionar el agregado según las condiciones de geometría del encofrado y del refuerzo de acero. De acuerdo a Norma, esto también corresponde a la malla más pequeña por la que pasa todas las muestras de agregado; el Reglamento Nacional de Construcciones en el Perú especifica que el tamaño máximo será :
 - $\frac{1}{5}$ " de la dimensión más estrecha entre las caras del encofrado.
 - $\frac{3}{4}$ " del espaciamiento mínimo libre entre barras de refuerzo.
 - $\frac{1}{3}$ " del peralte entre losas.

c. Tamaño Máximo Nominal: Se da como referencia de la granulometría (para realizar el diseño de mezclas). De acuerdo a Norma, esto corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido de las mallas.

2.3.3 CAPECO:

La Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) es una asociación civil de derecho privado, constituida de conformidad con las leyes de la República.

CAPECO como organismo tiene la finalidad de promover el desarrollo nacional, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos a través de la construcción; fomentar y desarrollar la actividad constructora pública y privada a través de la empresa privada; reconocer a la persona humana como el elemento más importante en toda empresa; promover la construcción de viviendas en el país; promover el desarrollo de la infraestructura del país; fortalecer a las empresas constructoras peruanas; lograr la igualdad de oportunidad para todas las empresas; así como al

mejoramiento social, económico y ético de sus asociados dentro de una sostenida acción gremial.

APORTE UNITARIO DE MATERIALES

De acuerdo a CAPECO, Las cantidades de materiales se establecen de acuerdo a condiciones pre-establecidas físicas o geométricas dadas de acuerdo a un estudio técnico del mismo, teniendo como referencia las publicaciones especializadas o, siendo aún mejor, elaborando los análisis con registros directos de obra, considerando en razón a ello que los análisis de costos responden a un proceso dinámico de confección.

Aquí, se analiza los costos unitarios de cemento, arena, piedra chancada en concreto; cemento, arena y cal en morteros; ladrillos macizo y hueco en muros y techos respectivamente; madera, clavos en encofrados y andamios; componentes de pasta, cantidad y peso de alambre y tabla de porcentaje de desperdicios de los diferentes materiales utilizados en edificación.

2.3.3.1 Análisis de Costos Unitarios

Llamado también análisis de precios unitarios, que es una técnica mayormente utilizada en la gestión de proyectos de obra u construcción y presupuestos. Es el análisis pormenorizado y detallado que se realiza a una unidad de componente de una obra y que se realiza con la finalidad de determinar sus características particulares constructivas y los elementos a nivel de costos que lo componen para poder realizar y sacar conclusiones y establecer su precio previo a la construcción y demostrar su valor monetario. El procedimiento se realiza de acuerdo a las condiciones de lo establecido, los planos y las especificaciones técnicas del

proyecto y obviamente a las condiciones propias de la obra a construir.

El APU (Análisis de Precio Unitario) como técnica empleada de acuerdo con las buenas prácticas para la gestión de proyectos y según la teoría de la triple restricción (Alcance, Tiempo y Costo), así como otras áreas de gestión como riesgos, recursos, calidad, integración, trata de mejorar la precisión en la estimación en los procesos de planificación.

Metrado: El Metrado es el conjunto de datos obtenidos y que son ordenados mediante lecturas acotadas en planos o diseños de ingeniería a nivel de medidas y que preferentemente son obtenidas en obra u proyectos que se van a ejecutar. Con excepción a lecturas a escala (que es un procedimiento válido), los metrados se realizan con la finalidad de calcular la cantidad de materiales, mano de obra y equipos que en una obra se van a realizar y que al ser multiplicado por el respectivo costo unitario nos muestra el costo total de esa unidad de análisis.

2.3.3.2 Diseño de mezcla

El diseño de mezcla es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí, se realizan lo siguiente:

- a. El proceso inicia con la selección de los ingredientes convenientes como el cemento, los agregados fino y grueso, el agua y los aditivos de ser necesarios. Este diseño va obtener un parámetro de las propiedades del concreto, no debemos perder ese interés que queremos para el resto del comportamiento del concreto, y que este se realiza mediante un ensayo a la resistencia en compresión, haciendo la búsqueda de mezcla más adecuada para la obra esta prueba

es la definitiva que nos va brindar los resultados reales para su optimo uso del material pétreo. (Riva, 2017).

El diseño consiste en preparar y realizar una mezcla de estos componentes ya indicados con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión y que esto dependerá del tipo de resistencia a la compresión que voy buscando.

PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

- ✓ Estudio de las especificaciones de la obra
- ✓ Definición de la resistencia Compresión/flexión
- ✓ Elección del asentamiento
- ✓ Determinar TM – TMN
- ✓ Estimación cantidad de aire
- ✓ Estimación contenida de agua
- ✓ Definir relación agua/material cementante
- ✓ Contenido de material cementante
- ✓ Verificar las granulometrías de los agregados
- ✓ Estimación de agregado grueso
- ✓ Estimación de agregado fino
- ✓ Ajuste por humedad
- ✓ Ajuste del diseño de mezcla

A. DOSIFICACIÓN DE UNA MEZCLA DE CONCRETO

Una dosificación de mezcla de concreto, consiste en preparar una mezcla con los materiales como son el cemento, agregados, agua con unas proporciones inicialmente calculadas por diferentes métodos y que son elegidos por quien desea obtener una determinada resistencia del concreto. A la mezcla se le realizan

los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión acorde al elemento y resistencia deseada.

2.4. Marco conceptual o glosario.

- ✓ Partidas: Las partidas son las unidades mínimas de construcción en que se ha dividido una obra, proyecto o presupuesto; su función es distinguir de forma singular los elementos a construir. Las partidas se identifican y determinan porque tienen un código que los identifica, una descripción de la partida y su unidad de medida. Cabe indicar que las partidas tienen unas especificaciones técnicas que son quienes detallan la descripción y los requisitos que debe cumplir para su ejecución, así como para su aceptación y pago de ellas, por parte de quien ejecute esa partida presupuestal.
- ✓ Aire: En el Concreto puede presentarse cuando existe una vibración o una compactación incompleta, o bien el aire puede ser incluido durante el mezclado para mejorar la durabilidad frente a congelamiento y deshielo.
- ✓ Aditivos Materiales que se utilizan como ingredientes del concreto, pueden añadirse a la mezcla antes o durante el mezclado para modificar propiedades o características.
- ✓ Calor De Hidratación Se le llama calor de hidratación al calor que tiende a desprenderse durante la reacción química que se produce entre el agua y el cemento al estar en contacto.
- ✓ Cemento Material finamente molido, de color gris que al mezclarse con el agua tiene la propiedad de pegarse o unirse a superficies y endurecer.

- ✓ Concreto Recién Mezclado Mezcla de agregado y pasta que debe ser plástico o ´ semifluido y capaz de ser moldeado a mano.
- ✓ Contenido De Aire Es el volumen de vacíos de aire en el concreto expresado como porcentaje del volumen total del concreto.
- ✓ Consolidación Del Concreto Proceso que consiste en compactar al concreto fresco para amoldarlo dentro de las formaletas, evitando la conglomeración y las cavidades del aire atrapado.
- ✓ Curado Es el mantenimiento de condiciones favorables de humedad y de temperatura del concreto a tempranas edades, para que desarrolle resistencia y otras propiedades.
- ✓ Espécimen Es una muestra que representa un elemento fundido en una construcción con lo cual resulta muy importante para verificar la resistencia que el elemento puede adquirir con el tiempo.
- ✓ Factor De Corrección Es aquel por el cual se corrige la lectura en función de normas técnicas establecidas para obtener un cálculo correcto.
- ✓ Fraguado reacción química exotérmica que determina el paulatino endurecimiento de la mezcla de concreto.
- ✓ Fraguado Inicial Grado de endurecimiento del concreto, menor que el fraguado final, que permite recibir cierto nivel de carga.
- ✓ Fraguado Final Es un grado de endurecimiento del concreto después del fraguado inicial, que permite recibir cierto nivel de carga.
- ✓ Mortero Mezcla de cemento, agua, aire y arena.
- ✓ Muestra Compuesta Muestras de concreto combinadas y re mezcladas de tal forma que sea homogénea la mezcla en un mismo contenedor.

- ✓ PCA Asociación de Cemento Portland.
- ✓ Plasticidad Capacidad que tiene el concreto para poder deformarse en estado fresco y retener esa forma.
- ✓ Peso Unitario Peso de concreto por unidad de volumen. Usualmente se expresa en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) en el Sistema Internacional.
- ✓ Relación Agua-Cemento, este es uno de los parámetros y variables más importantes de la tecnología del concreto, pues influye grandemente en la resistencia final del concreto preparado. De acuerdo a norma, esta relación se obtiene dividiendo el peso del agua entre el peso del cemento en el concreto.
- ✓ ACI El Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute).
- ✓ ASTM Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL TEMA

4.1 Aspectos generales de la Investigación

En la presente investigación, el diseño de mezcla se realizará con el método ACI para resistencias de $f'_c=175\text{kg/cm}^2$ y la resistencia de 210kg/cm^2 . En relación a los dos diseños de Mezcla se utilizará el mismo método del American Concrete Institute (ACI). A nivel de las propiedades físicas y químicas de los agregados se tomará en cuenta una serie de procedimientos debidamente estructurados y enmarcados en las siguientes normas técnicas peruanas:

Tabla 01

Estudios de acuerdo a la NTP relacionadas al proyecto de tesis

| Análisis | Estudio | Unidad | Norma Técnica Peruana |
|---|-----------------------------|--------------------|--|
| Propiedades físicas y químicas de los agregados | Granulometría | % | NTP 400.012 Granulometría |
| | Peso unitario | kg/m ³ | NTP 400.017 Peso Unitario |
| | Peso específico | g/m ³ | NTP 400.021 Peso específico y absorción |
| | Porcentaje de Absorción | % | NTP 400.021 Peso específico y absorción |
| | Malla N° 200 | % | NTP 400.018 Material pasante a # 200 |
| | Contenido de humedad | % | NTP 339.185 Contenido de humedad |
| | Resistencia al desgaste | Adimensional | NTP 400.019 Degradación de agregados |
| Resistencia del Concreto | Resistencia a la compresión | Kg/cm ² | NTP 339.034 Resistencia a la compresión. |

Nota: Esta tabla muestra los estudios realizados acorde al proyecto de tesis

4.2 Ubicación del proyecto

Para el estudio de la presente tesis se ha tomado en cuenta el análisis de 02 canteras que son las más importantes en la ciudad de Andahuaylas:

a) *Canteria del Rio Chumbao – El Bosque*

A. Ubicación política del proyecto

- Región : Apurímac
- Provincia : Andahuaylas
- Distrito : Talavera
- Localidad: Cantera El Bosque

Coordenadas geográficas:

Latitud : 13°40'24.59" S Latitud Sur
Longitud : 73°20'54.13" O Latitud Oeste
Altitud : 3079.00 msnm

Coordenadas UTM del proyecto

Zona :18L
Este : 678632.00 m E
Norte : 8487774.00 m S



b) Cantera Ccoyahuacho

EL proyecto de la Planta de Chancado y Clasificación de Agregados “Ccoyahuacho” tiene una capacidad de producción de 160 m³/día de agregados, extraídos en canteras y lechos del río, que se encuentran en la provincia de Andahuaylas.

A. Ubicación política del proyecto

- Región : Apurímac
- Provincia : Andahuaylas
- Distrito : San Jerónimo
- Localidad : Cantera C.P Ccoyahuacho

Coordenadas geográficas:

Latitud : 13°39'37.13"S Latitud Sur
Longitud : 73°18'46.66"O Latitud Oeste
Altitud : 3058.90 msnm

Coordenadas UTM del proyecto

Zona : 18L
Este : 682472.76 m E
Norte : 8489206.08 m S

Figura:

En la imagen se muestra la Cantera Ccoyahuacho



Nota: Cantera Ccoyahuacho – San Jerónimo - Andahuaylas

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos en la Tesis

Para la presente investigación de tesis, la recolección de datos fue obtenida mediante los estudios de laboratorio y los resultados obtenidos de los ensayos realizados al agregado y así mismo de las roturas de probetas de concreto a las que fueron expuestas todas las muestras.

Los instrumentos de laboratorio utilizados en mi investigación fueron las normas técnicas peruanas obtenidas mediante el INACAL (Instituto Nacional de Calidad) y que son de responsabilidad del laboratorio de suelos que se contrató los cuales son:

- ✓ NTP 400.012:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- ✓ NTP 400.017:2011 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

- ✓ NTP 400.020:2014 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles
- ✓ NTP 400.021:2013 AGREGADOS. Método de ensayo que está normalizado para cálculo de la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.
- ✓ NTP 400.037:2018. AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos.
- ✓ NTP 339.034:2015 CONCRETO. Este método de ensayo está normalizado en el Perú para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

4.4 Procedimientos para la recolección de datos

4.4.1 Análisis de las propiedades físicas de los materiales de las canteras del Rio Chumbao – El Bosque

Para un buen análisis de los agregados se necesita analizar y diagnosticar las propiedades físicas y mecánica de los agregados (en este caso la cantera El Bosque) que son factor principal para conocerlos y posteriormente poder realizar el diseño de mezclas y además obtener resultados confiables y precisos de la resistencia que se desea alcanzar. Para nuestra investigación será una resistencia de 175kg/cm² y 210kg/cm².

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

La granulometría del agregado fino está de acuerdo a la norma técnica ASTM C-136, NTP. 400.010, NTP. 400.012, NTP.400.037, MTC E-204, Se ha realizado un ensayo de la granulometría cumpliendo con las especificaciones antes mencionadas acorde a la normativa vigente.

Tabla 05

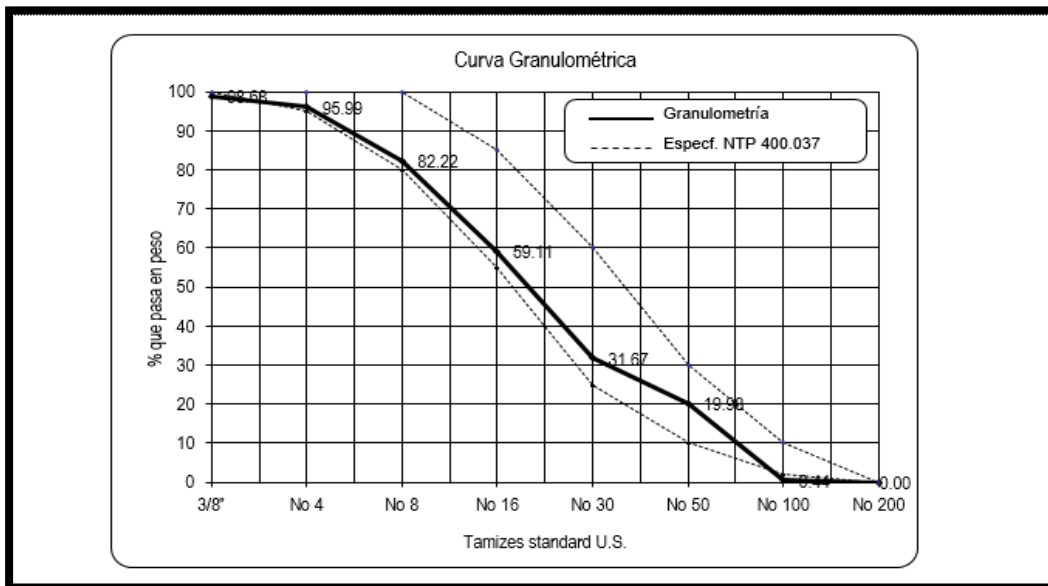
Análisis Granulométrico de la cantera El Bosque - rio Chumbao

| Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos | | | | | | |
|---|---------------|-----------------|---------------|-------------------------|---|------|
| Análisis granulométrico NTP 339.128 | | | | | | |
| BACHILLER : JAVIER RIVERA PARIONA | | | | | | |
| TEMA : ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO | | | | | | |
| UBICACION : ANDAHUAYLAS - APURIMAC | | | | | | |
| CANTERA : RIO CHUMBAO SALINAS (Agregado Fino) | | | | | | |
| FECHA : 10/07/2020 | | | | | | |
| Tamaño de mallas | Peso retenido | Retenido en % | % que pasa | Características físicas | | |
| (Pulg.) | (mm) | g | % | | | |
| 3/8" | 9.52 | 24.00 | 1.32 | 98.68 | Modulo de fineza (2.35 a 3.15) | 3.08 |
| No 4 | 4.76 | 49.00 | 2.69 | 95.99 | Contenido de humedad | 6.29 |
| No 8 | 2.36 | 251.00 | 13.78 | 82.22 | Peso unitario suelto (Tn/m ³) | 1.42 |
| No 16 | 1.18 | 421.00 | 23.11 | 59.11 | Peso unitario compacto (Tn/m ³) | 1.71 |
| No 30 | 0.59 | 500.00 | 27.44 | 31.67 | Peso específico seco | 1.97 |
| No 50 | 0.30 | 213.00 | 11.69 | 19.98 | Peso específico saturado | 1.97 |
| No 100 | 0.15 | 356.00 | 19.54 | 0.44 | Peso específico aparente, seco | 1.97 |
| No 200 | 0.07 | 8.00 | 0.44 | 0.00 | % absorción | 4.02 |
| Cazoleta | 0.1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | % que pasa la malla Nº 200 (<0.5%) | 0.00 |
| Total | | 1,822.00 | 100.00 | | | |

Nota: El cuadro muestra el análisis granulométrico en cantera

Tabla 06

Huso Granulométrico de la cantera El Bosque - rio Chumbao



Nota: Granulometría – Huso del agregado Fino

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

De acuerdo a las normas técnicas internacionales y normas técnicas peruanas: ASTM C-136, NTP. 400.010, NTP. 400.012, NTP.400.037, MTC E 204, Se ha hecho un ensayo de la granulometría efectuada y cumpliendo con las normas antes mencionadas se puede mostrar los siguientes resultados:

Tabla 07

Análisis Granulométrico del agregado grueso

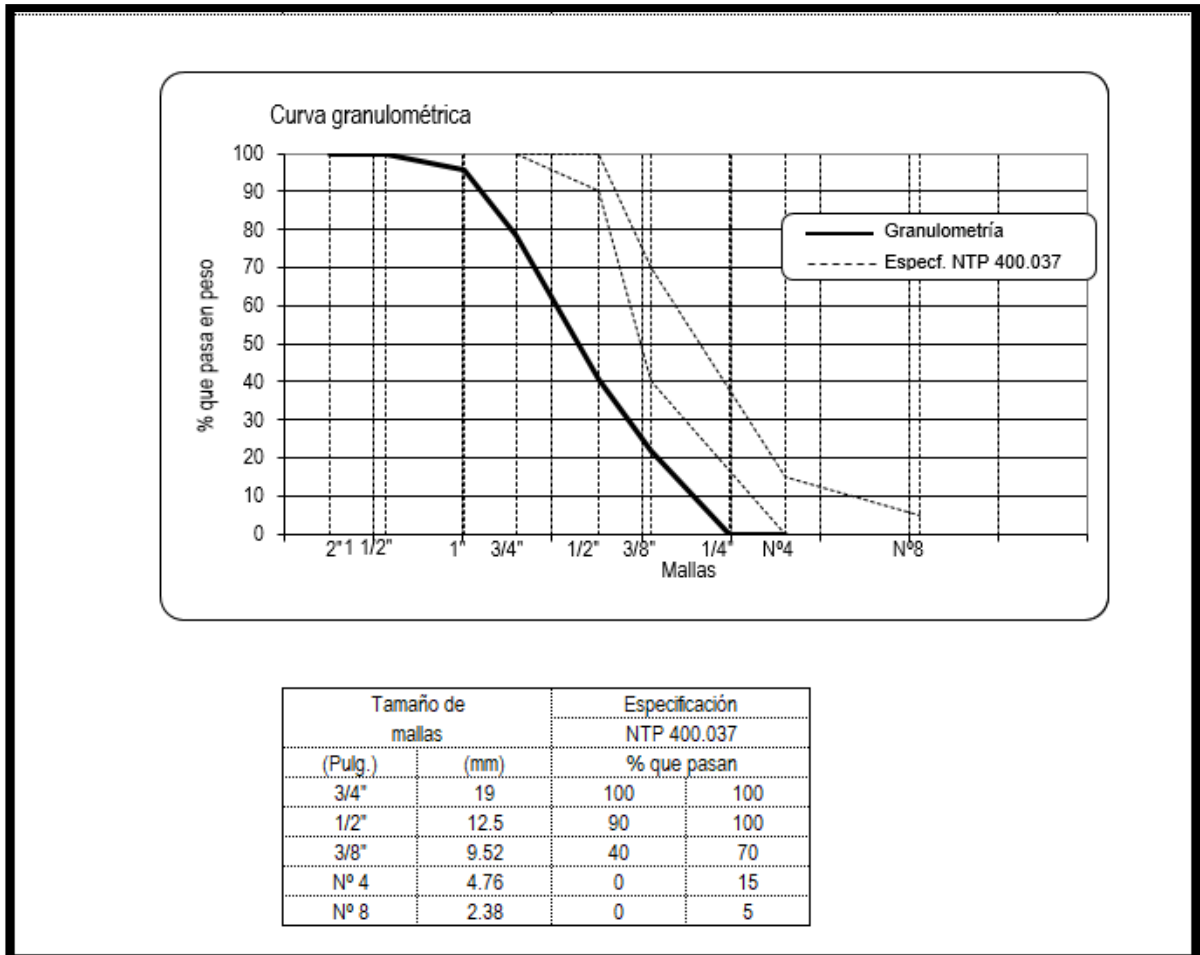
| Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos | | | | | | |
|---|---|--------------------|---------------|------------|---|------|
| Análisis granulométrico NTP 339.128 | | | | | | |
| BACHILLER | JAVIER RIVERA PARIONA | | | | | |
| TEMA | ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO | | | | | |
| UBICACIÓN | ANDAHUAYLAS - APURIMAC | | | | | |
| CANTERA | RIO CHUMBAO SALINAS (Agregado Grueso). | | | | | |
| FECHA | 10/07/2020 | | | | | |
| Tamaño de mallas (Pulg.) | Tamaño de mallas (mm) | Peso retenido g | Retenido en % | % que pasa | Características físicas | |
| | | | | | Tamaño máximo | 1" |
| 2" | 50.00 | 0.0 | 0.00 | 100.0 | Tamaño máximo nominal | 1/2" |
| 1 1/2" | 37.50 | 0.0 | 0.00 | 100.0 | Contenido de humedad | 0.72 |
| 1" | 25.00 | 75.0 | 4.27 | 95.7 | Peso unitario suelto (Tn/m ³) | 1.42 |
| 3/4" | 19.00 | 309.0 | 17.59 | 78.1 | Peso unitario compacto (Tn/m ³) | 1.64 |
| 1/2" | 12.50 | 660.0 | 37.56 | 40.6 | Peso específico seco | 2.62 |
| 3/8" | 9.52 | 332.0 | 18.90 | 21.7 | Peso específico saturado | 2.66 |
| 1/4" | 6.35 | 381.0 | 21.68 | 0.0 | Peso específico aparente, seco | 2.73 |
| Base | 4.76 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | % absorción | 1.51 |
| TOTAL | | 1,757.0 | 100.00 | | % Abrasión | |

m

Nota: granulometría del agregado Grueso.

Tabla 07

Análisis Granulométrico del agregado grueso



Nota: Curva Granulométrica del agregado Grueso.

4.4.2 Ensayo de resistencia a la compresión:

Para el análisis y procedimiento de este ensayo de resistencia a la compresión fueron realizadas en los laboratorios correspondientes, se realiza este ensayo una vez terminado el curado a los 7, 14 y 28 días la probeta es retirada del pozo de curado del laboratorio para ser puesta a secar por medio de la temperatura del ambiente para

su posterior ensayo y rotura de las probetas, donde cabe indicar fue realizado por el laboratorio adjunto en los anexos.

De acuerdo a la norma en base a sus procedimientos, el laboratorio continuó con los ensayos y una vez seca la muestra de probeta, se colocó en una base de neopreno dentro de la máquina de compresión este realizó presiones graduales que llevaron a medir la resistencia a la compresión en los días señalados anteriormente. Así, se registró en el formato la lectura del máximo esfuerzo último de la probeta.

4.4.3 Ensayo de consistencia del concreto:

Este ensayo de consistencia es la realización del ensayo del cono de Abrams, donde la muestra se coloca en una plancha metálica en una superficie horizontal, luego el cono es posicionado encima de la plancha haciendo contacto con la base mayor del cono.

Luego de colocar el concreto se procede a rellenar con la mezcla de concreto el interior del cono hasta llegar a la altura de 1/3 del cono denominamos esta altura como primera capa, posteriormente se realiza la compactación con la varilla de 5/8" liso aplicando 25 golpes sobre la mezcla.

De acuerdo al ensayo de laboratorio se prosigue con la segunda y tercera capa para completar el volumen del cono de la misma manera que la primera capa.

Se retira el cono de Abrams posicionándolo a centímetros de la mezcla y de manera inversa con el fin de medir la diferencia entre la nueva posición de la mezcla frente a la altura del cono y se determina el slump, luego se registra la diferencia denominada asentamiento de la mezcla.

4.5 Diseño de mezcla con agregados de la cantera del Río Chumbao – El Bosque

Para este diseño de Mezcla, en la presente investigación necesitamos conocer las características de los agregados de las Canteras del Rio Chumbao – El Bosque. Una vez conocidos y analizados las propiedades de los componentes del concreto, podemos combinarlos en proporciones adecuadas buscando así cumplir con las especificaciones solicitadas y determinar su resistencia a la compresión.

Cabe recordar que, para la presente investigación, la resistencia a la compresión de diseño analizada se plantea para una resistencia de 175kg/cm² y de 210 kg/cm² a los 28 días, que son los dos valores a nivel de resistencia más utilizadas en las obras de construcción a nivel nacional y que en la mayoría de construcciones se utilizan en determinados elementos y son los más importantes de calcular y obtener esos resultados son de gran relevancia para la resistencia común que se usan en obras civiles en el departamento de Andahuaylas.

4.5.1 Características de los agregados de la Cantera Rio Chumbao – El Bosque

Los agregados tienen características propias, por lo que estos agregados se recolecto con las NTP mencionadas, donde podemos apreciar el resumen de las propiedades físicas y químicas obtenidas para los diferentes agregados.

Contenido de Humedad

Para el análisis del contenido de humedad del agregado fino y grueso de la cantera del Rio Chumbao

El contenido de humedad será usado para los cálculos y la corrección por humedad del diseño de mezclas y así tener un diseño cuasi ideal con el agregado en su estado de humedad real. Para ello se utilizó la NTP 339.185 y/o ASTM C 566 y se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 8*Contenido de humedad del agregado fino – cantera Rio Chumbao*

| HUMEDAD AGREGADO FINO | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------|--------------|--------|
| Descripción | Unidad | Numero de ensayos | | |
| | | E-1 | E-2 | E-3 |
| Peso de la capsula | gr | 28.36 | 28.92 | 27.98 |
| Peso capsula + muestra húmeda | gr | 350.32 | 338.78 | 352.15 |
| Peso capsula + muestra seca | gr | 340.12 | 328.11 | 342.1 |
| Peso del agua | gr | 10.2 | 10.67 | 10.05 |
| Peso de la muestra seca | gr | 311.76 | 299.19 | 314.12 |
| Contenido de humedad parcial | % | 3.27% | 3.57% | 3.20% |
| Contenido de humedad promedio | % | | 3.35% | |

Nota: Datos del ensayo de Laboratorio**Tabla 9***Contenido de humedad del agregado Grueso – cantera Rio Chumbao*

| HUMEDAD AGREGADO GRUESO | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------|--------------|--------|
| Descripción | Unidad | Numero de ensayos | | |
| | | E-1 | E-2 | E-3 |
| Peso de la capsula | gr | 81.45 | 82.56 | 86.12 |
| Peso capsula + muestra húmeda | gr | 856.21 | 769.34 | 814.23 |
| Peso capsula + muestra seca | gr | 827.58 | 746.61 | 790.51 |
| Peso del agua | gr | 28.63 | 22.73 | 23.72 |
| Peso de la muestra seca | gr | 746.13 | 664.05 | 704.39 |
| Contenido de humedad parcial | % | 3.84% | 3.42% | 3.37% |
| Contenido de humedad promedio | % | | 3.54% | |

Nota: Datos del ensayo de Laboratorio**Tabla 10***Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso - Cantera Chumbao*

| Descripción | Agregado fino | Agregado Grueso |
|-------------------------|---------------|-----------------|
| Contenido de Humedad W% | 3.35% | 3.54% |

Nota: Elaboración propia

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Los pesos específicos calculados están relacionados con la porosidad, pues mientras más alto es su valor este será más estable y menos poroso. En la investigación se utilizó NTP 400.022 y/o ASTM C 128 y se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 11

Datos del ensayo de peso específico Cantera El Bosque- rio Chumbao

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO | | | |
|---|--|-------------|-----------------|
| N° | Descripción | und. | Cantidad |
| 1 | Peso de la muestra superficialmente seca | gr. | 505 |
| 2 | Peso del picnómetro + peso del agua | gr. | 708.12 |
| 3 | Peso de la arena superficialmente seca + peso del picnómetro + peso del agua | gr. | 1010.94 |
| 4 | Peso de la arena secada al horno + peso de la tara | gr. | 601.34 |
| 5 | Peso de la tara | gr. | 110.23 |
| 6 | Peso de la arena secada al horno | gr. | 491.11 |

Nota: Peso específico y absorción del agregado fino cantera El Bosque.

Tabla 12:

Resultados del peso específico y absorción del agregado fino – Cantera Chumbao

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Peso específico aparente | 2.43gr/cm ³ |
| Absorción | 2.83% |

Nota: Elaboración propia

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Para la presente investigación se utilizó la NTP 400.021 y su equivalente ASTM C 127

Tabla 16:

Resultados del peso específico y absorción del agregado Grueso – Cantera EL Bosque - Chumbao

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO | | | |
|--|--|------|----------|
| N° | Descripción | und. | Cantidad |
| 1 | Peso de la muestra secada al horno | gr. | 588.35 |
| 2 | Peso de la muestra saturada superficialmente seca | gr. | 601.11 |
| 3 | Peso de la probeta aforado + peso del agua | gr. | 1504.68 |
| 4 | Peso de la probeta + peso del agua + peso de la muestra satur. super. Seca | gr. | 1871 |
| 5 | Peso de la tara | gr. | 115.98 |
| 6 | Peso de la muestra secada al horno + peso de la tara | gr. | 702.15 |

Nota: Peso específico y absorción del AG

Tabla 12:

*Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso –
Cantera EL Bosque – Rio Chumbao*

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Peso específico aparente | 2.56 gr/cm ³ |
| Absorción | 2.17 % |

Nota: Elaboración propia

Peso Unitario

Para la presente investigación se utilizó la NTP 400.017 y su equivalente ASTM C 29. El procedimiento de laboratorio es el mismo para el agregado fino y el agregado grueso, pues se usó el mismo molde y para calcular vacíos en el agregado se usó el dato de peso específico aparente será hallado en el ensayo gravedad específica y absorción de los agregados gruesos. En los ensayos se pudo apreciar que estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendables que son entre 1500 y 1900 kg/m³, teniendo una mayor capacidad de reacomodo de sus partículas. Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 13:*Resultados del peso unitario suelto Cantera EL Bosque – Rio Chumbao*

| Peso unitario suelto del agregado fino | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | E-1 | E-2 | E-3 |
| Peso del material + molde | gr | 19045 | 19056 | 19080 |
| Peso del molde | gr | 10011 | 10011 | 10011 |
| Peso del material | gr | 9034 | 9045 | 9069 |
| Volumen del molde | cm ³ | 5560.11 | 5560.11 | 5560.11 |
| Peso unitario | gr/cm ³ | 1.625 | 1.627 | 1.631 |
| Promedio | gr/cm ³ | | 1.628 | |

*Nota: peso unitario suelto Cantera EL Bosque – Agregado Fino***Tabla 14:***Resultados del peso unitario compactado Cantera EL Bosque – Rio Chumbao*

| Peso unitario compactado del agregado fino | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | E-1 | E-2 | E-3 |
| Peso del material + molde | gr | 20152 | 20008 | 20201 |
| Peso del molde | gr | 10011 | 10011 | 10011 |
| Peso del material | gr | 10141 | 9997 | 10190 |
| Volumen del molde | cm ³ | 5560.11 | 5560.11 | 5560.11 |
| Peso unitario | gr/cm ³ | 1.824 | 1.798 | 1.833 |
| Promedio | gr/cm ³ | | 1.818 | |

*Nota: peso unitario compactado Cantera EL Bosque – Agregado Fino***Tabla 15:***Resultados del peso unitario suelto Cantera EL Bosque – Rio Chumbao*

| Peso unitario suelto del agregado Gueso | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | M-1 | M-2 | M-3 |
| Peso del material + molde | gr | 18501 | 18391.23 | 18422.9 |
| Peso del molde | gr | 10011 | 10011 | 10011 |
| Peso del material | gr | 8490 | 8380.23 | 8411.9 |
| Volumen del molde | cm ³ | 5560.11 | 5560.11 | 5560.11 |
| Peso unitario | gr/cm ³ | 1.527 | 1.507 | 1.513 |
| Promedio | gr/cm ³ | | 1.516 | |

Nota: Peso unitario suelto Cantera EL Bosque – Agregado Gueso

Tabla 16*Peso unitario compactado del agregado grueso Rio Chumbao – El Bosque*

| Peso unitario compactado del agregado Grueso | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | M-1 | M-2 | M-3 |
| Peso del material + molde | gr | 19380 | 19327 | 19338 |
| Peso del molde | gr | 10011 | 10011 | 10011 |
| Peso del material | gr | 9369 | 9316 | 9327 |
| Volumen del molde | cm ³ | 5560.11 | 5560.11 | 5560.11 |
| Peso unitario | gr/cm ³ | 1.685 | 1.676 | 1.677 |
| Promedio | gr/cm ³ | | 1.679 | |

Nota: Peso unitario compactado Cantera EL Bosque – Agregado Grueso**4.5.2 Características del cemento a utilizar**

Para la presente investigación, el cemento elegido fue de la marca Sol tipo I por ser de fácil adquisición en los distritos elegidos, donde se ubican las canteras y la siguiente tabla muestra un resumen de las especificaciones técnicas por parte de la empresa UNACEM.

Tabla 17*Especificaciones del Cemento a utilizar*

| CEMENTO SOL TIPO 1 | | |
|-----------------------|---------|--------------------|
| DESCRIPCION | CANTID. | UNIDAD |
| Contenido de aire | 6,62 | % |
| Expansión autoclave | 0,08 | % |
| Superficie especifica | 3361 | cm ² /g |
| Densidad | 3,12 | g/ml |
| MgO | 2,93 | % |
| SO ₃ | 30,8 | % |
| Residuo insoluble | 0,68 | % |

Nota: Especificaciones Técnicas según UNACEM

4.5.3 Diseño para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de mezcla para determinar en una primera instancia la resistencia de 175 kg/cm^2 que se realizó, fue utilizando el método ACI para un asentamiento entre 3" a 4", trabajable, por ser de aplicación común en obras civiles en columnas, vigas y placas.

El procedimiento del diseño es el siguiente:

Paso 01:

Según la Tabla 5.3.2.2 del ACI para diseño de mezcla:

Para $f'c < 175 \text{ kg/cm}^2$ el $f'cr$ será igual a $f'c + 70$

$f'cr: 175 + 70 = 245 \text{ kg/cm}^2$

Paso 02:

Para la investigación, por ser concreto el más común el diseño para columnas y placas: Asentamiento plástico entre 7,5 a 10cm

Paso 03:

De acuerdo a la Tabla 5.1 del ACI obtenemos los valores: Agua y aire

TMN = $\frac{3}{4}$ "

Asentamiento = plástico

Agua = 200 lt

Sin aire incorporado

Aire = 2%

Paso 04:

Por la Tabla 6.1 del ACI obtenemos: Relación a/c

$f'cr = 245$

Sin aire incorporado

Interpolando

250 0,62

245 a/c

200 0.7

Por lo tanto: Resultado de la interpolación

$a/c = 0.629$

Paso 05:

Cantidad de cemento

agua=200 lt

a/c=0.629

Cemento=318.47kg

Paso 06:

Obtenemos el volumen agregado grueso por la Tabla 7.1 del ACI para diseño de mezcla.

TMN = $\frac{3}{4}$ "

MF (f) = 2.98

Interpolando

2.8 0.62

2.97 b/b0

3 0.6

Interpolando se obtiene: b/b0=0.603

$0.90 \times 0.667 = 0.543$

Paso 07:

Calculamos el peso del agregado Seco

b/b0=0.543

PUC=1567kg/m³

Ag. grueso=851.13kg

Paso 08:

Calculamos el volumen del Agregado fino seco

Cemento=318.46kg

p.e cemento=3.10kg/m³

Ag. grueso=851.13 kg

p.e Ag. grueso=2.61kg/m³

Agua=200lt

Aire=2%

Vol. Agreg. Fino=0.3511m³

Paso 09:

Calculamos el peso del agregado fino seco

Vol. agreg. fino(s)=0.3051 m³

p.e. Agr. grueso=2601 kg/m³

P. Agreg. Fino=913.62kg

Paso 10:

Calculamos el peso de la humedad

Agr. Grueso=851.13kg

Humedad Agreg. Grueso=0.915%

Agreg. fino (s)=912.61kg

Humedad Agreg. fino=5.835%

Agreg. Grueso (h)=858.01 kg

agreg. Fino (h)=966.97 kg

Paso 11:

Determinamos el agua efectiva a utilizar

Agua=200lt

Agreg. Grueso (s)=850.90kg

Humedad agreg. Grueso=0.915%

Abs. agreg. Grueso=0.93%

Agr. Fino (s)=913kg

Humedad agreg. fino=5.83%

Abs. Agreg. Fino=0.415%

Agua efectiva=150.45lt

Paso 12:

Determinamos los pesos por m³

Cemento=318.46kg
Ag. grueso (h)=858.96kg
Ag. Fino (h)=966.95kg
Agua efectiva=150.45lt

Paso 13:

Calculamos las proporciones finales

Cemento=1
Agregado grueso (h)=2.69
Agregado fino=3.03
Agua efectiva=0.46

4.5.4 Diseño para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de mezcla que se realizó fue utilizando el método ACI para un asentamiento trabajable de entre 3" a 4" por ser de aplicación en columnas, vigas y placas.

El procedimiento del diseño es el siguiente:

Paso 01:

De acuerdo a la Tabla 5.3.2.2 del ACI para diseño de mezcla:

Para $f'c$ entre 210 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 el $f'cr$ será igual a $f'c + 85$

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

Paso 02:

Para la investigación, por ser concreto el más común el diseño para columnas y placas: Asentamiento plástico va desde 7.5 a 10cm.

Paso 03:

De acuerdo a la Tabla 5.1 del ACI obtenemos los valores: Agua y aire

TMN = $\frac{3}{4}$ "

Asentamiento = plástico

Agua = 200 lt

Sin aire incorporado

Aire = 2%

Paso 04:

De acuerdo a la Tabla 5.1 del ACI obtenemos: Relación a/c
 $f'_{cr} = 295$

Sin aire incorporado

Interpolando

300 0.55

295 a/c

250 0.62

Por lo tanto: Resultado de la interpolación

$a/c=0.558$

Paso 05:

Determinamos la cantidad de cemento

agua=200 l

$a/c=0.558$

Cemento=359.08 kg

Paso 06:

Obtenemos el volumen agregado grueso por la Tabla 7.1 del ACI para
diseño de mezcla.

$TMN = \frac{3}{4}$ "

$MF (f) = 2.98$

Interpolando

2.8 0.62

2.34 b/b0

3 0.6

Interpolando se obtiene: $b/b0=0.603$

$0.90*0.667=0.543$

Paso 07:

Calculamos el peso del agregado Seco

$b/b_0=0.543$

$PUC=1567\text{kg/m}^3$

Ag. grueso= 851.13kg

Paso 08:

Calculamos el volumen del Agregado fino seco

Cemento= 318.46kg

p.e cemento= 3.10kg/m^3

Ag. grueso= 851.13 kg

p.e Ag. grueso= 2.61kg/m^3

Agua= 200lt

Aire= 2%

Vol. Agreg. Fino= 0.3381 m^3

Paso 09:

Calculamos el peso del agregado fino seco

Vol. agreg. fino(s)= 0.3381 m^3

p.e. Agr. grueso= 2601 kg/m^3

P. Agreg. Fino= 879.53kg

Paso 10:

Calculamos el peso de la humedad

Agr. Grueso= 851.13kg

Humedad Agreg. Grueso= 0.915%

Agreg. fino (s)= 879.53kg

Humedad Agreg. fino= 7.14%

Agreg. Grueso(h)= 858.01 kg

agreg. Fino(h)= 930.89 kg

Paso 11:

Determinamos el agua efectiva a utilizar

Agua=200lt

Agreg. Grueso (s)=851.15 kg

Humedad agreg. grueso=0.915%

Abs. agreg. Grueso=0.93%

Agr. Fino (s)=879.53kg

Humedad agreg. fino=5.83%

Abs. Agreg. Fino=0.415%

Agua efectiva=152.35 lt

Paso 12:

Determinamos los pesos por m³

Cemento=359.07kg

Ag. grueso (h)=858.96kg

Ag. Fino(h)=930.90 kg

Agua efectiva=152.35 lt

Paso 13:

Calculamos las proporciones finales:

Cemento=1

Agregado grueso (h)=2.40

Agregado fino=2.60

Agua efectiva=0.42

4.6 Diseño de mezcla con agregados de la cantera Ccoyahuacho

En la investigación se tomó otra cantera de estudio para realizar el análisis comparativo y se determinó las características de los agregados de la Cantera Ccoyahuacho, por ser una cantera que es de las más utilizadas en la ciudad y toda la zona y donde se ejecutan importantes proyectos de obras civiles. Así, ya conocidos las propiedades de cada uno de los componentes del concreto, podemos diseñarlos en proporciones para así

cumplir con las especificaciones solicitadas de una compresión resistente de 175Kg/cm² y 210 kg/cm².

4.6.1 Características de los agregados de la Cantera Ccoyahuacho

Las características de los agregados las recolectamos insitu en campo y en la siguiente tabla podemos apreciar el resumen de las propiedades físicas y químicas obtenidas para los diferentes agregados en la cantera Ccoyahuacho.

Contenido de Humedad

En la investigación se realizó un diagnóstico mediante las Normas: NTP 339.185 y/o ASTM C 566 para el análisis del contenido de humedad del agregado fino y grueso de la cantera Ccoyahuacho. Así, el contenido de humedad será usado para los cálculos que determinaremos y la corrección por humedad del diseño de mezclas y así tener un diseño óptimo con el agregado en su estado de humedad real. y se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 18

Contenido de humedad del agregado fino – cantera Ccoyahuacho

| HUMEDAD AGREGADO FINO | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------|--------------|--------|
| Descripción | Unidad | Numero de ensayos | | |
| | | F-1 | F-2 | F-3 |
| Peso de la capsula | gr | 27.99 | 28.45 | 28.13 |
| Peso capsula + muestra húmeda | gr | 348.32 | 339.12 | 351.5 |
| Peso capsula + muestra seca | gr | 339.87 | 327.23 | 342.1 |
| Peso del agua | gr | 8.45 | 11.89 | 9.4 |
| Peso de la muestra seca | gr | 311.88 | 298.78 | 313.97 |
| Contenido de humedad parcial | % | 2.71% | 3.98% | 2.99% |
| Contenido de humedad promedio | % | | 3.23% | |

Nota: Humedad del agregado fino

Tabla 19*Contenido de humedad del agregado Grueso – cantera Rio Ccoyahuacho*

| HUMEDAD AGREGADO GRUESO | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------|--------------|--------|
| Descripción | Unidad | Numero de ensayos | | |
| | | G-1 | G-2 | G-3 |
| Peso de la capsula | gr | 82.49 | 83.16 | 85.22 |
| Peso capsula + muestra húmeda | gr | 856.21 | 814.23 | 797.48 |
| Peso capsula + muestra seca | gr | 827.58 | 790.51 | 766.61 |
| Peso del agua | gr | 28.63 | 23.72 | 30.87 |
| Peso de la muestra seca | gr | 745.09 | 707.35 | 681.39 |
| Contenido de humedad parcial | % | 3.84% | 3.35% | 4.53% |
| Contenido de humedad promedio | % | | 3.91% | |

Nota: Humedad del agregado Grueso**Tabla 20***Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso Cantera Ccoyahuacho:*

| Descripción | Agregado fino | Agregado Grueso |
|-------------------------|---------------|-----------------|
| Contenido de Humedad W% | 3.23% | 3.91% |

Nota: Elaboración propia**Peso Específico y Absorción del Agregado Fino**

Los pesos específicos se calculan y están relacionados con la porosidad, mientras más alto es su valor, este será más estable y menos poroso. Para ello se utilizó NTP 400.022 y/o ASTM C 128 y se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 21:*Datos del ensayo de peso específico Cantera Ccoyahuacho*

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO | | | |
|--|--|------|----------|
| N° | Descripción | und. | Cantidad |
| 1 | Peso de la muestra superficialmente seca | gr. | 502.15 |
| 2 | Peso del picnómetro + peso del agua | gr. | 705.62 |
| 3 | Peso de la arena superficialmente seca + peso del picnómetro + peso del agua | gr. | 1005.94 |
| 4 | Peso de la arena secada al horno + peso de la tara | gr. | 603.34 |
| 5 | Peso de la tara | gr. | 115.37 |
| 6 | Peso de la arena secada al horno | gr. | 487.97 |

Nota: P.E y Absorción del Agregado fino

Tabla 22:

Resultados del peso específico y absorción del agregado fino – Cantera Ccoyahuacho

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Peso específico aparente | 2.42gr/cm ³ |
| Absorción | 2.91% |

Nota: Elaboración propia

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – Cantera Ccoyahuacho

Para la presente investigación se utilizó la NTP 400.021 y su equivalente ASTM C 127

Tabla 23:

Peso específico y absorción de agregado grueso – cantera Ccoyahuacho

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO | | | |
|--|--|------|----------|
| N° | Descripción | und. | Cantidad |
| 1 | Peso de la muestra secada al horno | gr. | 588.27 |
| 2 | Peso de la muestra saturada superficialmente seca | gr. | 600.25 |
| 3 | Peso de la probeta aforado + peso del agua | gr. | 1501.68 |
| 4 | Peso de la probeta + peso del agua + peso de la muestra satur. super. Seca | gr. | 1868.22 |
| 5 | Peso de la tara | gr. | 115.36 |
| 6 | Peso de la muestra secada al horno + peso de la tara | gr. | 701.23 |

Nota: Peso Específico y Absorción De Agregado grueso

Tabla 24:

Resultados del peso específico y absorción del agregado fino – Cantera Ccoyahuacho

| Resultados de ensayo | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Peso específico aparente | 2.57 gr/cm ³ |
| Absorción | 2.04 % |

Nota: Elaboración propia

Peso Unitario

Para la presente investigación se tomó las muestras de la cantera Ccoyahuacho y se utilizó la NTP 400.017 y su equivalente ASTM C 29. El procedimiento es el mismo, que ya fue indicado para el agregado fino y el agregado grueso; se usó el mismo molde y para calcular vacíos en el agregado se usó el dato peso específico aparente será hallado en el ensayo gravedad específica y absorción de los agregados gruesos. Estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendables que son entre 1500 y 1900 kg/m³, teniendo una mayor capacidad de reacomodo de sus partículas. Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 25:

Peso unitario suelto del agregado fino

| Peso unitario suelto del agregado fino | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | PUF-1 | PUF-2 | PUF-3 |
| Peso del material + molde | gr | 18545 | 18156 | 18980 |
| Peso del molde | gr | 10017 | 10017 | 10017 |
| Peso del material | gr | 8528 | 8139 | 8963 |
| Volumen del molde | cm ³ | 5561.14 | 5561.14 | 5561.14 |
| Peso unitario | gr/cm ³ | 1.533 | 1.464 | 1.612 |
| Promedio | gr/cm ³ | | 1.536 | |

Nota: Peso unitario suelto del agregado fino de la cantera Ccoyahuacho

Figura 26:

Peso unitario compactado del agregado fino – Cantera Ccoyahuacho

| Peso unitario compactado del agregado fino | | | | |
|--|--------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | PUCF-1 | PUCF-2 | PUCF3-3 |
| Peso del material + molde | gr | 19652 | 19508 | 19209 |
| Peso del molde | gr | 10017 | 10017 | 10017 |
| Peso del material | gr | 9635 | 9491 | 9192 |
| Volumen del molde | cm3 | 5560.11 | 5560.11 | 5560.11 |
| Peso unitario | gr/cm3 | 1.733 | 1.707 | 1.653 |
| Promedio | gr/cm3 | | 1.698 | |

Nota: Peso unitario compactado del agregado fino

Figura 27:

Peso unitario suelto del agregado Grueso – cantera Ccoyahuacho

| Peso unitario suelto del agregado Grueso | | | | |
|--|--------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | M-1 | M-2 | M-3 |
| Peso del material + molde | gr | 18537 | 18458 | 18467.5 |
| Peso del molde | gr | 10011 | 10011 | 10011 |
| Peso del material | gr | 8526 | 8447 | 8456.5 |
| Volumen del molde | cm3 | 5560.11 | 5560.11 | 5560.11 |
| Peso unitario | gr/cm3 | 1.533 | 1.519 | 1.521 |
| Promedio | gr/cm3 | | 1.525 | |

Nota: Peso unitario suelto del agregado Grueso

Tabla 28*Peso unitario compactado del agregado grueso - cantera Ccoyahuacho*

| Peso unitario compactado del agregado Grueso | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------|---------|
| Descripción | Unidad | Numero de muestras | | |
| | | PUCG-1 | PUCG-2 | PUCG-3 |
| Peso del material + molde | gr | 19223 | 19217 | 19236 |
| Peso del molde | gr | 10011 | 10011 | 10011 |
| Peso del material | gr | 9212 | 9206 | 9225 |
| Volumen del molde | cm ³ | 5560.11 | 5560.11 | 5560.11 |
| Peso unitario | gr/cm ³ | 1.657 | 1.656 | 1.659 |
| Promedio | gr/cm ³ | | 1.657 | |

Nota: Peso unitario compactado del agregado Grueso**4.6.2 Características del cemento a utilizar**

Las características del cemento escogido y que fue utilizado en los diferentes ensayos fue de la marca Sol tipo I para ambos casos, para la investigación de las 02 canteras elegidas por ser de fácil adquisición en los distritos de Andahuaylas elegidos y la siguiente Tabla se muestra un resumen de las especificaciones técnicas por parte de la empresa UNACEM.

Tabla 07

Especificaciones del Cemento a utilizar

| CEMENTO SOL TIPO 1 | | |
|-----------------------|---------|--------------------|
| DESCRIPCION | CANTID. | UNIDAD |
| Contenido de aire | 6,62 | % |
| Expansión autoclave | 0,08 | % |
| Superficie especifica | 3361 | cm ² /g |
| Densidad | 3,12 | g/ml |
| MgO | 2,93 | % |
| SO ₃ | 30,8 | % |
| Residuo insoluble | 0,68 | % |

Tabla 07 *Especificaciones del Cemento a utilizar*

Nota: Especificaciones Técnicas según UNACEM

4.6.3 Diseño para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de mezcla que se realizó fue utilizando el método ACI para un asentamiento entre 3" a 4", trabajable, por ser de aplicación en columnas, vigas y placas.

El procedimiento del diseño es el siguiente:

Paso 01:

Según la Tabla 5.3.2.2 del ACI para diseño de mezcla:

Para $f'c < 175 \text{ kg/cm}^2$ el $f'cr$ será igual a $f'c + 70$

$f'cr: 175 + 70 = 245 \text{ kg/cm}^2$

Paso 02:

Para la investigación, por ser concreto el más común el diseño para columnas y placas: Asentamiento plástico desde 7,5 a 10cm ó 3" a 4"

Paso 03:

De acuerdo a la Tabla 5.1 del ACI obtenemos los valores: Agua y aire

TMN = $\frac{3}{4}$ "

Asentamiento = plástico

Agua = 200 lts

Sin aire incorporado

Aire = 2%

Paso 04:

Por la Tabla 6.1 del ACI obtenemos: Relación a/c
 $f'_{cr} = 245$

Sin aire incorporado

Interpolando

250 0,62

245 a/c

200 0.70

Por lo tanto: Resultado de la interpolación

$a/c=0.557$

Paso 05:

Cantidad de cemento

agua=200 lts

$a/c=0.628$

Cemento=318.50 kg

Paso 06:

Obtenemos el volumen agregado grueso por la Tabla 7.1 del ACI para
diseño de mezcla.

$TMN = \frac{3}{4}$ "

$MF (f) = 2.34$

Interpolando

2.8 0.62

2.33 b/b0

3 0.6

Interpolando se obtiene: $b/b0=0.667$

$0.90*0.667=0.60$

Paso 07:

Calculamos el peso del agregado Seco

$b/b_0=0.61$

$PUC=1567\text{kg/m}^3$

Ag. grueso= 970.10 kg

Paso 08:

Calculamos el volumen del Agregado fino seco

Cemento= 318.50 kg

p.e cemento= 3.10kg/m^3

Ag. grueso= 970.10 kg

p.e Ag. grueso= 2.61kg/m^3

Agua= 200lt

Aire= 2%

Vol. Agreg. Fino= 0.3351 m^3

Paso 09:

Calculamos el peso del agregado fino seco

Vol. agreg. fino(s)= 0.3051 m^3

p.e. Agr. grueso= 2605 kg/m^3

P. Agreg. Fino= 795.12 kg

Paso 10:

Calculamos el peso de la humedad

Agr. grueso= 971 kg

Humedad Agreg. grueso= 0.47%

Agreg. fino (s)= 796 kg

Humedad Agreg. fino= 7.15%

Agreg. grueso(h)= 974 kg

agreg. fino(h)= 853 kg

Paso 11:

Determinamos el agua efectiva a utilizar

Agua=200lt

Agreg. Grueso (s)=971kg

Humedad agreg. grueso=0.45%

Abs. agreg. grueso=1.12%

Agr. Fino (s)=796 kg

Humedad agreg. fino=7.15%

Abs. Agreg. fino=0.65%

Agua efectiva=154.90 lt

Paso 12:

Determinamos los pesos por m³

Cemento=318.46kg

Ag. grueso (h)=974.50 kg

Ag. fino(h)=851.89kg

Agua efectiva=154.90lt

Paso 13:

Calculamos las proporciones finales

cemento=1

agregado grueso =3.05

agregado fino=2.68

Agua efectiva=0.50

4.6.4 Diseño para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

En el laboratorio para el diseño de mezcla que se realizó fue utilizando el método ACI que me permitió realizar los cálculos y determinar para un asentamiento trabajable de entre 3" a 4" por ser

de aplicación en columnas, vigas y placas y que son de uso común en las obras de construcción en Andahuaylas.

El procedimiento del diseño es el siguiente:

Paso 01:

De acuerdo a la Tabla 5.3.2.2 del ACI para diseño de mezcla:

Para $f'c$ entre 210 kg/cm² y 350kg/cm² el $f'cr$ será igual a $f'c + 85$

$f'cr$: $210+85 = 295$ kg/cm²

Paso 02:

Para la investigación, por ser concreto el más común el diseño para columnas y placas: Asentamiento plástico va desde 3" a 4".

Paso 03:

De acuerdo a la Tabla 5.1 del ACI obtenemos los valores: Agua y aire

TMN = $\frac{3}{4}$ "

Asentamiento = plástico

Agua = 200 lt

Sin aire incorporado

Aire = 2%

Paso 04:

De acuerdo a la Tabla 5.1 del ACI obtenemos: Relación a/c

$f'cr = 295$

Sin aire incorporado

Interpolando

300 0.55

295 a/c

250 0.62

Por lo tanto: Resultado de la interpolación

$a/c=0.557$

Paso 05:

Determinamos la cantidad de cemento

agua=200 lts

a/c=0.558

Cemento=359.10 kg

Paso 06:

Obtenemos el volumen agregado grueso por la Tabla 7.1 del ACI para diseño de mezcla.

TMN = $\frac{3}{4}$ "

MF (f) = 2.98

Interpolando

2.8 0.62

2.33 b/b0

3 0.6

Interpolando se obtiene: b/b0=0.667

$0.90 \cdot 0.667 = 0.60$

Paso 07:

Calculamos el peso del agregado Seco

b/b0=0.60

PUC=1567kg/m³

Ag. grueso=971 kg

Paso 08:

Calculamos el volumen del Agregado fino seco

Cemento=359.10kg

p.e cemento=3.10kg/m³

Ag. grueso=970.10 kg

p.e Ag. grueso=2.61 kg/m³

Agua=200 lts

Aire=2%

Vol. Agreg. Fino=0.293 m³

Paso 09:

Calculamos el peso del agregado fino seco

Vol. agreg. fino(s)=0.293 m³

p.e. Agr. grueso=2605 kg/m³

P. Agreg. Fino=761 kg

Paso 10:

Calculamos el peso de la humedad

Agr. grueso=970 kg

Humedad Agreg. grueso=0.465%

Agreg. fino (s)=760 kg

Humedad Agreg. fino=7.15%

Agreg. grueso(h)=974 kg

agreg. fino(h)=815 kg

Paso 11:

Determinamos el agua efectiva a utilizar

Agua=200 lts

Agreg. Grueso (s)= 970.10 kg

Humedad agreg. grueso=0.47%

Abs. agreg. grueso=1.14%

Agr. Fino (s)= 760 kg

Humedad agreg. fino= 7.15%

Abs. Agreg. fino=0.65%

Agua efectiva=157.15 lt

Paso 12:

Determinamos los pesos por m³

Cemento=359.10 kg

Ag. grueso (h)=975 kg
 Ag. Fino(h)=851.30 kg
 Agua efectiva=157.15 lts

Paso 13:

Calculamos las proporciones finales
 Cemento=1
 Agregado grueso (h) = 2.72
 Agregado fino = 2.71
 Agua efectiva=0.45

4.7 DISEÑO DE MEZCLA DE DIFERENTES CANTERAS

Culminado el diseño de mezcla, explicado paso a paso y obtenidas las dosificaciones, se continúa con el cálculo de todos los materiales necesarios para una tanda de concreto para la elaboración de los especímenes cilíndricos de 6” x 12” para luego ser sometidos a los ensayos de compresión ya descritos anteriormente de acuerdo a la NTP, conforme a los diseños de mezcla obtenidos a nivel de proporcionalidad de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla

Diseño de Mezcla $F'c=175kg/cm^2$

Dosificación $F'c=175 kg/cm^2$

| Descripción | Cantera “El Bosque” | Cantera: “Ccoyahuacho” |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| Cemento | 1.00 | 1.00 |
| Agregado Fino | 3.03 | 3.05 |
| Agregado Grueso | 2.69 | 2.68 |
| Agua | 0.46 | 0.50 |

Nota: De los cálculos obtenidos

Tabla

Diseño de Mezcla F'c=210kg/cm²

Dosificación F'c=210 kg/cm²

| Descripción | Cantera "El Bosque" | Cantera: "Ccoyahuacho" |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| Cemento | 1.00 | 1.00 |
| Agregado Fino | 2.60 | 2.72 |
| Agregado Grueso | 2.40 | 2.71 |
| Agua | 0.42 | 0.45 |

Nota: De los cálculos obtenidos

4.8 Ensayos de concreto Endurecido

4.8.1 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión obtenida en el laboratorio lo plasmé en una Tabla, donde se engloban los diseños de las dos canteras de análisis de la presente tesis para las resistencias de 175 kg/cm² y 210 kg/cm² que son las resistencias estándares más utilizadas en nuestro medio peruano.

Los resultados obtenidos se apreciarán en las siguientes tablas.

A. Resultados de los Ensayos a Compresión

Tabla:

RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=175\text{kg/cm}^2$ | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|
| DISEÑO | COMPRESIÓN | | |
| | RESISTENCIA | | |
| CANTERA EL BOSQUE - RIO CHUMBAO | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| El Bosque – 175kg/cm ² | 167.46 | 201.10 | 236.75 |
| El Bosque – 175kg/cm ² | 179.39 | 202.84 | 245.46 |
| El Bosque – 175kg/cm ² | 173.40 | 212.63 | 241.60 |
| PROMEDIO | 173.42 | 205.52 | 241.27 |
| CANTERA “EL CCOYAHUACHO” | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| Ccoyahuacho– 175kg/cm ² | 174.96 | 203.10 | 257.37 |
| Ccoyahuacho – 175kg/cm ² | 185.53 | 198.37 | 237.16 |
| Ccoyahuacho – 175kg/cm ² | 180.01 | 209.46 | 244.86 |
| PROMEDIO | 180.17 | 203.64 | 246.46 |

Tabla:

RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|
| DISEÑO | COMPRESIÓN | | |
| | RESISTENCIA | | |
| CANTERA EL BOSQUE - RIO CHUMBAO | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 190.76 | 244.64 | 280.33 |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 196.22 | 225.49 | 249.07 |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 200.80 | 235.84 | 271.04 |
| PROMEDIO | 195.93 | 235.32 | 266.81 |
| CANTERA “EL CCOYAHUACHO” | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| Ccoyahuacho– 210 kg/cm ² | 205.19 | 250.46 | 292.56 |
| Ccoyahuacho – 210 kg/cm ² | 220.38 | 246.20 | 304.68 |
| Ccoyahuacho – 210 kg/cm ² | 211.90 | 248.42 | 300.92 |
| PROMEDIO | 212.49 | 248.21 | 299.39 |

4.9 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Para el análisis de costos unitarios, para la presente investigación se ha utilizado la Norma Técnica Peruana determinado por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). El Costo Unitario dentro de un Presupuesto es el valor que tiene una unidad de obra, para un lugar determinado en circunstancias propias y se justifica mediante un Análisis de Precios Unitarios de una determinada partida de una obra en general.

Un análisis de precios unitarios consta de:

1. Mano de Obra
2. Materiales
3. Equipos

Para el análisis de los CU, la suma de estos tres ítems también se le denomina Costo directo.

Para realizar el análisis de los precios unitarios, en la presente tesis se realizó tomando en cuenta manuales de costos, banco de datos del software aplicado presupuestos.pe y uso de referencias históricas de costos. Así también, el conocimiento de procesos constructivos y obras civiles es importante para dar a conocer suficientes detalles acerca de la construcción.

4.9.1 Análisis de Costos unitarios Según Capeco

Para la presente investigación, los análisis de los precios unitarios constituyen un método de estimación, pues un análisis profundo descompone el precio en sus componentes de materiales, equipo, mano de obra, costos indirectos y utilidad (en el caso de obras indirectas), y expresa la incidencia de estos componentes en la producción de una unidad de medida de una partida y es de esta partida que se determina el costo del proyecto final.

- A. **Rendimiento**: Es la cantidad de trabajo que se obtiene de los recursos por jornada.
- B. **Cuadrilla**: Numero de obreros que participan en la estructura de costos de mano de obra.
- C. **Aporte unitario**: Cantidad de recurso que se necesita para ejecutar una unidad determinada de una partida.

De acuerdo a Capeco, el método constructivo también determinará la combinación y rendimientos de los equipos y mano de obra necesarios para la ejecución de una determinada partida. Esta combinación de elementos podrá definir a su vez el rendimiento; la cantidad de unidades producidas en una unidad de tiempo, que es generalmente una jornada laboral de ocho horas de trabajo o un día.

También se indica que, para los materiales tiene su propio análisis de acuerdo al tipo de obra que se realiza porque se analizarán los factores de proporciones, rendimientos, desperdicios y se determinará en el mercado a los precios de compra e inclusive los transporte a obra.

En el análisis de Costos unitarios también se toma en cuenta los costos de materiales, equipos y mano de obra o costos directos donde se agrega un porcentaje para asignación de los costos indirectos para obtener los costos totales. Finalmente, se asigna un porcentaje por concepto de ganancia sobre los costos totales para determinar el precio unitario en el caso esté realizando un análisis de presupuestos para una obra por contrata.

4.9.2 Determinación de rendimientos de mano de obra y equipos

En la presente investigación se toma en cuenta toda la bibliografía propuesta por CAPECO a nivel de rendimientos de la mano de obra y que éstas están en función a los estandarizados en el mercado peruano y los establecidos en la R.M. N° 175 -09/04-1968 vigentes; pero que, en la presente tesis, a nivel de precios y costos fueron actualizados. Para el caso de los rendimientos de los equipos estos datos corresponden a la tabla que

se encuentra publicada y consignada en la R.M. N° 001- 05/01-1987, también compatibilizada con los rendimientos estándar determinados por los fabricantes de maquinaria y complementados con los rendimientos ya establecidos de la base de datos que CAPECO posee y utiliza.

Para la presente investigación, los costos de la mano de obra son actualizadas a abril del 2022 aprobados por la CGTP para operarios, oficiales y peones.

Así, tenemos que el aporte unitario de la Mano de obra es:

$$\text{Aporte Unitario}(M.O) = \frac{N^{\circ} \text{ obreros } x \text{ jornada laboral}}{\text{Rendimiento}}$$

4.9.3 Determinación de partidas del presupuesto de obra

Para la presente investigación, se realizará el estudio de dos partidas esenciales en cada proceso de construcción en edificaciones, por ello en base a una evaluación de cada especialidad y a lo publicado mensualmente para el Análisis de Edificaciones y análisis de costos unitarios, se ha determinado las partidas que deben conformar un presupuesto de obra, permitirá también establecer la unidad de medida que tendrá, según el paso siguiente ha sido el análisis y el cálculo del precio unitario que corresponde. Para la presente investigación se ha tomado un par de partidas referidas a Concreto, que nos permitirán realizar un diagnóstico a nivel de precios por metro cúbico de concreto y determinar cuál de los Diseños de mezcla son los más óptimo de utilizar en una obra que trabaja con concreto.

4.10 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UTILIZANDO SOFTWARE ESPECIALIZADO

Presupuestos.pe es una aplicación web para la elaboración de presupuestos y análisis de precios unitarios; en esta aplicación el usuario puede trabajar online desde cualquier dispositivo conectado a internet, sin

la preocupación de instalar o mantener programas de terceros o el respaldo de sus datos.

El análisis de los Costos Unitarios de acuerdo al sistema es:

Figura:

Pantalla de visualización de ACU del software presupuestos .pe

| Catálogo de Partidas | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|
| Nuevo Editar Duplicar Eliminar | | | | | | concreto |
| Partida | Unidad | Precio | | | | |
| CONCRETO F'C=100 KG/CM2 | M3 | 2 | | | | |
| CONCRETO F'C=175 KG/CM2 | M3 | 2 | | | | |
| Rendimiento | | | | | | |
| 18 | MO: 80.35 | MT: 135.79 | EQ: 10.49 | SC: 0.00 | SP: 28.50 | PU: 255.13 |
| Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | PU | Parcial | |
| CAPATAZ | HH | 0.5000 | 0.2222 | 21.79 | 4.84 | |
| OPERARIO | HH | 3.0000 | 1.3333 | 16.76 | 22.35 | |
| OFICIAL | HH | 3.0000 | 1.3333 | 14.23 | 18.97 | |
| PEON | HH | 6.0000 | 2.6667 | 12.82 | 34.19 | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BLS | | 7.5000 | 17.70 | 132.75 | |
| GASOLINA | GLN | | 0.2800 | 9.73 | 2.72 | |
| LUBRICANTES Y FILTROS | %EQ | | 5.0000 | 6.47 | 0.32 | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3 | HM | 1.0000 | 0.4444 | 9.60 | 4.27 | |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50" | HM | 1.0000 | 0.4444 | 4.95 | 2.20 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 80.35 | 4.02 | |
| AGUA | M3 | | 0.1800 | 11.57 | 2.08 | |
| ARENA ZARANDEADA | M3 | | 0.5000 | 25.63 | 12.82 | |
| PIEDRA ZARANDEADA | M3 | | 0.7500 | 18.13 | 13.60 | |

Nota: Tomado del sistema presupuestos.pe

4.10.1 Análisis de la Partida “Concreto F’c=175kg/cm2”

De acuerdo a CAPECO se tiene un análisis de costos unitarios ya definido los cuales paso a indicar:

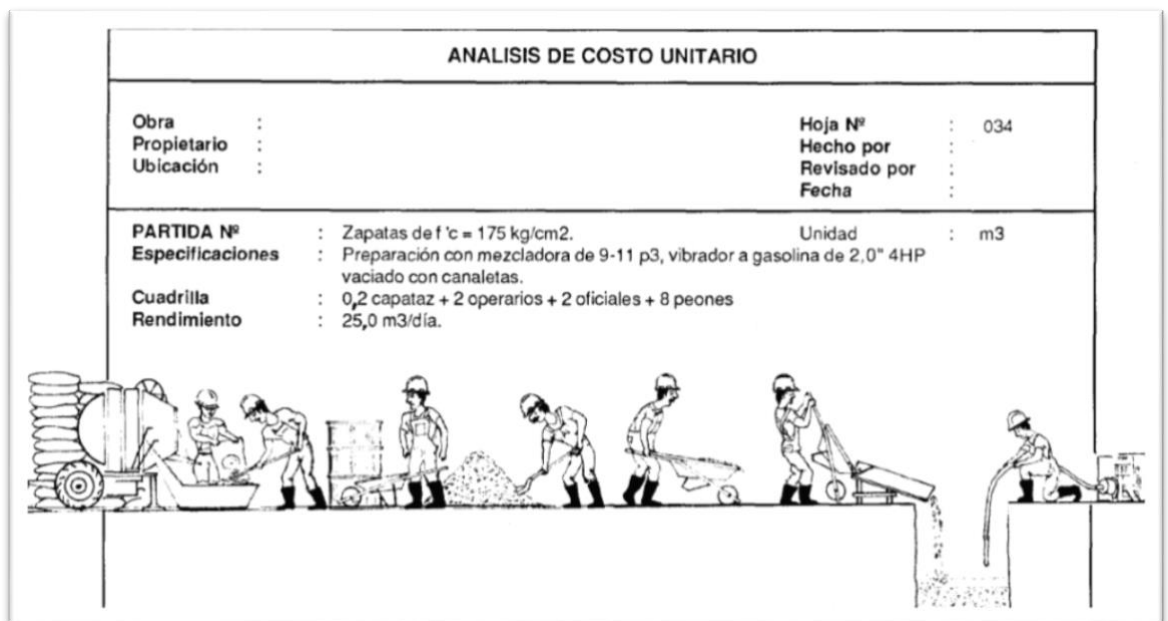
a. Análisis de la partida Zapatas f’c=175kg/cm2 según CAPECO

En la siguiente figura se muestra los materiales, mano de obra y los equipos y herramientas utilizadas en esta partida. Así también se

observa la unidad y la cantidad que se de utilizar para conseguir una Análisis de Costos Unitarios según CAPECO.

Figura:

Análisis de Costos unitarios propuestos por Capeco



| Descripción | Unid. | Cantidad | Precio Unitario | Parcial | Total | I.U. |
|------------------------------|-------|----------|-----------------|---------|-------|------|
| MATERIALES | | | | | | |
| Cemento Portland tipo I | bis | 8,43 | | | | 21 |
| Arena gruesa | m3 | 0,54 | | | | 04 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | 0,55 | | | | 05 |
| Costo de Material | | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| Capataz | hh | 0,06 | | | | 47 |
| Operario | hh | 0,64 | | | | 47 |
| Oficial | hh | 0,64 | | | | 47 |
| Peón | hh | 2,56 | | | | 47 |
| Operador equipo liviano | hh | 0,64 | | | | 47 |
| Costo de Mano de Obra | | | | | | |
| EQUIPO, HERRAMIENTAS | | | | | | |
| Mezcladora de 9-11 p3 (1) | hm | 0,32 | | | | 48 |
| Vibrador de 2,0", 4HP (1) | hm | 0,32 | | | | 49 |
| Herramienta: 3% M. Obra | | 0,03 | | | | 37 |

Nota: La partida analizada es Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$ según Capeco.

b. Análisis de la partida Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando Software

El siguiente análisis se realiza tomando en cuenta la misma partida determinada por CAPECO, pero analizada desde un software comercial peruano.

Téngase en cuenta que los precios y costos de los materiales y equipos son actualizados a abril del 2022, en la ciudad de Andahuaylas y la estructura de costos de mano de obra por la Remuneración Básica vigente del 01 de junio del 2021 al 31 de mayo del 2022 aprobado por la CGTP.

Así, este análisis lo realicé utilizando el Software presupuestos .pe

Figura:

Análisis de Costos unitarios de la partida Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$

| tendimiento | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| 25 | MO: 90.43 | MT: 303.68 | EQ: 9.91 | SC: 0.00 | SP: 0.00 | PU: 404.02 |
| Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | PU | Parcial | |
| CAPATAZ | HH | 0.2000 | 0.0640 | 26.65 | 1.71 | |
| OPERARIO | HH | 2.0000 | 0.6400 | 24.22 | 15.50 | |
| OFICIAL | HH | 2.0000 | 0.6400 | 19.12 | 12.24 | |
| PEON | HH | 8.0000 | 2.5600 | 17.28 | 44.24 | |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | HH | 2.0000 | 0.6400 | 26.16 | 16.74 | |
| ARENA GRUESA | M3 | | 0.5400 | 75.00 | 40.50 | |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | M3 | | 0.5500 | 80.00 | 44.00 | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BLS | | 8.4300 | 26.00 | 219.18 | |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | HM | 1.0000 | 0.3200 | 10.00 | 3.20 | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3 | HM | 1.0000 | 0.3200 | 12.50 | 4.00 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3.0000 | 90.43 | 2.71 | |

Nota: Análisis de los precios unitarios según CAPECO

Interpretación: Al día de hoy abril del 2022, si uso las consideraciones de CAPECO el metro cúbico de concreto constaría **S/. 404.02 soles** para un concreto de zapata de $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

c. Análisis de la partida Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando material de Cantera El Bosque – Rio Chumbao

Por ello, de acuerdo al diseño de Mezcla de la cantera del Rio Chumbao “El Bosque” se obtiene lo siguiente:

Figura:

Análisis de Costos unitarios de la partida Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$ con agregados de la Cantera El Bosque.

| Rendimiento | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| 25 | MO: 90.43 | MT: 324.38 | EQ: 9.91 | SC: 0.00 | SP: 0.00 | PU: 424.72 |
| Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | PU | Parcial | |
| CAPATAZ | HH | 0.2000 | 0.0640 | 26.65 | 1.71 | |
| OPERARIO | HH | 2.0000 | 0.6400 | 24.22 | 15.50 | |
| OFICIAL | HH | 2.0000 | 0.6400 | 19.12 | 12.24 | |
| PEON | HH | 8.0000 | 2.5600 | 17.28 | 44.24 | |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | HH | 2.0000 | 0.6400 | 26.16 | 16.74 | |
| ARENA GRUESA | M3 | | 0.7200 | 75.00 | 54.00 | |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | M3 | | 0.6400 | 80.00 | 51.20 | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BLS | | 8.4300 | 26.00 | 219.18 | |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | HM | 1.0000 | 0.3200 | 10.00 | 3.20 | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3 | HM | 1.0000 | 0.3200 | 12.50 | 4.00 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3.0000 | 90.43 | 2.71 | |

Nota: APU utilizando agregado de la cantera El Bosque

Interpretación: Al día de hoy, si uso las consideraciones del diseño de mezcla realizados en la presente investigación, utilizando los agregados de

la cantera EL Bosque del Rio Chumbao el metro cúbico de concreto constaría **S/. 424.72 soles** para un concreto de zapata de $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

d. Análisis de la partida Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando material de Cantera Ccoyahuacho

De acuerdo al diseño de Mezcla de la cantera Ccoyahuacho diagnosticado anteriormente, se obtiene lo siguiente en el software presupuestos .pe:

Figura:

Análisis de Costos unitarios de la partida Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$ con agregados de la Cantera Ccoyahuacho.

| Rendimiento | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| 25 | MO: 90.43 | MT: 325.58 | EQ: 9.91 | SC: 0.00 | SP: 0.00 | PU: 425.92 |
| Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | PU | Parcial | |
| CAPATAZ | HH | 0.2000 | 0.0640 | 26.65 | 1.71 | |
| OPERARIO | HH | 2.0000 | 0.6400 | 24.22 | 15.50 | |
| OFICIAL | HH | 2.0000 | 0.6400 | 19.12 | 12.24 | |
| PEON | HH | 8.0000 | 2.5600 | 17.28 | 44.24 | |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | HH | 2.0000 | 0.6400 | 26.16 | 16.74 | |
| ARENA GRUESA | M3 | | 0.6400 | 75.00 | 48.00 | |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | M3 | | 0.7300 | 80.00 | 58.40 | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BLS | | 8.4300 | 26.00 | 219.18 | |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | HM | 1.0000 | 0.3200 | 10.00 | 3.20 | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3 | HM | 1.0000 | 0.3200 | 12.50 | 4.00 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3.0000 | 90.43 | 2.71 | |

Nota: APU utilizando agregado de la cantera Ccoyahuacho

Interpretación: El presente análisis de costos unitarios de la partida: *Zapatas $f'c=175\text{kg/cm}^2$* y con el diseño de mezcla realizados en la presente

investigación utilizando los agregados de la cantera Ccoyahuacho el metro cúbico de concreto constaría **S/. 425.92 soles** para un concreto de zapata de $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

4.10.2 **Análisis de la partida “Viga de Cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”**

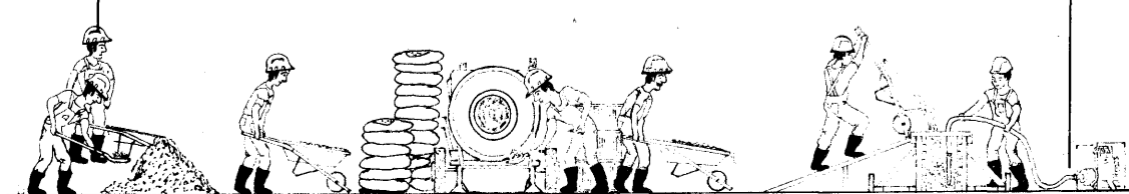
Para la presente partida *Viga de Cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$* , de acuerdo a CAPECO, se tiene un análisis de costos unitarios ya definido los cuales paso a indicar:

a. Análisis de la partida *Viga de Cimentación $f'c=210\text{ kg/cm}^2$* según CAPECO

En la siguiente figura se muestra los materiales, mano de obra y los equipos y herramientas utilizadas en esta partida de acuerdo a la Cámara Peruana de la Construcción. Así también, se observa la unidad y la cantidad a utilizar para conseguir una Análisis de Costos Unitarios según CAPECO:

Figura:
Análisis de Costos unitarios según Capeco

| ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO | | | |
|----------------------------|--|----------------|-----|
| Obra : | | Hoja N° : | 036 |
| Propietario : | | Hecho por : | |
| Ubicación : | | Revisado por : | |
| | | Fecha : | |
| PARTIDA N° : | Viga de cimentación de f'c= 210 kg/cm2 | Unidad : | m3 |
| Especificaciones : | Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vibrador a gasolina de 2,0" 4 HP vaciado con buggies. | | |
| Cuadrilla : | Prep. y vaciado = 0,2 capataz + 2 operarios + 2 oficiales + 8 peones. Curado = 0,1 capataz + 1 peón | | |
| Rendimiento : | Prep. y vaciado: 20,0 m3/día. Curado: 80 m3/día. | | |



| Descripción | Unid. | Cantidad | Precio Unitario | Parcial | Total | I.U. |
|------------------------------|-------|----------|-----------------|---------|-------|------|
| MATERIALES | | | | | | |
| Cemento Portland tipo I | bls | 9,73 | | | | 21 |
| Arena gruesa | m3 | 0,52 | | | | 04 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | 0,53 | | | | 05 |
| Costo de Material | | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| Capataz | hh | 0,09 | | | | 47 |
| Operario | hh | 0,80 | | | | 47 |
| Oficial | hh | 0,80 | | | | 47 |
| Peón | hh | 3,30 | | | | 47 |
| Operador equipo liviano | hh | 0,80 | | | | 47 |
| Costo de Mano de Obra | | | | | | --- |
| EQUIPO, HERRAMIENTAS | | | | | | |
| Mezcladora de 9-11 p3 (1) | hm | 0,40 | | | | 48 |
| Vibrador de 2.0", 4HP (1) | hm | 0,40 | | | | 49 |
| Pases de madera | p2 | 0,10 | | | | 43 |
| Herramienta: 3% M. Obra | | 0,03 | | | | 37 |

Nota: ACU de la partida Viga de cimentación de F'c=210kg/cm2

b. Análisis de la partida Viga de Cimentación $f'c=210$ kg/cm² utilizando Software especializado

En el siguiente análisis de costos se realiza tomando en cuenta la misma partida determinada por CAPECO, pero analizada de acuerdo al diseño de mezcla obtenida y diagnosticada en un software comercial peruano.

Téngase en cuenta que para el presente trabajo de investigación los precios y costos de los materiales y equipos son actualizados a abril del 2022 en la ciudad de Andahuaylas y la estructura de costos de mano de obra por la Remuneración Básica vigente del 01 de junio del 2021 al 31 de mayo del 2022 aprobado por la CGTP.

Así, este análisis lo realicé utilizando el Software presupuestos .pe

Figura:

Análisis de Costos unitarios de la partida Vigas de cimentación $f'c=210$ kg/cm²

| Rendimiento | | | | | | |
|---|--------|-----------|----------|-------|---------|--|
| 20 | | | | | | |
| MO: 96.19 MT: 335.88 EQ: 11.89 SC: 0.00 SP: 0.00 PU: 443.96 | | | | | | |
| Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | PU | Parcial | |
| CAPATAZ | HH | 0.2250 | 0.0900 | 26.65 | 2.40 | |
| OPERARIO | HH | 2.0000 | 0.8000 | 24.22 | 19.38 | |
| OFICIAL | HH | 2.0000 | 0.8000 | 19.12 | 15.30 | |
| PEON | HH | 8.2500 | 3.3000 | 17.28 | 57.02 | |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | HH | 0.2000 | 0.0800 | 26.16 | 2.09 | |
| ARENA GRUESA | M3 | | 0.5200 | 75.00 | 39.00 | |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | M3 | | 0.5300 | 80.00 | 42.40 | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BLS | | 9.7300 | 26.00 | 252.98 | |
| PASES DE MADERA | p2 | | 0.1000 | 15.00 | 1.50 | |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | HM | 1.0000 | 0.4000 | 10.00 | 4.00 | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3 | HM | 1.0000 | 0.4000 | 12.50 | 5.00 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3.0000 | 96.19 | 2.89 | |

Nota: Análisis de los precios unitarios según CAPECO actualizado

Interpretación: De acuerdo al ACU al día de hoy abril del 2022, si uso las consideraciones de CAPECO, el metro cúbico de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ constaría **S/. 443.96 soles** en la realidad de la ciudad de Andahuaylas.

c. Análisis de la partida Viga de cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando material de Cantera El Bosque – Rio Chumbao

De acuerdo al diseño de Mezcla de la cantera El Bosque diagnosticado anteriormente se obtiene lo siguiente en el software presupuesto .pe:

Figura:

Análisis de Costos unitarios de la partida Viga de Cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con agregados de la Cantera El Bosque.

| Rendimiento | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-----------|------------|-----------|----------|----------|------------|
| 20 | | MO: 96.19 | MT: 360.53 | EQ: 11.89 | SC: 0.00 | SP: 0.00 | PU: 468.61 |
| Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | PU | Parcial | | |
| CAPATAZ | HH | 0.2250 | 0.0900 | 26.65 | 2.40 | | |
| OPERARIO | HH | 2.0000 | 0.8000 | 24.22 | 19.38 | | |
| OFICIAL | HH | 2.0000 | 0.8000 | 19.12 | 15.30 | | |
| PEON | HH | 8.2500 | 3.3000 | 17.28 | 57.02 | | |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | HH | 0.2000 | 0.0800 | 26.16 | 2.09 | | |
| ARENA GRUESA | M3 | | 0.7100 | 75.00 | 53.25 | | |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | M3 | | 0.6600 | 80.00 | 52.80 | | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BLS | | 9.7300 | 26.00 | 252.98 | | |
| PASES DE MADERA | p2 | | 0.1000 | 15.00 | 1.50 | | |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | HM | 1.0000 | 0.4000 | 10.00 | 4.00 | | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3 | HM | 1.0000 | 0.4000 | 12.50 | 5.00 | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3.0000 | 96.19 | 2.89 | | |

Nota: APU utilizando agregado de la cantera El Bosque

Interpretación: El presente análisis de costos unitarios de la partida: *Viga de Cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$* y con el diseño de mezcla realizados en la

presente investigación, utilizando los agregados de la cantera. El Bosque el metro cúbico de concreto constaría **S/. 468.61 soles** para un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

d. Análisis de la partida Viga de Cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando material de Cantera Ccoyahuacho

De acuerdo al diseño de Mezcla realizado de la cantera Ccoyahuacho diagnosticado anteriormente se obtiene lo siguiente en el software presupuesto .pe:

Figura:

Análisis de Costos unitarios de la partida viga de cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con agregados de la Cantera Ccoyahuacho.

| Rendimiento | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|------------|-----------|----------|----------|------------|
| 20 | MO: 96.19 | MT: 369.98 | EQ: 11.89 | SC: 0.00 | SP: 0.00 | PU: 478.06 |
| Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | PU | Parcial | |
| CAPATAZ | HH | 0.2250 | 0.0900 | 26.65 | 2.40 | |
| OPERARIO | HH | 2.0000 | 0.8000 | 24.22 | 19.38 | |
| OFICIAL | HH | 2.0000 | 0.8000 | 19.12 | 15.30 | |
| PEON | HH | 8.2500 | 3.3000 | 17.28 | 57.02 | |
| OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO | HH | 0.2000 | 0.0800 | 26.16 | 2.09 | |
| ARENA GRUESA | M3 | | 0.7400 | 75.00 | 55.50 | |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | M3 | | 0.7500 | 80.00 | 60.00 | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG) | BLS | | 9.7300 | 26.00 | 252.98 | |
| PASES DE MADERA | p2 | | 0.1000 | 15.00 | 1.50 | |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" | HM | 1.0000 | 0.4000 | 10.00 | 4.00 | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3 | HM | 1.0000 | 0.4000 | 12.50 | 5.00 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3.0000 | 96.19 | 2.89 | |

Nota: APU utilizando agregado de la cantera Ccoyahuacho

Interpretación: El presente análisis de costos unitarios de la partida: *Viga de cimentación $f'c=210\text{kg/cm}^2$* y con el diseño de mezcla realizados en la presente investigación, utilizando los agregados de la cantera Ccoyahuacho el metro cúbico de concreto constaría **S/. 478.06 soles** en la ciudad de Andahuaylas.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación, como se pudo apreciar, se tuvo un orden y una metodología de trabajo de análisis para la obtención de resultados, por ello es preciso señalar que, el diseño de mezcla realizado con las dos canteras elegidas, para el presente análisis han sido escogidas por la continuidad de uso en las obras civiles que se desarrollan en el distrito de Andahuaylas.

Así, luego de haber realizado todo el procedimiento de trabajo de investigación integrado de acuerdo al siguiente orden:

- ✓ Se analizó las canteras denominadas El Bosque y la cantera Ccoyahuacho, ambas ubicadas en La provincia de Andahuaylas y que son los referentes, porque de ambas canteras se extraen la mayor cantidad de agregado fino y grueso que se vienen empleando en la provincia indicada.
- ✓ Se realizó el estudio del agregado de las canteras indicadas y se obtuvo el análisis granulométrico tanto del agregado fino y grueso de estas dos canteras.
- ✓ Se realizó un diseño de mezcla con el material de cantera a nivel de agregado fino y grueso y se elaboraron los primeros cuadros comparativos. Se realizó un análisis comparativo del diseño de mezcla de la cantera el Bosque y la cantera Ccoyahuacho
- ✓ Se realizó el análisis comparativo a nivel de Costos unitarios para dos partidas de concreto: Zapatas $F'c=175\text{kg/cm}^2$ y Viga de cimentación $F'c=210\text{kg/cm}^2$ tomando en cuenta el diseño de mezcla de ambas canteras comparándolos con el referente de

CAPECO para determinar el costo unitario por metro cubico de concreto en las resistencias indicadas.

- ✓ Los resultados obtenidos serán mencionados en los siguientes ítems.

5.1.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos en esta investigación donde se realizaron los procesos de trabajo integrales y teniendo en cuenta los estudios de agregado fino y grueso de las dos canteras como son: El Bosque y Ccoyahuacho de la provincia de Andahuaylas y luego de realizado un análisis comparativo se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ El contenido de humedad del agregado fino promedio es del 3.35% para la cantera El Bosque y el de Ccoyahuacho es del 3.23% para el agregado fino. Para el agregado Grueso se tiene 3.54% y 3.91% respectivamente. El contenido de humedad fue usado en la corrección por humedad del diseño de mezclas y así poder tener un diseño de mezcla real con el agregado en su estado de humedad real.

- ✓ El Peso específico y absorción del Agregado fino del agregado fino de la cantera El Bosque tiene un peso específico aparente de 2.43gr/cm³ y una absorción del 2.83%. Asimismo, del agregado grueso tiene un peso específico de 2.56gr/cm³ y una absorción de 2.17.

Para la Cantera de Ccoyahuacho se tiene un peso específico de 2.42gr/cm³ y una absorción de 2.91% y el agregado grueso un p.e de 2.57gr/cm³ y una absorción de 2.04%.

Los pesos específicos están relacionados con la porosidad donde se determina que mientras más alto es su valor, más estable y será menos poroso. En nuestro caso el valor de 2.43 y 2.42, por lo que es aceptable para el agregado fino ya que se recomienda que para elaborar concreto debe ser mayor a 2.4

- ✓ El Peso unitario de los agregados finos de la cantera El Bosque en promedio es de 1.628gr/cm³ para un peso unitario suelto. Se obtuvo un peso unitario compactado de 1.818gr/cm³ para el agregado fino. Para el agregado grueso se obtuvo un peso unitario suelto de 1.516gr/cm³ y un peso unitario compactado de 1.679gr/cm³.

El Peso unitario de los agregados finos de la cantera Ccoyahuaco en promedio es de 1.536 gr/cm³ para un peso unitario suelto. Se obtuvo un peso unitario compactado de 1.698 gr/cm³ para el agregado fino. Para el agregado grueso se obtuvo un peso unitario suelto de 1.525 gr/cm³ y un peso unitario compactado de 1.657gr/cm³.

Estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendables de acuerdo a norma y se caracterizan por tener una mayor capacidad de reacomodo de sus partículas del agregado.

- ✓ El cemento Sol tipo I es el más utilizado y fue el que se utilizó en las diversas muestras de compresión y diseño de mezcla del concreto. este Cemento cumple con la NTP 334.009 y la NTA ASTM C-150 con una densidad de 3.12g/ml.
- ✓ Para el Diseño de mezcla se obtuvo para una dosificación de F'c=175kg/cm² para las dos canteras en estudio la siguiente proporción:

Dosificación F'c=175 kg/cm²

| Descripción | Cantera "El Bosque" | Cantera: "Ccoyahuacho" |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| Cemento | 1.00 | 1.00 |
| Agregado Fino | 3.03 | 3.05 |
| Agregado Grueso | 2.69 | 2.68 |
| Agua | 0.46 | 0.50 |

- ✓ Las proporciones para un Diseño de mezcla se obtuvo para una dosificación de F'c=210kg/cm² para las dos canteras en estudio lo siguiente:

Dosificación F'c=210 kg/cm2

| Descripción | Cantera "El Bosque" | Cantera: "Ccoyahuacho" |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| Cemento | 1.00 | 1.00 |
| Agregado Fino | 2.60 | 2.72 |
| Agregado Grueso | 2.40 | 2.71 |
| Agua | 0.42 | 0.45 |

- ✓ Dentro de los resultados de laboratorio de los estudios de rotura de probetas o ensayo a la compresión de los testigos para una resistencia de F'c=175kg/cm2 obtenidos de las 02 canteras se obtuvo lo siguiente:

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'c=175kg/cm2 | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|
| DISEÑO | COMPRESIÓN | | |
| | RESISTENCIA | | |
| CANTERA EL BOSQUE - RIO CHUMBAO | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| El Bosque – 175kg/cm2 | 167.46 | 201.10 | 236.75 |
| El Bosque – 175kg/cm2 | 179.39 | 202.84 | 245.46 |
| El Bosque – 175kg/cm2 | 173.40 | 212.63 | 241.60 |
| PROMEDIO | 173.42 | 205.52 | 241.27 |
| CANTERA "EL CCOYAHUACHO" | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| Ccoyahuacho– 175kg/cm2 | 174.96 | 203.10 | 257.37 |
| Ccoyahuacho – 175kg/cm2 | 185.53 | 198.37 | 237.16 |
| Ccoyahuacho – 175kg/cm2 | 180.01 | 209.46 | 244.86 |
| PROMEDIO | 180.17 | 203.64 | 246.46 |

- ✓ Dentro de los resultados de los ensayos a la compresión de los testigos para una resistencia de F'c=210kg/cm2 obtenidos de las 02 canteras se obtuvo lo siguiente:

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c=210$ kg/cm² | | | |
|---|--------------------|----------------|----------------|
| DISEÑO | COMPRESIÓN | | |
| | RESISTENCIA | | |
| CANTERA EL BOSQUE - RIO CHUMBAO | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 190.76 | 244.64 | 280.33 |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 196.22 | 225.49 | 249.07 |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 200.80 | 235.84 | 271.04 |
| PROMEDIO | 195.93 | 235.32 | 266.81 |
| CANTERA “EL CCOYAHUACHO” | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| Ccoyahuacho– 210 kg/cm ² | 205.19 | 250.46 | 292.56 |
| Ccoyahuacho – 210 kg/cm ² | 220.38 | 246.20 | 304.68 |
| Ccoyahuacho – 210 kg/cm ² | 211.90 | 248.42 | 300.92 |
| PROMEDIO | 212.49 | 248.21 | 299.39 |

- ✓ Dentro del análisis de los Costos Unitarios de las dos canteras y obtener un cuadro comparativo se tuvo en cuenta lo siguiente: 1) Los precios de los materiales, equipos y mano de Obra son actualizados a abril del 2022. 2) Se tomó como modelo de análisis 02 partidas propuestas por CAPECO Zapatas $F'c=175$ kg/cm² y Viga de Cimentación $F'c=210$ kg/cm². 3) Los rendimientos en las dos partidas analizadas son reales y propuestos por CAPECO. 4) Se utilizó un software peruano que tiene el ACU actualizados a la normativa peruana denominado Presupuestos .pe.
- ✓ Para el análisis de Costos unitarios para resistencias de Concreto para un $F'c=175$ kg/cm² y para una resistencia de un $F'c=210$ kg/cm² se obtuvo lo siguiente:

| ACU por metro cúbico de concreto | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | <u>F'c=175 kg/cm2</u> | <u>F'c=210 kg/cm2</u> |
| CAPECO | 404.02 | 443.96 |
| Cantera El Bosque | 424.72 | 468.61 |
| Cantera Ccoyahuacho | 425.92 | 478.06 |

5.2 PRUEBAS DE HIPÓTESIS

5.2.1 HIPOTESIS GENERAL

La influencia de la calidad del agregado del río Chumbao en la resistencia del concreto, influyen significativamente frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y en el análisis de precios unitarios propuesto por CAPECO.

Existe relación directa entre las variables de estudio, pues la calidad del agregado del río Chumbao influye significativamente en la resistencia del concreto y por ende en el análisis de costos unitarios propuestos por CAPECO.

5.2.2 HIPOTESIS ESPECIFICAS

- ✓ En la hipótesis específica N° 01; se señala que:

Los resultados de las propiedades físicas del agregado del río Chumbao, influyen significativamente en la calidad del concreto frente a los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas.

Podemos apreciar que existe relación directa entre El análisis de las propiedades físicas del agregado y su relación directa con la calidad del concreto frente a la otra cantera Ccoyahuacho.

Por lo mencionado existe relación directa entre estas dos variables analizadas y calculadas en la presente tesis.

- ✓ En la hipótesis específica N° 02; se señala que:

La granulometría de los agregados del Rio Chumbao difiere significativamente frente a los agregados de la principal cantera de la ciudad de Andahuaylas.

Existe relación directa entre el estudio de la granulometría del agregado de la Cantera El Bosque del Rio Chumbao y que difiere significativamente con el estudio de la Granulometría de La cantera Ccoyahuacho, pues sí difiere ambas canteras y es la razón del diverso diseño de mezcla que estas dos canteras adoptaron.

- ✓ En la hipótesis específica N° 03; se señala que:

La dosificación del concreto de resistencia $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm²; utilizando el agregado del rio Chumbao difiere significativamente con el aporte unitario de los materiales del concreto, frente al análisis de costos unitarios propuesto por CAPECO.

Según la presente investigación se obtuvo muestras de concreto para las dos resistencias en estudio y se aprecia que, la dosificación en las canteras El Bosque y la cantera Ccoyahuacho difiere con el aporte unitario de los materiales de concreto, pues como se apreció en el estudio la elaboración de concreto por

metro cúbico muestra montos diferentes gracias al diseño de mezcla obtenido con dichos agregados.

Existe relación directa entre la dosificación de resistencia de ambas canteras y el aporte unitario de los materiales de concreto frente a CAPECO.

5.3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En relación a los resultados obtenidos se tiene lo siguiente:

- ✓ El contenido de humedad del agregado fino promedio es del 3.35% para la cantera El Bosque y el de Ccoyahuacho es del 3.23% para el agregado fino. Para el agregado Grueso se tiene 3.54% y 3.91% respectivamente. El contenido de humedad fue usado en la corrección por humedad del diseño de mezclas y así poder tener un diseño de mezcla real con el agregado en su estado de humedad real.

- ✓ El Peso específico y absorción del Agregado fino de la cantera El Bosque, tiene un peso específico aparente de 2.43gr/cm³ y una absorción del 2.83%. Asimismo, del agregado grueso tiene un peso específico de 2.56gr/cm³ y una absorción de 2.17%.
Para la Cantera de Ccoyahuacho se tiene un peso específico de 2.42gr/cm³ y una absorción de 2.91% y el agregado grueso un p.e de 2.57gr/cm³ y una absorción de 2.04%.
Los pesos específicos están relacionados con la porosidad donde se determina que, mientras más alto es su valor, más estable y será menos poroso. En nuestro caso el valor de 2.43 y 2.42 por lo que es aceptable para el agregado fino ya que se recomienda que para elaborar concreto debe ser mayor a 2.4

- ✓ El Peso unitario de los agregados finos de la cantera El Bosque en promedio es de 1.628gr/cm³ para un peso unitario suelto. Se obtuvo un

peso unitario compactado de 1.818gr/cm³ para el agregado fino. Para el agregado grueso se obtuvo un peso unitario suelto de 1.516gr/cm³ y un peso unitario compactado de 1.679gr/cm³.

El Peso unitario de los agregados finos de la cantera Ccoyahuacho en promedio es de 1.536 gr/cm³ para un peso unitario suelto. Se obtuvo un peso unitario compactado de 1.698 gr/cm³ para el agregado fino. Para el agregado grueso se obtuvo un peso unitario suelto de 1.525 gr/cm³ y un peso unitario compactado de 1.657gr/cm³.

Estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendables de acuerdo a norma y se caracterizan por tener una mayor capacidad de reacomodo de sus partículas del agregado.

- ✓ El cemento Sol tipo I es el más utilizado y fue el que se utilizó en las diversas muestras de compresión y diseño de mezcla del concreto. este Cemento cumple con la NTP 334.009 y la NTA ASTM C-150 con una densidad de 3.12g/ml.
- ✓ Para el Diseño de mezcla se obtuvo para una dosificación de $F'c=175\text{kg/cm}^2$ para las dos canteras en estudio la siguiente proporción:

Dosificación $F'c=175\text{ kg/cm}^2$

| Descripción | Cantera “El Bosque” | Cantera: “Ccoyahuacho” |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| Cemento | 1.00 | 1.00 |
| Agregado Fino | 3.03 | 3.05 |
| Agregado Grueso | 2.69 | 2.68 |
| Agua | 0.46 | 0.50 |

- ✓ Las proporciones para un Diseño de mezcla se obtuvo para una dosificación de $F'c=210\text{kg/cm}^2$ para las dos canteras en estudio lo siguiente:

Dosificación F'c=210 kg/cm2

| Descripción | Cantera "El Bosque" | Cantera: "Ccoyahuacho" |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| Cemento | 1.00 | 1.00 |
| Agregado Fino | 2.60 | 2.72 |
| Agregado Grueso | 2.40 | 2.71 |
| Agua | 0.42 | 0.45 |

- ✓ Dentro de los resultados de laboratorio de los estudios de rotura de probetas o ensayo a la compresión de los testigos para una resistencia de F'c=175kg/cm2 obtenidos de las 02 canteras se obtuvo lo siguiente:

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'c=175kg/cm2 | | | |
|--|--------------------|----------------|----------------|
| DISEÑO | COMPRESIÓN | | |
| | RESISTENCIA | | |
| CANTERA EL BOSQUE - RIO CHUMBAO | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| El Bosque – 175kg/cm2 | 167.46 | 201.10 | 236.75 |
| El Bosque – 175kg/cm2 | 179.39 | 202.84 | 245.46 |
| El Bosque – 175kg/cm2 | 173.40 | 212.63 | 241.60 |
| PROMEDIO | 173.42 | 205.52 | 241.27 |
| | | | |
| CANTERA "EL CCOYAHUACHO" | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| Ccoyahuacho– 175kg/cm2 | 174.96 | 203.10 | 257.37 |
| Ccoyahuacho – 175kg/cm2 | 185.53 | 198.37 | 237.16 |
| Ccoyahuacho – 175kg/cm2 | 180.01 | 209.46 | 244.86 |
| PROMEDIO | 180.17 | 203.64 | 246.46 |

- ✓ Dentro de los resultados de los ensayos a la compresión de los testigos para una resistencia de F'c=210kg/cm2 obtenidos de las 02 canteras se obtuvo lo siguiente:

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c=210$ kg/cm² | | | |
|---|--------------------|----------------|----------------|
| DISEÑO | COMPRESIÓN | | |
| | RESISTENCIA | | |
| CANTERA EL BOSQUE - RIO CHUMBAO | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 190.76 | 244.64 | 280.33 |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 196.22 | 225.49 | 249.07 |
| El Bosque – 210 kg/cm ² | 200.80 | 235.84 | 271.04 |
| PROMEDIO | 195.93 | 235.32 | 266.81 |
| | | | |
| CANTERA “EL CCOYAHUACHO” | | | |
| DESCRIPCIÓN | 07 días | 14 días | 28 días |
| Ccoyahuacho– 210 kg/cm ² | 205.19 | 250.46 | 292.56 |
| Ccoyahuacho – 210 kg/cm ² | 220.38 | 246.20 | 304.68 |
| Ccoyahuacho – 210 kg/cm ² | 211.90 | 248.42 | 300.92 |
| PROMEDIO | 212.49 | 248.21 | 299.39 |

- ✓ Dentro del análisis de los Costos Unitarios de las dos canteras y obtener un cuadro comparativo se tuvo en cuenta lo siguiente: 1) Los precios de los materiales, equipos y mano de Obra son actualizados a abril del 2022. 2) Se tomó como modelo de análisis 02 partidas propuestas por CAPECO Zapatas $F'c=175$ kg/cm² y Viga de Cimentación $F'c=210$ kg/cm². 3) Los rendimientos en las dos partidas analizadas son reales y propuestos por CAPECO. 4) Se utilizó un software peruano que tiene el ACU actualizados a la normativa peruana denominado Presupuestos .pe.
- ✓ Para el análisis de Costos unitarios para resistencias de Concreto para un $F'c=175$ kg/cm² y para una resistencia de un $F'c=210$ kg/cm² se obtuvo lo siguiente:

| ACU por metro cúbico de concreto | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| | <u>F'c=175 kg/cm2</u> | <u>F'c=210 kg/cm2</u> |
| CAPECO | S/. 404.02 | S/. 443.96 |
| Cantera El Bosque | S/. 424.72 | S/. 468.61 |
| Cantera Ccoyahuacho | S/. 425.92 | S/. 478.06 |

CONCLUSIONES

1. Los resultados de las propiedades físicas de los agregados y la granulometría de la cantera El Bosque en calidad difiere a las propiedades propias de la cantera Ccoyahuacho mostrando que de la última es mejor en sus propiedades para la elaboración de un mejor concreto.
2. En la dosificación del Concreto de ambas canteras, se aprecia que, con el agregado de la cantera Ccoyahuacho se obtiene una mayor resistencia de Concreto para un $F'c=175\text{kg/cm}^2$ y $F'c=210\text{kg/cm}^2$ frente a la Cantera El Bosque del rio Chumbao.
3. El análisis de costos unitarios que se realizó en la presente tesis se puede apreciar en los análisis que, para un metro cúbico de concreto los precios difieren una de la otra por lo que, se obtuvo un concreto de mayor calidad con la cantera Ccoyahuacho pero a la vez muy cara con los siguientes resultados:

| ACU por metro cúbico de concreto | | |
|----------------------------------|--|--|
| | <u>$F'c=175\text{ kg/cm}^2$</u> | <u>$F'c=210\text{ kg/cm}^2$</u> |
| CAPECO | S/. 404.02 | S/. 443.96 |
| Cantera El Bosque | S/. 424.72 | S/. 468.61 |
| Cantera Ccoyahuacho | S/. 425.92 | S/. 478.06 |

4. Los análisis de los Costos unitarios se realizaron con precios actualizados; los precios de los materiales, equipos y mano de obra están actualizados a abril del 2022.
5. Los ensayos físicos adjuntos nos permiten demostrar que tener conocimiento de las propiedades físicas de los agregados influyen en un 85% a la resistencia a la compresión, independientemente de los lugares de donde provenga los agregados de río.

RECOMENDACIONES

1. En este tipo de estudios de investigación, el análisis de los agregados fino y grueso es esencial y se recomienda que se debe tener un cuidado especial; por lo que, es necesario realizar un estudio serio, porque nos proporcionará la información acerca de las propiedades físicas de los agregados y esto se plasmará en un buen diseño de mezclas de concreto.
2. Se recomienda realizar un diseño de mezcla de acuerdo con los agregados encontrados en cantera y realizarlos en un buen laboratorio de ensayos tanto para diseño de mezclas como ensayos a la compresión.
3. Se recomienda siempre realizar un análisis comparativo, como se hizo en la presente tesis para poder diferenciar la calidad de los agregados y su comportamiento frente al referente de CAPECO y poder determinar cuánto nos costaría un metro cubico de concreto frente a las canteras que contemos en nuestra zona de trabajo.
4. Se recomienda trabajar con un software de última generación como en la presente tesis para obtener rendimientos y análisis de costos unitarios actualizados y online como es el caso del software presupuestos.pe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.M. Neville. (1998). Tecnología del Concreto. México: UNI-FIC.
- Abanto F. (1996). Tecnología del concreto. Lima: San Marcos.
- Alberto Renán Ortega Castro. (2013). “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato”
- Andía Arias, J. Y. (2019). Evaluación geotécnica del agregado morrénico y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto – Sapallanga – Huancayo - Junín.
- Bresler B. (1974). Reinforced Concrete Engineering. Safety: John Wiler Sons.
- Cottier J. (1995). Tecnología del Concreto. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
- Ferrel Sinte, E., & Moreano Huacana, E. (2019). “Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca - Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac, 2018”.
- Genaro Delgado Contreras., “Costos y Presupuestos en Edificaciones”, VI Edición – 2010 – Edicivil SRLtda.
- Joanna A. García Arias y Daniel Giraldo G. (2013). Caracterización de las canteras productoras de agregados pétreos en Cali y Yumbo
- Norma Técnica Peruana NTP 400.012:2001 Agregados.
- Olarte Buleje, Z. (2017). “Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su

influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles”.

Paz Pastor, R. C. (2018). “Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil; Análisis de propiedades físico mecánicas de agregados para verificar la resistencia del concreto 210 Kg/Cm² de dos canteras representativas de la región Lambayeque”.

Quispe Ccalluari, J. M. (2005). Evaluación de canteras de agregado para concreto en la ciudad del Cusco.

Quispe Camargo, W. F. (2020). Análisis de los tiempos de mezclado de un concreto $f_c=210$ kg/cm² y su resistencia usando agregados de la cantera del río Mantaro en la ciudad de Huancayo.

Revista Ingeniería de Construcción Vol. 25 N°2, agosto de 2010
www.ing.puc.cl/ric

ANEXOS



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA CANTERAS DE CONCRETO

TEMA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA
UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO

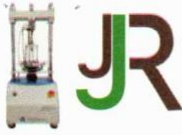
SOLICITA

Bach. JAVIER RIVERA PARIONA

MARZO DEL 2022




Alex Palomino Oscco
C.P. N° 252770
INGENIERO CIVIL



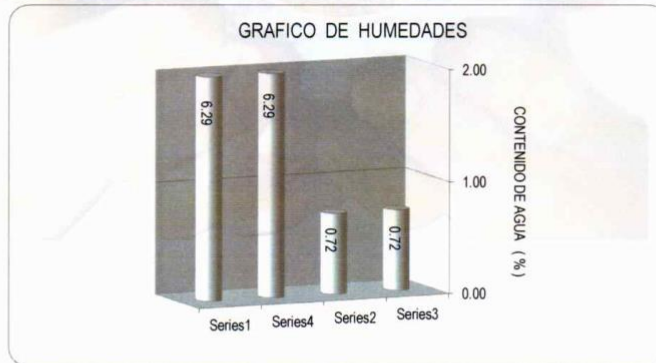
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos.

Contenido de humedad natural

Norma MTC 108-2000

BACHILLER : JAVIER RIVERA PARIONA
TEMA : ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO
UBICACION : ANDAHUAYLAS - APURIMAC
CANTERA : RIO CHUMBAO SALINAS (Agregado Fino)
FECHA : MARZO DEL 2022

| Agregado | Agregado Fino | | Agregado Grueso | |
|-------------------------------------|---------------|--------|-----------------|--------|
| | O | K | A | B |
| Muestra | | | | |
| Peso de Capsula (g) | 97 | 97 | 100 | 100 |
| Peso Capsula+Suelo Humedo (g) | 638 | 638 | 518 | 518 |
| Peso de la Capsula + Suelo Seco (g) | 606 | 606 | 515 | 515 |
| Peso del Suelo Humedo (g) | 541.00 | 541.00 | 418.00 | 418.00 |
| Peso del Suelo Seco (g) | 509.00 | 509.00 | 415.00 | 415.00 |
| Peso del Agua (g) | 32.00 | 32.00 | 3.00 | 3.00 |
| Contenido de Humedad (w) | 6.29 | 6.29 | 0.72 | 0.72 |
| Promedio Contenido de Humedad % | 6.29 | | 0.72 | |



Alex Palomino Oscco
C.P. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos.

Ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados
Norma MTC 205 y 206-2000

BACHILLE : JAVIER RIVERA PARIONA
ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL ANÁLISIS
TEMA : DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO
UBICACION : ANDAHUAYLAS - APURIMAC
CANTERA : RIO CHUMBAO SALINAS (Agregado Fino)
FECHA : MARZO DEL 2022

| Identificación: Norma MTC E 205 - 2000 | | Agregado Fino |
|--|-----------------|-----------------|
| Nº de muestra | | 1 |
| Peso frasco + agua | g | 1070 |
| Peso material saturado | g | 544 |
| Peso material + frasco + agua | g | 1557 |
| Peso con desplazamiento. De volumen | g | 1292 |
| Volumen masa + Vol. Vacios | cm ³ | 265 |
| Peso material. Seco en estufa a 105°C | g | 523 |
| Volumen de la masa | cm ³ | 265 |
| Peso específico seco | | 1.974 |
| Peso específico saturado | | 1.974 |
| Peso específico aparente seco | | 1.974 |
| % Absorción | | 4.02 |
| Identificación: Norma MTC E 206 - 2000 | | Agregado Grueso |
| Nº de muestra | | 1 |
| Peso material sat. y sup. seca (en aire) | g | 606 |
| Peso material sat. y sup. seca (en agua) | g | 378 |
| Volumen de la masa+ Volumen de vaciosa | cm ³ | 228 |
| Peso material. Seco en estufa a 105° | | 597 |
| Peso específico seco | | 2.618 |
| Peso específico saturado | | 2.658 |
| Peso específico aparente seco | | 2.726 |
| % Absorción | | 1.51 |
| Observaciones : | | |



Alex Palomino Oscco
C.P. N° 252770
INGENIERO CIVIL

**Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos.****Peso unitario y vacíos de los agregados finos****Norma MTC 203-2000**

BACHILLER : JAVIER RIVERA PARIONA
TEMA : ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL
UBICACION : ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO
 ANDAHUAYLAS - APURÍMAC
CANTERA : RIO CHUMBAO SALINAS (Agregado Fino)
FECHA : MARZO DEL 2022

Diámetro:
 Altura :
 Volumen:

| Nº Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| W. Suelo Seco+Molde (g) | 9,415 | 9,417 | 9,419 | 9,418 |
| W. Molde (g) | 2,741 | 2,741 | 2,741 | 2,741 |
| W. Suelo (g) | 6,674 | 6,676 | 6,678 | 6,677 |
| Peso Unitario Suelto (g/cm ³) | 1,711 | 1,711 | 1,712 | 1,712 |
| Peso Unitario Compacto | 1,711 g/cm³ | | | |

| Nº Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| W. Suelo Seco+Molde (g) | 8,279 | 8,252 | 8,262 | 8,267 |
| W. Molde (g) | 2,741 | 2,741 | 2,741 | 2,741 |
| W. Suelo (g) | 5,538 | 5,511 | 5,521 | 5,526 |
| Peso Unitario Compacto (g/cm ³) | 1,420 | 1,413 | 1,415 | 1,416 |
| Peso Unitario Suelto | 1,416 g/cm³ | | | |

Peso unitario y vacíos de los agregados gruesos**Norma MTC 203-2000**

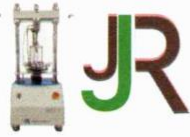
Cantera : RIO CHUMBAO SALINAS(agregado grueso).
Fecha : MARZO DEL 2022

Diámetro:
 Altura :
 Volumen:

| Nº Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| W. Suelo Seco+Molde (g) | 9,127 | 9,121 | 9,126 | 9,125 |
| W. Molde (g) | 2,741 | 2,741 | 2,741 | 2,741 |
| W. Suelo (g) | 6,386 | 6,380 | 6,385 | 6,384 |
| Peso Unitario Suelto (g/cm ³) | 1,637 | 1,635 | 1,637 | 1,636 |
| Peso Unitario Compacto | 1,636 g/cm³ | | | |

| Nº Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| W. Suelo Seco+Molde (g) | 8,285 | 8,302 | 8,304 | 8,299 |
| W. Molde (g) | 2,741 | 2,741 | 2,741 | 2,741 |
| W. Suelo (g) | 5,544 | 5,561 | 5,563 | 5,558 |
| Peso Unitario Compacto (g/cm ³) | 1,421 | 1,425 | 1,426 | 1,425 |
| Peso Unitario Suelto | 1,424 g/cm³ | | | |

Alex Palomino Oscco
 CIP N° 252770
 INGENIERO CIVIL



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TEMA : ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO

MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

MATERIAL : PRESTAMO - CANTERA-PARA DISEÑO DE MEZCLA

UBICACIÓN : RIO CHUMBAO SALINAS

FECHA RECEPCION : MARZO DEL 2022

ING. RESPONSABLE : J.R.

FECHA DE ENSAYO : MARZO DEL 2022

ENTIDAD: 0

SOLICITA : JAVIER RIVERA PARIONA

EQUIVALENTE DE ARENA MTC E114-2000

| | UNID. | IDENTIFICACION | | | PROMEDIO |
|---|-------|----------------|----------|----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| Tamaño máximo (pasa malla N° 4) | cm | 4.75 | 4.75 | 4.75 | |
| Hora de entrada a saturación | | 9:30:00 | 9:32:00 | 9:34:00 | |
| Hora de salida de saturación (mas 10") | | 9:40:00 | 9:42:00 | 9:44:00 | |
| Hora de entrada a decantación | | 9:42:00 | 9:44:00 | 9:46:00 | |
| Hora de salida de decantación (mas 20") | | 10:02:00 | 10:04:00 | 10:06:00 | |
| Altura máxima de material fino | cm | 172.00 | 176.00 | 169.00 | |
| Altura máxima de la arena | cm | 151.00 | 150.00 | 150.00 | |
| EQUIVALENTE DE ARENA | % | 88 | 86 | 89 | 88 |

Observaciones: Se debe Lavar el Material Para un Buen Comportamiento con el Concreto



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TEMA : ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA UTILIZANDO AGREGADOS DEL RIO CHUMBAO PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE OBRAS DE CONCRETO

MATERIAL : PRESTAMO - CANTERA-PARA DISEÑO DE MEZCLA
 UBICACIÓN : RIO CHUMBAO SALINAS
 FECHA RECEPCION : MARZO DEL 2022
 FECHA DE ENSAYO : MARZO DEL 2022

SOLICITA : JAVIER RIVERA PARIONA

| ABRASION LOS ANGELES | | 207-2000 | | MTC E |
|----------------------|--------|----------|----------|-------|
| MUESTRA # | 1 | 2 | PROMEDIO | |
| GRADUACION | A | A | | |
| PESO INICIAL (g) | 5000 | 5000 | | |
| 1½" | 1" | 1250 | 1250 | |
| 1" | ¾" | 1250 | 1250 | |
| ¾" | ½" | 1250 | 1250 | |
| ½" | 3/8" | 1250 | 1250 | |
| 3/8" | ¼" | | | |
| ¼" | N°4 | | | |
| N°4 | N°8 | | | |
| PESO FINAL (g) | 3889.0 | 3889.0 | | |
| TOTAL DESGASTE (g) | 1111.0 | 1111 | | |
| % DESGASTE | 22.2 | 22.2 | 22.2 | |


 Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL