

ISSN 2070-836X

APORTE SANTIAGUINO

Revista de Investigación

Volumen 5 n.º 1, enero – junio 2012

*Ciencia,
cultura,
tecnología
e innovación*



Huaraz, Perú



ARTÍCULOS ORIGINALES

Resistencias y costos unitarios de concretos elaborados con agregado grueso, piedra partida y canto rodado de la cantera Tacllán. [Resistance and costs unit of concrete produced with thick broken stone coarse aggregate and boulder from the quarry Tacllán].	9
<i>Victor Raúl Villegas Zamora, Miguel Ronald Corrales Picardo</i>	
Modelos de las Intensidades – Duraciones y Frecuencias de las Tormentas en la estación Meteorológica Yanacancha San Marcos (Huari – Ancash). [Models of Intensity – Duration and Frequency of the Storms in Yanacancha Meteorology Station(Huari – Ancash)].	14
<i>Toribio Marcos Reyes Rodríguez</i>	
Aplicación de técnicas difusas en las metodologías matriciales de la evaluación de impacto ambiental. [Application of fuzzy techniques in the matrix methodologies of environmental impact assessment].	19
<i>Pedro Valladares Jara</i>	
Elaboración de instrumentos basados en el aprendizaje social para el proceso de extensión de educación ambiental en el ámbito de la comunidad campesina de Cátac, Ancash Perú, 2011. [Development of instruments based on social learning for the extension process of environmental education in the area of rural community Cátac, Ancash Perú, 2011].	28
<i>Eladio Guillermo Tuya Castillo, Heraclio Fernando Castillo Picón, Jerónimo Víctor Manrique, Rosa Rodríguez Anaya</i>	
Evaluación del contenido de Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc en los suelos fluvisoles del Callejón de Huaylas entre los 1800 y 3 700 msnm, Ancash, Perú, 2011. [Evaluation of copper, iron, manganese and zinc content in the fluvisols of Callejón de Huaylas between 1800 and 3700 m.o.l, Ancash, Perú, 2011].	36
<i>Juan F. Barreto R. y Gelar I. Huaytalla T.</i>	
Efecto de la pobreza en la degradación de los recursos naturales focales del Parque Nacional Huascarán. [Effect of poverty in the degradation of natural resources focus Huascarán National Park] ..	43
<i>Francisco Huerta B., Denis Mendoza R.</i>	
El lugar antropológico como variable fundamental para el desarrollo de la identidad cultural. [The anthropological place like fundamental variable for the development of cultural identity].	53
<i>Jorge Brower B.</i>	
Segregación en aves insectívoras con base en la morfometría del pico y la longitud total. [Segregation in insectivorous birds based on morphometry beak and the total length]	60
<i>César Chávez-Villavicencio, Carolina Sáenz-Bolaños y Manuel Spínola-Parallada</i>	

Proceso metalúrgico alternativo para la minería aurífera artesanal. [Alternative process for metallurgical artisanal gold mining].	68
<i>Vidal Aramburú R; Julián Pérez F; Pablo Núñez J; Ángel Azañero O; Sósimo Fernández S; Pedro Gagliuffi E; Pilar Áviles M; Sally Sedano A; Carlos Rivera R; Luis Sánchez Q.</i>	
Situación actual e importancia de las comunidades macrotérmicas y/o xerofíticas de la zona de Cupisnique. La Libertad, Perú, 2010. [Current status and importance of macrothermal and/or xerophytic communities in the area of Cupisnique. La Libertad, Peru, 2010].	74
<i>Freddy Mejia Coico, José Mostacero L., Luis Taramona R., Fernando Castillo P., José Vera R.</i>	
Modernización y festividades religiosas en la zona andina de Huaraz: el caso de Cóyllur, Paria y Unchus. [Modernization and religious festivities in Huaraz's andean zone: cases Coyllur, Paria and Unchus].	86
<i>Guillermo Gomero C., Dany Paredes A, José Yovera S.</i>	
El Decreto Legislativo N° 882 y la desnaturalización de la Universidad. [Article on the denigration of University Education].	94
<i>José Clemente Flores Barboza</i>	

Resistencias y costos unitarios de concretos elaborados con agregado grueso, piedra partida y canto rodado de la cantera Tacllán

Resistance and costs unit of concrete produced with thick broken stone coarse aggregate and boulder from the quarry Tacllán

Víctor Raúl Villegas Zamora^{1a}, Miguel Ronald Corrales Picardo^{1b}.

RESUMEN

En la ciudad de Huaraz, para construir obras se emplea concreto utilizando agregado fino y grueso sin tener en cuenta su forma, la cual repercute en la cantidad de cemento a emplear. Se ha estudiado las ventajas de resistencia y las económicas del concreto fabricado con agregado grueso, piedra partida y canto rodado, procedentes de la cantera Tacllán. Con base en las características físicas de los agregados, se ha diseñado mezclas de concreto para establecer resistencias a la compresión de 175, 210 y 280 kg/cm², empleando el método del Instituto Americano del Concreto; se elaboró briquetas, se ensayó en el laboratorio mediante la máquina de carga uniaxial y se ha realizado el análisis de costos unitarios. Se reporta que, concretos fabricados con piedra partida tienen resistencias de 15 % y costos unitarios de 7.8 % mayores que los fabricados con canto rodado; los concretos fabricados con piedra partida para resistencias equivalentes a los fabricados con canto rodado, tienen costos unitarios de 2.2 % mayores.

Palabras clave: Concreto, agregado, cemento, resistencia, compresión, briqueta, uniaxial.

ABSTRACT

For the construction in Huaraz city, it is usually used concrete made by fine and coarse aggregate, regardless of its form, which affects the amount of cement to use. The advantages of resistance and economical of the concrete made with thick rock coarse aggregate and boulder coarse aggregate which are from quarry Tacllán. Have been studied based on the physical characteristics of the aggregates; the mixing concrete has been designed for the compression resistances of 175, 210 and 280 kg/cm², by using the method of the American Concrete Institute, the briquettes were developed and tested in the laboratory; through the uniaxial loading machine and then the unit costs were done and analysed. As a result, the concrete made with thick rock have 15% of resistance and 7.8% de unit costs, which are bigger than the ones made with Boulders; so the concrete made with thick rock for equivalent resistance to the ones made with boulders have unit costs of 2.2% which is biggen.

Key words: Concrete, aggregate, cement, resistance, compression, briquette, uniaxial.

¹Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

^aIngeniero Civil, ^bArquitecto.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Huaraz, en la construcción de edificaciones y diversas obras se emplea concreto, utilizando en los diseños de mezclas agregados finos y gruesos (Pasquel 1996), teniendo en cuenta el tamaño máximo de acuerdo al tipo de estructura que se va emplear y a la resistencia requerida (NTP). No se considera la forma de los agregados gruesos a pesar de que es un parámetro muy importante, pues de la forma depende la cantidad de cemento a emplear debido a que las superficies específicas (áreas/volúmenes) son diferentes.

Para el diseño de mezclas de concreto para una resistencia a la compresión requerida, se emplea el método del Instituto Americano del Concreto (ACI). Sin embargo, se emplea en forma indiscriminada como agregado grueso, piedra partida o canto rodado, sin considerar con cuál de los agregados gruesos se obtiene incremento o reducción de resistencia a la compresión y sus costos unitarios de fabricación. Sabiendo la influencia del tipo de agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto, se puede elegir el tipo que brinda la resistencia requerida en las mejores condiciones económicas.

El estudio tiene la finalidad de determinar la influencia de la forma del agregado grueso (piedra partida ó canto rodado) procedentes de la cantera de Tacllán, en la resistencia a compresión del concreto, la cual se determina mediante ensayos de briquetas de concreto, usando la máquina de compresión uniaxial a través de la cual se aplica carga hasta que colapsa la briketa, con lo cual se calcula la resistencia a la compresión (ASTM C-39).

El estudio tiene relevancia en la ciudad de Huaraz y zonas cercanas donde se emplea agregados de la cantera Tacllán para la fabricación de concreto, es decir, que involucra a todos los agentes dedicados a la industria de la construcción, tanto de edificaciones como obras de diferente naturaleza en las que se emplea concreto.

Los resultados obtenidos contribuyen a mejorar los aspectos técnicos y económicos en la ejecución de obras en la ciudad de Huaraz, repercutiendo en el desarrollo de la región y del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES:

- Clínter pórtland, resultado del proceso de combinar rocas calizas, arcillas y óxido de hierro, finamente molidos y sometidos a 1500 °C a través de un horno giratorio del cual se obtiene el Cemento Pórtland Tipo I, mediante la

pulverización del clínter pórtland con la adición de yeso para atenuar las reacciones de los componentes del cemento (Pasquel 1996), el cual cumple con los requisitos de los Cementos Pórtland en el Perú (NTP 334.039);

- Agregados, materiales inertes del concreto que se dividen en finos y gruesos que ejercen influencia en la resistencia del concreto (Pasquel 1996), obtenidos de la cantera Tacllán;
- Agua, para la hidratación del cemento y el desarrollo de resistencia del concreto. No debe contener sustancias que dañen el concreto; recomendable, agua potable (ITINTEC-NTP 339.088)

La mezcla de cemento pórtland tipo I, agua y agregados (fino y grueso) da como resultado el concreto, siendo un producto artificial compuesto de un medio ligante denominado pasta (mezcla de cemento con agua), dentro de la cual se encuentran embebidas partículas de agregados denominadas medio ligado y cuyas propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas de sus componentes. En la actualidad el concreto es el material de construcción de mayor uso en el país.

MÉTODOS:

Para determinar las resistencias a la compresión de los concretos fabricados con piedra partida y con canto rodado, se ha empleado agregados de la cantera Tacllán, se ha determinado las características físicas, y realizado el diseño de mezclas por el método ACI para las resistencias de 175, 210 y 280 kg/cm²; habiendo obtenido la cantidad y proporciones de los materiales a usarse para cada una de ellas. Se ha fabricado briquetas de concreto de forma cilíndrica de diámetro $d = 15$ cm y altura $h = 30$ cm, con relación de esbeltez $h/d = 2$; el número de briquetas fabricadas por cada resistencia, es para tres relaciones agua/cemento y para cada una de ellas se ha fabricado 12 briquetas para ser ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días, haciendo un total de 36 briquetas; por lo que para las 03 resistencias hacen un total de 108 briquetas que viene a ser el universo y a la vez la muestra de análisis, las cuales se ha ensayado en la máquina de compresión uniaxial simple, y obtenido las resistencias mediante la expresión:

$$F'c = \frac{P}{A}$$

donde:

$F'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

P = Carga de Rotura que soporta la briketa (kg)

A = Área de la sección transversal de la briketa (cm²)

Para determinar los costos unitarios, se ha tomado para mano de obra, jornales de régimen común; para materiales, precios y tarifas de mercado y para herramientas el 3% del costo de la mano de obra.

RESULTADOS

Las características físicas de los agregados se observa en la tabla 1

Tabla 1. Características físicas de los agregados

Tipo de Agregado	Contenido Humedad (%)	Absorción (%)	Peso Específico	Módulo de Fineza	Pesos Unitarios (kg/m ³) Suelto Compactado
Arena de río	7.73	2.58	2.58	3.04	1687 1793
Piedra Partida	2.84	1.01	2.65	----	1263 1454
Canto Rodado	2.56	1.02	2.63	----	1630 1797

Los diseños de mezclas de concreto se observan en la tabla 2

Tabla 2. Diseños de mezclas para las resistencias de 175, 210 y 280 kg/cm²

Resistencia de Diseño F'c (kg/cm ²)	Relación A/C	Tipo de Agregado Fino	Tipo de Agregado Grueso Tam. Máx ¾"	Materiales por M ³ de concreto (kg)	PROPORCIONES	
					Peso	Volumen
175	0.62	Arena de Río	Canto Rodado	Cemento: 330	1	1
				Arena: 800	2.4	2.2
				Piedra: 1021	3.1	2.8
			Piedra Partida	Agua: 147	0.45	19.1 L/bolsa
				Cemento: 330	1	1
				Arena: 1067	3.2	2.9
210	0.53	Arena de Río	Canto Rodado	Piedra: 779	2.4	2.4
				Agua: 167	0.51	21.7 L/bolsa
				Cemento: 387	1	1
			Piedra Partida	Arena: 647	1.7	1.4
				Piedra: 1121	2.9	2.6
				Agua: 157	0.41	17.2 L/bolsa
280	0.45	Arena de Río	Canto Rodado	Cemento: 387	1	1
				Arena: 917	2.4	2
				Piedra: 873	2.3	2.6
			Piedra Partida	Agua: 145	0.38	16.0 L/bolsa
				Cemento: 456	1	1
				Arena: 591	1.3	1.1
280	0.45	Arena de Río	Canto Rodado	Piedra: 1121	2.5	2.2
				Agua: 160	0.35	14.9 L/bolsa
				Cemento: 456	1	1
			Piedra Partida	Arena: 862	1.9	1.6
				Piedra: 873	1.9	2.2
				Agua: 147	0.32	13.8 L/bolsa

Las resistencias de concretos con relaciones agua/cemento promedios se observan en la tabla 3

Tabla 3 Resistencias de concretos con relaciones agua/cemento promedios

Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	Agregado Grueso	Relación (A/C)	Resistencia a 28 días	Variación %
175	Piedra partida	0.62	269.3	15.8
	Canto rodado		232.6	
210	Piedra partida	0.53	355.1	23.1
	Canto rodado		288.5	
280	Piedra partida	0.45	402.9	3.3
	Canto rodado		389.9	
Variación Promedio				15.0

Los costos unitarios de los concretos se observan en las tablas 4 y 5

Tabla 4. Costos unitarios de los concretos

Resistencia kg/cm ²	Costos Unitarios por m ³ de Concreto S/.		Variación
	Piedra Partida	Canto Rodado	%
175	412.45	384.8	7.2
210	438.02	404.14	8.4
280	466.15	432.28	7.8
Variación Promedio			7.8

Tabla 5. Costos unitarios de los concretos con resistencias equivalentes

Resistencia kg/cm ²	Costos Unitarios por m ³ de Concreto S/.		Variación
	Piedra Partida	Canto Rodado	%
175	397.81	384.8	3.38
210	411.07	404.14	1.71
280	438.88	432.28	1.53
Variación Promedio			2.2

DISCUSIÓN:

Las resistencias de concreto que se usan en el diseño de estructuras especificadas en los planos, según el Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma Peruana de Estructuras, para la ejecución de obras establecen factores de seguridad; para resistencias de diseño menor que 210 kg/cm^2 el factor de 70 kg/cm^2 y para resistencias de 210 a 350 kg/cm^2 el factor de 84 kg/cm^2 , y se obtiene las resistencias requeridas de 245, 294, y 364 kg/cm^2 .

Los concretos fabricados con piedra partida tienen en promedio 15% mayor resistencia que los fabricados con canto rodado, por lo que se debe establecer factores de seguridad menores para los concretos fabricados con piedra partida para obtener resistencias equivalentes; estos factores son: para resistencias de diseño menores que 210 kg/cm^2 el factor es de 38 kg/cm^2 y para resistencias de 210 a 350 kg/cm^2 el factor es de 46 kg/cm^2 , y se obtiene las resistencias requeridas de 213, 256 y 326 kg/cm^2 .

Se efectuaron nuevos diseños de mezclas, determinándose que el costo unitario para concreto fabricado con piedra partida con resistencia equivalente es en promedio del 2.2 % mayor que el costo unitario del concreto fabricado con canto rodado.

CONCLUSIONES:

1. En la fabricación del concreto, la piedra partida y el canto rodado tienen similares contenidos de humedad, porcentajes de absorción y pesos específicos. La piedra partida tiene un peso unitario suelto de 1263 kg/m^3 y un peso unitario compactado de 1454 kg/m^3 , menores que el canto rodado que son de 1630 kg/m^3 y 1797 kg/m^3 respectivamente, siendo éste último más pesado.
2. Concretos fabricados con piedra partida con relaciones agua/cemento promedios y ensayados a los 28 días, periodo en el cual alcanzan el 100% de resistencia, tienen en promedio 15% mayor resistencia a la compresión que los fabricados con canto rodado.
3. Concretos fabricados con piedra partida tienen en promedio 7.80 %, mayor costo unitario que los fabricados con canto rodado.

4. Concretos fabricados con piedra partida con resistencias equivalentes a los fabricados con canto rodado tienen en promedio 2.2 % mayor costo unitario.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y en particular a la Facultad de Ingeniería Civil por apoyarnos en nuestro perfeccionamiento permanente y así contribuir al desarrollo del país; en nuestro corazón hay sentimientos de gratitud a quienes trabajan en ella, es aquí donde conocimos personas nobles dispuestas a ayudarnos sin ningún interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González, O. 1975. Aspectos Fundamentales del Concreto, México, Editorial Limusa S.A.
- Instituto de Ingeniería (II UNAM). Manual de Tecnología del concreto.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. E. 2009. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Navarro, J. 2006. Tecnología de los Materiales, Huancayo, Imagen Gráfica SRL.
- Norma ASTM C-150: Requisitos de los Cementos Pórtland en el Perú.
- Norma ASTM C-172: Para la elaboración de briquetas.
- Normas NTP 339.088. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado del concreto.
- Regal, M. E. 1984. Materiales de Construcción, UNI, Lima.
- Rivva, E. E. 2000. Naturaleza y Materiales del Concreto, Perú, Capítulo Peruano ACI.

CORRESPONDENCIA:

Correo: viza20@hotmail.com
 Dirección: Av. Agustín Gamarra N° 625-Huaraz.
 Celular: 943460060 RPM: #403856