



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL DEL CONCRETO $F'C=175 \text{ KG/CM}^2$ Y $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ AL REEMPLAZAR EN 25%, 50%, 75% Y 100% DESPERDICIOS DEL PROCESO MINERO (PEBBLE) POR AGREGADO GRUESO, UPN - 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Rocío Maribel Campos Ocas

Asesor:

Ing. Erlyn Salazar Huamán

Cajamarca – Perú

2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	1
1.3. Justificación.....	1
1.4. Limitaciones.....	2
1.5. Objetivos.....	2
1.5.1. Objetivo general.....	2
1.5.2. Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes.....	3
2.2. Bases teóricas.....	3
2.2.1. Concreto.....	3
2.2.2. Agregados.....	4
2.2.3. Propiedades del concreto.....	5
2.2.4. Desperdicios del proceso minero (pebble).....	7

2.2.5. Requerimiento en las características físicas de los agregados según la norma ASTM / NTP.....	9
2.2.6. Dosificación de mezcla.....	16
2.2.7. Ensayos en el concreto según norma ASTM / NTP.....	18
2.3. Hipótesis.....	26
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Operacionalización de variables.....	28
3.2. Diseño de investigación.....	29
3.3. Unidad de estudio.....	29
3.4. Población.....	29
3.5. Muestra.....	29
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	29
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	40
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	41
4.1. Resultados de las características físicas de los agregados.....	42
4.2. Resultados de los diseños y mezclas de concreto fresco.....	46
4.3. Resultados del concreto endurecido.....	52
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	63
5.1. Interpretación de resultados de las características físicas de los agregados.....	63
5.2. Interpretación de resultados del concreto fresco.....	65
5.3. Interpretación de resultados del concreto Endurecido.....	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	71
ANEXO N° 1: Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso.....	72
ANEXO N° 2: Diseño de Mezclas.....	73
ANEXO N° 3: Gráficos Esfuerzo vs Deformación	86

ANEXO N° 5: Panel Fotográfico.....	100
ANEXO N° 6: Formatos de ensayos realizados en laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Cajamarca	108

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 Composición del pebble	9
TABLA N° 2 Límites de granulometría según la norma ASTM C-33	10
TABLA N° 3 Clasificación de la arena por su módulo de fineza	10
TABLA N° 4 Graduación para el tipo de abrasión a realizar de agregado grueso, utilizando 5 000 gramos de muestra	15
TABLA N° 5 Cantidades aproximadas de agua para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire	16
TABLA N° 6 Relación agua / cemento vs $f'c$	17
TABLA N° 7 Asentamientos recomendados para diversos tipos de obras	17
TABLA N° 8 Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto ...	18
TABLA N° 9 Operacionalización de la Variable Dependiente.....	27
TABLA N° 10 Operacionalización de la Variable Independiente	28
TABLA N° 11 Instrumentos usados para la recolección de datos	31
TABLA N° 12 Granulometría del agregado fino.....	41
TABLA N° 13 Características físicas del agregado fino.....	42
TABLA N° 14 Granulometría del agregado grueso.....	43
TABLA N° 15 Características físicas del agregado grueso	44
TABLA N° 16 Granulometría del pebble.....	45
TABLA N° 17 Características físicas del pebble.....	46
TABLA N° 18 Cantidad de materiales para el diseño P1 ($f'c=175$ kg/cm ²).....	46
TABLA N° 19 Cantidad de materiales para el diseño P6 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	47
TABLA N° 20 Cantidad de materiales para el diseño P2 ($f'c=175$ kg/cm ²).....	47
TABLA N° 21 Cantidad de materiales para el diseño P3 ($f'c=175$ kg/cm ²).....	48
TABLA N° 22 Cantidad de materiales para el diseño P4 ($f'c=175$ kg/cm ²).....	48
TABLA N° 23 Cantidad de materiales para el diseño P5 ($f'c=175$ kg/cm ²).....	49
TABLA N° 24 Cantidad de materiales para el diseño P7 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	49
TABLA N° 25 Cantidad de materiales para el diseño P8 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	50
TABLA N° 26 Cantidad de materiales para el diseño P9 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	50
TABLA N° 27 Cantidad de materiales para el diseño P10 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	51
TABLA N° 28 Resultados de los ensayos del concreto fresco	52

TABLA N° 29 Resultados del ensayo a compresión del concreto endurecido ($f'c=175$ kg/cm ²).....	53
TABLA N° 30 Resultados del ensayo a compresión del concreto endurecido ($f'c=210$ kg/cm ²).....	54
TABLA N° 31 Requisitos de resistencia ($f'c=175$ kg/cm ²).....	56
TABLA N° 32 Requisitos de resistencia ($f'c=210$ kg/cm ²).....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 Circuito de molienda barras - bolas.....	8
FIGURA N° 2 Circuito cerrado de molienda barras-bolas	8
FIGURA N° 3 Fractura tipo I.	24
FIGURA N° 4 Fractura Tipo II.....	24
FIGURA N° 5 Fractura Tipo III.....	25
FIGURA N° 6 Fractura Tipo IV	25
FIGURA N° 7 Fractura Tipo V	26
FIGURA N° 8 Fractura Tipo VI	26
FIGURA N° 9 Obtención de desperdicios del proceso minero (pebble)	32
FIGURA N° 10 Determinación de la granulometría de los agregados	32
FIGURA N° 11 Ensayo de peso específico del agregado fino	33
FIGURA N° 12 Masa unitaria del agregado fino	33
FIGURA N° 13 Porcentaje de finos que pasan por el tamiz N°200 por lavado del agregado fino	34
FIGURA N° 14 Ensayo de peso específico del agregado grueso natural y el pebble.....	34
FIGURA N° 15 Densidad aparente y contenido de vacíos del pebble	35
FIGURA N° 16 Porcentaje de finos que pasan por el tamiz N°200 por lavado del agregado grueso y del pebble	35
FIGURA N° 17 Preparación de concreto en mezcladora mecánica	36
FIGURA N° 18 Ensayo de asentamiento del concreto.....	37
FIGURA N° 19 Ensayo de peso unitario del concreto.....	37
FIGURA N° 20 Elaboración de probetas de concreto	39
FIGURA N° 21 Curado de probetas de concreto	39
FIGURA N° 22 Curva granulométrica del agregado fino.....	42
FIGURA N° 23 Curva granulométrica del agregado grueso.....	43
FIGURA N° 24 Curva granulométrica del pebble.....	45
FIGURA N° 25 Resistencia alcanzada según los porcentajes de reemplazo en cada diseño ($f'c=175$ kg/cm ²).....	55

FIGURA N° 26 Resistencia alcanzada según los porcentajes de reemplazo ($f'c=210$ kg/cm ²).....	56
FIGURA N° 27 Fractura presentada en el diseño P1.....	58
FIGURA N° 28 Fractura presentada en el diseño P2.....	58
FIGURA N° 29 Fractura presentada en el diseño P3.....	59
FIGURA N° 30 Fractura presentada en el diseño P4.....	59
FIGURA N° 31 Fractura presentada en el diseño P5.....	60
FIGURA N° 32 Fractura presentada en el diseño P6.....	60
FIGURA N° 33 Fractura presentada en el diseño P7.....	61
FIGURA N° 34 Fractura presentada en el diseño P8.....	61
FIGURA N° 35 Fractura presentada en el diseño P9.....	62
FIGURA N° 36 Fractura presentada en el diseño P10.....	62

RESUMEN

La presente investigación propone incorporar desperdicios del proceso minero (pebble) en la elaboración de concreto reemplazando al agregado grueso, con el objetivo específico de reciclar pebbles mineros y encontrar usos sostenibles en las mismas unidades mineras y así reducir el impacto ambiental.

Para realizar esta investigación se elaboró dos diseños de mezclas, para obtener resistencias a compresión de 175kg/cm² y 210kg/cm² y para la elaboración de probetas se utilizó cemento Portland tipo 1 y agregados de la cantera del río Chonta ubicada en el distrito de Baños del Inca, de la ciudad de Cajamarca, los desperdicios del proceso minero (pebble) se obtuvo de la planta concentradora de la Sociedad Minera El Brocal S.A., que está ubicada en la comunidad de Huaraucaca, provincia de Pasco, departamento de Cerro de Pasco. Se realizaron los ensayos de agregados necesarios para el diseño de mezcla, para los ensayos del pebble minero se consideró los mismos establecidos para el agregado grueso.

Las probetas de concreto con pebble minero se elaboraron con el mismo diseño que las probetas elaboradas con concreto común reemplazando al agregado grueso por desperdicios del proceso minero (pebble) en proporciones del 25%, 50%, 75% y 100% respecto a su dosificación, se elaboraron 3 probetas por cada diseño, teniendo un total de 30 probetas, las cuales se curaron 28 días para determinar su resistencia máxima a compresión uniaxial.

Se llega a la conclusión, que el reemplazo de desperdicios del proceso minero (pebble) por agregado grueso, incrementa la resistencia a compresión uniaxial hasta en un 25.05% y 27.47% con respecto a las muestras patrón de los concretos $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm² respectivamente.

ABSTRACT

This research proposes to incorporate waste from the mining process (pebble) in developing concrete replacing the coarse aggregate, with the specific aim of recycling pebbles miners and find sustainable uses in the same mining units and reduce environmental impact.

To do this research two designs of mixtures were prepared, for compressive strength of $175\text{kg} / \text{cm}^2$ and $210\text{kg} / \text{cm}^2$ and for the preparation of specimens portland cement type 1 was used and aggregates quarry river Chonta located in the district of Bathrooms the Inca city of Cajamarca, waste from the mining process (pebble) was obtained from the concentrator plant Sociedad Minera El Brocal SA, which is located in the community of Huaraucaca province of Pasco, department of Cerro de Pasco. tests aggregates required for the mix design were performed for testing the mining pebble the same set for coarse aggregate was considered.

The concrete specimens with pebble mining were developed with the same design as the specimens made from common concrete replacing the coarse aggregate by waste from the mining process (pebble) in proportions of 25%, 50%, 75% and 100% compared to dosing 3 samples were prepared for each design, having a total of 30 specimens, which were cured 28 days to determine its maximum uniaxial compressive strength.

It is concluded that the replacement of the mining process waste (pebble) for coarse aggregate, increases resistance to uniaxial compression up to 25.05% and 27.47% compared to the standard samples of the concrete $f_c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ and $f_c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ respectively.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

1. Abanto, F. (1996). *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO (TEORÍA Y PROBLEMAS)*. Lima: San Marcos.
2. Andina. (9 de Mayo de 2008). Minera Antamina inauguró planta chancadora de Pebble con inversión de US\$ 40 millones. *Andina AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS*, pág. 1.
3. Parker, H., & Ambrose, J. (2008). *Diseño simplificado de CONCRETO REFORZADO*. México: Limusa Willey.
4. Waganoff, N. (1956). *TRITURACIÓN, MOLIENDA Y SEPARACIÓN DE MINERALES*. Buenos Aires: Alsina.
5. Llique, Y. (2014). *Comparación de la resistencia a compresión del concreto común y otros concreto usando relaves mineros en proporciones del 25% y 50% de la dosificación del agregado fino*. Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Universidad Privada del Norte.
6. Anicama, G. (2010). *Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios*. Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Peru.
7. Rivva López, E. 2007. *Diseño de Mezclas (Segunda Edición)*. Lima, Perú: Williams.
8. Gaitán Orozco, Luis. *Análisis mineralógico y examen petrográfico de agregado fino para concreto de tres bancos de la región central del país*. pag. 25.
9. Serrano, M.F. y Pérez, D.D. (2010). *Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto*. *Concreto y Cemento: Investigación y Desarrollo*. Vol. 2.
10. Torre A. 2004. *Curso Básico de tecnología del concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú.

11. Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. C 143 – 90 a - ASTM International.
12. Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate. C 127- 93 - ASTM International.
13. Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate. C 128- 93 - ASTM International.
14. Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic -cement concrete C 1064- 93 - ASTM International.
15. Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate. C 29/C 29 M - 91- ASTM International.
16. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens C 39 – 94 - ASTM International.
17. Standard Specification for Concrete Aggregates C 33 - 07- ASTM International.
18. Standard Test Method for Density (unit weight), Yield and Air Content (gravimetric) of Concrete C 138 – 92- ASTM International.
19. Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates. C 40- 92- ASTM International.
20. Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. C 131 - 97- ASTM International.
21. Standard Test Method for sieve Analysis of Fine and Coarse A ggregates. C 136 – 93 - ASTM International.