

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

**Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto
 $f'c=280$ kg/cm² utilizando agregado grueso del río Pampas y cantera de la
provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023**

Asesor:

Mag. Joseli Ortiz, William

Autor:

Obregon Velasque, Romel

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Andahuaylas – Apurímac – Perú

2024

Acta de sustentación



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N°013-2024-EPIC-FI- UTEA- SA

Reunidos el Jurado Evaluador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- | | |
|---|--------------|
| ➤ MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL | PRESIDENTE |
| ➤ Ing. ALTAMIRANO CAMACHO, Mauro Samuel | DICTAMINANTE |
| ➤ Ph.D. VÁZQUEZ RAMÍREZ, Abbon | REPLICANTE |

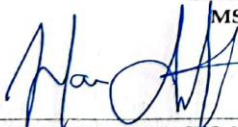
y el (la) postulante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (a) CIVIL,
Bachiller: **OBREGÓN VELASQUE, Romel con código de matrícula N°202102223-G.**

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado mediante resolución de consejo Universitario N°1870-2023-UTEA-CU, de fecha 03 de julio del 2023, respecto a la sustentación de tesis, para optar al título profesional de Ingeniero Civil.

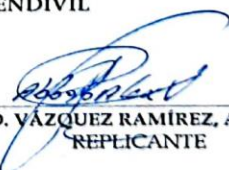
SUSTENTACIÓN DE TESIS titulado: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f_c = 380 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023", habiendo aprobado con la nota de once (11).

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 264.

Abancay, 17 de abril 2024.


Ing. ALTAMIRANO CAMACHO, Mauro Samuel
DICTAMINANTE


MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL
PRESIDENTE


Ph.D. VÁZQUEZ RAMÍREZ, Abbon
REPLICANTE

Reporte de similitud



Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso del Rio Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	3 %	11 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5 %
2	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	2 %
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1 %
4	idoc.pub Fuente de Internet	1 %
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
6	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1 %
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %

Metadatos

Datos del autor		
Apellidos y nombres	:	Obregón Velasque, Romel
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	42877973
URL ORCID	:	
Datos del asesor		
Apellidos y nombres	:	Mag. Joseli Ortiz, William
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	43185612
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0002-7632-7902
Datos de investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la infraestructura para el desarrollo Sostenible.
Rango de años en que se realizó la Investigación	:	2023 – 2024
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	:	21% con depósito
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

En primer lugar, dedico mi tesis a Dios por ser mi guía y darme fortaleza en este arduo camino para culminar con éxito mis estudios universitarios.

En segundo lugar, a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Esta tesis se las dedico con todo mi amor y cariño.

En tercer lugar, a mis profesores y en especial a mi asesor, por compartir sus conocimientos y dedicación para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis. Sin su ayuda valiosa no hubiera sido posible culminar esta investigación.

Finalmente, a la prestigiosa Universidad Tecnológica de los Andes y a todos los que fueron parte de este proceso. Hoy no termina mi camino, sino que comienza una nueva etapa llena de aprendizaje y retos por delante. ¡Muchas gracias!

Agradecimiento

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a DIOS por ser mi guía y fortaleza en este arduo camino y permitirme culminar con éxito mis estudios de pregrado.

A mi familia por brindarme su apoyo incondicional, consejos y motivación constante que me han llevado hasta donde estoy ahora. Son mi inspiración y este logro también es de ustedes.

A mi estimado asesor de tesis, Mag. William Joseli Ortiz por la orientación y enseñanzas brindadas a lo largo de esta investigación, su paciencia y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Le estaré siempre agradecido por compartir conmigo sus amplios conocimientos y experiencia.

Finalmente, a la universidad por abrirme las puertas, a sus excelentes docentes, que siempre estuvieron dispuestos a guiarme durante estos años de estudio.

Resumen

El estudio realizado tuvo como fin analizar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando agregado grueso del rio Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023. Presentó una metodología con diseño experimental y enfoque cuantitativo, estuvo conformada su muestra por 24 especímenes de concreto. Los resultados demostraron que el módulo de fineza del agregado estuvieron permitidos por los parámetros establecidos normativamente, el asentamiento fue de 4", el diseño de mezcla para la cantera rio Pampas fue de 1:1.80:2.41 y de la cantera Altamirano fue de 1:2.60:2.46, la resistencia a la compresión demostró que, a los 28 días, los ejemplares que fueron hechos con los agregados sustraídos de la cantera rio Pampas cumplieron con lo establecido en la norma comparado con los especímenes realizados con los áridos que se extrajeron de la otra cantera, teniendo una diferencia de un 20% mayor; la abrasión obtuvo un promedio de 14% para la cantera Altamirano y 16% para rio Pampas. Se concluyó mostrando que la cantera que posee agregados adecuados frente al ensayo a la compresión, es la de rio Pampas.

Palabras clave: Cantera, agregado, diseño de mezcla, resistencia a la compresión, abrasión.

Abstract

The othesis this research was to comparatively analyze the compressive strength of a concrete $f'c=280$ kg/cm² using coarse aggregate from the Pampas River and quarry from the province of Andahuaylas, Apurímac 2023. It presented a methodology with experimental design and quantitative approach. their sample consisted of 24 concrete specimens. The results showed that the fineness and aggregate modulus were within the permissible limit, the settlement was 4", the mix design for the río Pampas quarry was 1:1.80:2.41 and for the Altamirano quarry it was 1:2.60:2.46, the compressive strength showed that, after 28 days, the specimens made with the aggregates extracted from the rio Pampas quarry complied with what was established in the standard compared to the specimens made with the aggregates extracted from the other quarry, having a difference of 20% greater; Abrasion obtained an average of 14% for the Altamirano quarry and 16% for rio Pampas. It was concluded that the quarry that has adequate aggregates for the compression test is the río Pampas quarry.

Keywords: Quarry, aggregate, mix design, compressive strength, abrasion.

Índice

Portada.....	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice general.....	ix
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xii
I. Introducción.....	13
II. Planteamiento del problema	15
2.1. Descripción y formulación del problema.....	15
2.2. Objetivos.....	17
2.2.1. Objetivo general.....	17
2.2.2. Objetivos específicos.....	17
2.3. Justificación de la investigación	17
2.4. Hipótesis.....	18
2.4.1. Hipótesis general.....	18
2.4.2. Hipótesis específicas	18
2.5. Variables.....	20
III. Marco Teórico.....	21
3.1. Antecedentes.....	21
3.2. Bases teóricas	26

3.3.	Definición de términos.....	37
IV.	Metodología.....	39
4.1	Tipo, nivel y diseño de investigación.....	39
4.2.	Ámbito temporal y espacial.....	40
4.3.	Población y muestra.....	40
4.4.	Instrumentos.....	41
4.5.	Procedimientos.....	41
4.6.	Análisis de datos.....	42
4.7.	Consideraciones éticas.....	42
V.	Resultados y discusión.....	43
5.1.	Resultados.....	43
5.2	Discusión de resultados.....	56
5.3	Prueba de hipótesis.....	57
VI.	Conclusiones.....	61
VII.	Recomendaciones.....	63
VIII.	Referencias.....	65
IX.	Anexos.....	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2 Asentamientos recomendados	30
Tabla 3 Cantidad aproximado de agua.....	31
Tabla 4 Relación a/c.....	32
Tabla 5 Máxima relación a/c permitida para concretos con exposición severa	32
Tabla 6 Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto....	34
Tabla 7 Ajuste de agua para modificar asentamiento (L).....	36
Tabla 8 Muestra	41
Tabla 9 Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	41
Tabla 10 Ubicación de cantera y tipo de cemento.....	43
Tabla 11 Ensayos realizados a los agregados	44
Tabla 12 Agregados en peso por volumen.....	47
Tabla 13 Resumen de diseño de mezcla por m ³	47
Tabla 14 Resistencia a la compresión a los 7 días de curado.	49
Tabla 15 Resistencia a la compresión a los 14 días de curado.	50
Tabla 16 Resistencia a la compresión a los 28 días de curado.	51
Tabla 17 Resistencia a la compresión de la cantera rio pampas.	52
Tabla 18 Resistencia a la compresión de la cantera Altamirano.....	53
Tabla 19 Resistencia a la abrasión por muestras de las canteras	54
Tabla 20 Promedio de resistencia a la abrasión.....	55
Tabla 21 Resistencia a la compresión de la cantera rio pampas vs. Cantera Altamirano	58
Tabla 22 Resistencia alcanzada en porcentaje de las canteras	59

Índice de figuras

Figura 1 Curva granulométrica del agregado fino - Cantera Altamirano.....	45
Figura 2 Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Altamirano.....	45
Figura 3 Curva granulométrica del agregado fino - Cantera río Pampas.....	46
Figura 4 Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera río Pampas.....	46
Figura 5 Relación A/C.....	48
Figura 6 Resistencia a la compresión a los 7 días de curado.....	49
Figura 7 Resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	50
Figura 8 Resistencia a la compresión a los 28 días de curado.....	51
Figura 9 Resistencia a la compresión de la cantera río Pampas.....	52
Figura 10 Resistencia a la compresión de la cantera Altamirano.....	53
Figura 11 Espécimen de ensayo a la abrasión.....	54
Figura 12 Resistencia a la abrasión por muestras de las canteras.....	55
Figura 13 Resistencia alcanzada en porcentaje de las canteras.....	56
Figura 14 Resistencia a la compresión de la cantera río Pampas vs. cantera Altamirano.....	58
Figura 15 Resistencia alcanzada en porcentaje de las canteras.....	59

I. Introducción

En la presente tesis con rótulo “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023”, se ha realizado un análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² usando agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023.

Para el desarrollo de la tesis se ha efectuado a través de diversos puntos que se exponen a continuación:

Como primer punto, se ha realizado la introducción; posteriormente, el planteamiento del problema, donde se ha realizado la descripción y la formulación del problema a través de las interrogantes a nivel general y específico, en base a ello, se ha planteado los objetivos del problema, tanto general como específico; luego se ha expuesto la justificación del presente estudio, así como las hipótesis a nivel general y específica; por último, se plantearon las variables de investigación.

El tercer punto, se ha denominado como marco teórico que se encuentra compuesto por los antecedentes que se usarán en esta investigación, tanto a nivel internacional, nacional, regional y local, para continuar con el acápite de las bases teóricas donde se desarrolla de manera detallada las bases teóricas y se culmina con la conceptualización de las palabras clave de investigación que se desarrollan en definición de términos.

El cuarto punto, es titulado como metodología en la cual se efectúa la exposición de las bases teóricas, también continua con el desarrollo del método, tipo de investigación aplicada, nivel o alcance, enfoque cuantitativo, el diseño experimental y el desarrollo de la operacionalización de las variables. Además, se ha determinado como su población al

concreto (especímenes) y como muestra se tuvo un total de 24. Para culminar el capítulo se ha considerado la técnica e instrumento, procedimientos, análisis de datos y consideraciones éticas.

En el punto cinco, se considera la exposición de los resultados de acuerdo con los objetivos de investigación, lo mismo sucede con respecto a las discusiones y prueba de hipótesis. Se culmina la investigación con la exposición de conclusiones, recomendaciones, aspectos administrativos, bibliografía y anexos.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

Actualmente la fabricación de concreto ha tenido un alza significativa en comparación con los demás materiales de construcción en su conjunto. Se calcula que la elaboración media periódica de hormigón es alrededor de 1 tonelada por persona en todo el universo, los incorporados (arena y grava) representan entre el 60 y el 75% del volumen del concreto los cuales constituyen la mayor parte. En consecuencia, el acrecentamiento de la elaboración y en la industria, usar el concreto, ha sido identificado como uno de los consumidores más grandes de recursos naturales, esto ejerce una enorme presión sobre los ecosistemas cercanos a los sitios de construcción (Burgos, Guzmán y Torrez 2019).

El principal problema del sector construcción en el Perú, es la informalidad lo cual ha traído graves consecuencias, arriesgando la tranquilidad y la invulnerabilidad de los individuos que trabajan en la empresa. Además de una precaria situación económica que ha llevado a la población a no contratar asistencia técnica, dando como resultado la existencia de viviendas con deficiencias estructurales (calidad del concreto), característica que juega un papel preponderante en la dimensión de un desastre (Alvarado y Roque, 2020).

La calidad del concreto varia y depende de diversos factores como naturaleza de los agregados, propiedades del material, proporción, procedimiento de colocación, control y mantenimiento. Debido a lo antes mencionado, se pueden obtener resultados que van a variar en su calidad y propiedades del concreto, obteniéndose características que no cumplirán los requerimientos mínimos establecidos por norma que rige la calidad del concreto en el Perú (Gamonal, 2021).

Actualmente, el país no cumple con esta meta debido a que la totalidad de las edificaciones presentan inferiores productos de resistencia a la presión del concreto, faltas

en el bosquejo de la mezcla, época de recuperado y fraguados erróneos, inclusive técnicas constructivas inexactos, provocando que la calidad de las obras o edificios sean deficientes e inseguras (Ruiz, 2022).

Sin embargo, a lo largo del proceso de producción surgen varios problemas, como la eflorescencia, el agrietamiento del hormigón, la plasticidad y el fraguado prematuro, la mayoría de los cuales están causados por materiales de baja calidad, el mal funcionamiento de la maquinaria, la incompetencia del personal y fenómenos naturales imprevistos; las pertenencias del concreto como la tenacidad, firmeza, flexibilidad y esponjosidad influyen en el cálculo y diseño de los elementos constitutivos y estos directamente en la edificación, por lo que se realizó esta indagación para adquirir y considerar cada una de los usufructos del concreto y remplazando la mezcla gruesa habitual por el árido grueso proveniente del río Pampas y de la cantera Altamirano, que se utilizarán para fabricar las muestras.

Por lo expuesto anteriormente, se planteó la siguiente pregunta, ¿Cómo es el análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023? Asimismo, se plantearon los problemas específicos: a) ¿Cuáles serán las características físicas de los agregados del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023?; b) ¿Cómo es el diseño de mezcla elaborado con los agregados del río Pampas y cantera, para uso como concreto $f'c=280$ kg/cm² de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023?; c) ¿Cuál es la resistencia a compresión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023?; d) ¿Cuál es la resistencia a la abrasión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Analizar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023.

2.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las características físicas de los agregados del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023.
- Elaborar el diseño de mezcla elaborado con los agregados del río Pampas y cantera Altamirano para uso como concreto $f'c=280$ kg/cm² de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023.
- Determinar la resistencia a compresión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023.
- Determinar la resistencia a la abrasión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023.

2.3. Justificación de la investigación

El estudio de investigación se demostró práctico porque consistió en ofrecer datos técnicamente cuantificables generados mediante técnicas de laboratorio. Los resultados cuantificables adquiridos en las operaciones de laboratorio. Son importantes para futuras decisiones sobre el concreto, dependiendo del uso de la estructura.

Se justificó de manera técnica porque al desarrollar la muestra con un $f'c=280$ kg/cm² con una mezcla gruesa proveniente de la cantera (río Pampas y

Altamirano) a diferencia de materiales de sus características y comparación con el reglamento ASTM C-33, así como el beneficio del diseño de mezcla con la técnica ACI, que efectúa con la normativa. Fue apropiado para fabricar concreto utilizando agregados categorizados con resistencias a la compresión superiores a $f'c=280$ kg/cm².

Además, fue justificada desde el punto de vista social porque permitirá el desarrollo de conocimientos aplicables, que ayudan a los estudiantes universitarios, a los ingenieros civiles y para la futura construcción como base para esfuerzos de investigación en la provincia de Andahuaylas, Apurímac.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² demuestra la variación de acuerdo a la utilización del agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las características físicas de los agregados del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas influye en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm².
- El diseño de mezcla elaborado con los agregados del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas influye en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm².
- La resistencia a compresión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas influye en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm².

- La resistencia a la abrasión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023

2.5. Variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Tipo	Dimensiones	Indicador
Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm ²	Se halla con la división de la mayor fuerza que se obtienen durante la etapa de ensayos por el área de la sección transversal recta que presenta la probeta en condiciones controladas.	Dependiente	Resistencia a compresión en edades de 7; 14 y 28 días	Esfuerzo kg/cm ²
Agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas	Se denomina árido grueso al material conservado por medio del tamiz n°4 (4.75 mm) que llega a cumplir con los criterios previstos ASTM C33 o en la norma NTP 400.037.	Independiente	Características físicas de los agregados	Granulometría % Peso específico gr/cm ³ Humedad % Absorción % Peso unitario kg/cm

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

A nivel internacional

Arroy y Pertuz (2022) su proyecto "Evaluar la resistencia a la compresión de un hormigón de 21 MPa mediante la sustitución de un porcentaje del árido fino por virutas de acero al carbono", tuvo como finalidad la estimación de la resistencia de un concreto 21Mpa. La metodología fue de diseño experimental, se eligieron cuatro porcentajes de sustitución de virutas, equivalentes a 0, 5, 10 y 15%. Los resultados indicaron que después de 7, 14 y 28 días de recuperado, se obtuvieron mejoras en la firmeza del 22.8, 20.6 y 26.8% en los modelos que contenían virutas de acero al carbono en sustitución del árido fino en balance con la muestra de informe. Se concluyó que, el 15% fue la mejor sustitución, ya que determinó la mayor ganancia en firmeza a la presión y enfatizó en dos de las tres duraciones de curado estudiadas, además, este porcentaje de sustitución sugiere un mayor ahorro económico y una menor dependencia de los áridos frescos.

Cruz y Ramírez (2022) en su investigación "Estimar los especímenes del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos", tuvo como objetivo describir los áridos procedentes de residuos de hormigón de obra civil de tres procedencias distintas: paredes de mampostería. Su metodología empleó un diseño experimental. Se obtuvo como resultados la firmeza a la compresión de las mezclas con un 30% de material reciclable fue notablemente similar a la obtenida con un 100% de árido natural y disminuía conforme se notaba un aumento de la porción de árido reciclado, aunque siempre era elevado a la resistencia de diseño (210 kg/cm²). Se llegó a concluir que, el reciclado de árido grueso es técnicamente posible.

Bohorquez y Rodríguez (2022) en su proyecto "Cuantificación de la pérdida de rigidez al concreto utilizar agregados pétreos de Boyacá sustituyendo al 100% de los

agregados de río (Arenera Chicamocha SAS)", tuvo como objetivo determinar su resistencia con los agregados del río Arenera. Su metodología fue experimental con un análisis de una colección de datos, empleando agregados como sustitutos totales en el concreto patrón. Como resultados obtuvieron que cuando se eliminan completamente los áridos de río, el hormigón presentó pérdida de trabajabilidad cuando se encontraba en estado fresco y presenta un descenso del 48% en la fuerza del material curado para resistir cargas de aplastamiento sin fracturarse en equiparación con la mezcla convencional. Finalmente, se concluyó que los áridos pétreos considerados no cumplen totalmente con los requisitos reglamentarios tales como granulometría, equivalentes de arena, módulo de finura, etc.

Mazo (2020) en su proyecto "Control de calidad en áridos de piedra natural extraídos de canteras de machaqueo para la producción de hormigón hidráulico", tuvo como objetivo explorar la eficacia del material granular extraído de las mineras. La metodología empleada fue descriptiva. En cuanto a los resultados, y con miras a la promoción de la calidad al interior del trabajo en canteras, se planteó un sistema de gestión de calidad considerando estándares generales propios de los áridos pétreos en función de su tipología y sus posibles escenarios de uso. Finalmente, y tras analizar sus procesos de obtención y de prueba, se concluyó, entre otras cosas, que se evidenciaba una escasa implementación de sistemas adecuadas de la calidad al interior de las canteras de Colombia.

Castillo et al. (2019) en su investigación "Estudio de prefactibilidad de concreto sostenible usando agregado grueso reciclado en Barranquilla", tuvo como objetivo la viabilidad de un hormigón sostenible utilizando árido grueso reciclado. Su investigación tuvo diseño experimental, se prepararon cuatro mezclas en diversos tipos, definidas por el porcentaje reemplazando AGN por AGR en porcentajes de 0, 10, 50% sin TME, y también con TME al 50%, enfocados en producir 24 probetas cilíndricas ensayadas a compresión a los veintiocho días de edad. En los resultados, se obtuvo una determinación primaria de los materiales a utilizar, y estudio económico del hormigón sostenible frente al hormigón

convencional en función de los costes unitarios. Se concluyó que, el concreto sostenible aportado en la investigación es practicable en términos de las características analizadas y la normatividad colombiana vigente.

A nivel nacional

Cisneros (2023) en su proyecto "Calidad de los agregados del río Olmos, sector Laguna el Carmen, para su uso en diversas resistencias a la compresión del concreto, zona de Lambayeque", tuvo como principal propósito hallar la cualidad de los áridos de la Laguna el Carmen. Su metodología fue de tipo experimental. Se obtuvieron como resultados que con las pruebas de firmeza a la presión del hormigón, descubrió para una resistencia de 175 kg/cm², la dosis que más se adecua y financiera en volumen para la producción de hormigón de la calidad y trabajabilidad requeridas fue de 175 kg/cm², para 210 kg/cm²: 1:2.06:2.34:19.71 l/bol:213 ml/bol; para 240 kg/cm²:1:1.95:2.22:19.72 l/bol: 213 ml/bol; y para 280 kg/cm²:1:1.59:1.93:17.13 l/bol:213 ml/bol. Se concluyó que, los agregados del río Olmos, fueron de ideales resistentes con el propósito de usarlo en diversas resistencias a la compresión del concreto, a pesar de que no cumplieron con las N.T.P. ni con la ASTM.

Ruiz (2022) presentó su estudio "Influencia de los agregados de las tres canteras y el tipo de cemento sobre la compresión y trabajabilidad de un concreto $f'_c=210$ kg/cm², Trujillo 2022", cuyo objetivo fue determinar la influencia de los agregados de las canteras elegidas en el concreto. Como metodología aplicó un diseño experimental. Se obtuvo como resultados que la resistencia a fuerzas compactantes y maleabilidad del concreto $f'_c=210$ kg/cm², produjo un incremento en la capacidad de soportar fuerzas compactantes después de 28 días de un proceso de fraguado, alcanzando cifras de 250 y 235 kg/cm², además, las cifras menos elevadas de capacidad para soportar fuerzas compactantes, fueron 205 y 192 kg/cm² para el cemento tipo ICo y MS, respectivamente. Se llegó a la conclusión de que, no es recomendable usar áridos de la cantera en estudio.

Torres y Vera (2022) presentaron su estudio "Análisis comparativo de la resistencia empleando briquetas cilíndricas para concretos $f'c= 210, 280$ y 350 kg/cm^2 " elaborados con agregado grueso- fino, Cusco", que tuvo como objetivo analizar la capacidad de soportar fuerzas compactantes entre briquetas cilíndricas. La metodología que aplicaron fue experimental. Los resultados demostraron que, las muestras de briquetas en forma de cubo de 20 cm tuvieron una desviación estándar más baja con 13.19 kg/cm^2 para determinar la resistencia a la compresión, mostrando una elevación en la fiabilidad de los resultados que se obtuvieron, seguidas de las briquetas cúbicas de 15 cm que presentaron una desviación estándar de $13,48 \text{ kg/cm}^2$ y, por último, la muestra estándar presentó un resultado de $14,352 \text{ kg/cm}^2$. Concluyeron que, las briquetas cúbicas con una dimensión de 15 cm tuvieron el coste de fabricación más bajo, representando el 82% del coste de una biqueta tradicional, mientras que los bloques cúbicos de 20 cm pudieron representar hasta el 125% del coste de las briquetas cilíndricas.

Camacho y Diaz (2022) en su proyecto "Costo unitario y resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregados grueso industrial- artesanal, Cajamarca 2022", cuyo objetivo fue analizar los costos para un concreto con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Emplearon un diseño experimental - cuantitativa- transversa. Los datos obtuvieron que, la compresión del árido grueso de las canteras (Aguilar, Alaya, Arana, Industrial) a 21 días fue de 226.509, 240.733, 192.720, y 409.797 kg/cm^2 , respectivamente. Concluyeron que, la hipótesis es parcialmente apoyada porque el importe del concreto de cantera industrial es 10% superior sólo en el rubro de losas aligeradas; considerando la habilidad del concreto para resistir presiones de compresión, el agregado extraído de una cantera comercial es 113.35%, 74.34% y 83.76% mayor que el de Arana, Alaya y Águila.

Gonzales (2019) en su investigación "Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo, 2019", cuyo propósito estuvo centrando en la caracterización de los áridos provenientes de las canteras de Lekersa, rio Seco y

Laredo por ser especialmente comerciales en sus respectivas zonas. Por lo cual, se realizó la metodología experimental – tipo cuantitativo, siendo la muestra seleccionada áridos procedentes de diversas canteras, empleó la norma ACI 211, con un diseño de mezcla, generando muestras de 10 x 20 cm usados en asentamientos de 3-4 cm. Se obtuvo como resultados que, el mayor valor de compresión se logra al utilizar agregados de la cantera Laredo (272 kg/cm²), posteriormente la cantera El Milagro (237.4 kg/cm²) y valor mucho más bajo se obtuvo de la cantera El Porvenir (210.3 kg/cm²). Se concluyó que, la determinación de los adheridos se halla dentro de las descripciones de la norma.

A Nivel regional y local

Olarte (2017) en su investigación "Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas", tuvo como principal propósito, el estudio de las canteras de Altamirano, Santa Lucía y Espinoza, las cuales suministran insumo proveniente de materiales pétreos que se destina a la obra civil en Andahuaylas y sus proximidades. Se empleó una metodología con diseño cuantitativo. En los resultados, se obtuvo que se fabricaron muestras de concreto con distintos niveles de capacidad para soportar fuerzas compactantes con estas dosificaciones, y todas con un establecimiento de 6 a 9 cm. Se concluyó que, los cilindros se comprimieron con éxito para determinar su resistencia respectiva, comprobando que si cumplían los requisitos de la dosis.

Meza y León (2016) en su investigación "Variabilidad de la resistencia a la compresión de la calidad del concreto de 210 kg/cm² utilizando aditivos superplastificantes y microsílíce con cemento IP y agregados de las canteras de Andahuaylas", tuvieron el objetivo de estudiar mecanismos para optimizar la calidad de la resistencia de materiales de fijado. En su metodología se empleó un diseño cuantitativo. Como resultados, se halló que las briquetas se comprimieron y se ensayaron a los 7, 14 y 28 días, así mismo, se verificaron las propiedades mecánicas de cada tipo de hormigón, y se determinó que, más

específicamente, el hormigón con superplastificante y con un 10% de microsílíce poseía un $f'c=396 \text{ kg/cm}^2$, superior a la firmeza ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) del hormigón de calidad estándar. El estudio concluyó, afirmando un asentamiento superior a 6" con la adición de más de 1% de superplastificante, derivando en mayor fluidez en el bombeo.

3.2. Bases teóricas

Los agregados o aditivos más relevantes se caracterizan en función de su tamaño, su proveniencia y su grado de densidad. Las propiedades de los áridos, además, inciden directamente en las del hormigón, ya sea que se encuentre en estado fresco o endurecido. Se cree por ello, a nivel general, que lo referente a las granulometrías de áridos que son necesarias para el hormigón permiten obtener mezclas mucho más resistentes y trabajables. Por otro lado, la NTP 400.37 ofrece formas de medición, por medio de tablas y estimación para arena y piedra, pero también indica que las gradaciones deben ser acompañadas de otras adicionales en caso posteriores investigaciones demuestran que los materiales sugeridos pueden crear hormigón de calidad medianamente aceptable (Castillo et al., 2019).

Finalmente, el agregado fino es, básicamente, todo aquel material que se origine a partir de desintegrar rocas mediante el tamiz NTP de 9.4 mm (igual a 3/8"). Este deberá adecuarse, además, con limitaciones establecidas a partir del contenido de la norma NTP 400.037:2018, contando también con granos de tamaño tanto uniforme como también consistente. Estos materiales, además, tienen que mantenerse de manera constante en las mallas N°4 y N°100, ostentando también un módulo de finura entre 2.3 y 3.1 (Torres y Vera, 2022).

El agregado grueso hace referencia a aquellos componentes del hormigón con un tamaño de partícula grande que queda paralizado en el cedazo de 4.75 mm o N° 4 cumpliendo con los criterios de la NTP 400.037:2018; logra ser de grava tanto natural como triturada y piedra partida. Sus proporciones presentaron forma angular o semi angular en la medida de

lo posible. Se presentó la granulometría de manera constante y permitiendo una trabajabilidad adecuada. Deberá obtener menos del 5% del agregado que se retiene por medio de la malla de 112" y menos del 6 por ciento de incorporado pasando por la malla de 14" (Angaspilco et al., 2021).

El agua cumple dos propósitos en el hormigón: participación para que pueda reaccionar químicamente con el cemento y otorga al concreto la plasticidad necesaria para poder colocarlo correctamente. Pero un exceso de agua luego se evapora y deja poros en la pasta, reduciendo su resistencia. Por eso, el agua debe ser controlada y tener un límite inevitable para conferir al hormigón la trabajabilidad adecuada para su colocación, sin afectar la resistencia final de la pasta (Torres y Vera, 2022).

La granulometría de los agregados de hormigón varía en función del proceso de trituración y puede elegirse introduciendo pequeñas modificaciones en la abertura de la trituradora. La proporción de árido grueso obtenida puede oscilar entre el 70% y el 90% del árido total generado; este porcentaje también se ve afectado por el tamaño máximo del árido grueso de hormigón reciclado producido y la composición del hormigón original. el primer hormigón (Torres y Vera, 2022).

Peso unitario en el sistema internacional, normalmente expresado en kg/m^3 (Gonzales,2019).

Porosidad es proporción volumétrica de huecos en un material y su relación con la densidad (Gonzales, 2019).

La capacidad portante última de una probeta de hormigón, representada por f_{cr} , es su resistencia a la rotura (Torres y Vera, 2022).

El tamaño máximo nominal corresponde al diámetro del orificio más pequeño en la malla de un tamiz. Las partículas más grandes que ese diámetro no podrán pasar a través de dicho tamiz, permiten el paso de al menos el 95% del árido (Castillo et al., 2019).

El tamaño máximo del árido viene indicado por la abertura del tamiz límite a través

del cual pasa y permanece intacto (Gonzales, 2019).

Trabajabilidad es la facilidad con la que se vierte, compacta y acaba el hormigón fresco (Ruiz, 2022).

La prueba realizada en muestras de forma circular creadas en forma específicos con un determinado diámetro y altura (150 y 300 mm) es el más manipulado para evaluar la firmeza a la presión. Los procesos para producir cilindros y medir la RC se rigen por la norma NTP 339.034:2015/ASTM C39, respectivamente (Cruz y Ramírez 2022).

Los métodos de dosificación del hormigón están diseñados para hallar proporciones adecuadas de cada elemento que preparan la mezcla para llegar a lograr complacer las urgencias de cada persona. La mezcla de hormigón preparada debe poder moldearse y manipularse con facilidad, además de tener una consistencia uniforme en toda su masa y ser lo suficientemente viscosa como para permanecer unida durante su colocación, sus características ayudarán a una colocación precisa en los encofrados y, al mismo tiempo, serán una opción económica (Angaspilco et al., 2021).

La trabajabilidad es la característica del hormigón en su estado inicial no endurecido que le permite ser fácilmente manejado, trasladado, puesto y consolidado con un exiguo de mano de obra y la máxima uniformidad, y por tanto ser terminado sin segregación" (Cruz y Ramírez, 2022).

La consistencia, se refiere a la facilidad con la que fluye una mezcla debido a su contenido de humedad. Cuanta más agua contenga la mezcla, más fluida y maleable será. Por lo tanto, en el caso del hormigón, una mayor humedad en la preparación permitirá un mejor flujo y moldeo del material cuando se coloque (Castillo et al., 2019).

Prueba para determinar la trabajabilidad del concreto, es el ensayo de consistencia, conocido de igual forma como ensayo de asentamiento o asentamiento, caracteriza el comportamiento del hormigón fresco (Torres y Vera, 2022).

La fortaleza del hormigón para resistir presiones que intentan comprimir su masa,

que se estima por medio de ensayos de laboratorio tras alcanzar su resistencia a los 28 días, es fundamental para el diseño de las piezas estructurales de hormigón. La capacidad del hormigón para soportar fuerzas compactantes típicamente se evalúa con especímenes cilíndricos que presentan altura tiene un diámetro doble. Estas muestras cilíndricas son comprimidas en su eje vertical, aumentando la fuerza gradualmente para provocar deformación, hasta que se produce la rotura del material durante dos o tres minutos para lograr la máxima distorsión. El cilindro convencional mide de alto y diámetro 30 cm y 15 cm respectivamente, y la resistencia a la compresión a los 28 días varía de 140 a 560 kg/cm² (2000 a 8000 lb/plg²) (Cruz y Ramírez 2022).

La Norma técnica ASTM C33 se realiza para lograr el análisis de la cantidad total de material de naturaleza ligera en áridos, sean gruesos o finos. La separación de las partículas de hulla se realiza; entonces, mediante un líquido especial cuya gravedad se mide, en términos generales, en 2.0. Otros líquidos de mayor peso pueden emplearse para, por ejemplo, extraer el porcentaje de partículas de otro tipo.

Según Cordero et al. (2018), el cálculo empleado para la realización del diseño de mezcla fue el método ACI 211, es el proceso de elección de materiales y proporción para producir concreto de acuerdo a la resistencia requerida, costo, durabilidad, peso y la apariencia de acabados.

Se estima un 7% y 15% de cemento según el volumen de mezcla, en cuanto los agregados, ocupan el 59% y 76% del volumen, el agua entre el 14% y 18%, mientras que el aire concentrado puede variar entre 1% y 3% en las mezclas.

Según la norma ACI 211.1, se describen tanto para el proceso de selección y ajuste de las proporciones, dos métodos para concreto de peso y masa normal. El primero está basado en un peso considerado por unidad de volumen, mientras que el siguiente considera los diferentes cálculos del volumen absoluto que se ocupa de la composición del concreto. Ambos procesos deberán tomar en cuenta requerimientos de manejo, consistencia,

resistencia y durabilidad para formular el concreto de manera adecuada. La información que se necesita de los materiales puede ser la siguiente:

- Granulometría
- Peso unitario del árido grueso
- Absorción y densidad
- Requerimiento y relación agua – cemento
- Densidad de materiales cementantes
- Combinaciones óptimas

Seguidamente, se exponen la práctica necesaria para la elaboración del diseño de mezcla:

1. Selección de asentamiento.

Al no estar considerado el asentamiento, es posible elegir un valor adecuado a partir de la tabla 1.

Tabla 2

Asentamientos recomendados

Diversos tipos de construcción	Asentamiento (mm)	
	Mínimo	Máximo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	25	75
Zapatas, cajones y muros de subestructura sin refuerzo	25	75
Vigas y muros reforzados	25	100
Columnas	25	100
Pavimentos y losas	25	75
Concreto en masa	25	50

Nota: Adaptado de ACI (2002).

2. Selección del máximo tamaño del agregado.

Cuando el agregado presenta una buena gradación, con tamaños nominales máximos grandes, se producen menos vacíos dentro de la mezcla en comparación con tamaños más pequeños, requiriendo por unidad de volumen una menor cantidad de mortero. Asimismo, indica que, al reducir dichos tamaños máximos, es posible alcanzar mayores resistencias mecánicas manteniendo una misma relación a/c. Esta guarda relación con el paso 3, donde se estima el contenido de aire y agua, relacionado con la dimensión del agregado, de modo que la mezcla resulte compacta y homogénea.

3. Estimación de contenido de agua y aire en la mezcla.

El agua que es exigida para lograr un asentamiento propicio por unidad de volumen, obedece al agregado con respecto al tamaño máximo nominal, así como de su forma y gradación. El agua en cantidades estimada, se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 3

Cantidad aproximado de agua

Agua en l/m ³ para el tamaño nominal máximo indicado								
Asentamiento	9,5 mm	12,5 mm	19 Mm	25 Mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
Concreto sin entrada de aire								
25 a 50	208,1	199,2	187,3	178,4	163,5	154,6	130,8	113,0
75 a 100	228,9	217,0	202,2	193,2	178,4	169,5	145,7	124,0
150 a 175	243,8	229,0	214,1	202,2	187,3	178,4	160,5	-
Mas de 175	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad aproximada de aire en mezcla (%)	3	2,5	2	4,5	1	0,5	0,3	0,2

Nota: Adaptado de ACI (2002).

4. Relación a/c.

A fin de seleccionar la relación agua/cemento (a/c) tan solo no responde a requerimientos de resistencia mecánica, sino que también debe cumplir con exigencias de durabilidad. Al respecto, la tabla 3 presenta las relaciones a/c típicas correspondientes a diferentes niveles de resistencia esperados con una edad de 28 días, para el caso del cemento portland tipo I.

Tabla 4

Relación a/c

ACI: relación A/C	Resistencia a la compresión (28 días en MPa)
0.41	42
0.48	35
0.57	28
0.68	21
0.82	14

Nota: Recuperado de Cordero et al. (2018).

La norma indica que, para las exposiciones extremas, es necesario la relación agua/cemento (a/c) mantenerla en un nivel bajo, aun cuando de acuerdo a los requerimientos de resistencia mecánica podrían satisfacerse con una proporción a/c mayor.

Tabla 5

Máxima relación a/c permitida para concretos con exposición severa

Estructura	Exposición al deshielo – Hielo	Exposición a sulfatos o al mar
Recubrimiento < a 25 mm, secciones delgadas (cunetas, postes, botaguas)	0.45	0.40
Diferentes estructuras	0.50	0.45

Nota: Adaptado de ACI (2002).

Los valores numéricos que no sean hallados en la tabla 3, pueden aproximarse con la siguiente ecuación:

$$\frac{f'_{cm\acute{a}x} - f'_{ci}}{a/c_{m\acute{a}x} - a/c_i} = \frac{f'_{cm\acute{a}x} - f'_{m\acute{i}n}}{a/c_{m\acute{a}x} - a/c_{m\acute{i}n}}$$

Donde:

a/c_i relación a hallar

$a/c_{m\acute{a}x}$ relación extremo superior

$a/c_{m\acute{i}n}$ relación extremo inferior

f'_{ci} valor de resistencia a hallar (MPa)

$f'_{cm\acute{a}x}$ valor de resistencia extremo superior (MPa)

$f'_{cm\acute{i}x}$ valor de resistencia extremo inferior (MPa)

5. Contenido de cemento.

Se deberá calcular mediante la división del contenido de agua que se estima para la mezcla entre la relación a/c seleccionada, lo que puede expresarse matemáticamente mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{a}{a/C}$$

Donde:

a , cantidad de agua por unidad de volumen estimada (kg/m^3)

C , cantidad de cemento por unidad de volumen (kg/m^3)

a/C , relación agua – cemento seleccionada

6. Contenido de agregado grueso.

Los áridos presentan un tamaño máximo nominal y gradación similares, se obtienen concretos con un manejo satisfactorio, dependiendo de su tamaño y también su módulo de finura de dichos agregados; en cuanto a las proporciones volumétricas, la figura 2 detalla por unidad de volumen, el volumen de árido grueso para diversos tipos de concreto.

Tabla 6

Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto

Tamaño nominal del agregado (mm)	Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen para concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,59
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,83	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Nota: Adaptado de ACI (2002)

7. Contenido de agregado fino.

Puede calcularse indirectamente con la ayuda de la desigualdad existente entre el peso total requerido del concreto fresco y también el peso de los demás componentes (cemento, agua y agregado grueso), los cuales se estiman ya sea mediante el método de volúmenes absolutos o de pesos.

8. Ajuste por humedad.

El agua que se agregará debe compensar la absorción que presenten los agregados, la cual varía en función de su grado de humedad natural. Calculándose de la siguiente manera:

$$W_M = W_D - Gx(A_G - H_G) - Fx(A_F - H_F)$$

Donde:

A_F , % absorción del agregado fino

A_G , % absorción del agregado grueso

F, cantidad de agregado fino requerido para la mezcla por unidad de volumen (Kg)

G, cantidad de agregado grueso requerido para la mezcla por unidad de volumen (Kg)

H_F, % humedad del agregado fino

H_G, % humedad del agregado fino

W_D, cantidad de agua estimada para un asentamiento dado (Kg)

W_M, c cantidad de agua requerida para la mezcla por unidad de volumen (Kg)

9. Ajuste en mezcla de prueba.

Es posible realizar correcciones a la formulación inicial del concreto en caso de que no se cumplan los asentamientos u otros parámetros estimados, considerando la diferencia controlada de ciertos componentes clave de la mezcla.

Tabla 7

Ajuste de agua para modificar asentamiento (L)

		Asentamiento obtenido (mm)																														
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Asentamiento buscado (mm)	0	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
	5	0	-10	-16	-20	-23	-26	-29	-30	-32	-33	-35	-36	-37	-38	-39	-40	-41	-42	-42	-43	-44	-45	-45	-46	-46	-47	-48	-48	-49	-49	
	10	10	0	-6	-10	-13	-16	-18	-20	-22	-23	-25	-28	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-32	-33	-34	-35	-35	-36	-36	-37	-38	-38	-39	-39	
	15	16	6	0	-4	-5	-10	-12	-14	-16	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-23	-28	-29	-29	-30	-31	-31	-32	-32	-33	-33	
	20	20	10	4	0	-3	-5	-8	-10	-12	-13	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-23	-24	-25	-25	-26	-26	-27	-28	-28	-29	-29	
	25	23	13	8	3	0	-2	-5	-7	-9	-10	-11	-13	-14	-15	-16	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-23	-24	-24	-25	-26	-26	-27	-27	-28	-28
	30	26	16	10	5	2	0	-3	-5	-7	-8	-10	-11	-12	-13	-14	-16	-17	-18	-19	-20	-20	-21	-22	-22	-23	-23	-24	-24	-25	-25	
	35	28	18	12	8	5	3	0	-2	-4	-5	-7	-8	-9	-10	-11	-10	-13	-14	-15	-15	-16	-17	-17	-18	-18	-19	-20	-20	-21	-21	
	40	30	20	14	10	7	5	2	0	-2	-3	-5	-6	-7	-8	-9	-8	-11	-12	-13	-13	-14	-15	-15	-16	-16	-17	-18	-18	-19	-19	
	45	32	22	16	12	9	7	4	2	0	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-7	-9	-10	-11	-12	-12	-13	-13	-14	-15	-15	-16	-16	-17	-17	
	50	33	23	18	13	10	8	5	3	2	0	-1	-3	-4	-5	-6	-5	-8	-9	-9	-10	-11	-11	-12	-13	-13	-14	-14	-15	-15	-16	
	55	35	25	19	15	11	10	7	5	3	1	0	-1	-2	-3	-4	-4	-6	-7	-8	-9	-9	-10	-11	-11	-12	-12	-13	-13	-14	-14	
	60	36	26	20	16	13	11	8	6	4	3	1	0	-1	-2	-3	-3	-5	-6	-7	-7	-8	-9	-9	-10	-11	-11	-12	-12	-13	-13	
	65	37	27	21	17	14	12	9	7	5	4	2	1	0	-1	-2	-2	-4	-5	-6	-6	-7	-8	-8	-9	-10	-10	-11	-11	-12	-12	
	70	38	28	22	18	15	13	10	8	6	5	3	2	1	0	-1	-1	-3	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-8	-9	-9	-10	-10	-11	-11	
	75	39	29	23	19	16	14	11	9	7	6	4	3	2	1	0	1	-2	-3	-3	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-8	-8	-9	-9	-10	
	80	40	30	24	20	17	15	12	10	8	7	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-3	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-8	-8	-9	-9	
	85	41	31	25	21	18	16	13	11	9	8	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-2	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-8	-8	
	90	42	32	26	22	19	17	14	12	10	9	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-7	
	95	42	32	27	23	19	18	15	13	11	9	8	7	6	5	3	3	2	1	0	-1	-1	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-6	-6	-7	
100	43	33	28	23	20	18	15	13	12	10	9	7	6	5	4	3	2	2	1	0	-1	-1	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6		
105	44	34	28	24	21	19	16	14	12	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	0	-1	-1	-2	-2	-3	-4	-4	-5	-5		
110	45	35	29	25	21	20	17	15	13	11	10	9	8	7	5	5	4	3	2	1	1	0	-1	-1	-2	-2	-3	-4	-4	-5		
115	45	35	29	25	22	20	17	15	13	12	11	9	8	7	6	5	4	3	3	2	1	1	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4		
120	46	36	30	26	23	21	18	16	14	13	11	10	9	8	7	6	5	4	3	3	2	1	1	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3		
125	46	36	31	26	23	22	18	16	15	13	12	11	10	9	7	6	5	5	4	3	2	2	1	1	0	-1	-1	-2	-2	-3		
130	47	37	31	27	24	22	19	17	15	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	2	1	1	0	-1	-1	-2	-2		
135	48	38	32	28	24	23	20	18	16	14	13	12	11	10	8	8	7	6	5	4	4	3	2	2	1	1	0	-1	-1	-2		
140	48	38	32	28	25	23	20	18	16	15	13	12	11	10	9	8	7	6	6	5	4	4	3	2	2	1	1	0	-1	-1		
145	49	39	33	29	25	24	21	19	17	15	14	13	12	11	9	9	8	7	6	5	5	4	3	3	2	2	1	1	0	-1		
150	49	39	33	29	26	24	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	7	6	5	5	4	3	3	2	2	1	1	0		

Nota: Adaptado de Videla (2000).

3.3. Definición de términos

Básicamente, el concreto puede definirse como un material elaborado a partir de, en mayor medida, un medio conglomerante en el que se insertan ciertas partículas de áridos. El caso del hormigón de cemento hidráulico, el medio anteriormente mencionado eran combinaciones de hormigón y agua; los aditivos, por otro lado, permiten que el hormigón soporte efectivamente altas tensiones de compresión (Cruz y Ramírez 2022).

El cemento, finalmente, surge como una sustancia triturada que no se constituye como aglutinante por sí misma, sino que se hace de dicha característica a partir de la interacción entre sus componentes y el agua. Cuando este proceso conocido como “hidratación” denota resultados estables en ambientes acuosos, el cemento puede denominarse “hidráulico”, siendo el más empleado de todos los cementos Portland (Ruiz, 2022).

Absorción es un procedimiento mediante el cual un elemento en estado líquido es atraído hacia un cuerpo sólido perforado. Con el proceso de colmar los intersticios y huecos con permeabilidad presentes en él, así como aumento del peso de un sólido poroso como consecuencia de la entrada del líquido en sus poros permeables (Castillo et al., 2019).

Agregado se refiere a un componente con textura de granos, como pueden ser la arena, grava, rocas fracturadas o residuos de fundición, que puede utilizarse para fabricar hormigones o morteros hidráulicos (Torres y Vera, 2022).

Asentamiento proporciona una trabajabilidad aceptable, la consistencia medida del hormigón fresco o lluvia debe estar entre 3 y 4 pulgadas (Alvarado et al., 2020)

ASTM debido a sus siglas en inglés de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales

Dosificación es la relación de masa o volumen de los diferentes ingredientes que componen la mezcla de hormigón (Castillo et al., 2019).

Peso específico de masa es la densidad que compara la masa por volumen de una sustancia contra la masa por volumen del agua destilada en un ambiente de aire a temperatura constantes. Es una propiedad que permite caracterizar la masa de un material determinado en relación a un volumen dado.

Malla del tamiz: Puede ser de arena, grava, limo o arcilla, dependiendo de la distribución granulométrica. Los materiales grandes quedan atrapados por encima de la malla, mientras que los más pequeños pueden pasar y quedar atrapados por debajo. (Angaspilco et al., 2021).

Probetas de hormigón son muestras extraídas del hormigón endurecido para realizar ensayos mecánicos sobre la resistencia o el comportamiento de la estructura (Cruz y Ramírez 2022).

IV. Metodología

4.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

Según Hernández et al., (2014), las investigaciones que presentan carácter explicativo trascienden la descripción de aquello que estudian, pues buscan explicar las causas del fenómeno abordado. Su objetivo, como su nombre indica, es entender por qué se producen lo que se estudia, qué condiciones posibilitan ello y cómo es que se producen asociaciones entre variables en su interior.

El proyecto cumplió con criterios presentados de nivel descriptiva, correlacional, ya que se empleó la conexión causa-efecto que presentan entre variable independiente sobre su variable dependiente. Determinando el impacto de añadir componentes sólidos de grano grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas sobre las características mecánicas de la compresión del hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y la variable dependiente se medió utilizando procedimientos estadísticos.

Según Westreicher (2020), este método deductivo consiste en determinar los rasgos o afirmaciones de la realidad particular explorada por derivación o reglas científicas generales previamente enunciadas. En otras palabras, la deducción trata de derivar las implicaciones particulares o únicas de una realidad a partir de las premisas o conclusiones generales proporcionadas por los principios científicos para la categoría a la que pertenece la realidad.

Para Hernández et al., (2014), el desarrollo de investigaciones en base a enfoques cuantitativos tiene que respetar cada pauta comprendida para su ejecución bajo estándares secuenciales. De modo que cada etapa va después de otras no se debe saltar ni eliminar ningún paso. El punto de inicio es una noción definida, a partir de la cual se crean los objetivos, las interrogantes de un estudio, planteamiento de hipótesis, marco teórico y referencias. Además, se debe presentar las variables en función de las preguntas; se

elaboran un plan para ponerlas a prueba, se les mide, analizando los resultados obtenidos y extrayendo conclusiones finales en base a las hipótesis anteriormente planteadas.

Para Hernández et al., (2014) se manipulan intencionalmente las variables en estudio para realizar un diseño experimental.

Se presentó una investigación experimental debido a que estuvo ligada a la manipulación intencional de variables con el propósito de hallar el producto del árido grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas en el concreto $f'c=280$ kg/cm², realizando en los resultados un análisis comparativo de los datos que se obtuvieron de las dos canteras.

4.2. Ámbito temporal y espacial

En el ámbito espacial, estuvo desarrollada en la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac.

En el ámbito temporal, transcurrió durante el año 2023, en los meses de mayo a agosto.

4.3. Población y muestra

La población, es un grupo o una agrupación de componentes que serán estudiados estadísticamente (Hernández et al., 2014).

Esta tesis estuvo ejecutada en la ciudad de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas en la Región Apurímac, y se eligió la mejor cantera que es la cantera Altamirano de provincia de Andahuaylas y el río Pampas para utilizar el agregado grueso.

El estudio se realizó sobre un subconjunto o trozo del universo o población. Existen fórmulas y métodos lógicos para determinar el número de componentes de la muestra y otras, que se explicarán más adelante (Hernández et al., 2014).

La NTP 339.183 exige la preparación de un mínimo de tres especímenes en el laboratorio de suelos para cada época, como puede apreciarse a continuación:

Tabla 8*Muestra*

Número de Días	Agregado grueso del rio Pampas	Agregado grueso cantera Altamirano	Suma
7 días	4	4	8
14 días	4	4	8
28 días	4	4	8
Total			24

Nota: Cantidad total de especímenes de prueba a la comprensión.

4.4. Instrumentos

Tabla 9*Instrumentos y técnicas de recolección de datos*

Técnicas para recolectar Datos	Instrumentos para recolectar datos
Análisis de la Guía de observación	Instrumentos de cómputo básico (EXCEL, WORD)
Observación	Guías de observación.
Estudio de mecánica del concreto	Instrumentos para la realización de ensayos, computadora, impresora.
Cumplimiento de la norma	Norma Técnica Peruana

4.5. Procedimientos

Se realizaron pruebas de laboratorio como granulometría, humedad natural, límite líquido, límite plástico, ensayos de resistencia a la compresión de los agregados de las canteras seleccionadas.

4.6. Análisis de datos

Se empleo los programas Microsoft Excel para analizar los datos, las tablas, figuras y estadísticas dadas por este programa informático; y se realizó la comparación con la hipótesis planteada en el estudio

4.7. Consideraciones éticas

A lo largo del proceso de creación de este estudio, los datos fueron recolectados de manera formal, responsable y honesta, con el objetivo de presentar las preocupaciones reveladas en esta investigación.

Simultáneamente, se respetó todas las fuentes utilizadas en la búsqueda de información que fueron relevante para la conclusión de la tesis.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

5.1.1. *Identificar las características físicas de los agregados del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023*

Los agregados provinieron de la cantera Altamirano y río Pampas. El agregado fino y agregado grueso de chancado de piedra fueron obtenidos de ambas canteras por separado, para su evaluación, apreciado en la tabla 10.

Tabla 10

Ubicación de cantera y tipo de cemento

	CANTERA		CEMENTO
A. Fino		A. Grueso	
Altamirano		Altamirano	Sol tipo I
rio Pampas		rio Pampas	

Seguidamente, en la tabla 11, se exponen los resultados de cada ensayo que se realizó a los agregados: el análisis granulométrico ASTM C-136/C-33 NTP 400.012, peso específico ASTM-128/NTP 400.022, peso unitario suelto y compactado ASTM C-29 NTP 400.017, contenido de humedad ASTM D-2216. Así mismo, en las Figura 1; 2; 3 y 4, se aprecia de los agregados su curva granulométrica de los agregados, según su módulo de fineza.

Tabla 11*Ensayos realizados a los agregados*

Ensayos	Altamirano		Río Pampas	
	A. Fino	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso
Módulo de fineza	3.43	7.4	2.61	7.3
Contenido de humedad	2.6	0.4	1.3	0.3
Peso específico	2.61	2.685	2.63	2.685
Porcentaje de absorción	3.1	0.4	2.4	0.4
Peso unitario suelto húmedo	1613	1486	1558	1620
Peso unitario suelto seco	1371	1414	1393	1554
Peso unitario seco compactado	1611	1485	1557	1619

Nota: Características físicas de los agregados de las dos canteras.

El AG muestra un tamaño máximo nominal de 1" y presentó las siguientes características:

Textura	:	Rugosa
Gradación	:	Heterométrica
Forma de granos	:	Aristados, angulosas
Dureza	:	D-5 (ISRM) Resistente
Meteorización	:	M-2 (ISRM)

El porcentaje de fino (limos y arcillas), en el agregado fino, fue de 3.5%, el porcentaje permitido se encuentra entre 3% a 5%, por lo que sí cumple con lo estipulado. El agregado grueso presentó resistencia al desgaste de 32%, valor que se encuentra dentro del rango (menor de 35%).

Figura 1

Curva granulométrica del agregado fino – Cantera Altamirano

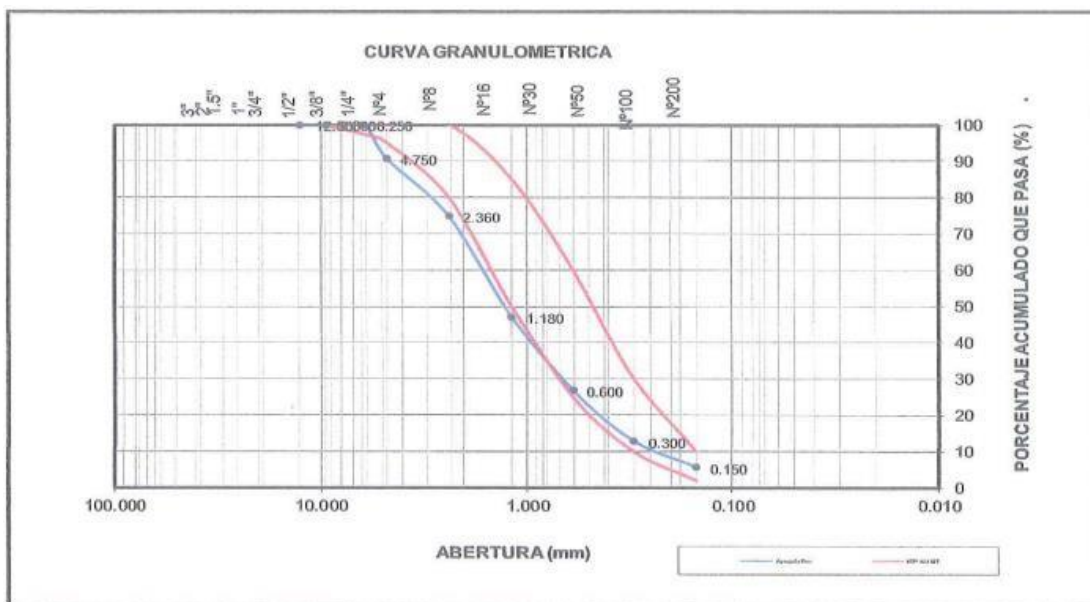


Figura 2

Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Altamirano

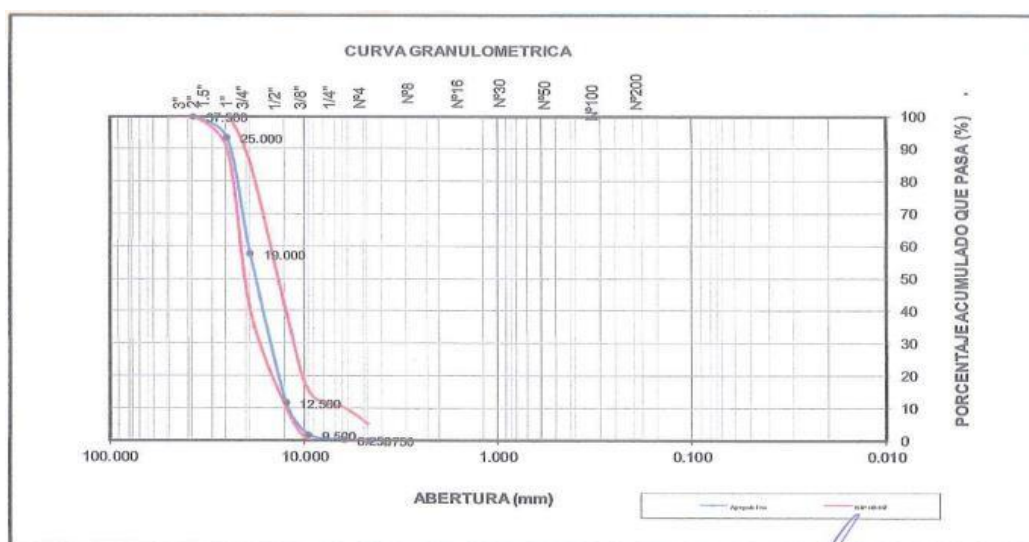


Figura 3

Curva granulométrica del agregado fino - Cantera río Pampas

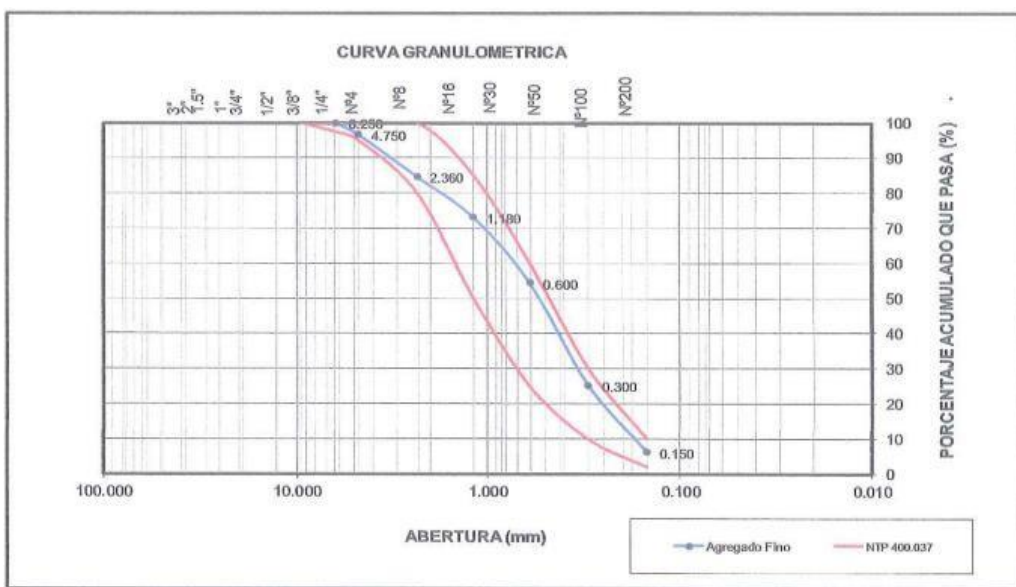
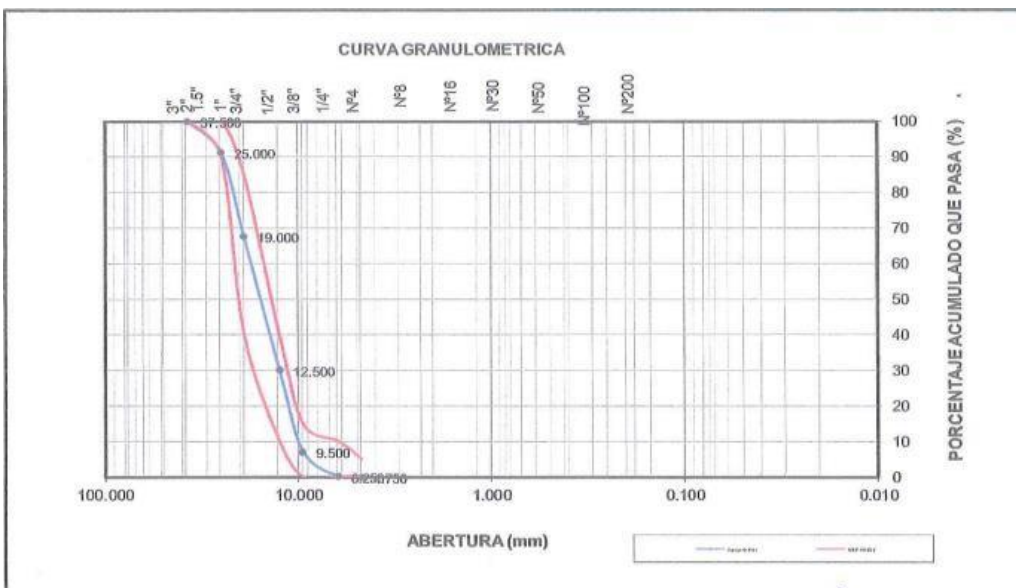


Figura 4

Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera río Pampas



5.1.2. Elaborar el diseño de mezcla elaborado con los agregados del río Pampas y cantera, para uso como concreto $f'c=280$ kg/cm² de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023

Se aprecia en la tabla 12 el número de insumos y agregados empleados para obtener el diseño de mezcla en peso por metro cúbico (m³).

Tabla 12

Agregados en peso por volumen

Agregados	C. Altamirano	C. Rio Pampas	Unidad
Cemento	419 (9.9 bls)	419 (9.9 bls)	kg/m ³
Arena gruesa	795	706	kg/m ³
Piedra chancada	969	1056	kg/m ³
Agua efectiva	206	203	kg/m ³

Nota: Volumen de los agregados por metro cubico.

Se expone en la siguiente tabla, el resumen del diseño de mezcla del concreto con los agregados obtenidos de las canteras, teniendo como resultado la proporción para la cantera Altamirano de 1:2.60:2.46 y la cantera río Pampas, 1:1.80:2.41.

Tabla 13

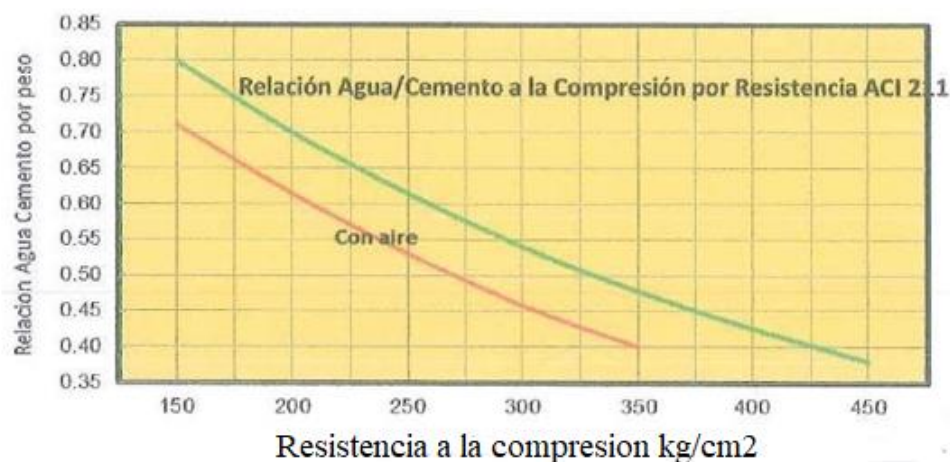
Resumen de diseño de mezcla por m³

f'c	Proporcione s pie3	Materiales por m³					Cantera
		a/c	Cemento bls	Arena	Piedra chanca da	Agua	
280 kg/cm ²	1:2.60:2.46	0.46	9.9	0.48	0.52	0.203	Altamirano
	1:1.80:2.41	0.46	9.9	0.48	0.52	0.203	Río Pampas

Así mismo la relación de A/C fue de 0.46.

Figura 5

Relación A/C



El asentamiento obtenido fue de 4" para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, trabajable, tuvo una compactación de vibración ligera, consistencia plástica.

5.1.3. Determinar la resistencia a compresión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023

La Tabla 14 y Figura 6 muestran la RC, que se obtuvo de cada cantera estudiada, teniendo 4 muestras para cada una a los 7 días de curado, logrando determinar que la cantera río Pampas tiene mejor comportamiento, debido a que tuvo resistencias por encima de la cantera Altamirano, siendo en M-I 38 kg/cm^2 mayor, M-II, 39 kg/cm^2 mayor, M-III, 40 kg/cm^2 mayor y la M-IV siendo 34 kg/cm^2 mayor.

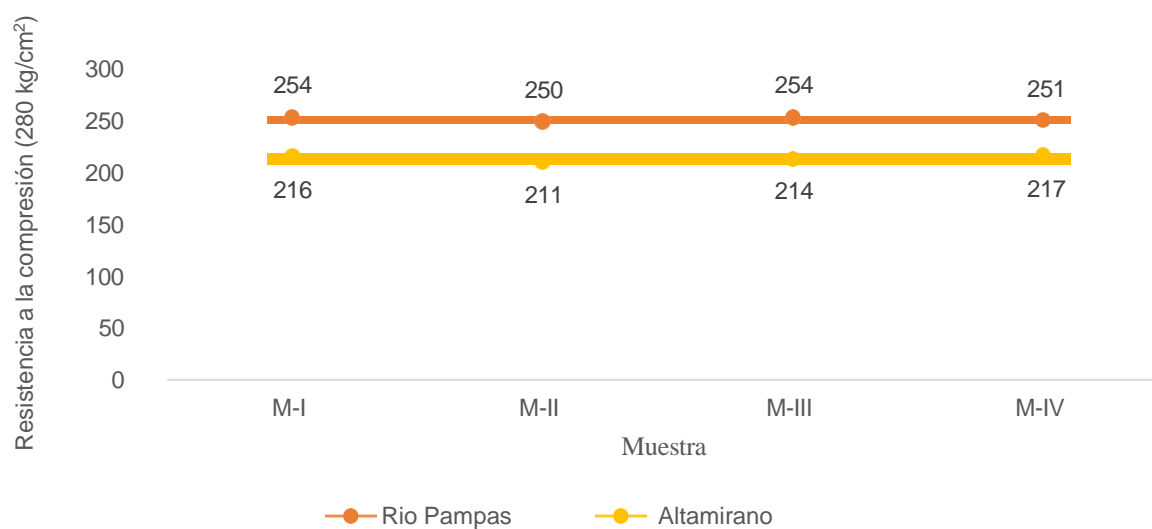
Tabla 14

Resistencia a la compresión a los 7 días de curado.

Muestra	Cantera Rio Pampas (Kg/cm ²)	Cantera Altamirano (Kg/cm ²)
M-I	254	216
M-II	250	211
M-III	254	214
M-IV	251	217

Figura 6

Resistencia a la compresión a los 7 días de curado.



Se aprecia en la figura 7 y tabla 15, la resistencia a la compresión, obtenida de cantera estudiada, teniendo 4 muestras para cada una a los 14 días de curado, logrando determinar que la cantera río Pampas tiene mejor comportamiento, debido a que tuvo resistencias por encima de la cantera Altamirano, siendo en M-I 45 kg/cm² mayor, M-II, 29 kg/cm² mayor, M-III, 47 kg/cm² mayor y la M-IV siendo 28 kg/cm² mayor.

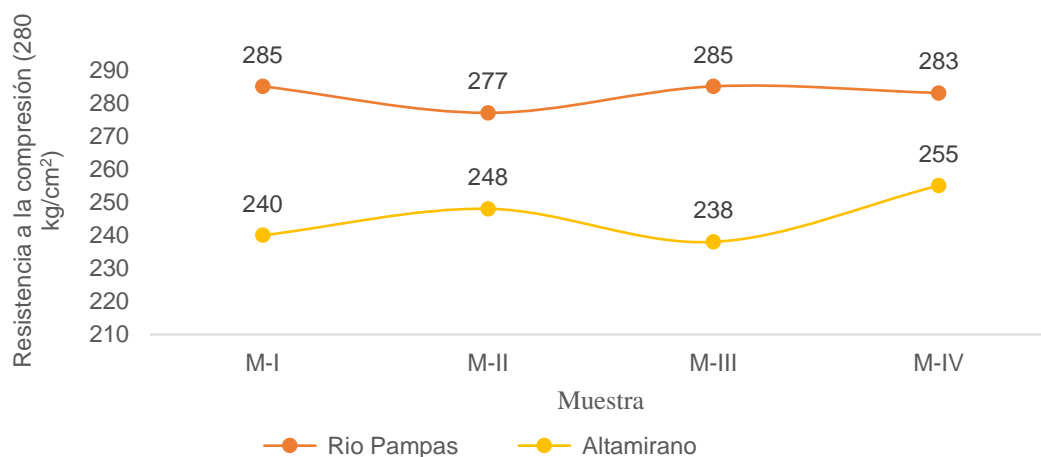
Tabla 15

Resistencia a la compresión a los 14 días de curado.

Muestra	Rio Pampas (Kg/cm ²)	Altamirano (Kg/cm ²)
M-I	285	240
M-II	277	248
M-III	285	238
M-IV	283	255

Figura 7

Resistencia a la compresión a los 14 días de curado.



Se expone en la siguiente tabla y figura la resistencia a la compresión, obtenida de cada cantera estudiada, teniendo 4 muestras para cada una a los 28 días de curado, logrando determinar que la cantera río Pampas tiene mejor comportamiento, debido a que tuvo resistencias por encima de la cantera Altamirano, siendo en M-I 56 kg/cm² mayor, M-II, 51 kg/cm² mayor, M-III, 54 kg/cm² mayor y la M-IV siendo 52 kg/cm² mayor.

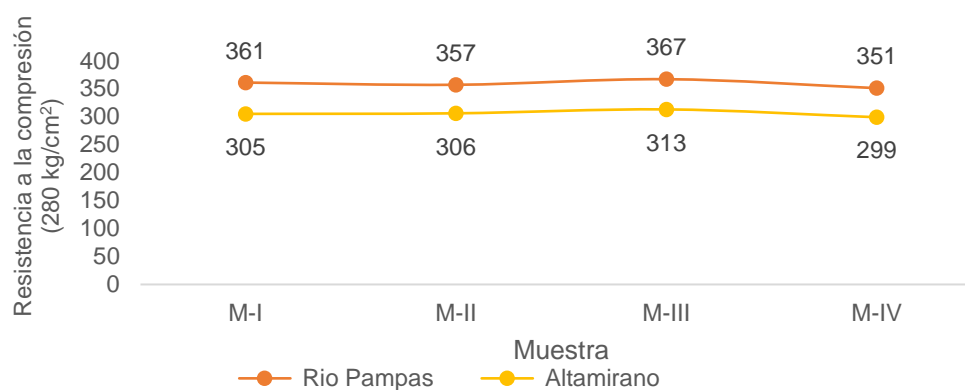
Tabla 16

Resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

Muestra	Río Pampas (Kg/cm ²)	Altamirano (Kg/cm ²)
M-I	361	305
M-II	357	306
M-III	367	313
M-IV	351	299

Figura 8

Resistencia a la compresión a los 28 días de curado.



Se aprecia la RC en la tabla y figura (17 y 9), obtenida de la cantera río Pampas, teniendo 4 muestras para cada día de curado, logrando determinar que la cantera río Pampas muestra un mejor comportamiento al pasar los días de curado, debido a que a los 28 días la muestra M-I obteniendo una resistencia de 361 kg/cm² comparado con los resultados a los 7 días con un valor de 254 kg/cm², de la misma manera la M-II que tuvo 357 kg/cm², la M-III un valor de 367 kg/cm² y por último la M-IV, 351 kg/cm², todos con un el mismo tiempo de curado.

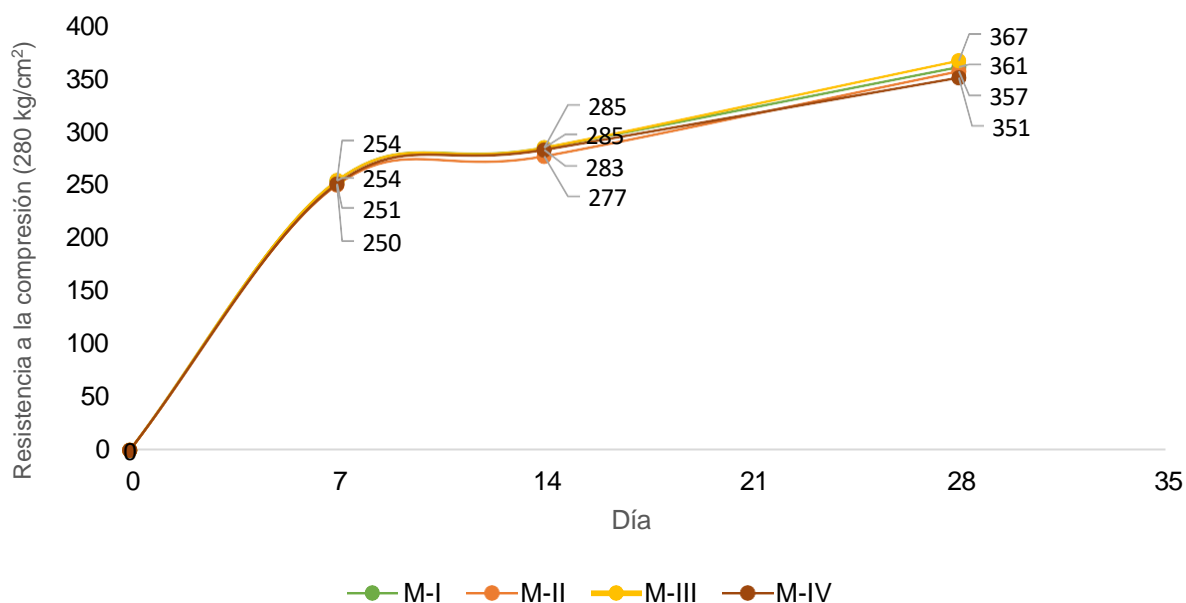
Tabla 17

Resistencia a la compresión de la cantera río Pampas.

Muestra	M-I	M-II	M-III	M-IV
7	254	250	254	251
14	285	277	285	283
28	361	357	367	351

Figura 9

Resistencia a la compresión de la cantera río Pampas.



Se expone tanto en la tabla 18 y figura 10, una RC, obtenida de la cantera Altamirano, teniendo 4 muestras para cada día de curado, logrando determinar que la cantera Altamirano muestra un mejor comportamiento al pasar los días de curado, debido a que a los 28 días la muestra M-I presentó un resultado de 305 kg/cm² comparado a los 216 kg/cm² que fueron obtenidos a los 7 días, de la misma manera la M-II que tuvo 306 kg/cm², la M-III presentó un valor de 313 kg/cm² y por último la M-IV, 299 kg/cm² a la misma edad.

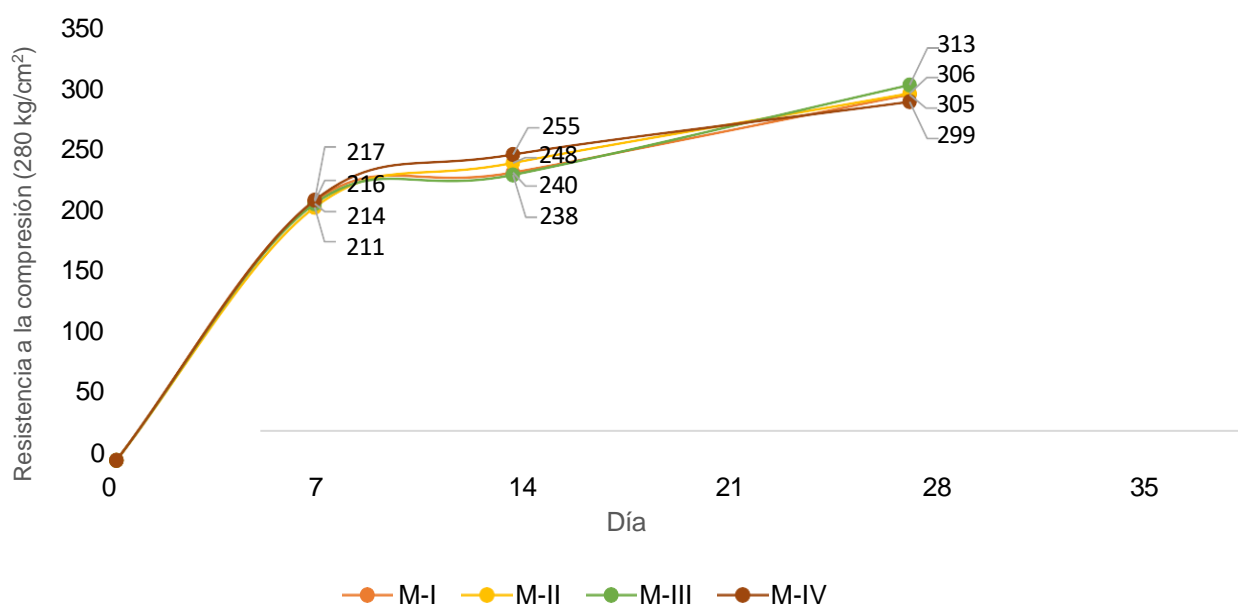
Tabla 18

Resistencia a la compresión de la cantera Altamirano.

Muestra	M-I	M-II	M-III	M-IV
7	216	211	214	217
14	240	248	238	255
28	305	306	313	299

Figura 10

Resistencia a la compresión de la cantera Altamirano.

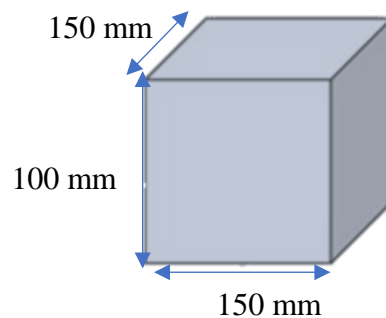


5.1.4. Evaluar la resistencia a la abrasión que alcanza el concreto elaborado con el agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023

Para el ensayo a la abrasión se elaboraron especímenes que se muestra en la Figura 11, los cuales permitieron obtener los resultados sobre este ensayo.

Figura 11

Espécimen de ensayo a la abrasión



La Tabla 19 y Figura 12, se aprecia la comparación de resistencias a la abrasión de las muestras de las canteras estudiadas, obteniendo para M-I un porcentaje de 16% para río Pampas y 13% para Altamirano, M-II muestra un 15% y 16% respectivamente, M-III, 15% y 14%, finalmente M-IV, un 17% en río Pampas y 14% en Altamirano.

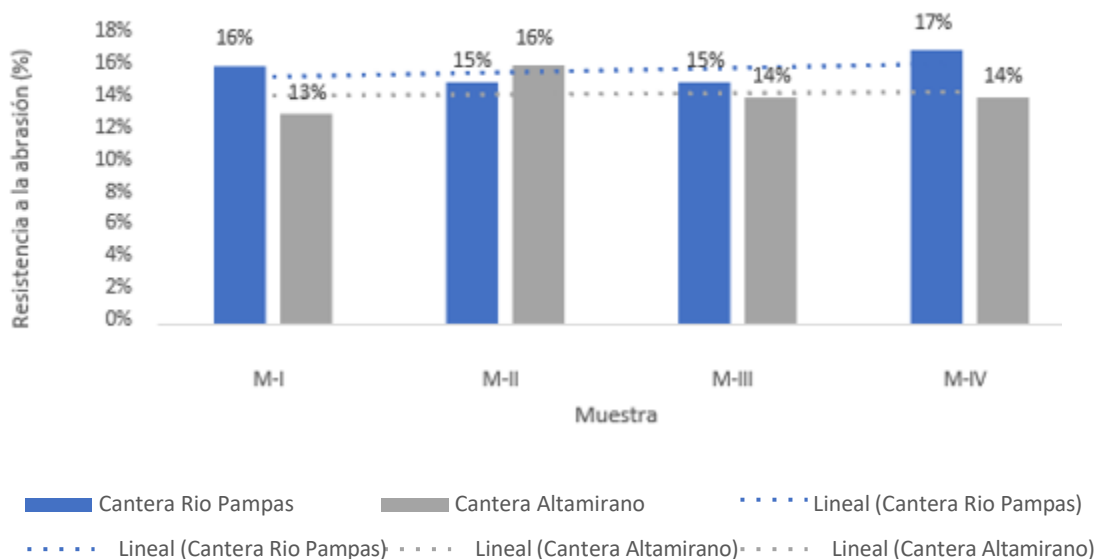
Tabla 19

Resistencia a la abrasión por muestras de las canteras

Muestra	Cantera Rio Pampas	Cantera Altamirano
M-I	16%	13%
M-II	15%	16%
M-III	15%	14%
M-IV	17%	14%

Figura 12

Resistencia a la abrasión por muestras de las canteras



En la figura 13 y tabla 20, puede apreciar una resistencia a la abrasión de las muestras de las canteras estudiadas, obteniendo para río Pampas un porcentaje promedio de 16% y 14% para Altamirano.

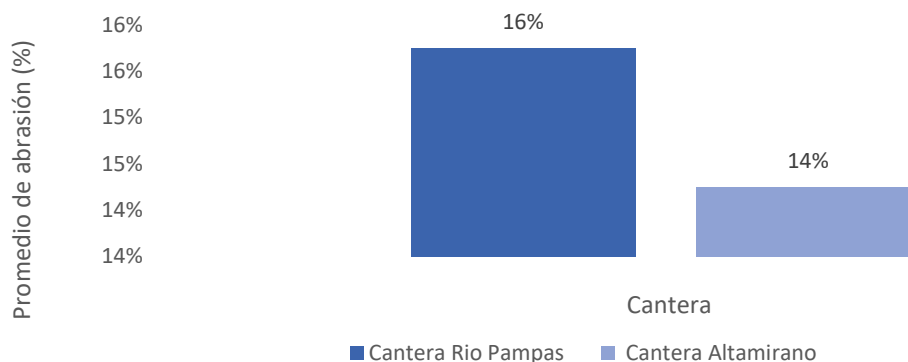
Tabla 20

Promedio de resistencia a la abrasión

Canteras	Cantera río Pampas	Cantera Altamirano
Porcentaje promedio	16%	14%

Figura 13

Resistencia alcanzada en porcentaje de las canteras



5.2 Discusión de resultados

La mezcla de concreto en estado fresco, demostró tener un asentamiento de 4", es decir de 10.16 cm, siendo una mezcla trabajable con la utilización de los agregados encontrados en las canteras estudiadas, además los ensayos físicos están dentro de los establecido por norma, a comparación de lo mencionado por Bohorquez y Rodríguez (2022) que al sustituir los áridos en su totalidad los áridos usados del río, por lo que se usan de Boyacá, se logra perder la trabajabilidad en su estado fresco, y que dichos áridos no cumplen de manera total con los requerimientos de la norma, según la granulometría, equivalentes de arena, módulo de finura, etc. Así mismo, Olarte (2017) menciona que según las tres canteras estudiadas: Santa Lucía, Altamirano y Espinoza, obtuvo un asentamiento de 6 a 9 cm en la mezcla en estado fresco, siendo la forma más común de concreto utilizado en obras civiles.

En cuanto al diseño de mezcla, Cisneros (2023) empleó materiales provenientes del río Olmos, sector Laguna el Carmen, con los cuales obtuvo que, la dosificación más adecuada en volumen para la producción de concreto de la calidad y trabajabilidad

requeridas para 210 kg/cm^2 fue de 1:2.06:2.34:19.71 l/bol: 213 ml/bol; para 240 kg/cm^2 , 1:1.95:2.22: 19.72 l/bol:213 ml/bol; y para 280 kg/cm^2 , 1:1.59:1.93:17.13 l/bol 213 ml/bol. En este caso, se obtuvo que la proporción para la cantera Altamirano fue de 1:2.60:2.46 y para la cantera rio Pampa, 1:1.80:2.41. Siendo para ambos resultados, ideal y resistente ante diversos diseños para el análisis de RC.

A los 28 días la resistencia a la compresión, demostró que la cantera con mejores resultados fue la de rio Pampas, siendo 53 kg/cm^2 más que la resistencia obtenida de la cantera Altamirano, en este aspecto, Ruiz (2022) obtuvo al mismo tiempo de curado una mayor resistencia de la cantera Aybar, con datos que fueron de 235 y 250 kg/cm^2 , para el cemento MS e ICo respectivamente, siendo la cantera apta para realizar la producción de concreto. En el caso de Camacho y Diaz (2022), mencionaron que la compresión del árido grueso de las canteras estudiadas a los 21 días fue de 192.720, 240.733, 226.509 y 409.797 Kg/cm^2 , y que fue el 10% mayor sólo en el rubro de losas aligeradas; en cuanto a la RC del concreto, el de cantera industrial fue de 113.35%, 74.34% y 83.76% mayor que el de Arana, Alaya y Águila. Gonzales (2019) obtuvo como resultado 272 kg/cm^2 proveniente de la cantera Laredo, posteriormente con un 237.4 kg/cm^2 del Milagro, y el valor mucho más bajo provino de la cantera El Porvenir con un dato numérico de 210.3 kg/cm^2 .

5.3 Prueba de hipótesis

Hipótesis general: El análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ demuestra la variación de acuerdo a la utilización del agregado grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas.

Se expone en la tabla 21 y también en la figura 14, los valores numéricos que se obtuvieron de los resultados comparados de resistencia a la compresión, obtenida gracias a las canteras, durante cada día de curado, logrando determinar que la cantera río Pampas muestra un mejor comportamiento al tiempo máximo de curado en días (28), teniendo una resistencia de 359 kg/cm^2 a comparación con los de la cantera Altamirano que obtuvo 306

kg/cm² a los mismos días.

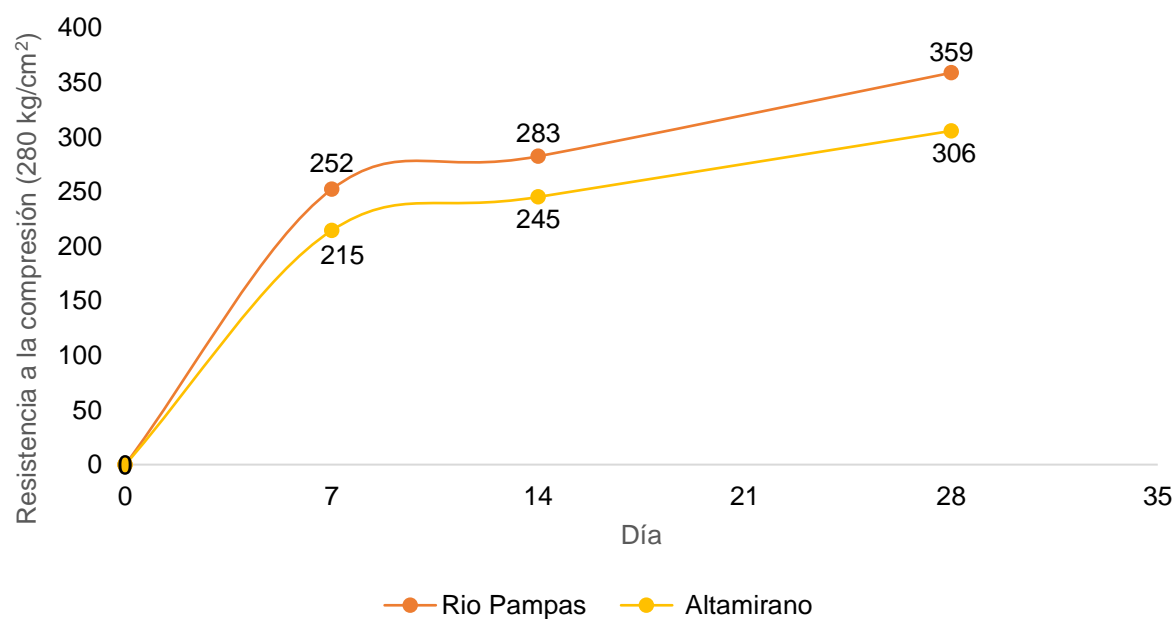
Tabla 21

Resistencia a la compresión de la cantera río Pampas vs. cantera Altamirano

Días	Rio Pampas (Kg/cm ²)	Altamirano (Kg/cm ²)
7	252	215
14	283	245
28	359	306

Figura 14

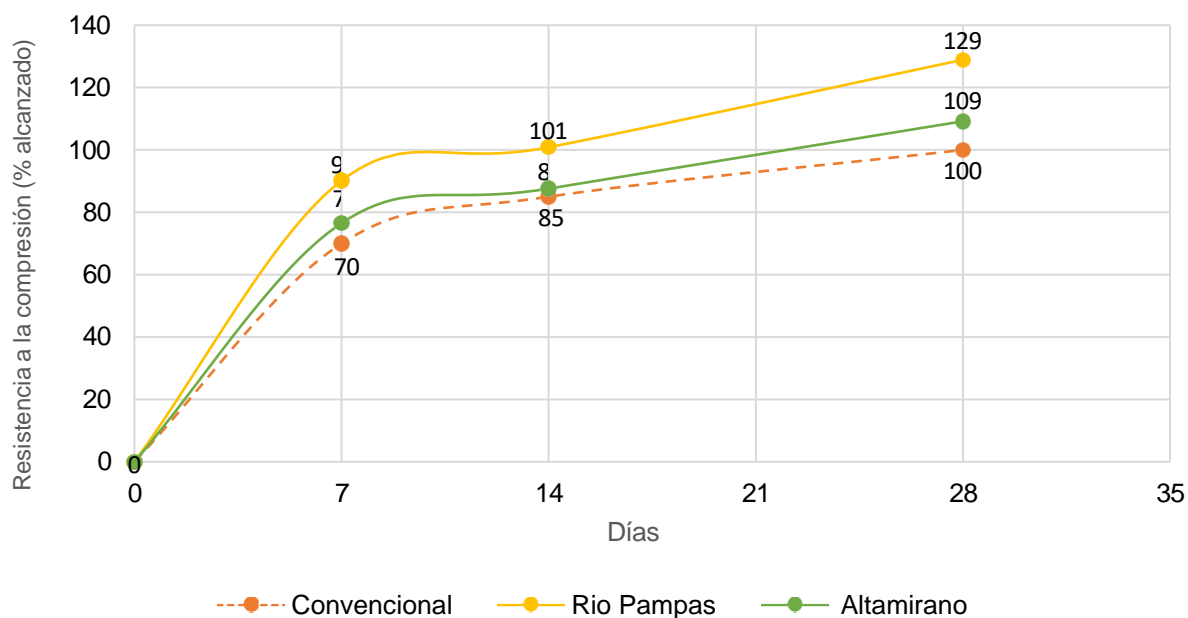
Resistencia a la compresión de la cantera río Pampas vs. cantera Altamirano



Se expone en la siguiente figura y tabla, la comparación de resistencias a la compresión según el porcentaje obtenido de ambas canteras, en cada día de curado, logrando determinar que la cantera río Pampas muestra un mejor comportamiento a los 28 días, teniendo un 29% de resistencia sobre el porcentaje del diseño convencional (100%), a comparación de la cantera Altamirano que obtuvo un 9% más a los mismos días.

Tabla 22*Resistencia alcanzada en porcentaje de las canteras*

Días	Convencional	Rio Pampas	Altamirano
7	70	90	77
14	85	101	88
28	100	129	109

Figura 15*Resistencia alcanzada en porcentaje de las canteras*

Se apreciaron los valores numéricos que se obtuvieron para el objetivo 01, por lo que, se afirma la **hipótesis específica 01**, en la que se indica que, los agregados con respecto a sus características físicas del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas logró influir para un concreto $f'c$ 280 kg/cm², con respecto a su resistencia a la compresión, siendo estas adecuadas y las cuales estuvieron dentro de lo establecido por la normativa vigente.

Respecto a la **hipótesis específica 02**, esta fue confirmada, debido a que el diseño de mezcla elaborado con los áridos pertenecientes al río Pampas y cantera de la provincia

de Andahuaylas pudo influir en el concreto $f'c=280$ kg/cm², con respecto a su resistencia a la compresión, cumpliendo lo establecido en el método ACI 211.

Se confirmó la **hipótesis específica 03**, ya que, a causa de la resistencia a compresión alcanzada por el concreto realizado con el árido grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas influye para un concreto $f'c$ 280 kg/cm² con respecto a su resistencia a la compresión, siendo el agregado de la primera cantera, quien logró demostrar una resistencia significativa a comparación del concreto patrón.

Según la **hipótesis específica 04**, se logró la resistencia a la abrasión alcanzada por el concreto que se elaboró con el árido grueso del río Pampas y cantera de la provincia de Andahuaylas, Apurímac 2023, obteniendo un promedio entre 15% y 16% de abrasión.

VI. Conclusiones

Respecto al **objetivo específico 01**, se concluye que los áridos provenientes de la cantera Altamirano y río Pampas presentaron datos óptimos para realizar la producción de concreto, ya que, están en el rango requerido de la norma, como se muestra para el análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136/C-33 NTP 400.012), peso específico de los agregados (ASTM-128/NTP 400.022), peso unitario suelto y compactado (ASTM C-29 NTP 400.017), contenido de humedad (ASTM D-2216). Logrando un porcentaje de limos y arcillas en el agregado fino, de 3.5%, el porcentaje permitido se encuentra entre 3% a 5%, por lo que sí cumple con lo estipulado y, el agregado grueso presentó una resistencia al desgaste de 32%, valor que se encuentra dentro del rango (menor de 35%).

Respecto al **objetivo específico 02**, se presentó un diseño de mezcla adecuado, porque se siguieron los parámetros del método ACI, por lo que se obtuvo la dosificación de 1:2.60:2.46 y 1:1.80:2.41, para la cantera Altamirano y río Pampas, respectivamente. Además, la relación A/C fue de 0.46, con asentamiento de 4”.

Respecto al **objetivo específico 03**, la resistencia a la compresión de la cantera Altamirano fue menor, comparada con la de río Pampas, debido a que, a los 28 días, tuvieron una diferencia significativa en resistencias, según las muestras elaboradas. Logrando para las muestras I, II, III y IV, un 56, 51, 54 y 52 kg/cm² de diferencia, respectivamente. Siendo ambas mezclas adecuadas ante el diseño establecido, pero la de río Pampas, demostró mejor comportamiento.

Respecto al **objetivo específico 04**, el ensayo a la abrasión demostró la dureza del recubrimiento de la muestra, determinando la resistencia de sus materiales ante posibles daños o desgastes, siendo en este estudio un porcentaje promedio de 16% para la cantera río Pampas y para la cantera Altamirano, 14%, siendo mostrado en la Pág. 54.

Respecto al **objetivo general**, con la comparación de resistencias a la compresión se concluye que la mejor cantera fue la de río Pampas debido a que mostró un mejor comportamiento cuando se tuvo un curado a los 28 días, teniendo una resistencia de 359 kg/cm² comparado con la cantera Altamirano que obtuvo 306 kg/cm² en el mismo día, es decir, se logró un 29% de resistencia sobre el porcentaje del diseño convencional (100%), a comparación de la cantera Altamirano que obtuvo un 9% más en el mismo día.

VII. Recomendaciones

Según el **objetivo específico 01**, se recomienda realizar un muestreo adecuado que permita caracterizar los materiales de manera representativa, considerando ejemplares de diferentes canteras del lugar en estudio para considerar las posibles variaciones, permitiendo así, a los profesionales de la construcción elegir adecuadamente los materiales para diferentes aplicaciones.

Según el **objetivo específico 02**, se recomienda realizar en laboratorio, ensayos a los áridos; así como estudios preliminares de mezclado y dosificación de los materiales, porque permitirá dar una propuesta de dosificación definitiva para la mezcla, incluyendo diversas proporciones de cada material por metro cúbico, permitiendo a las constructoras producir el concreto según las especificaciones requeridas, garantizando la calidad y resistencia estructural necesaria.

Según el **objetivo específico 03**, se deben elaborar especímenes estandarizados con la mezcla propuesta y realizar su curado y ensayo de acuerdo a procedimientos normalizados, debido a que permitirá determinar fehacientemente la resistencia alcanzada, validando a los agregados y su calidad de la mezcla propuesta en su uso estructural con seguridad y buen desempeño a largo plazo, como es el caso de los áridos obtenidos de la cantera rio Pampas, demostrando un buen comportamiento a compresión.

Según el **objetivo específico 04**, se recomienda someter también, los especímenes al ensayo de abrasión, a la acción abrasiva de bolas de acero y medir masas antes y después para conocer el porcentaje de pérdida, debido a que serviría para considerar la durabilidad frente este tipo de agresión, validar la calidad y comportamiento a largo plazo del material.

Según el **objetivo general**, se recomienda que se sigan realizando comparaciones de resistencia a la compresión en diversas canteras, debido a que esto permite identificar cuál es la más adecuada para su uso en la construcción, además, de profundizar el

análisis de las propiedades de la cantera de río Pampas, con el fin de entender porque presenta en comparación con diferentes canteras, una mayor resistencia a la compresión. Finalmente, se recomienda a los ingenieros y constructores considerar el uso de esta cantera en futuros proyectos de construcción, ya que puede resultar en una construcción más resistente y duradera.

VIII. Referencias

- ACI. (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete ACI 211.1-91*. Estados Unidos: American Concrete Institute.
- Alvarado Romero, J., & Roque Ballarta, B. (2020). *Uso de polvo de grafito como aditivo en el concreto f'c 210 kg/cm² a fin de mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7017>
- Angaspilco Llamo, M., Bocanegra Avellaneda, J., Torres Zavaleta, L., & Villanueva Meza, C. (2021). Uso de cenizas de carbón para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4(2), 47–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.37518/2663-6360X2021v4n2p47>
- Arroyo Domínguez, D., & Pertuz Peña, D. (2022). *Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto de 21 MPa reemplazando un porcentaje del agregado fino por viruta de acero al carbono*. Tesis de pregrado, Universidad de la Costa. <https://hdl.handle.net/11323/10080>
- Bohorquez Galvis, J., & Rodríguez Rodríguez, C. (2022). *Cuantificación de la disminución en la resistencia a la compresión del concreto f'c=215 Kg/cm², al utilizar agregados de peña (Cantera La Roca y Arenera Dubái) de Boyacá como reemplazo total de los agregados de río (Arenera Chicamocha SAS) comúnmente empl.* Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas. <http://hdl.handle.net/11634/44557>
- Burgos Galindo, D., Guzmán Aponte, A., & Torres Castellanos, N. (2019). Mechanical and durable performance of concrete that incorporates commercial fine recycled aggregate. *Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq*, 16(32),167-

179.<https://doi.org/https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1210>

Camacho Diaz, C., & Diaz Rafael, E. (2022). *Variación del costo unitario y resistencia del concreto $f'c= 210$ kG/CM2 utilizando agregado grueso industrial y artesanal, Cajamarca 2022*. Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32502>

Castillo Zea, A., Chimá Acosta, A., & Rondón Rueda, G. (2019). *Estudio de prefactibilidad de concreto sostenible usando agregado grueso reciclado en Barranquilla*. Tesis de pregrado, Universidad de la Costa. <http://hdl.handle.net/11323/3271>

Cisneros Mendoza, R. (2023). *Estudio de la calidad de los agregados del río Olmos, Sector Laguna el Carmen para su empleo en diferentes resistencias a la compresión del concreto, distrito de Olmos, provincia de Lambayeque, región Lambayeque*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10984>

Cordero, G., Cárdenas, J., & Rojas, J. (2018). *Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI (Primera ed.)*. Ecoe Ediciones. <https://libros.ufps.edu.co/index.php/editorial-ufps/catalog/view/25/20/678>

Cruz Zuniga, N., & Ramírez Picado, D. (2022). Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos. *Métodos Y Materiales*, 12, 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/mym.v12i0.48029>

Gonzales Ticle, C. (2019). *Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro- El Porvenir-Laredo)*. La Libertad. 2019. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de

Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12324>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill Education.

Mazo Galeano, L. (2020). *Gestión de calidad en agregados pétreos naturales extraídos de canteras de trituración para la fabricación de concretos hidráulicos*. Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/37875>

Meza Duman, E., & Leon Medina, K. (2016). *Análisis por variabilidad de resistencia a compresión de calidad 210 KG/CM² concreto usando aditivos superplastificantes y microsílíce con cemento IP con agregado de la cantera de Huancabamba y Pampas en la ciudad de Andahuaylas departamento de Apurímac*. Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/744>

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*. Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/100>

Ruiz, S. (2022). *Influencia del agregado grueso y fino de las canteras Posada, Elyon y Aybar y el tipo de cemento sobre la resistencia a la compresión y trabajabilidad de un concreto $f'c=210$ kg/cm², Trujillo 2022*. Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/33407>

Ruiz, S. (2022). *Influencia del agregado grueso y fino de las canteras Posada, Elyon y Aybar y el tipo de cemento sobre la resistencia a la compresión y trabajabilidad de un concreto $f'c=210$ kg/cm², Trujillo 2022*. Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/33407>

Torres Nina, C., & Vera Ccasa, G. (2022). *Estudio comparativo de la resistencia a la*

compresión empleando briquetas cilíndricas de 15cm x 30cm y cúbicas de 15cm y 20cm de arista, para concretos $f'c= 210, 280$ y 350 kg/cm^2 elaborados con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de la. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
<http://hdl.handle.net/20.500.12918/6662>

Videla, C. (2000). *Dosificación de hormigones*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Westreicher, G. (19 de Mayo de 2020). *Método deductivo*. .

Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes