

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

EVALUACIÓN DEL USO DE AGREGADO RECICLADO
EN LA CALIDAD DEL CONCRETO DE MUROS DE
GRAVEDAD, DISTRITO GORGOR, CAJATAMBO –
LIMA, 2020

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniera Civil



Autora:

Bach. Maria de los Angeles Verastegui Vega

Asesor:

Ing. Mg. Jhon Edwin Aquise Dueñas

Lima - Perú

2020

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
Índice de Contenidos.....	4
Índice de Figuras.....	5
Índice de Tablas	6
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Capítulo I: Introducción.....	10
Capítulo II: Metodología	32
Capítulo III: Resultados	73
Capítulo IV: Discusión y conclusiones.....	95
Referencias.....	100
ANEXOS	103

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación de la zona de estudio.	22
Figura 2 Tipos de falla a compresión.....	30
Figura 3 Procedimiento de análisis de datos.	39
Figura 4 Abaco De Clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).....	45
Figura 5 Ábaco de Clasificación del Sistema AASHTO	46
Figura 6 Curva granulométrica del suelo	73
Figura 7 Diagrama de fluidez del suelo	74
Figura 8 Curva granulométrica de agregado fino	77
Figura 9 Curva granulométrica de agregado grueso	78
Figura 10 Curva granulométrica de agregado reciclado natural	79
Figura 11 Curva granulométrica de agregado reciclado tratado	79
Figura 12 Resultados del ensayo de asentamiento con A.G. reciclado natural y tratado.....	85
Figura 13 Resultados del ensayo de peso unitario con A.G. reciclado natural y tratado.....	86
Figura 14 Resultados del ensayo de contenido de aire con A.G. reciclado natural y tratado.	87
Figura 15 Resultados del ensayo de temperatura con A.G. reciclado natural y tratado.....	88
Figura 16 Resultados del ensayo de compresión con A.G. reciclado natural a los 7, 14 y 28 días.	89
Figura 17 Resultados del ensayo de compresión con A.G. reciclado tratado a los 7, 14 y 28 días	89
Figura 18 Resultados del ensayo de tracción por compresión diametral con A.G. reciclado natural y tratado a los 28 días.....	90

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales componentes del cemento Portland.....	24
Tabla 2. Matriz de Operalización de variables.	32
Tabla 3. Cantidad de pruebas en estado fresco.	36
Tabla 4. Cantidad de pruebas en estado endurecido	37
Tabla 5. Cantidad mínima de muestra para análisis granulométrico de suelos.	40
Tabla 6. Serie de tamices a utilizar en el ensayo de análisis granulométrico	41
Tabla 7 Cantidad mínima de muestra para contenido de humedad de suelos.....	43
Tabla 8 Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos.....	49
Tabla 9 Cantidad mínima de muestra para análisis granulométrico de agregados.	52
Tabla 10 Serie de tamices a utilizar en el ensayo de análisis granulométrico	53
Tabla 11. Granulometría del agregado fino.	54
Tabla 12. Granulometría del agregado grueso.....	55
Tabla 13 Cantidad mínima de muestra para contenido de humedad de agregados	57
Tabla 14 Capacidad de recipiente para determinar el peso unitario de agregados.	58
Tabla 15 Cantidad mínima de muestra para peso específico de agregado.....	61
Tabla 16. Asentamientos recomendados para diversos tipos de obras	63
Tabla 17. Contenido de aire atrapado según el tamaño máximo nominal de agregado.....	64
Tabla 18. Requisitos aproximados de agua de mezcla para diferentes asentamientos y tamaños máximos nominales del agregado	65
Tabla 19. Contenido de aire atrapado según el tamaño máximo nominal de agregado.....	66
Tabla 20. Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto	66
Tabla 21. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	67

Tabla 22. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	71
Tabla 23. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	71
Tabla 24 Resultados del ensayo de contenido de humedad para suelos	73
Tabla 25 Resultados del ensayo de Límites de Atterberg	74
Tabla 26 Resultados de la clasificación de suelos según SUCS y AASHTO.....	75
Tabla 27 Resultados del ensayo de compresión triaxial.	75
Tabla 28 Resultados del ensayo de sulfatos solubles del suelo	76
Tabla 29 Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado	80
Tabla 30 Resultados del ensayo peso unitario del agregado	81
Tabla 31 Resultados del ensayo peso específico y absorción del agregado	81
Tabla 32. Parámetros de diseño de mezcla	82
Tabla 33. Diseño de mezcla con 0% de agregado grueso reciclado (Muestra Patrón).....	83
Tabla 34. Diseño de mezcla con agregado grueso reciclado natural	83
Tabla 35. Diseño de mezcla con agregado grueso reciclado tratado	84
Tabla 36. Resultados del ensayo de asentamiento con A.G. reciclado natural y tratado.....	84
Tabla 37 Resultados del ensayo de peso unitario con A.G. reciclado natural y tratado.....	85
Tabla 38. Resultados del ensayo de contenido de aire con A.G. reciclado natural y tratado.	86
Tabla 39. Resultados del ensayo de temperatura con A.G. reciclado natural y tratado.....	87

Resumen

La presente investigación titulada *Evaluación del uso de agregado reciclado en la calidad del concreto de muros de gravedad en el distrito Gorgor, Cajatambo - Lima, 2020* tiene por objetivo principal evaluar la influencia del uso de agregado grueso reciclado natural y tratado a fin de mejorar las propiedades del concreto de muros de gravedad expuestos a sulfatos en el distrito de Gorgor, Cajatambo- Lima en el año 2020, para la cual se basa en la necesidad de reutilización de materiales y mitigación de impactos negativos al medioambiente.

Se inició con el estudio de suelos para conocer sus parámetros físico-geotécnicos y así analizar la viabilidad de la investigación. Se procedió a la obtención de materiales naturales y el agregado grueso reciclado se trató con carbonato de calcio. El análisis propuesto es del agregado grueso reciclado natural y tratado con carbonato de calcio como reemplazo parcial de agregado grueso natural, para ser comparado con una muestra patrón en cuanto a las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Con respecto al comportamiento del concreto en estado endurecido se observó que, en cuanto a la compresión registró una tendencia lineal a menor contenido de agregado reciclado grueso natural y tratado en comparación a la muestra patrón, por lo cual se concluye que las propiedades no mejoraron para ninguna de estas condiciones, sin embargo, en cuanto a la tracción por compresión diametral se vio un mejor comportamiento con 25% de agregado grueso reciclado tanto natural como tratado, es decir, influyó positivamente en la resistencia.

La presente investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, alcance correlacional y un diseño de investigación Experimental Puro.

Palabra clave: agregado grueso reciclado, muros de gravedad, agregado tratado.

Abstract

The present investigation entitled *Evaluation of the effectiveness of recycled aggregate on the quality of concrete in gravity walls in the Gorgor district, Cajatambo - Lima, 2020* has the main objective of evaluating the influence of the use of natural and treated recycled coarse aggregate in order to improve the properties of concrete of gravity walls exposed to sulfates in the district of Gorgor, Cajatambo-Lima in 2020, for which it is based on the need to reuse materials and mitigate negative impacts on the environment.

It began with the study of soils to know their physical-geotechnical parameters and thus analyze the feasibility of the investigation, the design conditions of the proposed structure were evaluated. Natural materials were obtained and the recycled coarse aggregate was treated with calcium carbonate. The proposed analysis is of the natural recycled coarse aggregate and treated as a replacement for natural coarse aggregate by weight to be compared with a standard sample regarding the properties of the concrete in fresh and hardened state.

The behavior of the concrete in the hardened state is that, in terms of compression, it registered a linear tendency to lower content of natural and treated coarse recycled aggregate with respect to the standard sample, which is why it is concluded that the properties did not improve for any of these conditions. However, in terms of diametral compression traction, a better performance was seen with 25% of recycled coarse aggregate, both natural and treated, that is, it had a positive influence on resistance.

The present investigation is of Applied type, quantitative approach, correlational scope and a Pure Experimental investigation design.

Keyword: Recycled Coarse Aggregate, Gravity Walls, Treated Aggregate

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

Referencias

- Apaza Illanes, K. W., & Ysarbe Rojas, J. M. (2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y características físicas del concreto patrón y concreto reciclado, evaluando su comportamiento en estado fresco y endurecido*. Lima, Perú: Universidad de Ciencias Aplicada.
- Bairaji , N., Ravance, K., & Pareek, V. (1993). Behaviour of concrete with different proportions of natural and recycled aggregates. *Resources, Conservation and Recycling*.
- Baojian, Z., Chi Sun, P., Qiong , L., Shicong, K., & Caijun, S. (2013). Experimental study on co2 curing for enhancement of recycled aggregate properties. *Construction and building materials*.
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project. *Revista ingeniería de construcción*.
- Bojacá , N. (2013). *Propiedades mecánicas y durabilidad de concretos con agregado reciclado*. Bogotá: Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito .
- Braja M., D. (2013). *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. Los Angeles, EE.UU.: Cengage Learning.
- Cárdenas, W., & Hernández, J. (2014). *Caracterización de los agregados de concreto reciclado, propiedades, técnicas y uso*. Zipaquirá: Corporación univertaria minuto de Dios.
- Casuccio, M., Zega , C., Giaccio, G., & Zerbino, R. (2006). Deformabilidad en hormigones con agregados reciclados. *Ciencia y tecnología del hormigón*.
- Chiné, B., Cuevas, R., Jimenez, R., & Ortiz, G. (2019). Estudio experimental de la carbonatación del concreto. *Tecnología en marcha*.
- Coapaza Aguilar , H., & Cahui Hilazaca, R. A. (2018). *Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto F'C=210 kg/cm2 como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno*. Puno- Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Das, B. (2015). *Fundamentos de Ingeniería geotécnica*. Mexico: Cengage Learning.
- Dedoya, C., & Dzul, L. (2015). Concreto con agregados reciclados como proyect de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de Construcción* .
- Departamento de Normalización. (2015). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: Macreo.
- Deva, K. M., Anand, K. B., Murali, G., & Alka, G. (2020). Property enhancement of recycled coarse aggregate using bio-treatment. *Materials today: proceedings*.
- Durand Ciudad, A. J. (2017). *Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales, Trujillo 2017*. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Edificaciones, R. N. (2016). *E.060 Concreto Armado*. Lima: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento.
- Ghafoori, N., & Diawara, H. (2009). Influence of temperature on fresh performance of self-consolidating concrete. *Construction and building materials*.

- Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M., Rodríguez, I., Rojas, L., & Segura, G. (2021). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Revista tecnologica en marcha*.
- Harish, B., Venkana Ramana, N., & Gnaneswar, K. (2020). Experimental and analytical studies on recycled coarse aggregate. *Material today: proceedings*.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc-Graw-Hill Education.
- IGC. (2019). Materiales del concreto. *Instituto de Construcción y Gerencia*.
- INACAL. (2015). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. *Instituto Nacional de la Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (2017). Concreto: Método de ensayo para determinar la resistencia a tracción simple del concreto, compresión diametral de una probeta cilíndrica. *Instituto Nacional de la Calidad*.
- INDECOPI. (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)(concreto). *Instituto Nacional de la Defensa de la Competencia y de la Protección Intelectual*.
- Institute, A. C. (2009). Práctica estandar para seleccionar proporciones para hormigón normal, opesado y en masa. *ScienceDaily*.
- Jiménez Vázquez, K. E. (2018). *Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del Atlántico colombiano*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Jordan Saldaña, J., & Viera Caballero, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*. Chimbote, Perú: Universidad Nacional de Santa.
- Kumar, D., Anand, K., Poornima, V., Murali, G., & Alka, G. (2020). Property enhancement of recycled coarse aggregate using bio-treatment approach. *Materials today: proceedings*.
- López Ampuero, E., & Mamani Copari, J. J. (2017). *Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Mamani Apaza, F. W. (2015). *Producción de agregados reciclados de los residuos de la Construcción y Demolición para la producción de concretos Hidráulicos en la Ciudad de Juliaca*. Juliaca, Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Martínez, I., & Mendoza, C. (2006). Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregado reciclado. *Ingeniería, investigación y tecnología*.

- Muñoz, A., Torres, N., & Guzmán, A. (2018). Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable. *Revista Ingeniería de Construcción*.
- Ohemeng, E., & Ekolu, S. (2020). Comparative analysis on costs and benefits of producing natural and recycled concrete aggregates: A South African case. *Case studies in construction materials*.
- Padua Romero, C. J. (2019). *Uso del óxido de calcio en el proceso del concreto par elementos estructurales, en la provincia de Huara, 2018*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Priano, C., Señas, L., Moro, J., & Marfil, S. (2016). Agregado reciclado pretratados para uso en hormigón. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*.
- Rivva López, E. (2019). *Diseño de mezclas*. Lima: Imprenta Williams E.I.R.L.
- Rodrich Guevara, S. R., & Silva Ocas, J. C. (2018). *Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo 2018*. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Shi, C., Yake, L., Zhang, J., Wengui, L., Chong, L., & Zhaobin, X. (2016). *Performance enhancement of recycled concrete aggregate e A review*. Cleaner Production.
- Solis Carcaño, R., & Moreno, E. (2006). Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.*
- Soni, N., & Kumar Shukla, D. (2020). Analytical study on mechanical properties of concrete containing crushed recycled coarse aggregate as an alternative of natural sand. *Construction and building materials*.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa S.A.
- Taus, V., & Zega, C. (2006). Succión capilar en hormigones reciclados expuestos a diferentes condiciones de curado. *Ciencia y tecnología del hormigón*.
- Vangadesh Marshall, J., & Ramasamy, V. (2020). Various treatment techniques involved to enhance the recycled coarse. *Materials today: proceedings*.
- Zega, C., & Di Maio, A. (2007). Efecto del agregado grueso reciclado sobre las propiedades del hormigón. *Boletín técnico*.
- Zega, C., Di Maio, A., & Zerbino, R. (2008). Influencia del tipo de agregado del hormigón de origen sobre las propiedades de los agregados gruesos reciclados. *Ciencia y tecnología del hormigón*.