



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y SUCCIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO ARTESANAL – TRUJILLO 2018.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

**Autores:**

Bach. Ericsson Alen Chávez Ruíz

Bach. Luis Alberto Nakayo Cabada

Asesor:

Mg. Wiston Henry Azañedo Medina

Trujillo - Perú

2019

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>11</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I. : INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.1. Realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema. ....	39
1.3. Justificación .....	39
1.4. Limitaciones.....	39
1.5. Objetivos .....	41
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	41
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	41
1.6. Hipótesis .....	41
1.6.1. <i>Hipótesis general</i> .....	41
1.6.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	41
<b>CAPÍTULO II. : METODOLOGÍA .....</b>	<b>42</b>
2.1. OPERACIONALIDAD DE VARIABLES.....	42
2.1.1. <i>Variable Independiente</i> .....	42
2.1.2. <i>Variable Dependiente</i> .....	42
2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
2.3. POBLACIÓN.....	43
2.4. MUESTRA .....	43
2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS....	45
2.5.1. <i>Media aritmética</i> .....	46
2.5.2. <i>Varianza</i> .....	46
2.5.3. <i>Desviación estándar</i> .....	47
2.5.4. <i>Coefficiente de variación</i> .....	47
2.6. PROCEDIMIENTO .....	49
2.6.1. <i>CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA</i> .....	51
2.6.2. <i>DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO (Método ACI 211)</i> :.....	62
2.6.3. <i>ENSAYOS DEL CONCRETO</i> .....	69
2.6.4. <i>DISEÑO DEL LADRILLO DE CONCRETO</i> .....	70

<b>CAPÍTULO III.</b>	<b>: RESULTADOS .....</b>	<b>74</b>
3.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS .....	74
3.1.1.	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO (NTP: 400.012).....	74
3.1.2.	GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO (NTP: 400.012).....	77
3.1.3.	GRANULOMETRÍA DEL RCD (NTP: 400.012). .....	80
3.1.4.	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 399.185).....	83
3.1.5.	PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO; (NTP 400.017)...	84
3.2.	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN: (NTP 400.021) (NTP 400.022).....	87
3.3.	DISEÑO DE MEZCLAS (Método ACI 211) .....	90
3.3.1.	DISEÑO PATRÓN (Método ACI 211). .....	90
3.3.2.	RCD 5% (Método ACI 211) .....	90
3.3.3.	RCD 10% (Método ACI 211) .....	90
3.3.4.	RCD 20% (Método ACI 211) .....	91
3.3.5.	RCD 30% (Método ACI 211) .....	91
3.3.6.	RCD 40% (Método ACI 211) .....	91
3.3.7.	RCD 50% (Método ACI 211) .....	92
3.3.8.	RCD 60% (Método ACI 211) .....	92
3.3.9.	RCD 75% (Método ACI 211) .....	92
3.4.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NORMA TECNICA E 070) .....	93
3.5.	SUCCIÓN (NTP 399.613):.....	98
<b>CAPÍTULO IV.</b>	<b>: DISCUSIÓN Y COMCLUSIONES .....</b>	<b>103</b>
4.1.	DISCUSIÓN:.....	103
4.1.1.	Análisis Estadístico para el ensayo de resistencia a la compresión: .....	106
4.1.2.	Análisis Estadístico para el ensayo de succión .....	108
4.1.3.	Análisis de costos unitarios .....	110
4.2.	CONCLUSIONES .....	116
4.3.	RECOMENDACIONES .....	118
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>	
<b>ANEXOS .....</b>	<b>123</b>	

## RESUMEN

En la presente tesis se investigó la influencia de material reciclado del concreto (RCD) como resultado de la demolición de veredas, que se utilizó en reemplazo de parte del agregado grueso para la elaboración de la mezcla y su aplicación en la fabricación de ladrillos de concreto artesanal.

El RCD se obtuvo por proceso de chancado en forma artesanal del desmonte, producto de la demolición de veredas para obtener un TMN de  $\frac{3}{4}$ " , el cual se mezcló en proporciones de 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% y 75% con el agregado grueso, para la obtención de una mezcla semi seca con un asentamiento de 0-2", la caracterización de todos los materiales, y con un diseño de mezclas para cada combinación.

En los resultados obtenidos se evidenció, que el RCD en proporciones de 5% y 10%, no influyen significativamente con respecto a la muestra patrón, la cual tenía un diseño de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la compresión, así como también el porcentaje de succión que se obtuvo para estas proporciones fue menor a  $20 \text{ g/200cm}^2/\text{min}$ .

Haciendo una valoración, estas muestras fluctuaban en el rango de  $116 \text{ kg/cm}^2$ ,  $127 \text{ kg/cm}^2$  y  $125 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, ubicando a nuestra unidad de ladrillo en un TIPO III de acuerdo con su clasificación según la Norma E.070.

Se llegó a constatar que a medida que aumentaba la proporción de RCD la resistencia iba disminuyendo y la dispersión iba aumentando.

En el aspecto económico el RCD puede llegar a costar 28.00 soles el  $\text{m}^3$ , más barato que la gravilla de  $\frac{3}{4}$ " con un costo de 35.00 soles el  $\text{m}^3$ , a la fecha se tendría que implementar una planta de chancado de RCD, la cual reduciría el precio de este insumo.

En el tema ambiental, el reciclaje de este material ayudará a mitigar en parte la sobre explotación de canteras. Conllevará a favorecer el cuidado del medio ambiente, al generar un uso apropiado de los residuos de construcción y demolición, que vemos a diario formando parte del paisaje de nuestra ciudad.

**Palabras Claves:** RCD, Proporción de RCD, Resistencia a la compresión, Succión, Agregados, Ladrillos de concreto artesanal.

## ABSTRACT

In this thesis, the influence of recycled concrete material (RCD) was investigated as result of the demolition of sidewalks, which was reused to replace part of the coarse aggregate for the preparation of the mixture and its application in the manufacture of concrete bricks. Artisanal.

The RCD was obtained by the traditional process of crushing, the resulting from the demolition of paths to obtain a Maximum size nominal TMN of  $\frac{3}{4}$  ", which was mixed in proportions of 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% and 75%, with the coarse aggregate, to obtain a semi-dry mixture with a settlement of 0-2 ", characterization of all the materials, and with a mix design for each combination.

The results showed that RCD in proportions of 5% and 10% did not significantly influence the sample pattern, which had a design of  $F'c = 100\text{kg/cm}^2$  in the resistance to compression, as well as the percentage of suction Obtained for these proportions was less than  $20\text{ g/200cm}^2/\text{min}$ .

By making an assessment, these samples fluctuated in the range of  $116\text{ kg/cm}^2$ ,  $127\text{ kg/cm}^2$  and  $125\text{ kg/cm}^2$  respectively, locating our brick unit in a type III according to its classification according to standard E. 070.

It was noted that as the proportion of RCD increased, the resistance was declining, and the dispersion was increasing.

In the economic aspect, the RCD can cost 28.00 soles per cubic meter, cheaper than the  $\frac{3}{4}$  "gravel with a cost of 35.00 soles per  $\text{m}^3$ , to date a RCD crushing plant would have to be implemented, which reduce the price of this input.

In the environmental issue, the recycling of this material will help mitigate in part the over-exploitation of quarries. It will lead to fostering the care of the environment by generating an appropriate use of construction and demolition waste, which we see every day as part of the landscape of our city.

**Key Words:** RCD, RCD Proportion, Compression Resistance, Suction, Aggregates, Craft Concrete Bricks.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Arequipa . (2010). *Manual para Propietarios*, 90. Obtenido de <http://www.acerosarequipa.com/manual-para-propietarios/materiales-de-construcción/concreto.html>
- Agua. (2017). *¿Qué es el agua?* Obtenido de <https://agua.org.mx/que-es/>
- Anabela Gabalec, M. (2008). *Tiempo de Fraguado del Hormigón*. La Plata, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de [https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/Tesis2008\\_Anabela-Gabalec\\_Tiempo-de-Fraguado-del-Hormigon.pdf](https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/Tesis2008_Anabela-Gabalec_Tiempo-de-Fraguado-del-Hormigon.pdf)
- Campos Cisneros, R. (20 de marzo de 2008). *Monografías*. Obtenido de Agregados: <https://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados.shtml>
- Castañeda Cruz, K. J., & Vásquez Barreto, E. L. (2014). *Aplicación de concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
- Cementos Pacasmayo. (junio de 2018). *Cementos Pacasmayo*. Obtenido de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/antisalitre-ms/>
- Condori Huanca, Y. U. (2015). *Reutilización de agregados en la producción del concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca*. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- David Osorio, J. (2017). *360 en Concreto*. Obtenido de Hidratación del Concreto: Agua de Curado y Agua de Mezclado: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/usos-y-aplicaciones/importancia-del-agua-en-el-concreto>
- Domínguez Lepe, J., & Martínez L., E. (2007). *Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de*. Mérida, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- 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.
- EC, R. (06 de 05 de 2015). *El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/oefa-municipalidad-magdalena-contamino-playa-marbella-360398>
- Fernández Canovas, M. (2007). *Hormigón*. Madrid - España: Garceta Grupo Editorial.

- Guerrero Quiñones, J. S. (2018). *Influencia del uso de residuos de construcción y demolición en diferentes porcentajes sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo 2018*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14269>
- Ingeniería Civil. (mayo de 2010). *Clasificación de los Agregados para Hormigón*. Obtenido de <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/05/clasificacion-de-los-agregados-para.html>
- Laboratorio de Materiales de Construcción. (2003). *Determinación del tiempo de fraguado inicial y final del cemento*. El Salvador: (Artículo de Investigación). Obtenido de <http://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoCemento/Fraguado%20inicial%20y%20final%20del%20cemento.pdf>
- León, J. P. (26 de 08 de 2017). *El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274>
- 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.
- Mayta Rojas, J. W. (2014). *"Influencia del aditivo súperplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/252093067/influencia-del-aditivo-superplastificante-en-el-tiempo-de-fraguado-trabajabilidad-y-resistencia-del-concreto>
- Método ACI 211, (2002). *Práctica Estándar para Seleccionar el Proporcionalamiento del Concreto Peso Normal, Pesado y Masivo para el diseño de mezclas*.
- Morales Vallejo, P. (2011). *Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?* Madrid: Universidad Pontificia Comillas-Facultad de Humanidades. Obtenido de <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf>
- MPT. (7 de 03 de 2018). *Segat y Coprosec inician campaña de fiscalización de contaminación de residuos de construcción*. Obtenido de <http://www.munitrujillo.gob.pe/noticiasmp/categorias/gestionambiental/segat-y-coprosec-inician-campana-de-fiscalizacion-de-contaminacion-de-residuos-de-construccion>



- MVCS. (viernes 8 de febrero de 2013). DECRETO SUPREMON° 003-2013-VIVIENDA - Aprueban Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición. *El peruano*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-para-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-decreto-supremo-n-003-2013-vivienda-899557-2/>
- Niño Hernández, J. (2014). *Tecnología del Concreto - Tomo I*. Tercera Edición. Editorial Asocreto. Universidad Privada del Norte, Trujillo - Perú.
- Norma E.060 (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones- Concreto Armado* pag.26. Lima -Perú.
- Norma Técnica Peruana 3334.009 (2001). CEMENTOS. *Cemento Portland*, Pag.7. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 3334.090 (2001). CEMENTOS. *Cemento adicionado*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.011, (2008). *Agregados Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.012, (2001). AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.017, (1999). AGREGADOS. *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.021, (1999). AGREGADOS. *Método normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.022, (2013). AGREGADOS. *Método normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 399.613:(2017), *Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2ª Edición*. Lima – Perú.
- Norma Técnica E. 070 (2006), *Albañilería*. Lima – Perú.
- Pérez Culquechicon, T. J. (2016). *Comportamiento físico -mecánico del ladrillo de concreto Tipo IV*. Lima - Perú: Universidad agraria la Molina.
- Rivera López, G. (2013). *Civilgeeks*. Obtenido de Concreto Simple: <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-inggerardo-a-rivera-l/>
- RNE. 060. (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E. 060 - Concreto Armado*. Lima-Perú.
- S. Mamlouk, M., & P. Zaniewski, J. (2009). *Materiales para Ingeniería Civil*. Trujillo- Perú: Segunda edición. Editorial Pearson. Universidad Privada del Norte.

Sánchez de Guzmán, D. (2003). *Durabilidad y patología del concreto*. Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú: Editorial Asocreto.

Scanferla Lucas, J. (2009). *Ensayos de Hormigon en Estado Fresco y Endurecido*.  
Obtenido de [https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/10/Tesis2009\\_Lucas-Scanferla.pdf](https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/10/Tesis2009_Lucas-Scanferla.pdf)

Sika. (2018). Obtenido de Agregados: <https://esp.sika.com/es/concrete-redirect/sika-concrete-technology/temas-hormigon-proyectado/materiales-base/aggregates.html>

Silva, Y., Robayo, R., Matthey, P., & Delvasto, S. (2014). *Obtención de Concretos Autocompactantes empleando Residuos de Demolición*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Torre C., A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto para Ingenieros Civiles*. Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de [https://www.academia.edu/9191423/CURSO\\_BASICO\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_INGENIEROS\\_CIVILES](https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES)

Trujillo-Segat, S. d. (diciembre de 2013). PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS Y DE OBRAS MENORES DEL DISTRITO DE TRUJILLO. Trujillo.

Wikipedia. (2018). *Ladrillo*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Ladrillo#Tipos\\_de\\_ladrillo](https://es.wikipedia.org/wiki/Ladrillo#Tipos_de_ladrillo)

Wikipedia. (11 de enero de 2019). Obtenido de Permeabilidad: <https://es.wikipedia.org/wiki/Permeabilidad>