

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVO

TITULO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EMPLEANDO CEMENTOS ANDINO, INKA Y NACIONAL. DISTRITO DE CALLERÍA-PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO- DEPARTAMENTO DE UCAYALI

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, tiene como objetivo principal el establecer un estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional). Esta investigación surge por la iniciativa de proporcionar nuevas alternativas de diseño al sector constructivo y con ello solucionar importantes problemas relacionados al desarrollo sostenible de las ciudades, específicamente la ciudad de Pucallpa, aplicando nuevas tecnologías en el diseño de mezcla de los materiales constructivos, en este caso en particular del concreto, mediante nuevas dosificaciones del cemento. La metodología empleada consistirá en una población constituida por la producción del concreto por medio de los diseños de mezclas, empleando las distintas marcas de cemento ya mencionadas respecto a un desempeño de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (método del ACI-211) en la ciudad de Pucallpa, departamento de Ucayali. La muestra, serán todos los ensayos del concreto en su estado fresco (asentamiento, peso unitario, temperatura y contenido de aire), para los cuales se harán 18 pruebas en total, y en su estado endurecido (resistencia a la compresión y módulo de elasticidad), para las cuales se harán 54 probetas en total, que se van a realizar en el presente proyecto.

Palabras claves

Concreto , Diseño de mezclas de concreto , Propiedades físicas, Propiedades mecánicas, Cemento.

Abstract

The main objective of this investigative project is to establish a comparative study of the physical and mechanical properties of concrete using dosages of different brands of cement (Andino, Inka and Nacional). This research arises from the initiative to provide new design alternatives to the construction sector and thereby solve important problems related to the sustainable development of cities by applying new technologies in the mix design of construction materials, in this particular case of concrete, through new cement dosages. The methodology used consisted of a population constituted by the production of concrete by means of mix designs, using the different brands of cement already mentioned with respect to a performance of a concrete $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (method of ACI-211) in Pucallpa city, in the department of Ucayali. The sample Will be all the tests of the concrete in its fresh state (slump, unit weight, temperature and air content), for which 18 tests were made in total, and in its hardened state (compressive strength and modulus of elasticity). , for which 54 specimens will make in total, which will be carried out in this project.

Keywords

Concrete, Concrete Mix Design, physical properties, Mechanical properties, Cement.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. El problema de investigación

Hoy en día, el sector de la construcción tiene un constante crecimiento ya que, para el funcionamiento correcto y competitivo de la economía, la eficiencia en infraestructuras resulta fundamental. Según Construmatica (2018) hay que recordar que: en el ámbito de la construcción, es necesario ser consciente de que por cada metro cuadrado de vivienda a construir son necesarios más de 2000 kilos de insumos, la energía necesaria para llegar a producir dichos elementos que constituyen una vivienda puede compararse con hasta un tercio de media del consumo de la energía de una vivienda durante un intervalo de cincuenta años.

Uno de los insumos o materiales que se ha utilizado y se sigue utilizando en predominancia, es el denominado concreto, por el motivo de lograr altos límites de desempeño por su característica de versatilidad. Presenta diversas ventajas que lo hacen un material imprescindible como la resistencia a cargas, insumo local y disponibilidad alta, características estéticas que lo hacen flexible en su elaboración (Ceballos, 2017).

Sin embargo, a pesar de la alta resistencia a la compresión que presenta, resulta un material quebradizo, frágil y poco resistente a los efectos de la contracción; incluida la contracción plástica, que es el déficit de agua en la pasta de cemento cuando está fresca, (de ahí proviene la reducción de su volumen). Esto puede provocar fisuras en el dicho material y por tanto presentar un riesgo elevado de que agentes ambientales puedan infiltrarse en superficies que se encuentran expuestas, afectando la durabilidad y funcionalidad de las edificaciones (Meza et al., 2018).

Silva y Zumarán (2020) mencionan que en nuestro país se está dando un boom en el ámbito constructivo pero que, aunque la demanda de una cubierta es tan grande, hace falta mejores alternativas económicas, ya que familias enteras de bajos recursos se han visto imposibilitadas de tener un adecuado estilo de vida y con ello se origina la presencia de viviendas informales.

Ante ello, resultaría satisfactorio plantear nuevas tecnologías para la producción del concreto empleando nuevas dosificaciones de distintas marcas del cemento como el Andino, Inka y Nacional, para la elaboración de nuevos diseños de mezcla con el fin de compararlos y ver el que más adecuado resulte.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo se puede determinar cuál concreto resulta más adecuado para su aplicabilidad, empleando dosificaciones de cemento de distintas marcas como Andino, Inka y Nacional?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo se determinan las propiedades físicas de los agregados?
- ¿Qué parámetros se necesitan para llevar a cabo los diseños de mezcla del concreto?
- ¿Bajo qué parámetros se podrán determinar las características físicas de un concreto en su estado fresco?
- ¿Bajo qué parámetros se podrán determinar las características mecánicas de un concreto en su estado endurecido?
- ¿En qué medidas varían los diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional)?

II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

a) Justificación Técnica

A través de la presente investigación, se pretende optimizar en el concreto sus propiedades mecánicas, según, lo que establecen los ensayos de laboratorio mediante los resultados que se dan al emplear, en el diseño de mezcla, nuevas dosificaciones de cemento para la producción de concreto.

b) Justificación social

El interés respecto a la investigación en este ámbito se justifica por la iniciativa de proporcionar nuevas alternativas de diseño al sector constructivo y con ello solucionar importantes problemas relacionados al desarrollo sostenible de las ciudades, específicamente, en la ciudad de Pucallpa, aplicando nuevas tecnologías en el diseño de mezcla de los materiales constructivos, en este caso en particular del concreto, mediante nuevas dosificaciones del cemento.

c) Justificación económica

Mediante el planteamiento de las distintas alternativas de diseño de mezclas, se busca determinar con cuál marca de cemento se puede obtener una resistencia adecuada y que no escatime gastos elevados para la aplicabilidad del concreto.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis General

La evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional), permite determinar cuál resulta más adecuado para su aplicabilidad.

3.2. Hipótesis Específicas

- A través de los ensayos normativos respectivos, se determinan las propiedades físicas de los agregados.
- Por medio de las dosificaciones de distintas marcas de cemento como Andino, Inka y Nacional, se elaboran los diseños de mezcla del concreto.
- A través de los ensayos normativos respectivos, se determinan las propiedades físicas del concreto en su estado fresco
- A través de los ensayos normativos respectivos, se determinan las propiedades mecánicas del concreto en su estado endurecido.
- Con los resultados obtenidos en los ensayos respecto al comportamiento del concreto, empleando distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional), se establece un comparativo con las dosificaciones utilizadas.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Establecer un estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional).

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físicas de los agregados mediante los ensayos normativos respectivos.
- Elaborar diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional).

- Determinar las propiedades físicas del concreto, en su estado fresco, mediante los ensayos normativos respectivos.
- Determinar las propiedades mecánicas del concreto, en su estado endurecido, mediante los ensayos normativos respectivos.
- Evaluar y comparar los resultados obtenidos en los diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional).

V. ANTECEDENTES

5.1. Internacionales

Martínez (2016), realizó el estudio denominado “Análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del hormigón elaborado con diferentes marcas de cemento portland”. Dicha investigación es del tipo exploratoria, así como correlacional y descriptiva. Entre los resultados más importantes que se obtuvieron, se tiene que a los 7 días (Selvagre=145.98 kg/cm², Chimborazo =162.75 kg/cm², sol =166.79kg/cm² y Holcim=178.84 kg/cm²), 14 días (Selvagre=184.90 kg/cm², Chimborazo =193.83 kg/cm², sol =212.76kg/cm² y Holcim=198.31 kg/cm²) y a los 28 días (Selvagre=237.81 kg/cm², Chimborazo =241.92 kg/cm², sol =240.30kg/cm² y Holcim=240.10 kg/cm²). Respecto a lo que se concluye, se tiene que, según el tiempo de rotura de las probetas, la resistencia de las marcas de cemento que se han estudiado fue mejor; por lo que, a la edad de 28 días, la mejor resistencia que se obtuvo fue la correspondiente al diseño de mezcla elaborado con cemento Chimborazo.

Ponce y Tapia (2015), realizaron el informe investigativo denominado “Comportamiento de cementos ecuatorianos con humo de sílice y aditivo súper plastificante”, el cual tuvo como objetivo la evaluación de un concreto empleando cementos como Guapán IP, Holcim GU y Selva Alegre Plus; por medio de la adición de distintos porcentajes de humo sílices y aditivos del tipo super plastificante llamados Sikament N100 y Rheobuild 1000. Lo que se concluyó con esta investigación es que los componentes que se adicionan benefician en cierto modo a las marcas de cemento que se evalúan y que, sin incluir dichos componentes, el concreto fabricado con el cemento Holcim GU tuvo mejores resultados respecto a la resistencia a la compresión.

Cortes y Perilla (2014), realizaron el estudio denominado “Estudio Comparativo de las características físico – mecánicas de cuatro cementos portland tipo I”, el cual tuvo como objetivo el caracterizar y evaluar cuatro marcas de cemento Portland tipo I como Cemex, Holcim, Tequendama y Argos, a través de ensayos tanto físicos como mecánicos que cumplan con la normativa colombiana correspondiente (NTC). Mediante este informe se concluyó que mediante los ensayos realizados, la finura y la resistencia establecen una conexión por lo que se puede manifestar que la finura influye en las edades tempranas de las probetas más no necesariamente en las de mayor edad.

Eltawil et al. (2021), en la investigación “Properties of High Performance Concretes made of Black Sand at High Temperature”, evaluaron las propiedades del hormigón de alto rendimiento con gran porcentaje de peso. La metodología que emplearon fue el enfoque cuantitativo, así como el diseño del tipo experimental. Los resultados más importantes que se obtuvieron mostraron que la arena del tipo negro, es un componente constructivo prometedor; dado que las mezclas que presentan un 15% de este tipo de arena, evidencian una mejor relación respecto a las mezclas patrón. Se llegó a conclusión de que dicho componente muestra un impacto trascendente en las características de

resistencia al fuego en el hormigón de gran porcentaje de peso de rendimiento elevado, principalmente a 750 °C.

Li (2016), en su estudio denominado “Adaptabilidad del agente reductor de agua compuesto a diferentes cementos”, menciona que al emplear un agente a forma de reductor de agua en ensayos con tres distintos tipos de cemento: Jinrong, Qinling, Conch, se pudo cuantificar las propiedades físicas del concreto. Los resultados fueron al agregar una mayor cantidad de reductor con agua alifático, los tres cementos bajan la resistencia pre establecida, en el caso del cemento Jinrong disminuyo su tiempo de fraguado, obteniendo un mejor asentamiento en el caso del cemento Conch el periodo de fraguado es más extenso, pero con menor asentamiento. Se llega a concluir que la resistencia por compresión empleando cemento del tipo Jinrong es superior, pero no llega a variar al aplicar los cementos Conch y Qinling a manera de reductores.

Perilla (2014) , en su estudio llamado “Estudio comparativo de las características físico-mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo I” realizó un comparativo de los diversos cementos empleando la normativa correspondiente (NTC-121). La metodología que se ha empleado en esta investigación corresponde a la de tipo experimental. Los resultados determinaron que las marcas de cemento Cemex y Argos muestran una resistencia a la compresión alta a los tres días de edad, siendo el cemento Argos quien alcanza un mejor valor respecto al cemento Cemex. En conclusión, los valores de fineza de los cementos que se han analizado, cumplieron con los parámetros dados en la normativa (NTC 121), en donde el cemento Cemex es el que mejores resultados obtuvo respecto a los demás.

Siddika, Al Mamun & Ali (2018) en su investigación titulada “Study on concrete with rice husk ash” muestra una comparación del empleo de RHA como un elemento de sustitución parcial en las muestras de concreto. Dicho material, al contar en su diseño de mezcla con cenizas obtenidas de las cáscaras de arroz, cuenta una densidad acorde al peso. Asimismo, los diferentes tipos de resistencias que arrojan como resultados las muestras adicionadas con el 10% de RHA; ya sea compresión, tracción y flexión, demuestran que dicho diseño tiene una mayor eficiencia y la sostenibilidad con respecto a un concreto diseñado de forma ordinaria con cemento Portland.

Bheel et al. (2019) en su investigación titulada “Use of Rice Husk Ash as Cementitious Material in Concrete” tuvieron como principal objetivo el determinar las características del concreto cuando se encuentra en estado fresco (fluido) y endurecido (resistente a compresión y tracción) con dosificaciones del 5%, 10%, 15%, 20% en peso del RHA. Para ello, se emplearon 90 muestras de concreto constituidas en mitad de cubos y mitad de cilindros; las cuales, se elaboraron y curaron en edades de 7, 14 y 28 días, para así, de llegar a la resistencia necesaria de diseño de 28 N / mm², para posteriormente, ser probadas en UTM. Según los resultados, se demostró que las resistencias, tanto de compresión como tracción, incrementaron en 11.8% y 7.31%, respectivamente, en los especímenes de concreto al adicionarle RHA, al 10%, a los 28 días de edad.

Isberto et al. (2019) en su investigación titulada “Optimized preparation of rice husk ash (RHA) as a supplementary cementitious material” mencionan que, a lo largo de los años, para la producción de concreto se han empleado de manera amplia e integral a los materiales de cemento suplementarios (SCM). Es por ello, que mediante esta investigación se buscó desenvolver un proceso idóneo para el empleo de cenizas obtenidas de las cáscaras de arroz (RHA),

como reemplazo del cemento ordinario (Portland), en formar parcial. Para ello, los ensayos se hicieron adicionando RHA en proporciones de 5, 10, 15 y 20% para sustituir el ya mencionado material en su peso. Los resultados obtenidos fueron que con la dosificación del 10% de adición, es adecuado para mejorar la resistencia del mortero de cemento, y que con la adición entre el 15 y 20% de RHA en el concreto, se muestra una baja trabajabilidad.

Solai Mathi et al. (2021) en su investigación titulada "Experimental investigation on self compacting concrete with sisal fibre" sostuvieron como propósito el mejorar el rendimiento del hormigón autocompactante utilizando fibra natural (fibra de sisal). Las fibras naturales se utilizan para detener las grietas; las fibras pueden mantener la matriz unida incluso después de que una grieta está en progresión. Las fibras de sisal se toman de las hojas de la planta; el nombre botánico de la planta es aqua sisalana. Se determinó que las características del hormigón ya sea en estado endurecido o fresco con fibra de sisal reforzada SCC para diferentes porcentajes de adición de fibra se llevaron a cabo con una relación agua-cemento de 0,35; asimismo, los materiales fueron mezclados con 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,00%, 1,25% y 1,50%, sometiendo las muestras a pruebas de compresión, flexión y tracción dividida, considerando un período de curación de 7 días, 14 días y 28 días.

5.2. Nacionales

Gallo y Saavedra (2015), llevaron a cabo el informe investigativo denominado "Análisis comparativo del comportamiento de los concretos utilizando cemento blanco Tolteca y cemento gris Sol", en el cual se plantea determinar las propiedades de mayor trascendencia del concreto tanto en su estado fresco como endurecido por medio de una comparación de los cementos ya mencionados; donde en primer lugar se hizo el análisis de los agregados y posteriormente de los cementos siguiendo los procedimientos que indican tanto las normativas nacionales como internacionales. Esta investigación concluye que el cemento blanco Tolteca tiene un mejor comportamiento en el diseño de mezcla del concreto en relación al otro cemento en los distintos parámetros de peso unitario, consistencia, compacidad, trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión.

Fernández y Velarde (2015), llevaron a cabo el informe investigativo denominado "Estudio comparativo de la resistencia de los concretos empleando los cementos comerciales en Cusco", en el cual se plantea comparar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión en distintas edades, desde los 3 hasta los 28 días, entre los concretos desarrollados con las distintas dosificaciones de cemento empleadas. El resultado principal de esta investigación fue que el Cemento Portland tipo I por medio de la marca Sol, presenta una resistencia mayor en edades tempranas con respecto a los concretos obtenidos empleando cementos Yura tipo IP y tipo HE.

Acevedo y Martínez (2017), realizaron el estudio llamado "Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento Nacional comparado con el concreto dosificado con cemento Sol", en el cual establecieron una comparación entre las propiedades mecánicas y físicas del concreto empleando los cementos ya mencionados con el fin de definir su desempeño por medio de los ensayos normativos debidos. Entre los resultados más importantes se tiene que la resistencia a la compresión sigue una constante de que a menor relación a/c, es mejor el resultado de la dosificación en el cemento Nacional con respecto al cemento Sol; así mismo, se tiene que, en la resistencia a la flexión, la constante es que a mayor relación a/c, mejor es

el resultado de la dosificación del cemento Nacional respecto al cemento Sol. Como conclusión, se tiene que el cemento Nacional presenta mejoras en todas las propiedades tanto físicas como mecánicas al compararlo con el cemento Sol.

Fuentes y Peralta (2018), establecieron en su estudio denominado “Evaluación de las propiedades del concreto con cemento Pacasmayo, Inka y Mochica en edificaciones convencionales, Lambayeque”, que se van a evaluar las propiedades de dicho material con distintas marcas de cemento a partir del análisis de los agregados por medio del diseño de las mezclas para diversas dosificaciones. Entre los resultados más resaltantes se tiene que las propiedades en estado fresco de los concretos que se han elaborado se encuentran dentro de lo que establece la norma al igual que las de en estado endurecido, sobrepasando en 10% como máximo a la resistencia patrón. Se llega a la conclusión que la marca de cemento Inka muestra un mejor desempeño en relación a la marca Mochica para su trabajabilidad en edificaciones convencionales.

Gonzales y Mendoza (2016), propusieron el estudio “Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa”, el cual desarrolló un proceso experimental referenciado a la relación entre los concretos fabricados con cementos del tipo IP y el Tipo V en diferentes dosificaciones y con adición de cenizas del tipo volante provenientes de la central hidroeléctrica de ILO. Luego de llevar a cabo el estudio, se llegó a la conclusión de que, a los 56 días, los ensayos respecto a la resistencia a la compresión, llegan a aumentar en un promedio del 11% a través de la implementación de cenizas con dosificaciones entre el 10% y 20%.

Ruiz y Azañedo (2018), en su investigación “Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICO, MS Y UG”, propusieron determinar y analizar dichas propiedades empleando los cementos ya mencionados, para lo cual se empleó el mismo agregado para los diseños de mezcla que se lleguen a desarrollar, para posteriormente realizar los ensayos correspondientes. La metodología que la caracterizó fue que se trató de una investigación del tipo aplicada y con diseño no experimental. Los resultados que se obtuvieron fueron que el cemento Inka presentó una resistencia a la compresión media de 228.44 kg/cm², el cemento Mochica con una media de 278.75 kg/cm² y el cemento Quisqueya con una resistencia de 297.61 kg/cm². Se llegó a la conclusión que el cemento Inka fue el que tuvo mejor desempeño en el grupo ICO, el cemento Mochica en el grupo MS y el cemento Quisqueya en el grupo UG.

Chanco y Huaycha (2021), establecieron un “Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con cementos portland, adicionado y por desempeño-lca”, en donde se realizó un comparativo entre distintas marcas de cementos como el Yura tipo IP, Andino Ultra tipo HS, Inka tipo I respecto a un concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm². La metodología que la caracterizó fue que se trató de una investigación del tipo aplicada, enfoque cuantitativo y con diseño cuasiexperimental. Los resultados que se obtuvieron arrojaron que el empleo de cemento Portland en el concreto con adiciones de cemento Inka tipo I mostraron una resistencia de 338.62 kg/cm², el adicionado con Andino Ultra Tipo HS mostró un promedio de 307.99 kg/cm² y el adicionado con Yura Tipo IP arrojó 284.26 kg/cm². Se llegó a la conclusión de que la adición de este tipo de cementos mejora las propiedades

de uno de los componentes constructivos más convencionales: el concreto. Montero (2019), en su trabajo denominado “Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo”, propone evaluar los parámetros mecánicos del concreto al suplir las cenizas obtenidas de las cáscaras de arroz respecto al cemento, cuando se encuentre en sus estados tanto fresco como endurecido. Para ello, los patrones que se emplearon en el diseño fueron las resistencias de 175, 210 y 275 kg/cm², con adiciones de dichas cenizas entre el 10, 15 y 20% en probetas analizadas durante períodos de tiempo de 7, 14 y 28 días en base al manual del ACI.

5.3. Locales

Bustamante (2022), en su estudio “Análisis del diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento portland tipo I (Andino) y cemento portland tipo GU (APU), con agregados de la cantera Nueva Piura del distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali”, propuso determinar las propiedades principales del concreto en su estado fresco y endurecido. Su metodología estuvo basada en un diseño del tipo experimental por medio de ensayos de laboratorio. Los resultados arrojaron que con una relación de a/c de 0.547, no es posible llegar la resistencia de un concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm². Como conclusión se llegó a que al disminuir dicha relación a/c, ello conllevaría a que el concreto sea poco trabajable por lo que debería optarse por realizar estudio con otra clase de aditivos.

Navas y Vicente (2021), en su estudio “Análisis y determinación del porcentaje óptimo de aditivo tipo A, para un concreto $f'c=210$ kg/cm², empleando cemento tipo I, en la ciudad de Pucallpa”, tuvo como fin determinar una dosificación adecuada para uso en un concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm². Su metodología correspondió a una investigación con un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo y un diseño experimental. Entre los resultados obtenidos, se determinó que de todas las dosificaciones empleadas (desde 0.5% hasta 1.1%), la más adecuada fue la de 0.9% entre los dos tipos de procesos usados, dado que dicho concreto cumple con la resistencia patrón de 210 kg/cm² y con la resistencia que se requiere de 294 kg/cm². De igual forma, ello se da la posibilidad a un ahorro de S/29.86 por metro cúbico, lo cual llega a representar el 10.32% menos del costo generado por el concreto de diseño, es decir el que no tiene adiciones.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. El concreto

El concreto desde el punto de vista de Bos et al., (2022) es un material de construcción compuesto por cemento, agregado fino, agua y ocasionalmente fibras, también se sabe que el concreto debe cumplir con criterios particulares, como dosis porcentual, control de propiedades y monitoreo del proceso de fabricación, en contra posición para fabricar hormigón se combinan a partes iguales cemento, agua y áridos, por otro lado, se pueden agregar aditivos para hacer que el concreto sea más duradero o aislante, también, el concreto está hecho de arena, grava y cemento como aglutinante, en correspondencia el hormigón simplemente necesita agua para endurecerse cuando se mezcla, por lo que puede utilizarse bajo el agua.

6.1.1. Propiedades físicas

6.1.1.1. Asentamiento

El concreto en la opinión de Nayak et al., (2021) tiende a consolidarse después

de la instalación, vibración y acabado. Puede estar limitado por el refuerzo, un vertido previo de hormigón o el encofrado durante este tiempo, restricciones localizadas pueden generar cavidades y/o fracturas cercanas al factor imponente, el agrietamiento por asentamiento de agregados aumenta con el tamaño de la barra, aumentando el asentamiento del concreto y disminuyendo la cobertura, se debe elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en términos de sedimentación; se tendrán en cuenta la trabajabilidad prevista, las cualidades de los elementos estructurales y la facilidad de colocación y compactación del hormigón.

Respecto al procedimiento como primer paso está el Llenado, esta prueba requiere al menos 8 litros de hormigón, el molde se coloca sobre una placa de soporte horizontal limpia y húmeda, sin aceite ni grasa; durante el llenado, el operador se para en las escaleras para evitar el movimiento del molde, el molde se llena en tres etapas, recibiendo la primera capa 25 golpes de biela, la segunda 25 y la tercera 15 para evitar eventuales grietas, la capa más baja llena alrededor de $1/3$ del volumen total del cono, mientras que la capa intermedia llena aproximadamente $2/3$, debe llenarse por volumen, no por altura. Luego el Apisonado, inicialmente apisonar la capa inferior con la barra de apisonamiento ligeramente inclinada alrededor del perímetro, al apisonar las capas media y superior, la barra de apisonamiento debe alcanzar la capa subyacente (Liu & Zhang, 2022).

La última capa, desde la posición de Ivanova et al., (2022) debe apisonarse con un exceso de hormigón en el borde superior del molde, ya que los golpes de la varilla normalizadora compactarán el hormigón, la capa superior se enrasa y se limpia el hormigón derramado cerca del molde; luego del llenado, nivelado y limpieza, el molde se llena con las manos, sostenido por las manijas y sin remover el concreto, con ± 2 segundos; y el llenado y levantamiento del molde no debe tomar más de 2,5 minutos. Finalmente, la medición, después de elevar el molde, el hormigón moldeado (asiento) será inicialmente 5 mm más corto que el molde, se prueba el molde, se mide sobre su eje original, la fluidez puede estar determinada por el asentamiento global, los asentamientos variados requieren diferentes consistencias de hormigón, que deben tenerse en cuenta al hormigonar diferentes sistemas de construcción, esta regla especifica las siguientes características cualitativas basadas en el asiento del cono (en cm).

6.1.1.2. Peso Unitario

A juicio de Natkunarajah et al., (2022) determina el peso unitario compactado y la relación masa/volumen del árido, se aplica tanto a los agregados gruesos como a los finos, la única diferencia son los recipientes de medición, después de dividir la muestra en cuartos, haga lo siguiente: Pese el recipiente de medición vacío, llene el recipiente de medición hasta $1/3$ de su capacidad con el agregado en cuartos; apisonar la muestra con una varilla de acero lisa durante 25 golpes, distribuyéndolos adecuadamente a la forma del recipiente, llene el recipiente de medición $2/3$ de su capacidad con agregado, apisonar la muestra con una varilla de acero lisa durante 25 golpes, distribuyéndolos proporcionalmente a la forma del recipiente, es necesario se llene el recipiente de medición con agregado, luego se va a apisonar la muestra con una varilla de acero lisa durante 25 golpes, proporcionales a la forma del recipiente y usando una varilla de metal lisa, nivele el agregado adicional.

6.1.1.3. Temperatura

El concreto como lo hace notar Yuan et al., (2022) debe ser vertido a una temperatura no superior a 70°C con una pendiente máxima de 19°C para

garantizar la trabajabilidad del concreto, la temperatura del concreto no debe ser lo suficientemente alta como para inducir pérdida de asentamiento, fraguado instantáneo o juntas frías; además, no debe exceder los 32°C; por debajo de 300 °C, la influencia de la temperatura en la resistencia del hormigón es despreciable, pero por encima de 400 °C se produce una pérdida considerable de resistencia, alcanzando valores por debajo del 45 % de f'_c , con frecuencia se realizan mediciones de temperatura para asegurar que el hormigón se encuentra dentro de un rango de temperatura especificado, los requisitos típicos exigen una temperatura del concreto de 10 °C a 32 °C durante la colocación.

Como expresa Duan et al., (2022) para el procedimiento de medición de temperatura, el instrumento de medición de temperatura se sumerge al menos 75 mm en el hormigón recién mezclado, el concreto se aprieta suavemente alrededor del vacío creado por la inmersión del dispositivo hasta que se cierra; en concretos de alta temperatura o de gran tamaño, la temperatura del concreto se puede disminuir agregando agua fría o hielo al agua de mezcla, o rociando agua sobre las partículas; también conocido como martillo suizo o martillo Schmidt, su valor de rebote indica la dureza del material, los esclerómetros son el método de control de hormigón no destructivo más utilizado a nivel mundial.

6.1.1.4. Contenido de Aire

Con base en Das et al., (2022) el concreto contiene pequeñas burbujas esféricas de aire que están unidas únicamente por agujeros extremadamente pequeños a través de los cuales escapa el agua durante el secado y el curado, el contenido de aire del hormigón se determina utilizando el método de medición de aire a presión basado en la ley de Boyle; según la ley de Boyle, el volumen del gas es inversamente proporcional a la presión, el concreto expuesto a la humedad durante los ciclos de congelación y descongelación se beneficia enormemente de la incorporación de aire, el aire incorporado también ayuda a que el concreto resista el desprendimiento de la superficie por los productos químicos descongelantes.

La prueba de acuerdo con Aldaber et al., (2022) determina el contenido de aire aplicando presión, los métodos C138 (3.6) y C173 (3.6) especifican determinaciones gravimétricas y volumétricas, respectivamente; la proporción de aire en la muestra de hormigón se determina midiendo la caída del nivel del agua bajo presión, hay tres formas de evaluar el contenido total de aire en concreto nuevo: volumétrico, gravimétrico y de presión (ASTM C231-82, NCh 2184 Of92), la resistencia a la compresión se mide en libras-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades estadounidenses actuales o megapascuales. (MPa) en SI.

6.1.2. Propiedades Mecánicas

6.1.2.1. Resistencia a la compresión

La principal propiedad mecánica del concreto desde el punto de vista de Hameed et al., (2022) es la resistencia a la compresión, se representa en términos de tensión, comúnmente en kg/cm², MPa o libras por pulgada cuadrada (psi), dado que el cemento es el ingrediente más activo del hormigón, sus propiedades dentro de la mezcla tienen un impacto significativo en la resistencia del hormigón, sencillamente, cuanto más cemento se agrega, más fuerte es el concreto, la principal propiedad mecánica del hormigón es la resistencia a la compresión, se representa en términos de tensión, comúnmente en kg/cm², MPa o libras por pulgada cuadrada (psi).

En una prueba de compresión, en la opinión de Dabiri et al., (2022) la carga

más alta se divide por el área de la sección transversal original de la muestra, el concreto tiene una resistencia a la compresión de 150-500 kg/cm² (15-50 MPa), los concretos de alta resistencia pueden alcanzar los 2000 kg/cm² (200 MPa); en consecuencia, la resistencia del concreto está determinada por la resistencia de sus fases constituyentes: la pasta hidratada y endurecida (matriz), las partículas de agregado y el contacto matriz-agregado.

6.1.2.2. Módulo de Elasticidad

La elasticidad es la característica mecánica que permite que los materiales se deformen irreversiblemente cuando se someten a fuerzas externas, la deformación es un cambio en la forma o el tamaño de un cuerpo. La deformación de un material causada por una fuerza se detiene cuando se elimina la fuerza, el límite elástico es la deformación máxima de los materiales totalmente elásticos, si se supera este límite, las cualidades del material se alteran permanentemente, si la tensión del material supera las fuerzas cohesivas internas, se fractura y falla. El módulo de elasticidad de un material es la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria, mide la rigidez del material bajo una carga, el material tiene una característica elástica cuando la conexión entre el esfuerzo y la deformación unitaria es lineal, constante y no excede el límite de proporcionalidad (Zhang & Xu, 2022).

El módulo de elasticidad del hormigón es un parámetro mecánico que representa la capacidad del material para deformarse elásticamente, la primera fase es la zona elástica, donde la tensión y la deformación pueden variar de 0 a 40 a 45 por ciento de la resistencia a la compresión del hormigón, el módulo de elasticidad del hormigón, E_c , es un parámetro clave en el diseño y estudio de estructuras de hormigón armado, los valores propuestos en la Norma Sismorresistente (NSR-98) ahora se emplean en el diseño de estructuras; el módulo de Young es una cantidad que describe cómo se comporta un material elástico cuando se le aplica una fuerza, es una de las formas más utilizadas para probar la elasticidad de un material (Ispir, Ates, & Ilki, 2022).

6.1.3. Los Agregados

6.1.3.1. Definición

Los agregados ocupan entre el 65 y el 80 por ciento del volumen del concreto (por unidad cúbica), los agregados son una colección de partículas que pueden manipularse o procesarse; ellos, junto con el agua y el cemento, forman la trinidad de elementos necesarios para formar el hormigón, los agregados son fragmentos naturales o artificiales; son duros, resistentes, limpios y libres de polvo, y en determinadas situaciones deben eliminarse mediante una técnica adecuada, como el lavado, los agregados son piezas de piedra o granos que se agregan a una combinación para reducir su costo y mejorar sus propiedades, una de las cuales es la reducción de la contracción plástica (Tran, Dang, & Ho, 2022).

6.1.3.2. Clasificación por propiedades físicas de los agregados

- **Agregado bueno:** Desde la posición de Kheirbek et al., (2022) contribuye al logro de una alta resistencia, proporciona durabilidad tanto en ambiente interno como externo, y es resistente a los procesos de erosión y abrasión.

- **Agregado satisfactorio:** Así como ayudan al concreto a tener una resistencia moderada a la erosión y abrasión, también ayudan al concreto a tener una resistencia moderada a los procesos de erosión y abrasión (Mahmood & Patowary, 2022).

- **Agregado regular:** En circunstancias climáticas que ponen en peligro el hormigón, contribuyen moderadamente a la resistencia y abrasión del hormigón

(Chen & Jiao, 2022).

- **Agregado pobre:** Constituidos por materiales de mala calidad y que ofrecen una resistencia inadecuada al hormigón (Abdul, El-Zeadani, & Osman, 2022).

6.1.3.3. Propiedades químicas

La interacción química entre las partículas y el álcali en el cemento provoca esta categorización, los áridos inocuos no provocan una reacción química que dañe el hormigón; a menos que el cemento contenga menos de 0.6 por ciento de álcalis totales, los agregados indeseables dañan el concreto; el peso volumétrico, la resistencia, la resistencia a la abrasión y las propiedades térmicas de los agregados afectan la resistencia, el endurecimiento y la durabilidad del concreto (Chen & Jiao, 2022).

6.2. El cemento

A juicio de Zhang et al., (2022) el enlace químico del cemento y el agua forma un conglomerado, dándonos un material sólido y homogéneo; cuando el hormigón se refuerza con acero para reforzar su resistencia a los esfuerzos de compresión, pierde parte de su resistencia a la flexión, el cemento es un conglomerado hecho de piedra caliza y arcilla calcinada y en polvo que se endurece cuando se expone al agua, esta sustancia se utiliza en la industria de la construcción para unir ladrillos y cubrir paredes.

Como lo hace notar Bahari et al., (2021) el cemento es un polvo fino que se obtiene calentando piedra caliza, arcilla y mineral de hierro a 1450 °C, el principal componente del cemento es la cal calcinada, que se tritura finamente con yeso y otras adiciones químicas, el hormigón es posible gracias al cemento; el cemento es el encargado de combinar los áridos pétreos y la arena en una única composición uniforme, el concreto es un aglomerante para piezas de mampostería, una base para que los edificios resistan el peso y el movimiento, y tiene muchas aplicaciones que incluyen paredes, entrepisos, losas y estructuras ornamentales.

6.2.1. Propiedades

-Trabajabilidad:

Como expresa Zhang et al., (2022) la dificultad de mezclar, transportar, colocar y compactar el concreto, un hormigón que puede ser trabajado bajo circunstancias particulares de instalación y compactación es tal si estas condiciones se alteran, si el concreto es demasiado duro, no llenará las áreas alrededor del refuerzo y no fluirá hacia las esquinas y mostradores. las formas para producir una masa uniforme sin separación de elementos, aire atrapado, burbujas macroscópicas o bolsas de agua en el concreto.

-Estabilidad:

Con base en Zhu et al., (2022) el desplazamiento o flujo concreto sin estímulos externos, no es necesario buscar valores mínimos al comparar estas propiedades entre diseños que emplean sangrado y segregación.

-Movilidad:

Teniendo en cuenta Zhu et al., (2022) es la capacidad del hormigón para ser desplazado por un esfuerzo externo, en términos de viscosidad, cohesión y resistencia al corte interno, la resistencia al corte interno es proporcionada por la capacidad de las partículas del agregado para rotar y moverse dentro de la pasta.

-Aire atrapado:

Como dice Xu et al., (2022) es una cualidad que surge naturalmente cuando el aire se mezcla con el hormigón. El aire es un componente pasivo del hormigón que está presente sin haber sido diseñado. Las cualidades de los agregados

determinan el contenido de aire del concreto. Un mal método de mezclado podría agregar aire al concreto.

6.2.2. Tipos

Tipo 1: De acuerdo con Lin et al., (2022) es el cemento utilizado en proyectos de hormigón y albañilería donde no se requieren cualidades particulares, consta de, hormigón para clima frío para pavimentos y cimientos, a este cemento se le ha añadido hasta un 15% de puzolana, una sustancia derivada de arcilla calcinada, cenizas volcánicas o ladrillos triturados, la ventaja de usar esta sustancia en lugar del cemento es que retiene el agua, aumentando la adherencia, esto también retrasa el tiempo de fraguado, lo cual es útil para fregar un piso de concreto, en zonas calurosas o para colados masivos.

Tipo II: Desde el punto de vista de Lim et al., (2022) la moderada resistencia al ataque de los sulfatos hace que este cemento sea adecuado para situaciones exigentes, los sulfatos son sustancias químicas que se encuentran en las aguas subterráneas o en los suelos que dañan el concreto cuando entran en contacto, el cemento tipo II tiene menos del 8% de aluminato tricálcico (C3A), el cemento se expande, se astilla y se agrieta cuando los sulfatos en el suelo o el agua reaccionan con el C3A hidratado.

Tipo III: En la opinión de Li et al., (2022) este cemento se caracteriza por su desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda emplear cuando se quiera adelantar el desencofrado. Al fraguar, produce alto calor, por lo que es aplicable en climas fríos.

Tipo IV: Como afirma Li et al. (2022) es adecuado para vaciar cantidades ingentes de hormigón (hormigón en masa), como grandes presas de gravedad, cuando se debe reducir el aumento de temperatura provocado por el calor de endurecimiento.

Tipo V: Desde la posición de Li et al., (2022) se centra en la alta resistencia a la sal, adecuado para su uso en situaciones acuáticas o salinas. Estructuras, canales, sistemas de alcantarillado en contacto con suelo, ácidos o aguas subterráneas, piscinas o acueductos.

6.2.3. Requisitos de Calidad

6.2.3.1. Requisitos físicos

El cemento es el principal material de construcción y el elemento aglutinante del hormigón, sus cualidades físicas y químicas, que le confieren resistencia y durabilidad, pueden ser modificadas científicamente; en este sentido, el cemento debe cumplir con normas específicas a fin de eliminar riesgos de daños personales (muerte) y económico-materiales (destrucción o afectación de edificaciones); dependiendo del método de certificación, se podrán evaluar procesos, manuales de aseguramiento de la calidad, diseños y otros elementos, el sistema de control o gestión de la calidad del productor (Diario Oficial El Peruano, 2022).

También comprende la toma de muestras para pruebas de fábrica, de mercado o ambas, según el método de certificación, luego de la emisión del certificado de conformidad y el permiso para usar la marca de conformidad, se evaluará el sistema de garantía de calidad o el sistema de gestión de calidad del productor y se analizarán las muestras. muestras de la planta, del mercado o de ambos, según el proceso de certificación; los resultados deciden si se renovará o no la certificación (Diario Oficial El Peruano, 2022).

6.2.3.2. Requisitos químicos

No permisible cuando se especifique el límite alto de resistencia a los sulfatos, no aceptable cuando el cemento cumple el límite de calor de hidratación

requerido. Se permite exceder los valores de la hidratación para el contenido de SO₃ Silicato Tricálcico, siempre que se haya demostrado por el método de ensayo NTP 334.093:2016 o ASTM C1038/C1038M-19 que el cemento con aumento de SO₃ no desarrollará una expansión superior al 0,020% a los 14 días, cuando el fabricante provea cemento bajo esta condición, debe suministrar datos de respaldo al comprador (Comisión de la Comunidad Andina [CAN], 2022).

6.2.4. Marcas

-Cemento Andino:

Según el estudio de Huarcaya (2019) es uno de los más usados en el país, el cemento con características más desfavorables en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión es el "CEMENTO ANDINO TIPO I". Según la Unión Andina De Cementos [UNACEM] (2021) es el que tiene más baja resistencia a la compresión a los 28 días, es el cemento más utilizado por los maestros de obra y autoconstructores del país, es un cemento puzolánico, especial para zonas con alto contenido de salitre, es un cemento especializado de alta calidad, utilizado principalmente en obras donde se requiere concreto de alta resistencia al ataque de sulfatos.

-Cemento Inka:

Gran detalle que no se puede dejar pasar por alto, es que ya sea por buen precio, por buena calidad, porque se conoce a detalle el mercado peruano, o porque es 100% peruano, dentro de su composición se precisa como anti salitre y ultra resistente, también es ecológico (Cementos Inka, 2021).

-Cemento Nacional

Es un cemento Portland diseñado para todo tipo de estructuras y construcciones en general como: industrial, minería, infraestructura vial y construcciones de viviendas, contiene las proporciones adecuadas de clinker y yeso; que cumple con las exigencias especificadas según NTP 334.009 y ASTM C-150, dentro de sus propiedades está la dureza y la resistencia (Cemento Nacional, 2021).

6.3. Normativa

La Superintendencia o la autoridad autorizada podrá ordenar la prueba del material en cualquier etapa de la ejecución del proyecto para ver si cumple con la calidad prescrita. Los materiales y el concreto deben muestrearse y probarse de acuerdo con las normas NTP o ASTM. Respecto a los cementos, debe cumplir con los requisitos de las NTP: 334.009:2016 (Cemento Portland. Requisitos), 334.082:2016 (Cemento Portland. Requisitos de desempeño), 334.090:2016 (Cemento Portland adicionados. Requisitos). El cemento utilizado en la obra debe coincidir con el cemento utilizado para calcular la dosis de hormigón (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

Respecto a los agregados, deben cumplir con la NTP 400.037:2018 (Áridos para hormigón. Requisitos), se pueden usar agregados que no sean NTP 400.037:2018 si el Constructor puede demostrar a través de pruebas y experiencia práctica que crean concreto con la resistencia y durabilidad requeridas, se evaluará la posible reactividad álcali-sílice y se harán sugerencias de acuerdo con la NTP 239.700:2017 (Directrices para reducir el riesgo de reacciones nocivas de áridos alcalinos en el hormigón) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

Preferiblemente, el agua utilizada para preparar y curar el concreto debe ser potable, debe alinearse a la norma NTP 339.088:2014 (Agua de amasado utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos). Se puede utilizar agua no potable si cumple con los siguientes criterios: a) Está libre de niveles peligrosos de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otros compuestos que puedan afectar el concreto, el acero de refuerzo o los componentes empotrados. b) Las proporciones de la mezcla de concreto se seleccionan con base en pruebas usando agua de la fuente designada (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

Las adiciones químicas en pastas, morteros y hormigones deben estar certificadas por Supervisión y cumplir con la NTP 334.088:2015, se debe demostrar que el aditivo utilizado en el trabajo tiene la misma composición y comportamiento que el producto utilizado para establecer la dosis (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

6.4. Diseño de mezcla

La caracterización de los componentes del concreto ayuda a la formulación de mezclas y la optimización de la dosis, su objetivo es encontrar una mezcla que maximice las cualidades del concreto tanto en estado fresco como endurecido, el diseño de mezclas es el proceso de obtener las proporciones y los resultados óptimos para crear la fuerza deseada; los componentes deben usarse para producir una combinación que cumpla con los criterios estructurales y/o de durabilidad del proyecto, los criterios de diseño de la mezcla de concreto se basan tanto en ACI 211.1 como en ASTM C33, el proceso de seleccionar los ingredientes más adecuados y combinarlos de la manera más conveniente y económica, con el objetivo de obtener un producto trabajable y consistente mientras está fresco y se endurece para cumplir con los requisitos del diseñador o del plan (Demissew, 2022).

Las mezclas de concreto según Chao-Wei et al., (2022) deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos: No debe ocurrir en el encofrado segregación de agregado grueso, sangrado excesivo en la superficie del concreto o pérdida de homogeneidad de la mezcla, especialmente en esquinas y ángulos, así como alrededor del acero de refuerzo y las partes empotradas, la mezcla endurecida cumplirá con los planes y/o criterios de trabajo, y el costo de una unidad cúbica de concreto debe mantenerse al mínimo. Respecto a las características de la obra se debe conocer: supervisar la máxima relación agua/cemento, evaluar el tamaño máxima nominal del agregado, verificar el asentamiento, evaluar el mínimo contenido de cemento, evaluar el espaciamiento del acero de refuerzo y se evalúan las condiciones estructurales. Respecto de las características de los materiales a conocer antes de diseñar, según Kurda et al., (2022) se tiene: la granulometría, el módulo de finura de la arena, el tamaño máximo del agregado grueso, el análisis del % de absorción, el % de humedad, es preciso verificar el peso específico de los cementos y se precisa la evaluación del PUC y PUS de los agregados. En cuanto a la secuencia para la dosificación de mezclas de concreto: elección del asentamiento, elegir el tamaño máximo nominal y estimar el contenido de aire.

VII. METODOLOGÍA

7.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizará en el distrito de Callería, perteneciente a la provincia de coronel Portillo- departamento de Ucayali.

7.2. Población y tamaño de muestra

Población.

La población o universo tomado para la investigación es la producción del concreto, por medio de los diseños de mezclas, empleando distintas marcas de cemento como el Andino, Inka y Nacional respecto a un desempeño de un concreto $f'c=210$ kg/cm² (método del ACI-211) en el departamento de Ucayali. Población es un grupo de sujetos u objetos con características definitorias diversas. Por consiguiente, el investigador definirá la población en el supuesto de que todos los miembros o elementos tengan diferente valor como fuentes de información.

Muestra

La muestra son todos los ensayos del concreto en su estado fresco (asentamiento, peso unitario, temperatura y contenido de aire) y en su estado endurecido (resistencia a la compresión y módulo de elasticidad) que se van a realizar en el presente proyecto.

7.3. Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

a) Diseño de muestreo

El muestreo a emplearse en este proyecto investigativo es no probabilístico del tipo aleatorio simple; dado que cada elemento tiene distintas posibilidades de resultados.

Para los ensayos del concreto en su estado fresco, se utilizarán como muestra a 18 pruebas en total para determinar el asentamiento, peso unitario, temperatura y contenido de aire del concreto.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

a) Técnicas

- **Observación:** Esta técnica es aplicada para el registro, de una manera minuciosa y experimentada, del material que se ha percibido. Se debe colocar las descripciones de lo observado de manera escrita lo más rápido que se pueda, ya que, no siempre se tiene un objeto que sirva para anotar en el momento que se requiera.

- **Análisis de la documentación:** Son los lineamientos o parámetros establecidos por la normativa nacional e internacional en libros, informes o artículos acerca de la metodología a emplear para llevar a cabo el adecuado proceso o desarrollo de los ensayos y diseños de mezcla de los elementos que se van a analizar.

b) Instrumentos

- **Ficha de observación:** Se empleará este instrumento para elaborar sistemas organizativos y clasificar la información recolectada de los diversos ensayos que se han llevado a cabo. Es decir, es una manera de guía resumen de lo que se ha observado por la persona que ha hecho la investigación, anotando lo más relevante.

- **Formatos del análisis de la documentación:** Respecto a los

formatos que se utilizarán en los ensayos a realizar, procesos y cálculos en todo este informe investigativo se tiene a las normativas internacionales ASTM y ACI, y las nacionales correspondientes a la NTP y el RNE.

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

- **Variable independiente:** Cementos marca “Andina”, “Inka” y “Nacional”
- **Variable dependiente:** Propiedades del concreto

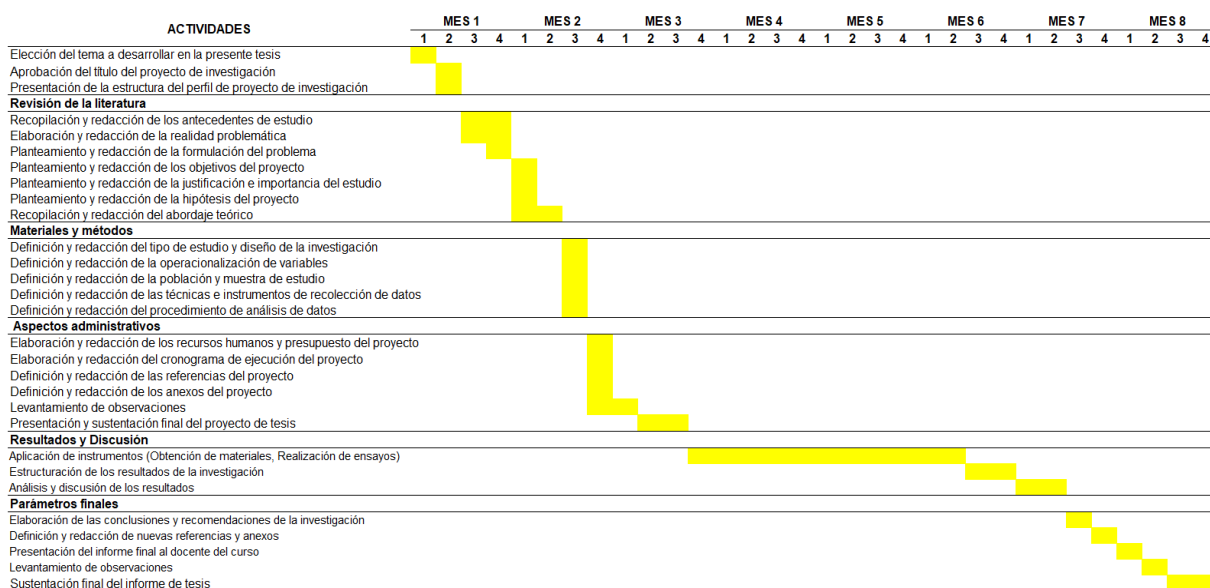
d) Aplicación de prueba estadística inferencial.

Para la prueba estadística inferencial se utilizará la prueba análisis de varianza (ANOVA) con el fin de identificar primero si es que hay efecto en al menos uno de los ensayos. Posterior a ello, se realizará una prueba post hoc para verificar cuál es el ensayo que arroja mejores resultados.

7.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

Objetivos específicos	Instrumentos
Determinar las propiedades físicas de los agregados mediante los ensayos normativos respectivos.	Ensayos normados (NTP)
Elaborar diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional).	Fichas técnicas
Determinar las propiedades físicas del concreto, en su estado fresco, mediante los ensayos normativos respectivos.	Ensayos normados (NTP /ASTM)
Determinar las propiedades mecánicas del concreto, en su estado endurecido, mediante los ensayos normativos respectivos.	Ensayos normados (NTP /ASTM)
Evaluar y comparar los resultados obtenidos en los diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional).	Fichas técnicas

VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



VII. PRESUPUESTO

RECURSOS DISPONIBLES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					S/1,156.00
MEMORIA USB DE 16 GB	Und.	1	S/20.00	S/20.00	
ÚTILES DE ESCRITORIO (CALCULADORA, LIBRETA DE CAMPO, LAPICEROS, ETC)	Glb.	1	S/300.00	S/300.00	
PAPEL BOND A4 - 80 gr.	Millar	2	S/13.00	S/26.00	
CD	Und.	10	S/1.00	S/10.00	
TINTAS PARA IMPRESIONES	Glb.	4	S/75.00	S/300.00	
USADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA (AGREGADOS, AGUA, CEMENTO, CENIZAS DE ORYZA SATIVA, FIBRAS DE CABUYA)	Glb.	1	S/500.00	S/500.00	
ENSAYOS DE AGREGADOS Y CONCRETO					S/1,320.00
ENSAYOS DE LOS AGREGADOS	Glb.	1	S/600.00	S/600.00	
ASENTAMIENTO / TEMPERATURA / CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Glb.	1	S/90.00	S/90.00	
PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Glb.	1	S/90.00	S/90.00	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	Glb.	1	S/270.00	S/270.00	
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	Glb.	1	S/270.00	S/270.00	
ALQUILER DE EQUIPOS Y/O ADQUISICIÓN DE EQUIPOS MENORES					S/4,876.00
LAPTOP PORTÁTIL	Und.	1	S/3,000.00	S/3,000.00	
ESCRITORIO	Und.	1	S/150.00	S/150.00	
CELULAR CON BUENA RESOLUCIÓN DE CÁMARA	Und.	1	S/1,000.00	S/1,000.00	
IMPRESORA MULTIFUNCIONAL	Und.	1	S/550.00	S/550.00	
GUANTES	Par.	3	S/2.00	S/6.00	
LENTE	Par.	1	S/20.00	S/20.00	
ZAPATOS PUNTA DE ACERO	Par.	1	S/50.00	S/50.00	
MASCARILLAS	Und.	10	S/2.50	S/25.00	
POMO DE ALCOHOL	Und.	5	S/5.00	S/25.00	
CHALECO	Und.	1	S/20.00	S/20.00	

WINCHAS	Und.	1	S/30.00	S/30.00
SERVICIO DE TERCEROS				S/365.00
SERVICIO DE INTERNET	Mes	1	S/60.00	S/60.00
ENERGÍA ELÉCTRICA	Mes	1	S/40.00	S/40.00
SERVICIO DE CELULAR	Mes	1	S/40.00	S/40.00
IMPRESIONES MENORES	Und.	500	S/0.20	S/100.00
FOTOCOPIAS	Und.	50	S/0.10	S/5.00
ANILLADOS	Und.	6	S/5.00	S/30.00
ARCHIVADORES	Und.	6	S/15.00	S/90.00
VIATICOS Y ASIGNACIONES				S/350.00
PASAJES	Glb.	1	S/250.00	S/250.00
ALIMENTACIÓN EVENTUAL	Glb.	1	S/100.00	S/100.00
TOTAL FINAL				S/. 8,067.00

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abdul, M. Y., El-Zeadani, M., & Osman, S. A. (2022). Physical and Mechanical Properties of Concrete using Recycled Clay Bricks as Coarse Aggregate. American Journal of Engineering and Applied Sciences, 25(1), 88-100. Obtenido de <https://thescipub.com/abstract/ajeassp.2022.88.100>
- Acevedo, W., & Martínez, W. (2017). Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento "Nacional" comparado con el concreto dosificado con cemento "Sol". Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Adaher, R. A., Khazaly, A. I., Almahbobi, S. A., & Jabal, Q. A. (2022). Reducing the Effect of Air Pollution due to Cement Production by Using Low Cement Content Concrete with same or more Efficiency with Normal Concrete. 895(1), 50-58. Obtenido de <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.895.50>
- Bahari, A., Sadeghi-Nik, A., Ahmed, R., Sadeghi-Nik, A., E., C.-P., Mirshafiei, E., & Roodbari, M. (2021). Experimental studies on rheological, mechanical, and microstructure properties of self-compacting concrete containing perovskite nanomaterial. Structural Concrete Journal of the fib, 23(1), 564-578. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/suco.202000548>
- Bheel, N., Abro, A. W., Shar, I. A., Dayo, A. A., Shaikh, S., & Shaikh, Z. H. (2019). Use of Rice Husk Ash as Cementitious Material in Concrete. Engineering, Technology & Applied Science Research, 9(3), 4209-4212. doi:10.48084/etasr
- Bos, F., Menna, C., Pradena, M., Kreiger, E., Da Silva, W., Rehman, A., . . . Mechtcherine, V. (2022). The realities of additively manufactured concrete structures in practice. Cement and Concrete Research, 156(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884622000370>
- Bustamante, E. (2022). Análisis del diseño de concreto f'c=210 kg/cm2 con cemento portland tipo I (Andino) y cemento portland tipo GU (APU), con agregados de la cantera Nueva Piura del distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.
- Cemento Nacional. (2021). Sitio principal Cemento Nacional. Obtenido de Cemento Nacional: <http://www.cementonacional.com.pe/>
- Cementos Inka. (2021). Página principal. Obtenido de Cementos Inka: <http://www.cementosinka.com.pe/>
- Chanco, A., & Huaycha, H. (2021). Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 elaborado con cementos portland, adicionado y por desempeño, Ica. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Chao-Wei, T., Chiu-Kuei, C., & Lee-Woen, E. (2022). Mix Design and

Engineering Properties of Fiber-Reinforced Pervious Concrete Using Lightweight Aggregates. *Applied Sciences*, 12(1). Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/1/524>

Chen, X., & Jiao, C. (2022). Microstructure and physical properties of concrete containing recycled aggregates pre-treated by a nano-silica soaking method. *Journal of Building Engineering*, 51(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022200376X>

Comisión de la Comunidad Andina [CAN]. (21 de enero de 2022). Decreto Supremo N° 001-2022-PRODUCE. Obtenido de Comisión de la Comunidad Andina [CAN]: <https://actualidadgubernamental.pe/norma/decreto-supremo-001-2022-produce/84208acb-a00f-4330-b066-836ee0382abe>

Construmatica. (Febrero de 2018). Impactos Ambientales en el Sector de la Construcción. España. Obtenido de www.construmatica.com/trabajo18/esp.dksjhi/Arti.dli.

Cortes, E., & Perilla, J. (2014). Estudio Comparativo de las características físico – mecánicas de cuatro cementos portland tipo I. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Dabiri, H., Kioumars, M., Kheyroddin, A., Kandiri, A., & Sartipi, F. (2022). Compressive strength of concrete with recycled aggregate; a machine learning-based evaluation. *Cleaner Materials*, 3(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772397622000041>

Das, A., Song, Y., Mantellato, S., Wangler, T., Lange, D., & Flatt, R. (2022). Effect of processing on the air void system of 3D printed concrete. *Cement and Concrete Research*, 156(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884622000801>

Demissew, A. (2022). Comparative Analysis of Selected Concrete Mix Design Methods Based on Cost-Effectiveness. *Advances in Civil Engineering*, 1(1). Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/ace/2022/4240774/>

Diario Oficial El Peruano. (2022). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico utilizado en Edificaciones y Construcciones en General. Obtenido de Diario Oficial El Peruano: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-tecnico-sobre-ceme-decreto-supremo-n-001-2022-produce-2032505-2/>

Duan, Y., Wang, Q., Yang, Z., Cui, X., Liu, F., & Chen, H. (2022). Research on the effect of steam curing temperature and duration on the strength of manufactured sand concrete and strength estimation model considering thermal damage. *Construction and Building Materials*, 325(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821032694>

Eltawil, K., Tahwia, A., Mahdy, A., & Abdelraheem, A. (2021). Properties of HighPerformance Concretes made of Black Sand at High Temperature. *Civil Engineering Journal*, 24-39. doi:10.28991/cej-2021-03091634

Fernández, K., & Velarde, G. (2015). Estudio comparativo de la resistencia de los concretos empleando los cementos comerciales en Cusco. Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Fuentes, E., & Peralta, N. (2018). Evaluación de las propiedades del concreto con cemento Pacasmayo, Inka y Mochica en edificaciones convencionales, Lambayeque. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.

Gallo, F., & Saavedra, A. (2015). Análisis comparativo del comportamiento de los concretos utilizando cemento blanco Tolteca y cemento gris Sol. Lima: Universidad San Martín de Porres.

- Gonzales, P., & Mendoza, I. (2016). Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- Hameed, M., Abbas, M., Al-Ansari, N., & Alomar, M. (2022). Predicting Compressive Strength of Concrete Containing Industrial Waste Materials: Novel and Hybrid Machine Learning Model. *Advances in Civil Engineering*, 1(1). Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/ace/2022/5586737/>
- Huarcaya, A. (2019). Análisis de las propiedades físico mecánicas de cementos Pórtland Tipo 1 en Lima Metropolitana. Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1966>
- Isberto, C. D., Labra, K. L., Landicho, J. M., & De Jesús, R. (2019). Optimized preparation of rice husk ash (RHA) as a supplementary cementitious material. *International Journal of GEOMATE*, 16(57), 56-61. doi:10.21660/2019.57.4628
- Ispir, M., Ates, A., & Ilki, A. (2022). Low strength concrete: Stress-strain curve, modulus of elasticity and tensile strength. *Structures*, 38(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012422000182>
- Ivanova, I., Ivaniuk, E., Bisetti, S., Nerella, V., & Mechtcherine, V. (2022). Comparison between methods for indirect assessment of buildability in fresh 3D printed mortar and concrete. *Cement and Concrete Research*, 156(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884622000552>
- Kheirbek, A., Ibrahim, A., Asaad, M., & Wardeh, G. (2022). Experimental Study on the Physical and Mechanical Characteristics of Roller Compacted Concrete Made with Recycled Aggregates. *Infrastructures*, 7(54), 1-10. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2412-3811/7/4/54>
- Kurda, R., Salih, A., Shakor, P., Saleh, P., Alyousef, R., Ahmed, H., & Aslami, F. (2022). Mix design of concrete: Advanced particle packing model by developing and combining multiple frameworks. *Construction and Building Materials*, 320(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821039490>
- Li, C., Geng, H., Zhou, S., Dai, M., Sun, B., & Li, F. (2022). Experimental Study on Preparation and Performance of Concrete With Large Content of Fly Ash. *Front. Mater.*, 1(1). Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2021.764820/full>
- Li, T. (2016). Adaptabilidad del agente reductor de agua compuesto a diferentes cementos. Weinan: Universidad Normal de Weinan.
- Lim, S., Lee, Y., Yew, M., Wei, W., Lee, F., Kwong, K., & Lim, J. (2022). Mechanical Properties of Lightweight Foamed Concrete With Ceramic Tile Wastes as Partial Cement Replacement Material. *Front. Built Environ.*, 1(1). Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2022.836362/full>
- Liu, C., & Zhang, M. (2022). Multiscale modelling of ionic diffusivity in unsaturated concrete accounting for its hierarchical microstructure. *Cement and Concrete Research*, 1-156. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884622000576>
- Mahmood, R., & Patowary, F. (2022). Effect of Local Coarse Aggregate Type on Concrete Mechanical Properties in Bangladesh. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 11(4), 104-107. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/359699370_Effect_of_Local_Coarse_Aggregate_Type_on_Concrete_Mechanical_Properties_in_Bangladesh
- Martínez, L. (2016). Análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del hormigón elaborado con diferentes marcas de cemento portland.

Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2019). Norma E.060 Concreto Armado. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Obtenido de

<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

Montero Flores, S. Y. (2019). Evaluación de propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.

Natkunarah, K., K., M., Maheswaran, S., Lothenbach, B., Amarasinghe, D., & Attygalle, D. (2022). Analysis of the trend of pH changes of concrete pore solution during the hydration by various analytical methods. *Cement and Concrete Research*, 156(1). Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008884622000710>

Navas, J., & Vicente, K. (2021). Análisis y determinación del porcentaje óptimo de aditivo tipo A, para un concreto $f'c=210$ kg/cm², empleando cemento tipo I, en la ciudad de Pucallpa. Pucallpa: Universidad de Ucayali.

Nayak, C., Taware, P., Jagadale, U., Jadhav, N., & Morkhade, S. (2021). Effect of SiO₂ and ZnO Nano Composites on Mechanical and Chemical Properties of Modified Concrete. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 1(1), 1-11. doi:<https://doi.org/10.1007/s40996-021-00694-9>

Perilla, C. (2014). Estudio comparativo de las características físico-mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo I. Granada: Universidad Militar de Nueva Granada.

Ponce, R., & Tapia, V. (2015). Comportamiento de cementos ecuatorianos con humo de sílice y aditivo súper plastificante. Quito: Universidad San Francisco de Quito USFQ.

Ruiz, R., & Vasallo, M. (2018). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICO, MS Y UG. Trujillo: Universidad Privada del Norte.

Siddika, A., Al Mamun, A., & Ali, H. (2018). Study on concrete with rice husk ash. *Innovative Infrastructure*, 3, 1-9. doi:[10.1007/s41062-018-0127-6](https://doi.org/10.1007/s41062-018-0127-6)

Silva Alfaro, J., & Zumaran Robles, W. (2020). Materiales sostenibles en la construcción sostenibles de viviendas: Revisión Sistemática entre 2009-2019. Trujillo: Universidad Privada del Norte.

Solai Mathi, S., Karthikeyan, S., Johnpaul, V., Riyas, P. R., Chidambaram, N., & Vegumathi, M. (2021). Experimental investigation on self compacting concrete with sisal fibre. *Materials Today: Proceedings*. doi:[10.1016/j.matpr.2020.10.1011](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.1011)

Tran, V., Dang, V., & Ho, L. (2022). Evaluating compressive strength of concrete made with recycled concrete aggregates using machine learning approach. *Construction and Building Materials*, 323(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822002707>

Unión Andina De Cementos [UNACEM]. (2021). Preguntas frecuentes. Obtenido de Unión Andina De Cementos [UNACEM]: https://www.unacem.com.pe/?page_id=160

Xu, Y., Yuan, Q., Dai, X., & Xiang, G. (2022). Improving the freeze-thaw resistance of mortar by a combined use of superabsorbent polymer and air entraining agent. *Journal of Building Engineering*, 52(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710222004843>

Yuan, J., Huang, Y., Yan, J., Wu, F., Du, F., Lu, X., . . . Lu, L. (2022). Variation of



durability and physical performance of barium-calcium phosphoaluminate cement exposed to high temperature. Journal of Building Engineering, 50(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710222002066>

Zhang, B., Ahmad, W., Ahmad, A., Aslam, F., & Joyklad, P. (2022). A scientometric analysis approach to analyze the present research on recycled aggregate concrete. Journal of Building Engineering, 46(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221015370>

Zhang, B., Feng, Y., Xie, J., He, J., Yu, T., Cai, C., & Huang, D. (2022). Compressive behaviours, splitting properties, and workability of lightweight cement concrete: The role of fibres. Construction and Building Materials, 320(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821039684>

Zhang, Y., & Xu, X. (2022). Modulus of elasticity predictions through LSBoost for concrete of normal and high strength. Materials Chemistry and Physics, 283(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0254058422003133>

Zhu, Y., Longhi, M., Wang, A., Hou, D., Wang, H., & Zhang, Z. (2022). Alkali leaching features of 3-year-old alkali activated fly ash-slag-silica fume: For a better understanding of stability. Composites Part B: Engineering, 230(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359836821008362>

IX. ANEXO

Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología
¿Cómo se puede determinar cuál concreto resulta más adecuado para su aplicabilidad, empleando dosificaciones de cemento de distintas marcas como Andino, Inka y nacional?	Establecer un estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado o con distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional), permite determinar cuál resulta más adecuado para su aplicabilidad.	La evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado o con distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional), permite determinar cuál resulta más adecuado para su aplicabilidad.	Independiente: Cementos marca "Andina", "Inka" y "Nacional"	Dosificación Cemento Andina	Peso específico - Cemento Andina	Kg/m ³	1. <u>Enfoque de Investigación:</u> Cuantitativo 2. <u>Tipo de Investigación:</u> Aplicativo 3. <u>Nivel de Investigación:</u> Explicativo 4. <u>Diseño de Investigación:</u> Cuasi-Experimental 5. <u>Método:</u> Inductivo 6. <u>Población:</u> La producción del concreto, por medio de los diseños de mezclas, empleando distintas marcas de cemento como el Andino, Inka y Nacional respecto a un desempeño de un concreto $f'c=210$ kg/cm ² (método del ACI-211) en el departamento de Ucayali. 7. <u>Muestra:</u>
				Dosificación Cemento Inka	Peso específico - Cemento Inka	Kg/m ³	
				Dosificación Cemento Nacional	Peso específico - Cemento Nacional	Kg/m ³	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dependiente: Propiedades del concreto	Concreto en Estado Fresco	Asentamiento	Pulg.	
¿Cómo se determinan las propiedades físicas de los agregados?	Determinar las propiedades físicas de los agregados mediante los ensayos normativos respectivos.	A través de los ensayos normativos respectivos, se determinan las propiedades físicas de los agregados.			Peso Unitario	Kg/m ³	
¿Qué parámetros se necesitan para llevar a cabo los diseños de mezcla del concreto?	Elaborar diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional).	Por medio de las dosificaciones de distintas marcas de cemento como Andino, Inka y Nacional, se elaboran los diseños de mezcla del concreto.			Temperatura	°C	
¿Bajo qué parámetros	Determinar las	A través de los			Contenido de Aire		



se podrán determinar las características físicas de un concreto en su estado fresco?	propiedades físicas del concreto, en su estado fresco, mediante los ensayos normativos respectivos.	ensayos normativos respectivos, se determinan las propiedades físicas del concreto en su estado fresco			%	Todos los ensayos del concreto en su estado fresco (asentamiento, peso unitario, temperatura y contenido de aire) y en su estado endurecido
¿Bajo qué parámetros se podrán determinar las características mecánicas de un concreto en su estado endurecido?	Determinar las propiedades mecánicas del concreto, en su estado endurecido, mediante los ensayos normativos respectivos.	A través de los ensayos normativos respectivos, se determinan las propiedades mecánicas del concreto en su estado endurecido.			Kg/cm ²	(resistencia a la compresión y módulo de elasticidad) que se van a realizar en el presente proyecto.
¿En qué medidas varían los diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional)?	Evaluar y comparar los resultados obtenidos en los diseños de mezclas empleando dosificaciones de distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional).	Con los resultados obtenidos en los ensayos respecto al comportamiento del concreto, empleando distintas marcas de cemento (Andino, Inka y Nacional), se establece un comparativo con las dosificaciones utilizadas.	Concreto en Estado Endurecido		Kg/cm ²	Módulo de Elasticidad