

PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS CHANCADOS PROVENIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO YAPACANÍ PARA MEZCLAS DE HORMIGÓN

PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF CRUSHED AGGREGATES FROM THE YAPACANÍ RIVER BASIN FOR CONCRETE MIXTURES

SIMONS LINARES, D. L., LÓPEZ MEJÍA, E. E

RESUMEN

La determinación de las características de los áridos gruesos y finos provenientes de la cuenca del río Yapacaní y la incidencia del lugar de muestreo en la estimación de sus propiedades físico - mecánicas, tales como ser: limpieza y pureza, la resistencia al desgaste, durabilidad, granulometría, módulo de finura, peso unitario, índice de vacíos, densidad del material y absorción que influyen al momento de emplear el material en mezclas de hormigón. Estas propiedades de los agregados determinan la calidad del material que puede repercutir al momento de conformar un hormigón. Se extrajeron cinco muestras correspondientes a las chancadoras de: Calco S.A., Coconal S.A., Sedcam, Sic Norte S.R.L. y Convisa S.A. dentro de la cuenca pertenecientes a los municipios de: Hierba Buena, Mataral y Santa Fe de Yapacaní. Cada muestra fue analizada con ensayos de laboratorios siguiendo las especificaciones técnicas generales del Manual de la Administradora Boliviana de Carreteras, ABC, y los resultados obtenidos se analizaron mediante el programa estadístico SPSS que determina la varianza o similitud que existen entre dichas cualidades mencionadas de los materiales de estudio. Finalmente, una vez caracterizados los agregados de estudio, se elaboraron dosificaciones tipo de hormigón convencional H21 para seleccionar que material es el más apto y económico en el empleo de mezclas de hormigón.

ABSTRACT

The determination of the characteristics of the coarse and fine aggregates from the Yapacaní river basin and the incidence of the sampling site in the estimation of their physical-mechanical properties, such as: cleanliness and purity, resistance to wear, durability, granulometry, fineness modulus, unit weight, void index, material density and absorption that influence when using the material in concrete mixtures. These properties of the aggregates determine the quality of the material that can affect when forming a concrete. Five samples corresponding to the crushers of: Calco S.A., Coconal S.A., Sedcam, Sic Norte S.R.L. and Convisa S.A. within the basin belonging to the municipalities of: Hierba Buena, Mataral and Santa Fe de Yapacaní. Each sample was analyzed with laboratory tests following the general technical specifications of the Manual of the Bolivian Highway Administrator, ABC, and the results obtained were analyzed using the SPSS statistical program that determines the variance or similarity that exists between said mentioned qualities of the materials. study. Finally, once the study aggregates were characterized, conventional H21 concrete dosages were prepared to select which material is the most suitable and economical for the use of concrete mixtures.

PALABRAS CLAVE

Propiedades físico-mecánicas de áridos,
Agregados sólidos chancados,
Hormigón convencional H21,
Cuenca del río Yapacaní.

KEYWORDS

Physical-mechanical properties of aggregate,
Crushed solid aggregates,
Conventional concrete H21,
Yapacani river basin.

INTRODUCCIÓN

Durante el transcurso de la historia de la humanidad, el hombre ha necesitado aprender a utilizar los recursos propios de la naturaleza como ser los agregados en la construcción, de esta manera los áridos llegaron a convertirse en materia prima fundamental para la fabricación de mezclas de hormigón.

Dentro del departamento de Santa Cruz existen numerosas empresas, y personas conocidas como “dragueros”, que explotan y extraen el material de grandes ríos, como es el río Yapacaní.

Una de las formas de extracción más empleadas por dichas empresas y dragueros es la utilización de bombas de succión, o dragas, que extraen dicho material de los lechos del río. Se aplican en ríos de gran caudal como los ríos Piraí, Yapacaní y Surutú. Aunque también se suelen emplear palas mecánicas y retroexcavadoras.

El gran interés en el material provoca que se desarrollen intensas actividades en la extracción de áridos en ríos como el Yapacaní, que cuentan con un mínimo, y a veces ningún, análisis que asegure la calidad conforme a las normativas vigentes, generando de esta manera un desconocimiento e incertidumbre sobre las propiedades físico-mecánicas que puedan tener los agregados chancados de la zona para su empleo como materia prima en mezclas de hormigón.

Cada agregado presenta distintas características que, si son alteradas, puede disminuir su calidad e incidir en las propiedades del hormigón. Se considera que un agregado es limpio cuando se encuentra sin exceso de arcilla, limo, materia orgánica, sales químicas y/o granos recubiertos.

Así es que Quiroz & Salamanca (2006) mencionan que un agregado “es físicamente sano si conserva su integridad bajo cambios de temperatura o humedad y si resiste la acción de la intemperie sin descomponerse” (p. 31).

De este modo Paillacho (2014) en su investigación menciona que: “Para obtener hormigones de buena calidad es indispensable utilizar agregados de óptima calidad, limpios y de alta resistencia, que cumplan con tamaños o granulometrías estipulados en las normas técnicas.” (p. 4).

El objetivo principal es la caracterización de las propiedades físico-mecánicas de los agregados provenientes de chancadoras de la cuenca del río Yapacaní, mediante ensayos de laboratorio, establecidos en el manual de la Administradora Boliviana de Carreteras, ABC, para evaluar el cumplimiento de las especificaciones técnicas estipuladas en la misma, y así también, verificar si existe una variación o similitud de las propiedades del agregado chancado conforme al lugar de extracción.

MÉTODOS Y MATERIALES

Mediante la utilización de Google Maps, Google Earth Pro, Geovisor y la página web de SEPREC se delimitaron dos sectores de la cuenca del río Yapacaní.

Mediante el análisis de muestras en ensayos de laboratorio, se caracterizaron Contenido de Humedad, Absorción, Módulo de Finura, Agua, Compactado, Densidad Real Saturada Superficialmente Seca, Densidad Real Seca, Porcentaje de

Durabilidad, Densidad Neta, Porcentaje de Desgaste para los agregados gruesos y finos por yacimiento.

Se evaluó la granulometría de agregados de las diferentes muestras de los distintos yacimientos conforme al Manual de la ABC. Para mayor verificación y control de calidad del material, se utilizaron las especificaciones técnicas de la normativa IRAM 1627 para agregado grueso que presenta los mismos límites granulométricos que en la normativa ASTM C 33.

Para el agregado fino, se evaluaron las diferentes muestras de los distintos yacimientos conforme al Manual de la ABC. De igual manera que en el anterior caso, todas las muestras de los diferentes yacimientos, al realizarse el ensayo de granulometría, se tomaron en cuenta las especificaciones de la normativa ASTM C 33 considerando que este cuenta con límites más estrechos en los tamices N° 8, 16, 30, 50 y 100.

La normativa IRAM 1627 establece que los contenidos porcentuales de la granulometría A, correspondientes a los tamices IRAM 0.3 mm e IRAM 0.15 mm podrán reducirse a 5 y 0, respectivamente, cuando el agregado fino se emplea para preparar hormigones con aire intencionalmente incorporado en su masa, siempre que el contenido total de aire sea igual o mayor que el 3 % en volumen y que contenga como mínimo 250 Kg de cemento por metro cúbico.

Una vez teniendo una caracterización del material, los resultados de laboratorio fueron fundamentales para dosificar un hormigón H21 mediante el método ACI. El que, conforme al asentamiento máximo de 4 in, 100 mm, y mínimo de 1 in, 25 mm, seleccionado, servirá para vigas, muros y columnas de edificios de hormigón armado.

Además del asentamiento escogido, conforme a la granulometría del agregado grueso, se consideró que el tamaño máximo es de 1 in.

Conforme al asentamiento, el tamaño máximo del agregado grueso y considerando un hormigón sin aire incorporado para el diseño, se seleccionó un volumen de agua de 195 l/m³.

Como se dosificó para un hormigón H21 sin aire incorporado y con una resistencia de 210 kg/cm², la relación agua/cemento fue de 0.64 y se obtuvo de la interpolación de los valores de la tabla de relación a/c según la resistencia a compresión del hormigón de la ACI.

El contenido de cemento se lo determinó en base a la división entre el agua de la mezcla escogida anteriormente y la relación agua/cemento del anterior paso, habiéndose obtenido así una cantidad de cemento de 306.60 kg/m³ respectivamente para cada dosificación tipo de hormigón con los agregados de estudio.

Mediante el módulo de finura y tamaño máximo del agregado grueso se determinó, mediante la granulometría, que el volumen necesario a ocupar en la muestra fue de 0.65 m³ para los agregados provenientes de los yacimientos YC-1, YC-2, YC-4 y YC-5.

En cambio, debido a su módulo de finura, en el agregado del yacimiento 3, se realizó una interpolación para obtener un volumen de 0.66 m³.

También se determinó el peso seco del agregado grueso por metro cúbico de hormigón reemplazando los datos obtenidos en los ensayos de peso unitarios seco y el volumen de cada agregado de estudio. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Se escogió el peso del hormigón fresco considerando que este no presenta aire incorporado y un tamaño máximo de agregado grueso de 1 in conforme a la estimación del peso del hormigón fresco.

Posteriormente, con los datos obtenidos anteriormente, se determinaron los pesos de agregados.

RESULTADOS

Las figuras 1 y 2 muestran la ubicación de los yacimientos seleccionados.

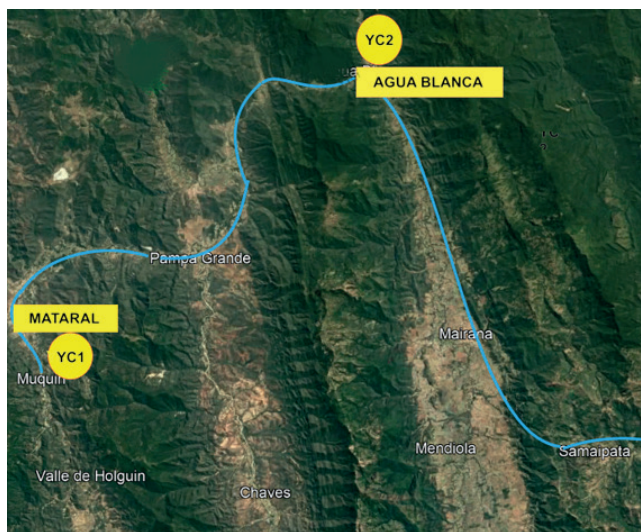


Figura 1 Yacimientos de áridos seleccionados en la cuenca alta



Figura 2. Yacimientos de áridos seleccionados en la cuenca baja

Las tablas 1 y 2 muestran los resultados de los análisis realizados para cada punto de muestreo para los agregados sólidos y finos.

Tabla 1. Resultados de los ensayos de agregado grueso

Punto de extracción	YC-1	YC-2	YC-3	YC-4	YC-5	
Humedad	5,932	4,094	3,483	3,734	2,915	
Finura	3,133	2,992	2,994	3,058	2,921	
Densidad	R,S,S,S,	2,496	2,571	2,742	2,732	2.702
	R,S	2,424	2,517	2,692	2,672	2.650
	Neta	2,611	2,660	2,834	2,843	2.794
Abs	Agua	2,946	2,136	1,861	2,255	1.939
	P.U.	Suelto	1,599	1,619	2,036	1,574
	Compactado	1,722	1,674	2,307	1,734	1.683
Durabilidad, %	17,19	14,37	9,65	6,05	11,35	
Desgaste, %	37,28	36,59	12,00	24,00	25,00	

R.S.S.S. = Densidad Real Saturada Superficialmente Seca R.S. = Densidad Real Seca, Abs. = Absorción

Tabla 2. Resultados de los ensayos de agregado fino

Punto de extracción	YC-1	YC-2	YC-3	YC-4	YC-5	
Humedad	4,125	4,434	3,669	4,166	5,485	
Finura	3,020	3,041	2,916	3,251	3,082	
Densidad	R,S,S,S,	2,854	2,512	2,533	1,312	2.288
	R,S	2,795	2,445	2,483	1,299	2.171
	Neta	2,970	2,620	2,615	1,317	2.460
Abs	Agua	2,103	2,735	2,033	1,043	5.417
	P.U.	Suelto	1,582	1,610	1,616	1,600
	Compactado	1,661	1,694	1,689	1,671	1.656
Durabilidad, %	16,45	10,61	5,18	2,74	7,87	
Equivalente de Arena, %	93,57	95,16	92,31	93,30	94,02	

R.S.S.S. = Densidad Real Saturada Superficialmente Seca R.S. = Densidad Real Seca, Abs. = Absorción

La tabla 3 se muestra los resultados de los análisis granulométricos de los agregados gruesos según la ABC, ASTM C-33 y IRAM 1627 de los cinco yacimientos.

Tabla 3. Resultados de ensayos Granulometría de agregados gruesos para los cinco yacimientos.

Tamices	ASTM	1 in	¾ in	½ in	⅜ in	Nº4	Nº8	
	Abertura, mm	25,40	19,00	12,50	9,50	4,75	2,36	
Porcentaje que pasa por el tamiz	YC-1	100	99,95	51,73	26,32	4,87	3,82	
	YC-2	100	98,48	55,52	35,67	6,88	4,20	
	YC-3	100	98,48	55,70	34,32	7,41	4,68	
	YC-4	100	99,42	54,54	29,76	5,69	4,79	
	YC-5	100	99,19	59,69	39,72	4,77	4,39	
	Promedio	100	99,10	55,44	33,16	4,45	5,92	
Especificaciones	ABC	L. I.	100	95		20	0	0
		L.S.	100	100		55	10	5
	ASTM C 33	L. I.	100	90		20	0	0
		L.S.	100	100		55	10	5
	IRAM 1627	L. I.	100	90		20	0	0
		L.S.	100	100		55	10	5

L. I. = Limite inferior, L. S. = Limite superior

Las figuras 3 y 4 muestran las curvas granulométricas de los agregados gruesos según la ABC, ASTM C-33 e IRAM 1627.

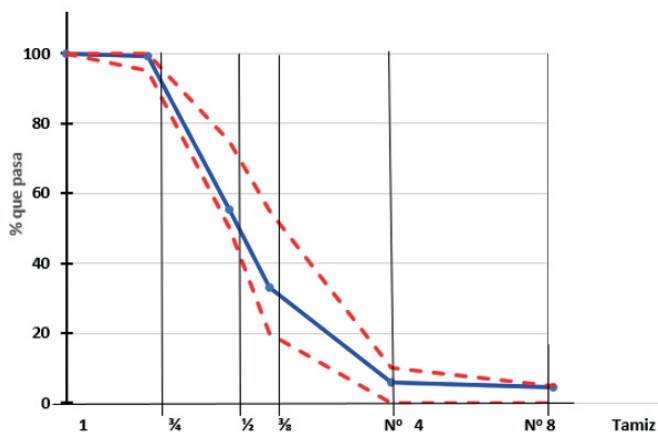


Figura 3. Curva Granulométrica con límites ABC para agregados gruesos.

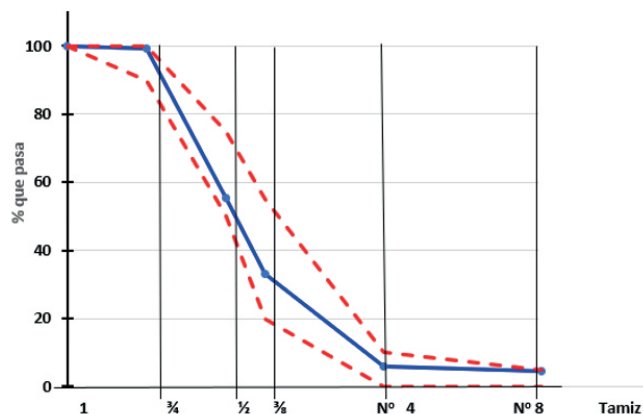


Figura 4. Curva Granulométrica con límites ASTM C 33 e IRAM 1627 para agregados gruesos

Las figuras 5, 6 y 7 muestran las curvas granulométricas de los agregados finos según la ABC, ASTM C-33 y IRAM 1627.

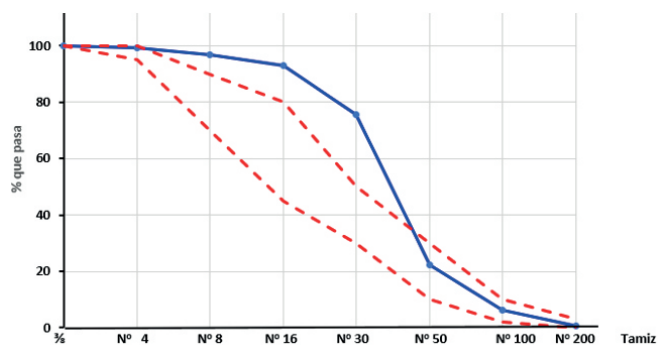


Figura 5: Curva Granulométrica con límites ABC para agregados finos

Tabla 4. Resultados de ensayos Granulometría de agregados finos para los cinco yacimientos.

Tamices	ASTM	3/8"	Nº4	Nº8	Nº16	Nº30	Nº50	Nº100	Nº200	
	Abertura, mm	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.300	0.150	0.075	
Porcentaje que pasa por el tamiz	YC-1	100	99.38	97.10	93.68	76.22	27.34	3.24	1.02	
	YC-2	100	98.92	96.50	93.14	77.15	25.86	3.44	0.80	
	YC-3	100	99.40	97.30	93.55	75.66	21.62	20.00	0.86	
	YC-4	100	98.96	96.00	91.54	70.96	14.08	2.78	0.50	
	YC-5	100	99.20	96.60	93.24	77.25	23.21	2.22	0.00	
	Promedio	100	99.17	96.70	93.03	75.45	22.42	6.34	0.64	
Especificaciones	ABC	L. I.	100	95		45		10	2	0
		L.S.	100	100		80		30	10	3
	ASTM C 33	L. I.	100	95		80	50	25	5	0
		L.S.	100	100		100	85	60	30	10
	IRAM 1627	Curva A	100	95		80	50	25	10	2
		Curva B	100	100		100	85	60	30	10
		Curva C	100	100		100	100	95	50	10

L. I. = Limite inferior, L. S. = Limite superior

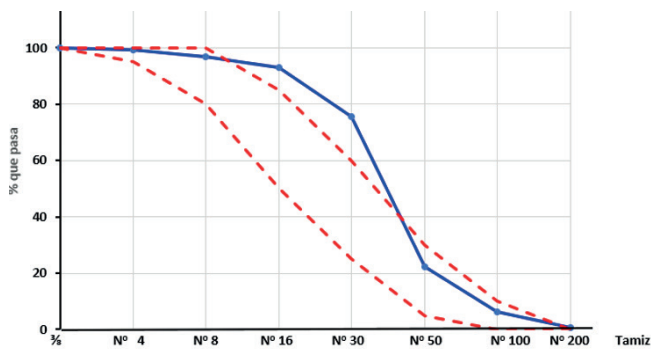


Figura 6. Curva Granulométrica con límites ASTM C 33 para agregados finos

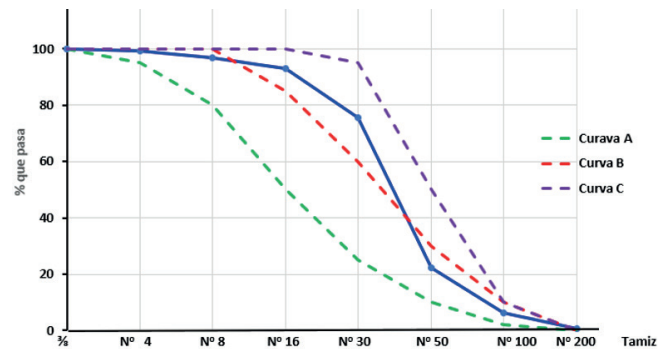


Figura 7. Curva Granulométrica con límites IRAM 1627 para agregados finos

En la tabla 5 se muestran los resultados de los cálculos de las diferentes variables para la dosificación de un 1m³ de hormigón H21 con agregados.

Tabla 5. Cálculos para la dosificación de un metro cúbico de hormigón H21 con agregados

Yacimiento de procedencia	YC-1	YC-2	YC-3	YC-4	YC-5
Volumen de la grava, m ³	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Peso unitario compactado, kg	1722,11	1674,32	2307,31	1734,69	1683,93
Peso de la grava, kg	1119,37	1088,31	1522,84	1127,53	1094,56
Peso del hormigón fresco kg	2375	2375	2375	2375	2375
Contenido de cemento	306,60	306,60	306,60	306,60	306,60
Volumen de agua, m ³	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Peso de arena, kg	754,02	785,09	350,55	745,86	778,84
Volumen de cemento m ³	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098
Peso específico de la grava kg/m ³	2424,67	2517,65	2692,55	2672,31	2650,71
Peso específico de la arena kg/m ³	2796,85	2445,55	2483,16	1299,21	2171,01
Volumen de la grava absoluto, m ³	0,46	0,43	0,57	0,42	0,41
Volumen de aire atrapado, m ³	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Volumen de la arena absoluto, m ³	0,230	0,260	0,130	0,270	0,279
Peso de arena absoluto, kg	643,41	634,67	313,42	350,60	605,41
Contenido de humedad de grava, %	5,93	4,09	3,48	3,73	2,92
Contenido de humedad de arena, %	4,13	4,43	3,67	4,17	5,49
Peso húmedo de la grava, kg	1185,78	1132,87	1575,90	1169,64	1126,47
Peso húmedo de la arena, kg	669,96	662,81	324,92	365,21	638,62
Absorción de agua de la grava, %	2,95	2,14	1,86	2,26	1,94
Absorción de agua de la arena, %	2,10	2,74	2,03	1,04	5,42
Peso de la grava superficialmente húmeda, kg	35,41	22,18	25,57	17,29	11,00
Peso de la arena superficialmente húmeda, kg	13,54	11,26	5,32	11,41	0,43
Peso efectivo de agua, kg	145,05	161,56	164,11	166,30	183,57

En la tabla 6 se indican todas las cantidades obtenidas en la metodología ACI para la dosificación final perteneciente a cada yacimiento de estudio.

Tabla 6. Dosificación final del hormigón H21 para los cinco yacimientos

Yacimiento de procedencia	Material	Peso		1 m ³ de hormigón	Relación para		
		Seco	Corr. Húmedo		una probeta	50 litros	Una bolsa de cemento
YC-1	Agua, l	195,00	161,56	0,48	0,77	38,71	23,82
	Cemento, kg	306,60	306,60	1,00	1,63	81,27	50,00
	Grava, kg	1119,37	1185,78	3,87	6,29	314,32	193,37
	Arena, kg	754,02	669,96	2,19	3,55	177,59	109,25
YC-2	Agua, l	195,00	161,56	0,53	0,87	43,45	26,73
	Cemento, kg	306,60	306,60	1,00	1,63	81,27	50,00
	Grava, kg	1088,31	1132,87	3,69	6,01	300,29	184,74
	Arena, kg	785,09	662,81	2,16	3,51	175,69	108,09
YC-3	Agua, l	195,00	163,91	0,53	0,77	38,71	23,82
	Cemento, kg	306,60	306,60	1,00	1,63	81,27	50,00
	Grava, kg	1522,84	1575,90	5,13	8,33	416,71	256,37
	Arena, kg	350,55	324,92	1,07	1,74	87,07	53,56
YC-4	Agua, l	195,00	166,30	0,54	0,88	44,08	27,12
	Cemento, kg	306,60	306,60	1,00	1,63	81,27	50,00
	Grava, kg	1127,53	1169,64	3,81	6,20	310,04	190,74
	Arena, kg	745,86	365,21	1,19	1,94	96,81	59,56
YC-5	Agua, l	195,00	155,88	0,51	0,83	41,32	25,42
	Cemento, kg	306,60	306,60	1,00	1,63	81,27	50,00
	Grava, kg	1094,56	1126,47	3,67	5,97	298,60	183,70
	Arena, kg	778,84	638,62	2,08	3,39	169,28	104,14

DISCUSIÓN

Al realizar el programa de exploración geotécnica, se evidenció que, tanto el agregado grueso como fino de las chancadoras ubicadas en los lechos del río alto de Yapacaní, tenían una calidad sucia del material y el agregado grueso tenía una consistencia más frágil, conforme al tacto, del material, a diferencia de los que no se ubicaban próximos al río como es el caso de los yacimientos YC-3, YC-4 y YC-5.

Las muestras fueron caracterizadas mediante ensayos conforme al manual de la ABC, que en su mayoría muestran que las características del agregado grueso tienen una buena calidad plasmada en los resultados de los ensayos ASTM C 128, ASTM C 29, ASTM C 131 y ASTM C 88. Una buena densidad de material representará una menor cantidad y costo en la dosificación de hormigón. De igual manera, un buen desgaste y durabilidad significa que el material aportará mayor resistencia al hormigón.

Los resultados de laboratorio obtenidos se los analizó con la prueba de Levene en el programa de SPSS. Dichos resultados muestran una varianza en los agregados gruesos de Absorción de Agua, Densidad Real Seca, Densidad Real Saturada Superficialmente Seca y Contenido de Humedad. Mientras que todas las variables de los agregados finos presentan igualdad.

Los resultados de caracterización más importantes del material fino, a diferencia del agregado grueso, muestran que se trata de una arena gruesa pero permeable, lo que significa que una infiltración de agua rápida puede disminuir la resistencia del hormigón.

Al determinar la limpieza del agregado fino, se pudo identificar que todas las arenas pasaron por un proceso adecuado, ya los resultados de laboratorio muestran un nivel de limpieza mayor al 90%.

En la realización del ensayo ASTM C 88 para agregado fino, se pudo evidenciar que con el tiempo, el sulfato de magnesio no se descomponía tan rápido en el material, lo que significó que el agregado fino de estudio tenía mayor dureza ante acciones adversas.

Se concluye que, mediante la viabilidad económica y con las cantidades de agregados determinados, los materiales del yacimiento YC-4, es el más asequible para una dosificación de hormigón H21.

Por otro lado, los agregados del yacimiento YC-1, son los que presentan mayor costo y peor calidad en sus densidades, lo que quiere decir que son más permeables, tienen mayor capacidad

de retención de agua, perjudicando la resistencia del hormigón y su fácil desintegración ante una exposición prolongada en la intemperie.

Se efectuaron muestreos de arena y agregados gruesos de tamaños: $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$ in y tipo filler en los yacimientos localizados.

Los agregados gruesos de los yacimientos YC-3, YC-4 y YC-5 presentan menor permeabilidad con densidades bajas y menor cantidad de espacios vacíos, dándoles así mayor dureza ante la

compactación, abrasión y desintegración al emplearse en mezclas de hormigones.

Se verificó que los agregados gruesos de los yacimientos YC-1 y YC-2 presentan mayor pérdida de masa ante la abrasión y son los que pueden retener mayor cantidad de agua, siendo los más perjudiciales en comparación a los demás yacimientos al momento de su adición en dosificaciones de hormigones.

REFERENCIAS

- ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS. (2008). Manual de Ensayos de Suelos y Materiales - Hormigones (Vol. IV). Bolivia.
- ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS. (2011). Manual de especificaciones técnicas generales de construcción (Vol. VII). Bolivia.
- ASTM C 127 (American Society for Testing and Materials). (2001). Standard Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.
- ASTM C 128 (American Society for Testing and Materials). (2001). Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.
- ASTM C 131 (American Society for Testing and Materials). (2003). Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.
- ASTM C 136 (American Society for Testing and Materials). (2014). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
- ASTM C 29 (American Society for Testing and Materials). (2003). Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.
- ASTM C 33 (American Society for Testing and Materials). (2003). Standard Specification for Concrete Aggregates.
- ASTM C 88 (American Society for Testing and Materials). (1999). Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate.
- ASTM D 2419 (American Society for Testing and Materials). (2003). Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate.
- ASTM D 420-98 (American Society for Testing and Materials). (2003). Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes.
- GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ. (2011). Delimitación y Codificación de Cuencas Hidrográficas del Departamento de Santa Cruz. Santa Cruz, Bolivia.
- IRAM 1627 (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) (1992). Determinación de Equivalente de Arena.
- NORMA BOLIVIANA DE HORMIGÓN ARMADO (1987). CBH 87. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA).
- PAILLACHO, M.E. 2014. Determinación del módulo de rotura en viagas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de cantera San Roque, para $f'c=28$ Mpa. Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- QUIROZ CRESPO & SALAMANCA OSUNA, 2006. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "Tecnología del Hormigón". Cochabamba: Universidad de San Simón.

CITA

