

ANEXO 5

Laura Sofía Meneses Núñez ^{1a,c}, Daniela Escobar Torres ^{2a,c}, Santiago José Ibarra Enriquez ^{3a,c}, Juan Camilo Núñez Navia ^{4a,c}

Mario Muñoz ^{b,c}, Kathleen Salazar ^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Civil e Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia

Entrevista con Experto y Cliente Potencial	
Fecha de la Entrevista	25 de abril de 2021
Objetivo de la Entrevista	Sustentar la aplicación del proyecto con base en la palabra de un experto.
Nombre del Entrevistado	William Arango
Cargo del Entrevistado	Gerente Técnico
Formación Académica	Ingeniero Civil
Temas por Tratar	
1	Datos Generales del Entrevistado: Es ingeniero civil de profesión y tiene experiencia en el sector de la construcción debido a que tuvo una fábrica de concreto (Concretos DUME) y actualmente es dueño y gerente técnico de una empresa de ingeniería y construcción (Arango Ingenieros S.A.S). Esta última, es una empresa dedicada a hacer grandes superficies, como dice William “nuestro diario vivir es trabajar con cemento y concreto”.
2	Contextualización del Proyecto: Se le contó al entrevistado que era la escoria de aluminio, la importancia ecológica de recuperar este residuo, la viabilidad económica que se pretende obtener al darle un valor agregado y las aplicaciones actuales del residuo en el sector de la construcción.
3	Comentarios del Experto: El concreto todo es de origen pétreo. Tiene tres materiales bases: el cemento que es el aglutinante (como por decir el pegante), la grava y la arena que son los materiales que se aglutinan, entonces el cemento se aglutina con la arena y la grava con el fin de que se cree una masa homogénea. El cemento tiene proceso, la grava y la arena no. El cemento se produce en fabrica porque es un material que fue creado hace muchos años y se trabaja en altos hornos (temperaturas muy altas), donde se procesa un material básico que se llama Clinker, ese material es el producto de fundir piedra caliza, yeso, manganeso, entre otros. Esos materiales básicos se funden y después se pulverizan y se saca el cemento. Una vez hecho el cemento, cuando uno necesita concreto, por ejemplo, nosotros necesitamos concreto diario, normalmente fundimos 70-80 toneladas diarias, ese cemento se lleva a una planta de concreto donde se hace otro proceso y es donde se echa el cemento, agua, arena y grava en las dosificaciones que se necesitan para producir el concreto. El material fundente es el cemento, el material fundido es el concreto. Luego sigue el proceso de fraguado que es cuando se echa el concreto sobre una superficie y luego se endurece. Recién fundido este puede estar entre los 125-130 grados de temperatura, a las 7 horas la temperatura baja hasta la temperatura ambiente o hasta 0. Ese es el concreto que tu fundes sin la necesidad de echarle aditivos como en este caso lo que tú dices, escoria de aluminio.
Ronda de Preguntas:	
4	1. ¿Conoce algo sobre la escoria de aluminio? En el concreto se utilizan varias escorias, hay unas que se llaman puzolanas, esa de aluminio debe ser una puzolana. En el concreto se utiliza escoria de aluminio, escoria de acero, escoria de cemento, fibras, etc. La que utilizamos en la empresa es escoria de acero, la de aluminio nunca la he utilizado, pero si he oído hablar de ella.

2. ¿Tiene alguna experiencia en el aprovechamiento de residuos o la implementación de economía circular en el sector industrial?

Lo que más se utiliza en el sector es la escoria de acero, son unas fibritas de 5-6 cm de largo que tienen un proceso previo y ofrecen unas ventajas al concreto para que sea más resistente. Me imagino que con la escoria de aluminio están buscando un beneficio de ese tipo, que lo fundan con concreto para que el concreto adquiera determinado tipo de beneficio.

3. ¿Cuál es el beneficio que obtienen a partir de las fibras de acero?

Normalmente uno utiliza estos aditivos para ganar resistencia, por ejemplo, con el acero se gana un 10, 15, 20% de resistencia en el concreto manteniendo las mismas proporciones de cemento, grava, arena y agua. Por ejemplo, puedo fundir 50kg de cemento Portland, 150kg de grava, 100kg de arena y 25kg de fibras de acero. Normalmente lo que yo pongo son 25kg de fibras de acero por m³ de concreto y esto no me afecta el volumen de concreto porque el acero es muy pesado. El concreto es un material muy frágil y el acero es un material muy dúctil por lo tanto las fibras le ayudan al concreto a ser más dúctil. Las fibras en el concreto sirven cuando estas fundiendo pisos o pavimentos ya que es donde más se necesita resistencia a la compresión por las cargas que va a soportar, pero cuando está fundiendo columnas o cosas aéreas no te sirve.

4. ¿Los aditivos son costosos?

Normalmente son costosos, la bolsa de 9kg de fibra de acero cuesta \$72 828 pesos, es decir \$8092 pesos/kg. A un m³ de concreto le echas 25kg entonces estas afectando el costo del concreto en \$200 000 pesos colombianos. Un m³ de concreto vale más o menos \$350 000 pesos, o sea que estas afectando el costo del concreto en el 57% aproximadamente.

5. ¿Cuál es la percepción actual del mercado con las fibras de acero?

Es bien recibido, lo que pasa es que se utiliza para cosas muy especializadas, si uno realmente no las necesita no vale la pena utilizarlas. Yo por ejemplo no soy muy amigo de ellas por sus altos costos, por ejemplo, si yo en lugar de hacer una loza de 20cm de espesor la hago de 22, eso me aumenta un poquito el costo de la loza, pero me absorbe el costo de la fibra y gano plata. Entonces prefiero meterle 2cm más de concreto que poner la fibra; sin embargo, me dicen que tengo que conservar la altura, tengo que utilizar la fibra.

6. ¿Si la escoria se utiliza como reemplazo parcial del cemento para producir concreto, cuál sería el punto óptimo de reemplazo?

Cualquier puzolana que le pongas al cemento te afecta las propiedades mecánicas del concreto porque normalmente tienen un menos poder cementante que el cemento, entonces el único beneficio que se busca es reemplazar una parte del cemento con los residuos para bajar costos. Normalmente las puzolanas se adicionan en un 10%, no se le puede adicionar más porque si no la alteración en el comportamiento del cemento y el concreto es muy grande. Igual depende de la calidad del cemento que varía de acuerdo con la mina de donde extraigas la caliza.

7. ¿Qué beneficios cree que se podrían obtener usando escoria de aluminio?

Podrían a ayudar a aumentar o disminuir los ciclos de humectación del concreto, depende de lo que se necesite. Podría darles resistencia a los morteros, un tipo de concreto que este hecho con arena y cemento, pero no tiene grava. Se podría utilizar más que todo en concretos arquitectónicos, no tanto en el hormigón.

Lo que pasa es que yo no sé en costos como te resulte porque 1m³ de arena vale \$35 000 pesos, lo que no se es cuánto vale 1m³ de escoria de aluminio, no sé cómo sería la relación costo beneficio porque realmente la arena y el cemento son muy baratos, 1 tonelada de cemento vale \$ 700 000 pesos. 1 bulto de cemento al por mayor se consigue a \$20 000 pesos y con 20 bultos hago 1m³ de concreto. Para hacer 1m³ de concreto me gasto 8 bultos (400kg) del mejor de los cementos, eso te sale en \$200 000 pesos aproximadamente, pero no se cuánto valga el agregado de escoria de aluminio porque como tiene proceso puede ser más caro que el otro que es explotación natural.

8. ¿Cuáles cree que son los requerimientos que debe cumplir la escoria de aluminio para utilizarse en el sector de la construcción?

Que se le haga un tratamiento previo y que haya una buena relación costo beneficio porque si no, no valdría la pena invertir en ella. Para esto necesitas hacer un muy buen proceso, que sea ágil y te reduzca costos.

9. ¿Cuáles son las limitaciones que encuentra en el uso de este residuo?

Me parece a mí que la escoria de aluminio no te da la misma resistencia que la escoria del acero porque el aluminio es más frágil. Pienso que podría ser un poquito menos resistente, pero puede tener una ventaja para mí como constructor para utilizarlo en lozas aéreas porque el peso específico del aluminio es menor que el peso específico del acero y eso me puede servir para que mi loza trabaje lo mismo y yo necesite menos concreto. Todo depende de las solicitudes que tenga el cliente para poder aplicar la fibra.

También hay que tener en cuenta que el precio del aluminio es mucho más alto que el del acero, \$35 000 pesos cuestan 1kg de aluminio procesado mientras que el acero procesado cuesta \$4500. Aunque en escorias no creo que sea tanta la diferencia.

Otra limitación es que hay muchas procesadoras de acero en el país y muy pocas de aluminio. En una obra saco de lo que produzco 3-4ton/día de acero, de las cuales proceso 0,01 ton acero, es decir genero 0,04 ton de escoria de acero al día y 1,2 ton mensuales y el acero es mucho más común que el aluminio. No sé si del aluminio puedas conseguir toda esa cantidad de acero para procesar. 75 ton/mes de escoria de aluminio no es mucho.