
**EFEECTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FINALES DE ELEMENTOS DE CONCRETO
USANDO CONCHA DE MANIHOT ESCULENTA
(Effect on the final characteristics of concrete elements using Manihot esculenta shell)**

Gómez, L¹. Aparicio, J². Rivas, F³.

^{1,2,3} Docentes del Programa Ingeniería Arquitectura y Tecnología de la Unellez – San Carlos, Cojedes. Venezuela
luisandresgomez@gmail.com; jmal.unellez@gmail.com; osnaosmi@gmail.com

Autor de correspondencia: Gómez, L. email: luisandresgomez@gmail.com

Recibido: 01-02-2020

Aprobado: 18-03-2020

RESUMEN

El uso de agregados reciclados para la producción de concreto, contribuye al desarrollo sostenible de la construcción, debido a que mediante las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de industrias diferentes a la de construcción se reducen los impactos ambientales y es una solución viable al agotamiento de recursos naturales de explotación de cantera. En este sentido se generó la idea de usar la concha de yuca (*Manihot esculenta*) como agregado fino en la elaboración de elementos de concreto, con el objetivo de evaluar el efecto sobre las características finales del concreto luego del proceso de fraguado del mismo, ya que la misma posee propiedades de absorción y retención de humedad. Mediante el paradigma positivista usando un diseño experimental, se realizaron pruebas de laboratorio siguiendo la Norma Covenin 1976:2003, para medir las características resultantes de los elementos fabricados con la incorporación de la concha de yuca (*Manihot esculenta*), de esta manera se utilizaron dos diseños de mezclas, con sustituciones de 0,5% y 1% de concha de yuca (*Manihot Esculenta*), concluyendo que al sustituir el 1% de concha de yuca (*Manihot esculenta*), la resistencia del concreto se ve altamente comprometida. Sin embargo, la mezcla con un 0,5% de sustitución del agregado fino alcanzó una resistencia mayor a la resistencia de diseño, en un lapso menor que el diseño de mezcla patrón, otra característica como la durabilidad se evalúa actualmente.

Palabras clave: *Concreto, Manihot esculenta, agregado fino.*

SUMMARY

The use of recycled aggregates for the production of concrete contributes to the sustainable development of construction, since by means of the activities of use and treatment of waste from industries other than construction, environmental impacts are reduced and it is a viable solution to depletion of natural resources from quarry exploitation. In this sense, the idea was generated of using the cassava shell (*Manihot esculenta*) as a fine aggregate in the elaboration of concrete elements, with the aim of evaluating the effect on the final characteristics of the concrete after its setting process, since that it has moisture absorption and retention properties. Through the positivist paradigm using an experimental design, laboratory tests were carried out following the Covenin 1976: 2003 Standard, to measure the resulting characteristics of the elements manufactured with the incorporation of the cassava shell (*Manihot esculenta*), in this way two mix designs, with substitutions of 0.5% and 1% cassava shell (*Manihot esculenta*), concluding that by replacing 1% cassava shell (*Manihot esculenta*), the strength of the concrete is highly compromised. However, the mix with 0.5% substitution of the fine aggregate achieved a higher resistance to the design resistance, in a shorter period than the standard mix design, another characteristic such as durability is currently evaluated

Keywords: *Concrete, Manihot esculenta, fine aggregate*

INTRODUCCIÓN

En Venezuela el incremento de la población ha sido acompañado por un avanzado crecimiento urbanístico, la construcción de viviendas y a su vez la demanda de los materiales de construcción. El poder adquisitivo de la población es cada vez menor haciendo casi imposible la compra de los materiales de construcción, por esta causa surge la necesidad de buscar alternativas y nuevas técnicas que avancen el proceso constructivo y al mismo tiempo se consiga la economía reduciendo los costos de construcción. Dentro del mundo de la construcción, el concreto es en sus diversas variantes, el material de uso más extendido en zonas urbanas.

Se estima, en general, que este material es el segundo en cantidad que usa el hombre, después del agua, donde hay actividad humana organizada, hay concreto. Cada año se produce un tercio de tonelada de concreto por cada ser humano del planeta, unos 2000 millones de toneladas de concreto en el año 2002. (Porrero, 2014)

Se ha estudiado la posibilidad de incluir un agregado que pueda influir en la resistencia y la durabilidad del concreto obteniendo mayor economía y trabajabilidad en ciertos elementos estructurales. Por lo expuesto anteriormente, se busca la manera de proponer una alternativa constructiva la cual consiste en la utilización de la concha de *Manihot esculenta* para evaluar su comportamiento en el sistema de fraguado y resistencia a los días requeridos.

Es de importancia comentar que no hay registros de trabajos de investigación anteriores donde se proponga el uso de la concha de *Manihot esculenta* como agregado fino en la elaboración de concreto, sin embargo (Salas, 2010) en su trabajo de grado para optar a la licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado “Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto” obtuvo resultados desfavorables respecto a la resistencia de bloques fabricados con la ceniza de la cascara de arroz, los cuales no cumplieron con las especificaciones mínimas de resistencia, así como la factibilidad económica negativa en el uso de la cascarilla de arroz.

En esta investigación se escoge la concha de *Manihot esculenta*, para lograr el objetivo principal

que es verificar cuanto es el aporte de la misma para el curado del concreto y su resistencia. Según pruebas realizadas por Jorge Egúsqiza Loayza en febrero de 2006 en Lima, Perú a temperatura promedio de 22 grados centígrados, nos dice que:

Con base a pruebas sobre 50 gramos de cáscara de yuca seca, triturada a partículas menores a un cm² se ha determinado que se rehidrata como si fuera una esponja y alcanza un peso de 75, 80, 95, 105, 110, 115, 125, 130, 130, 130 gramos a 1, 3, 7, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, minutos de inmersión en agua potable. Esto significa que 50 gramos de cáscara de yuca seca en 25 minutos, se rehidrata y adquiere un peso adicional de 80 gramos o 160% más. Dicho de otro modo, 50 gramos de cáscara seca de yuca absorben 80 gramos de agua en 25 minutos. (p.1)

Es decir, posee una cualidad de retención de agua que podría convertirla en un agregado excepcional, al permitirnos incluir una cantidad de agua a la mezcla del concreto que será dosificada lentamente y, a medida que la concha de yuca vaya secándose, el agua será absorbida por el concreto, lo que nos ahorraría la necesidad de hacer el curado del concreto durante el tiempo de fraguado. Dado esto se presenta la oportunidad de obtener materiales de concreto con características innovadoras que podrían repercutir en la calidad del mismo, tributando de manera ambiental y económica a las organizaciones dedicadas a la construcción.

METODOLOGÍA

Paradigma y Tipo de investigación

Los métodos, técnicas, tácticas y estrategias no son genéricos para cualquier investigación; los métodos son diferentes en función del tipo de investigación y del objetivo que se pretende lograr. En tal sentido, el paradigma que soporta esta investigación es el positivista y el tipo de investigación usada es cuasi-experimental, así Palella (2010), indica que el tipo cuasi-experimental se usa cuando no es factible utilizar un diseño experimental verdadero. Es un método de control parcial, basado en la identificación de los factores que pueden intervenir en la validez interna y externa del mismo.

Diseño de la Investigación

El diseño de investigación hace explícitos los aspectos operativos de la misma. Si el tipo de

investigación se define con base en el objetivo, el diseño de investigación se define con base en el procedimiento. Se refiere a donde y cuando se recopila la información, así como la amplitud de la información a recopilar, de modo que se puede dar respuesta a la pregunta de investigación de la forma más idónea posible. Este trabajo está enfocado en un diseño experimental, la cual según el autor Arias (2006), “es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).”

Formulación del sistema de variables.

Variable independiente.

Proporción de concha de Manihot esculenta

Variable dependiente.

Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²).

Asentamiento de la mezcla.

Durabilidad

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio con respecto a los estudios realizados a la concha de Manihot esculenta, con el fin de conocer sus propiedades de absorción y almacenamiento de humedad, así como los resultados en cuanto a la resistencia a la compresión de los cilindros elaborados.

Cálculo del porcentaje de absorción de agua.

Para calcular la capacidad de absorción de la concha de yuca se procedió de la siguiente manera: se tomó una muestra de concha de Manihot esculenta seca y fue pesada, arrojando como resultado 25,2 gr. Se introdujo la muestra seca en un Tabla 1. Peso de la concha de *Manihot Esculenta* húmeda en los diferentes intervalos de tiempo.

Tabla 1. Peso de la concha de Manihot Esculenta húmeda en los diferentes intervalos de tiempo.

TIEMPO (MIN)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
PESO (gr)	25,2	32	35	36,8	39	39,9	40,1	40,3	40,5	40,5

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

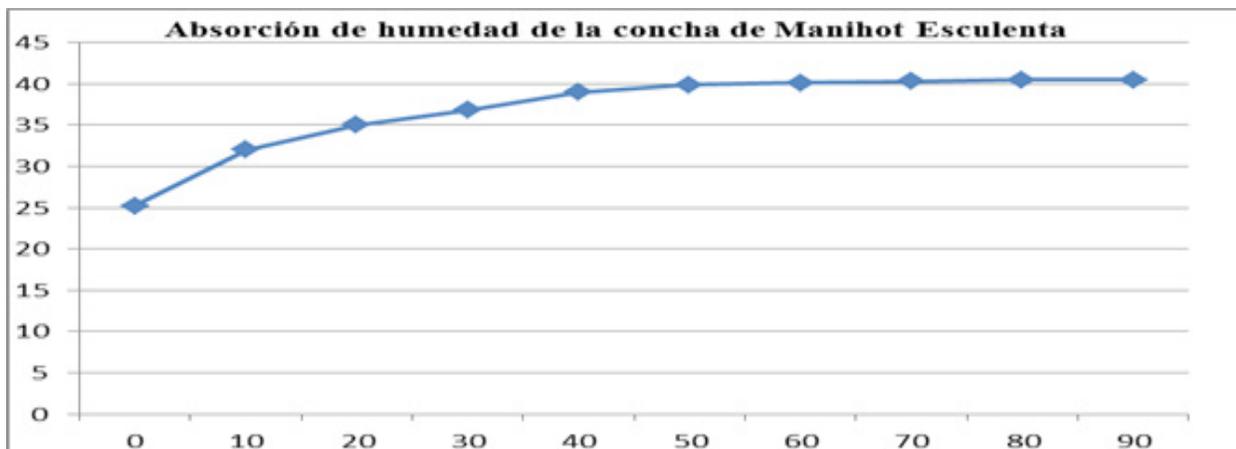


Figura 1. Peso vs tiempo, para cálculo del porcentaje de absorción de la concha de *Manihot esculenta*.

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

recipiente con agua durante intervalos de diez (10) minutos después de los cuales se extrajo y pesó la muestra, por un total de noventa (90) minutos, obteniendo los siguientes resultados.

Se puede observar que a partir de los ochenta (80) minutos, la muestra llegó a su estado de saturación, aumentando su peso en un sesenta por ciento (60%). El porcentaje de humedad se calculó mediante la ecuación 1:

$$\%H = \frac{Psat - Pseco}{Psat} * 100 = \%H = \frac{40,5 - 25,2}{40,5} * 100$$

$$= \%H = 37,78\% \quad (1)$$

Cantidad final de materiales para el diseño de mezclas.

A continuación, se muestran las diferentes dosificaciones del diseño de mezcla. Cabe destacar que los cilindros empleados son de dimensiones 15x30 cm considerando un 10% de desperdicio de los materiales. Las cantidades mostradas a continuación son para un volumen de 0,00530 m³ de concreto, que es igual a una probeta cilíndrica. Cada uno de los valores será multiplicado por seis (06), cantidad de cilindros por diseño.

Tabla 2. Diseño de mezcla patrón.

Volumen de concreto= 0,0053m ³		
Material		Cantidad
Cantidad de agua	<i>a</i>	0,7977 Lts
Cantidad de cemento	<i>C</i>	1,3077 Kg
Cantidad de arena	<i>A</i>	3,8630 Kg
Cantidad de piedra	<i>G</i>	10,7236 Kg

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

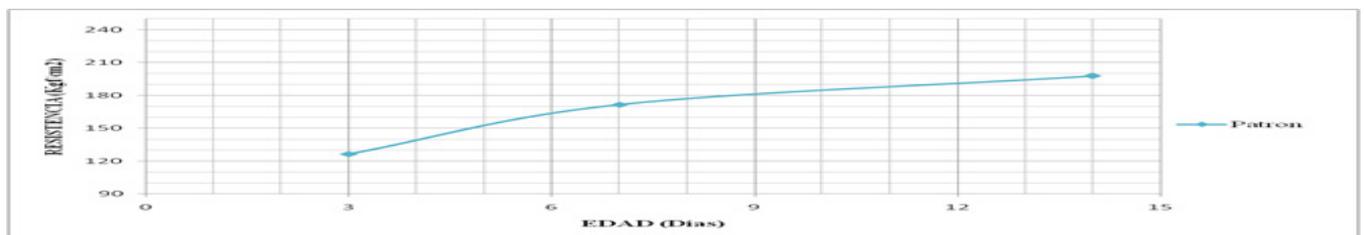


Figura 2. Gráfica de la resistencia vs edad (Mezcla Patrón)

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

Tabla 3. Diseño de mezcla 1: 0,5% concha de Manihot esculenta.

Volumen de concreto= 0,0053m ³		
Material		Cantidad
Cantidad de agua	<i>a</i>	0,7977 Lts
Cantidad de cemento	<i>C</i>	1,3077 Kg
Cantidad de arena	<i>A</i>	3,8630 Kg
Cantidad de piedra	<i>G</i>	10,7236 Kg
Concha de yuca	<i>Y</i>	0,0193 Kg

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

Tabla 4. Diseño de mezcla 2: 1% concha de Manihot esculenta.

Volumen de concreto= 0,0053m ³		
Material		Cantidad
Cantidad de agua	<i>a</i>	0,7977 Lts
Cantidad de cemento	<i>C</i>	1,3077 Kg
Cantidad de arena	<i>A</i>	3,8630 Kg
Cantidad de piedra	<i>G</i>	10,7236 Kg
Concha de yuca	<i>Y</i>	0,0386 Kg

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

Valoración de la resistencia de los elementos de concretos fabricados, con la incorporación de la concha de Manihot esculenta como agregado fino

En esta etapa se presentan los resultados y gráficas obtenidos al evaluar la resistencia a los 3, 7 y 14 días, mediante el método de curado nebulización o rocío, tanto de los dos diseños de mezcla como de la mezcla patrón.

Tabla 5. Resistencia de mezcla patrón.

Edad	Resistencia (Kgf/cm ²)
3 días	128,5
7 días	171,6
14 días	197,9

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

En la Figura 2 se muestra la resistencia alcanzada por el diseño de mezcla patrón en las diferentes edades establecidas. Se observa que a los 14 días (50% del lapso de curado) alcanza una resistencia de 197,9Kgf/cm², es decir el 94% de la resistencia establecida.

Tabla 6. Resistencia del diseño 1: 0,5% concha de Manihot esculenta.

Edad	Resistencia (Kgf/cm ²)
3 días	97,3
7 días	217,8
14 días	261,6

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

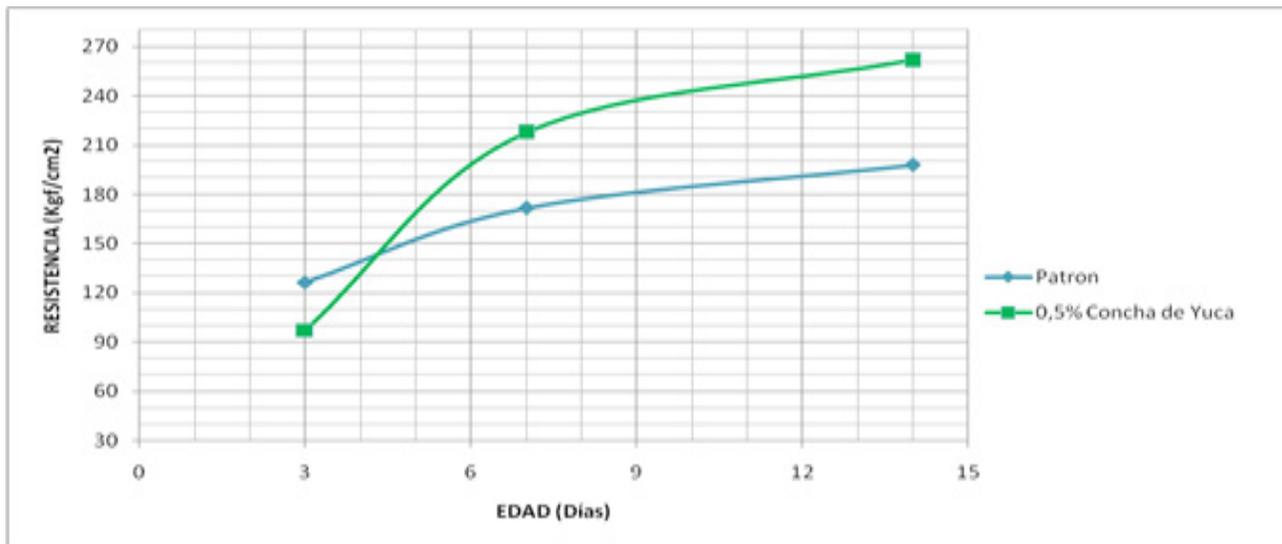


Figura 3. Gráfica de la resistencia vs edad (Mezcla Patrón-Diseño 0,5% concha de Manihot esculenta)

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

En la gráfica anterior se muestra la resistencia obtenida por el diseño 1, con 0,5% de concha de Manihot esculenta, comparado con la mezcla patrón. Se puede notar que a los 3 días el diseño tuvo una resistencia mucho menor que el patrón, sin embargo, a los 7 y 14 lo supero considerablemente, incluso superando la resistencia de diseño establecida. Según lo aportado por el departamento técnico de productos CAVE, S.A. nos dice que:

El proceso de hidratación del cemento es lento, requiriendo algunos días para alcanzar un mínimo de reacción que asegure al hormigón o mortero propiedades satisfactorias. Cada componente del cemento, silicato o aluminato, requiere de tiempos distintos, ya que sus velocidades de reacción son diferentes, siendo el Aluminato Tricálcico (C3A) el más rápido, seguido por el Silicato Tricálcico (C3S), Silicato Di cálcico (C2S) y Ferro Aluminato Tetra cálcico (C4AF), que aportan sus propiedades a la mezcla en distintas etapas, desde el primer contacto con agua. (p, 1)

Por lo tanto, en una corta edad, el agua aun esta retenida considerablemente en la concha de yuca, sin embargo, en un lapso mayor esta va menguando, agilizando las reacciones del fraguado y aumentando la resistencia.

Tabla 7. Resistencia del diseño 2: 1% concha de Manihot esculenta.

Edad	Resistencia (Kgf/cm ²)
3 días	97,3
7 días	217,8
14 días	261,6

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

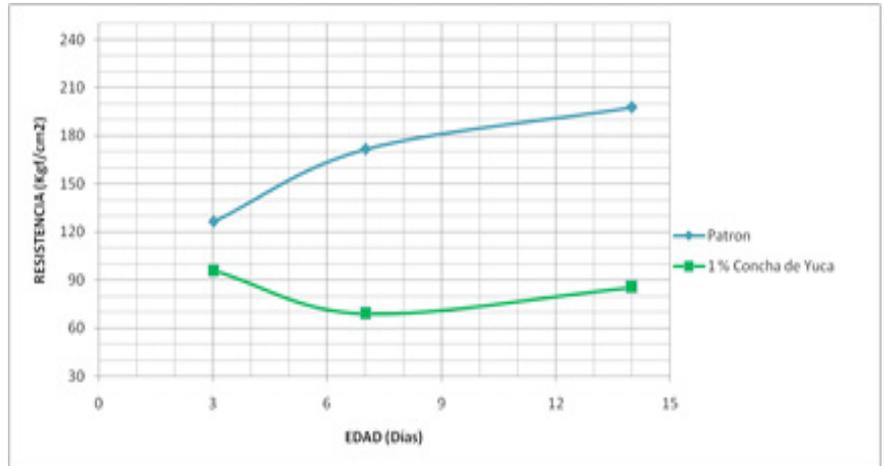


Figura 4. Gráfica de la resistencia vs edad (Mezcla Patrón-Diseño 1% Concha de Manihot esculenta)

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

En la gráfica mostrada se puede observar la comparación de la resistencia de la mezcla patrón con el diseño 2, con 1% de concha de yuca, notándose que este diseño no cumple con la resistencia establecida. Puede acotarse que la concha de yuca en esta cantidad absorbe gran cantidad de agua, la cual permanece por más tiempo en la misma, retrasando el fraguado y sus reacciones correspondientes, trayendo como consecuencia una disminución en la resistencia.

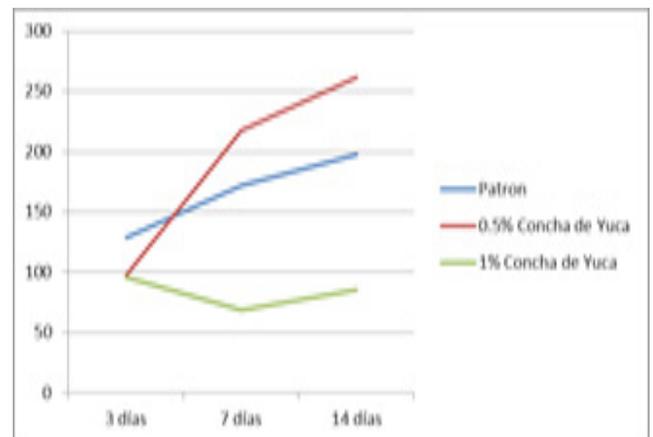


Figura 5. Gráfica de la resistencia vs edad (Mezcla Patrón-Diseños 0.5% y 1% Concha de Manihot esculenta).

Fuente: Gómez, Aparicio y Rivas (2020)

Como se observa en la Figura 5 las mezclas experimentaron comportamientos diferentes, siendo el modelo con 0,5% de sustitución de la concha de yuca por el agregado fino (arena), la mezcla con mayor desarrollo del curado y resistencia a la compresión.

Finalmente, se puede decir que al agregar 0,5% de concha de *Manihot esculenta* a la mezcla de concreto, se logra mantener el agua durante el proceso de curado con el fin de lograr que las reacciones ocurrientes en el proceso se realicen efectivamente, ya que nuestro diseño de mezcla con esta cantidad de material alcanzó y superó la resistencia establecida en un periodo de tiempo tres veces menor que el usual. Por lo tanto, la concha de *Manihot esculenta* puede ser usada como sustituto parcial del agregado fino para lograr una mayor resistencia en elementos de concreto hasta el momento de tipo secundarios, ya que se deben realizar mayores estudios para determinar el comportamiento de los elementos de concretos primarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias (2006). Proyectos de investigación, introducción a la metodología científica. Sexta edición, editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
Departamento Técnico de PRODUCTOS CAVE S.A. disponible en
- Jorge E. Loayza (2006). “Rehidratación de cascara de yuca, Prueba de laboratorio”. [Blog en línea] Disponible en: <https://www.engormix.com/mbr-164844/jorge-egusquiza-loayza>. [Consulta: Abril 24, 2018].
- Porrero y Colaboradores, (2014). “Manual del Concreto Estructural”. Caracas, Junio, 2014. Primera Edición Digital.
- Salas, E. (2010). “Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto”. Tesis de Pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Construcción. Pp.24
- Palella, S. (2006). Stracuzzi, Feliberto Martins Pestana. “Metodología de la Investigación Cuantitativa”, edit. Fedupel. 2da edición, Caracas, Venezuela, 2006
- Palella, S. (2010). Stracuzzi, Feliberto Martins Pestana. “Metodología de la Investigación Cuantitativa”, edit. Fedupel. 2da edición, Caracas, Venezuela, 2010
- Venezuela. FONDONORMA. Norma Covenin 1976:2003.