

Ref: Expediente N° NC2020/0013790; respuesta oficio # 19606 del 09-12/21

Respuestas a los ítems así:

1.- Modificaciones presentadas:

Desde el inicio de la presentación de la patente de la referencia ha estado presente la calamina (Densidad=5.6 ton/m³) como elemento esencial de la innovación y desarrollo de este producto ya que le brinda la resistencia a la compresión requerida para reemplazar el agregado pétreo (Densidad=2.6 ton/m³); en el archivo presentado el 03-11-2020 llamado Descripción de la innovación, en el capítulo "Plan de Trabajo", numeral g; citamos así la calamina:

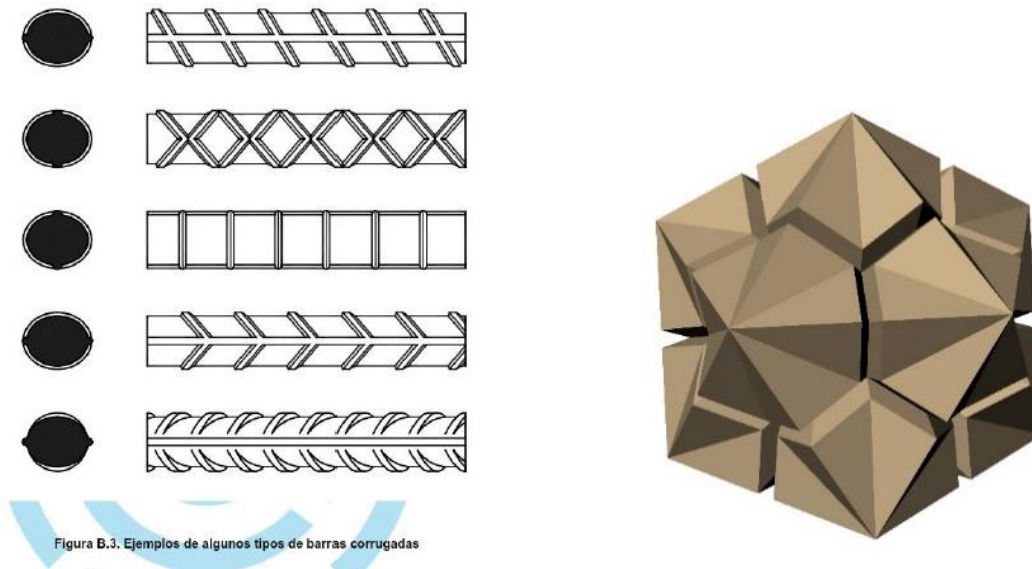
g.- diseño y construcción de la matriz para la obstrucción del poliedro compuesto por plástico reciclado y calamina

y a solicitud de la SIC el 17-11-20, fuimos requeridos para ampliar la información inicial tanto en contenido, aclaraciones técnicas y planos de diseño; lo cual hicimos dentro de los términos establecidos por Ustedes y el punto (calamina) está contenido en el numeral E de nuestra comunicación Resumen con fecha 17-01-21 (SIC) Cap descriptivo así:

"E.- La mejor manera para llevar al mercado nuestra invención, Plastic Stone es el reemplazo de los agregados pétreos, **Reduciendo** su extracción y explotación que deteriora y destruye nuestro medio ambiente por agregado plástico de alta resistencia a la compresión; de esta forma podremos **Reciclar** hasta el 85% del plástico que consume nuestra sociedad para la producción a escala industrial de Plastic Stone y **Reutilizar** la **calamina** que es un desecho industrial altamente contaminante, que es resultante del proceso siderúrgico."

De igual manera el plano presentado el 03-11-17 corresponden solo al tamaño mas pequeño del icosaedro y muestra del proceso de diseño en general de la pieza y cuando Ustedes nos requirieron para complementar la información técnica el 17-11-20, nosotros con gusto procedimos a presentar los diversos planos de detalle de cada uno de los icosaedros objeto de esta patente. Por tanto, las concavidades y ranuras siempre han estado en el diseño original de la pieza objeto de esta patente ya que ellas garantizan la adherencia del concreto a la piedra plástica (Icosaedro) tal y como el corrugado en alto relieve de las barras de acero garantizan la adherencia entre el acero de alta resistencia y el concreto.

Cave recordar que el producto objeto de esta patente trabajara al interior del concreto premezclado y se comportara de forma similar a las barras de acero y la innovación corresponde precisamente a que el agregado pétreo es liso, sin forma y en gran cantidad de tamaños diversos; lo cual garantiza que nuestro producto por su forma regular (icosaedro), con cavidades cóncavas y ranuradas en bajo relieve logran la total adherencia del concreto líquido a las piezas antes de fraguar así:



Con relación al Poliuretano, nos permitimos recordar que también siempre ha estado en la descripción inicial del proyecto (Ver Materiales y Métodos del 03-11/2020) así:

Los cinco tipos de plásticos más comunes son:

El PE (polietileno) es el tipo de plástico más común utilizado en los envases, pero también es común en otras aplicaciones. El PE es fácilmente reciclable.

El PP (polipropileno) es el segundo tipo de plástico más común utilizado en los envases. Común en películas plásticas y envases de alimentos. El PP es fácilmente reciclable. El PS (poliestireno) se utiliza con frecuencia en artículos de un solo uso y como aislamiento, tanto en envases como en el sector de la construcción.

La PS es costosa de reciclar en relación con el valor del material. El PVC (cloruro de polivinilo) se usa comúnmente en el sector de la construcción debido a su durabilidad y propiedades ignífugas inherentes. A menudo contiene aditivos nocivos para la salud. El PVC podría reciclarse si hubiera grandes cantidades que no contuvieran demasiados aditivos.

El PET (tereftalato de polietileno) se usa principalmente para textiles como ropa de lana, pero el segundo uso más grande son las botellas de plástico. Las botellas del sistema de plantas sueco se pueden reciclar fácilmente, pero otras fracciones de PET se reciclan en menor medida.

porque la idea es usar inicialmente los diversos tipos de plásticos que produce nuestra sociedad industrial, incluido el Poliuretano, con el cual se producen las tuberías ([Tubería preaislada](#)) PVC para conducción de agua potable, ventilación y negras de las edificaciones, cubiertas ([Panel sándwich de poliuretano inyectado](#)), impermeabilizaciones en obras ([Impermeabilizante](#)), etc; para evitar que todos estos materiales de plásticos pesados lleguen a los cuerpos de agua, mares y en el mejor

de los casos a los rellenos sanitarios; hoy en la Colombia urbana solo se recicla el 17% de los plásticos que usamos. Muchos años después de la comercialización del producto y el agotamiento del inventario actual de plástico reciclado como materia prima esencial del producto se deberá pasar a la producción de resinas de primera ya que se prevé que la demanda de gasolina disminuirá y algo debemos hacer con la producción de petróleo local. Convirtiendo esta innovación en una salida real y vigente para una economía circular completa entre la industria de la construcción (demanda), metalúrgica (producción calamina), sociedad (producción desechos plásticos) e Icosaedros (solución a escala industrial) del problema.

3.1.- Título:

Nos acogemos a las recomendaciones de la SIC y el título de la invención es:

“AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS”.

3.2.- Reivindicaciones de Producto:

1.- AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS, caracterizados por tener una mezcla de varios tipos de plásticos reciclados como el polietileno, polipropileno, tereftalato de polietileno, PVC y calamina; la mezcla de plásticos varios (tanto domésticos como industriales), es el aglutinante ó pegante que da forma (poliedros) y contiene la calamina tamizada que en mayor volumen y proporción (%) será la encargada de darle al producto su capacidad de resistencia a la compresión necesaria para cada tipo de concreto que demanda la industria de la construcción.

2.- AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS, caracterizados por tener una resistencia a la compresión $> 3.000 \text{ Psí}$, para la fabricación de concretos premezclados de alta resistencia a la compresión en la construcción de elementos estructurales.

3.- AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS, caracterizados por que el producto contiene polímeros que se extraen a partir de plásticos varios reciclados, tanto domésticos (livianos) como industriales (pesados) y cuya densidad máxima es de 930 ton/m^3 y sumado a la calamina cuya densidad es de 5.6 ton/m^3 ; se logra la obtener un producto que reemplaza las características físicas del agregado pétreo que tiene una densidad promedio de 2.640 ton/m^3 .

La dosificación (%) de la calamina es directamente proporcional a la resistencia del concreto requerida (compresión), es decir que para concretos de alta resistencia (> 3.000 Psí) se requiere más cantidad de calamina que plástico.

4.- AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS, caracterizados por tener una resistencia a la compresión $\leq$ a 3.000 Psí para fabricación de concretos fundidos en sitio (autoconstrucción) y resistencia estándar para la construcción en general y elementos No Estructurales varios como andenes, sardineles, jardineras, materas, mobiliario urbano, etc.

5.- AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS, caracterizados por tener varios tamaños del producto en función de la resistencia a la compresión requerida por diseño de cada tipo de concreto en Psí determinada por el diseño estructural de la mezcla, es decir dentro del concreto se adicionan varios tamaños diferentes del producto (poliedros) para lograr la resistencia del concreto de norma. Ver planos solicitados por la SIC y entregados el 17-01-21.

6.- AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS, caracterizados por tiene forma de icosaedro de 20 lados ó triángulos equiláteros iguales y 30 aristas, todos inscritos en esferas de diámetro regular para simular los tamaños estándar del agregado pétreo; cada uno de los lados tiene una superficie cóncava en donde se deposita el concreto fluido antes del fraguado logrando así una fijación rápida dentro de la mezcla líquida del concreto y el Agregado Poliédrico Polimérico. Ver planos solicitados por la SIC y entregados el 17-01-21.

7.- AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS, caracterizados por que tienen ranuras en bajo relieve perpendiculares a las aristas del Poliedro que logran la máxima adherencia con el concreto para una óptima transmisión de los esfuerzos de compresión del concreto al agregado y viceversa. Ver planos solicitados por la SIC y entregados el 17-01-21.

3.3.- Reivindicaciones de proceso:

1.- El proceso para la fabricación de poliedros poliméricos que sustituyen los agregados pétreos para la preparación de concreto, se caracteriza porque comprende las siguientes etapas así:

- Alimentar una combinación de un polímero seleccionado de polietileno, poliestireno, polipropileno y tereftalato de polietileno y PVC, reciclado para su posterior triturado y molido, cuyo fin es dejarlo en un tamaño estándar y pequeño para que sea fácil su proceso de calentamiento y fundición.

- Luego en una tolva de alimentación de una extrusora, se calienta el material ya granulado, se transforma progresivamente el plástico en la zona de mezclado de la extrusora hasta una temperatura suficiente para fundir el polímero.
 - Posteriormente se pasa por el proceso de mezcla ó combinación de polímero líquido y la calamina tamizada en la zona del cabezal de la extrusora para formar una mezcla homogénea y previamente proporcionada (%), según la resistencia del concreto especificado.
 - Luego sobre una matriz se inyecta la mezcla de polímero y calamina juntos en la proporción indicada por la resistencia de producto a la compresión solicitada en un molde con forma de Poliedro, ubicado a la salida de la extrusora, para formar los poliedros poliméricos sustituyentes de agregados pétreos.
 - Una vez inyectados y obstruidos los Poliedros se procede a la clasificación por tamaños y empaquetado por 40 kg cada bolsa para proceder a su almacenamiento, clasificación por colores de empaque en donde se diferencia claramente si es para un concreto de:
- 3.000 Psí hasta 6.000 Psí en escalas de 500 Psí.

3.4.- Descripción:

1.- Campo Técnico de la Invención:

Los Agregados Poliédricos Poliméricos, que sustituyen los agregados pétreos para la fabricación de concreto, serán usados en la industria de la construcción en general; dichos concretos tiene usos estructurales y se caracterizan por tener capacidades a la compresión > 3.000 Psí y los encontramos en obras tales como edificios de vivienda, puentes, obras de infraestructura y centros comerciales, etc.

También existen los concretos no estructurales ó de uso general que tienen resistencias a la compresión $< \text{ó} =$ a 3.000 Psí y se usan por ejemplo para la fabricación de mobiliario Urbano en parques, bolardos, sardineles, andenes, etc.

2.- Antecedentes de la Invención:

- Destrucción del Suelo por explotación de canteras para el agregado pétreo.

En Colombia se consumen anualmente, periodo prepandemia ene – dic/2019:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/estadisticas-de-concreto-premezclado>

7.246.532 m³ de concreto premezclado, que equivalen a (66% en volumen)
 4.782.711 m³ de agregados pétreos (D= 2.194 ton/m³), que equivalen a
 10.493.268 ton/año de agregados pétreos.

Nota: estas cifras solo incluyen la construcción formal y estadísticas del DANE, pero falta incluir y sumar las ton/año de la construcción informal. (autoconstrucción); que perfectamente pueden sumar el doble de consumo de agregados pétreos.

Las grandes empresas que producen estos agregados pétreos para los fabricantes de concreto premezclado, cumplen con todas las regulaciones y licencias ambientales pero las pequeñas empresas y canteras ó explotación en lechos de ríos ó cuerpos de agua, en su gran mayoría no cumplen regulación alguna y adicionalmente muchas veces su contratación de personal es informal ó tienen explotación infantil.

<https://www.ocmal.org/en-colombia-hay-5-mil-ninos-que-trabajan-como-esclavos-en-minas-y-canteras/>

Sumado a este problema de explotación laboral se causa un daño inmenso al ecosistema pues para extraer las rocas se debe destruir la capa vegetal y quitar miles de hectáreas de suelo fértil para la siembra de cosechas y alimentos en nuestro país.

- Producción de plásticos de un solo uso en Colombia:

http://greenpeace.co/pdf/2019/gp_informe_plasticos_colombia_02.pdf

Según el informe de Green Peace 2.019 para Colombia, tenemos:

“Es importante resaltar que el consumo de este material plástico en Colombia es de 1.250.000 ton/año (2019, DANE) en materias primas, materiales y empaques consumidos y comprados. Además, en promedio un colombiano genera 24 kg al año (DANE, 2018).” Adicional en Colombia solo logramos reciclar de forma efectiva el 17% del plástico que producimos, es decir tenemos disponibles como M.P. 1.037.000 ton/año de plásticos que como no se pueden reciclar terminan en nuestros humedales, ríos, mares ó en los rellenos sanitarios en el mejor de los casos.

- Desecho industrial Calamina:

La calamina es un sub producto que se genera en el proceso siderúrgico, en esencia es un metal pesado ó desecho industrial que queda después de la producción de acero líquido para la fabricación de barras de acero para la construcción. Hoy día nuestra industria siderúrgica produce alrededor de 17 kg de calamina por cada tonelada de acero líquido y tenemos en Colombia una producción local de 1.542.000 ton/año de barras de acero ó productos largos; es decir tenemos como materia prima disponible un total de 90.705 ton/año que hoy son un gran problema para la industria del acero local y no saben que hacer con este sub producto.

Por lo tanto, con esta invención tenemos todos los elementos, diseños, mercado y materias primas para hacer un producto de consumo masivo y de economía circular que permita agotar los inventarios actuales de plásticos por reciclar que tenemos en nuestra sociedad, acabar la calamina almacenada en los diferentes departamentos del país donde se producen aceros largos como Boyacá, Cundinamarca, valle del Cauca, Quindío y Atlántico.

3.- Listado de fotos y Figuras incluidas en la bibliografía del 17-01/21, breve descripción:



contaminación de los cuerpos de agua con plásticos de un solo uso domésticos e industriales.



Agregado pétreo, fuente cantera a cielo abierto con la consecuente erosión de la capa vegetal.



Erosión capa vegetal, cantera a cielo abierto



Agregado pétreo, fuente lechos de ríos y cuerpos de agua con destrucción de la fauna aguas abajo.



Explotación infantil en canteras pequeñas y familiares



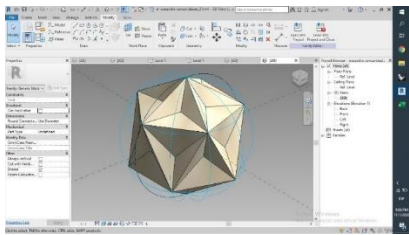
Explotación industrial y legal de canteras a cielo abierto con cumplimiento de normas y licencias ambientales. Grandes empresas.



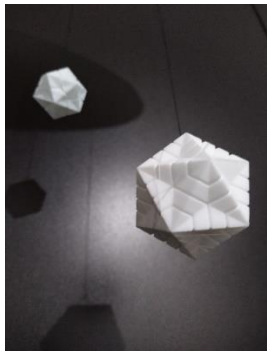
Calamina granulada y tamizada, lista para el proceso



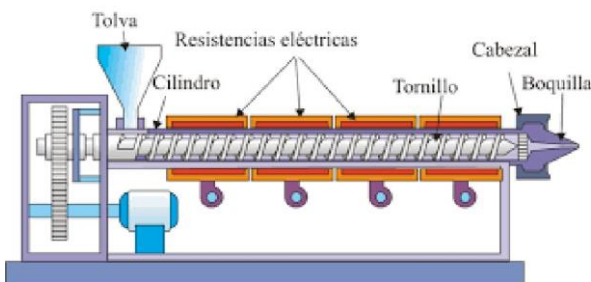
prototipo Agregados Poliédricos Poliméricos, presentado a la SIC el (17-01-21) en respuesta al requerimiento del 17-11/2



prototipo Agregado Poliédrico Polimérico más pequeño, presentado a la SIC el (03-11-2020)



prototipos físicos de la invención, impresos en 3D



Proceso de inyección plástico, la tolva recibe el material granulado, en el tornillo se funde, en el cabezal se mezcla con la calamina y en la boquilla se inyecta al molde o matriz del poliedro. Ver Cap descriptivo SIC 17-01/21

4.- Descripción Detallada de la Invención: Agregados Poliédricos Poliméricos

AGREGADOS POLIEDRICOS POLIMÉRICOS, SUSTITUTOS DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS:

Contiene (polímeros): en primera instancia será usado plástico reciclado hasta agotar los inventarios disponibles en el mercado a bajo costo, los cuales se clasifican así:

[polietileno](#) (PE)

[polipropileno](#) (PP)

[poliestireno](#) (PS)

[tereftalato de polietileno \(PET\)](#)

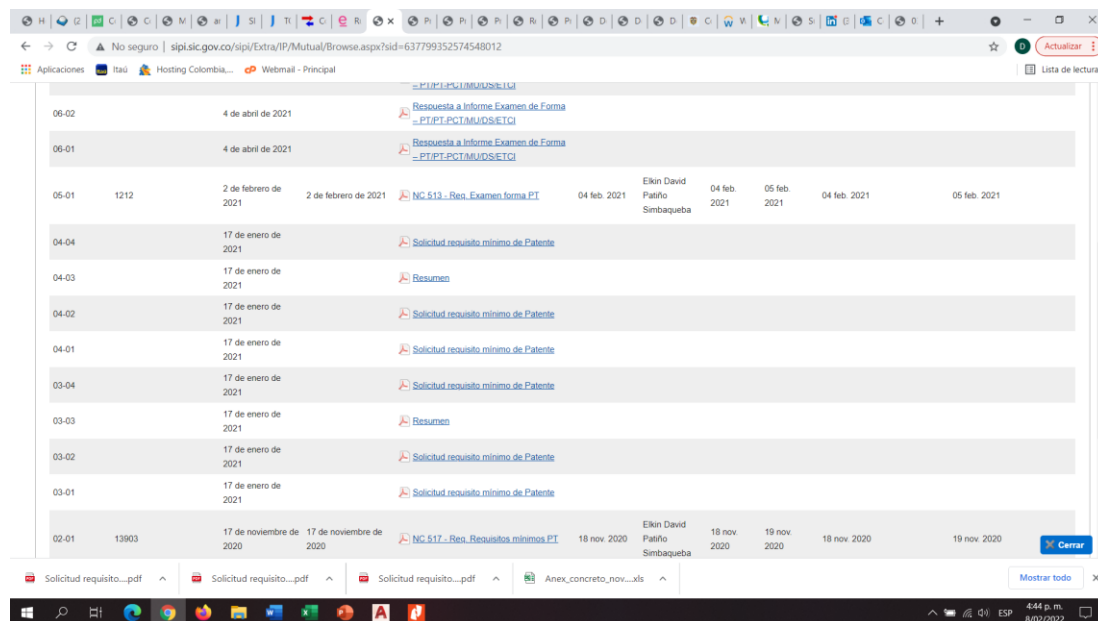
[poliuretano \(PU\).](#)

Calamina: es la escoria que sale después del proceso siderúrgico en la producción de aceros largos (barras y ángulos) y cuya composición química es básicamente óxido de hierro, aluminio, cobre y demás metales presentes en la chatarra; materia prima básica en la producción de acero local y mundial.

4.1.- Forma de la invención: (Agregados Poliédricos Poliméricos)

Es un poliedro regular (icosaedro), que consta de 20 caras (triángulos equiláteros) y 30 aristas, compacto y de resistencia a la compresión igual ó superior al agregado pétreo; que logra a partir de su geometría regular triangular, absorber y descomponer las fuerzas a compresión que se producen al interior del concreto estructural.

Además, tiene en sus 20 caras una superficie cóncava que le permite al concreto liquido una fijación rápida y posicionamiento dentro de la mezcla; también tiene unas ranuras en bajo relieve perpendiculares a sus 30 aristas para lograr la total adherencia entre el Agregado Poliédrico Polimerico y el concreto estructural durante la etapa de fraguado ó curado. (Ver planos de producción A101/ A102 / A103 entregados a la SIC el 11-01/21) y figuran en la pagina de la SIC como anexo 04-02 / 04-01 / 03-04.



4.2.- tamaños de la invención: (Agregados Poliédricos Poliméricos)

Para reemplazar el uso del agregado pétreo en el mercado de la construcción, se requieren varios tipos de tamaños dentro de la mezcla liquida de concreto y por

tanto tenemos los siguientes diámetros diseñados con nuestra invención de poliedros regulares inscritos en esferas teóricas así:

Diámetro 21 mm

Diámetro 34 mm

Diámetro 55 mm

4.3.- Resistencia mínima a la compresión concreto mezclado

Para concretos estructurales se requiere $> 3.000 \text{ Psí}$

Para concretos de construcción general y concretos no estructurales, se requiere $< \text{ó} = a 3.000 \text{ Psí}$

Notas:

Para lograr que el producto Agregados Poliédricos Poliméricos, tenga una mayor resistencia a la compresión ideal para los concretos estructurales se requiere que la proporción (%) de calamina sea mayoritaria al plástico; es decir que al interior del Poliedro halla más calamina en volumen para lograr la densidad y capacidad a compresión deseada para cada uno de los clientes y sus diseños.

la resistencia mínima a la compresión se halla mediante ensayos destructivos de laboratorio donde los cilindros estándar de concreto mezclado con el agregado plástico se someten a compresión pura hasta lograr su falla crítica y determinar así con certeza su resistencia en libras por pulgada. (Psí – unidad de medida inglesa)

4.4.- Listado de Documentos entregado a la SIC; fecha 03-11/2020:

En el portal de la SIC para el caso específico de la patente en trámite # NC2020/0013790 aparecen los siguientes registros de ingreso de documentos en respuesta oportuna a los requerimientos así:

01-01 PDF Descripción (paper del proyecto, incluye investigación y bibliografía)

01-02 PDF Planos del Icosaedro más pequeño

4.5.- Listado de Documentos entregado a la SIC; fecha 17-01/2021

03-01 PDF plano de taller Poliedro diámetro 34mm

03-02 PDF plano de taller Poliedro diámetro 55mm

03-03 PDF respuesta al requerimiento SIC del 18-11/2020

03-04 PDF plano de taller Poliedro diámetro 21mm

5.- Ventajas ó beneficios del producto, (Agregados Poliédricos Poliméricos)

Beneficios Geométricos	Agregado pétreo	Poliedros Poliméricos
Adherencia concreto	liso	Venas cóncavas
Forma	irregular	Poliedro regular
Resistencia a la compresión	Sí	(mayor)
Producción Industrial controlada	No	Sí
Triángulos equiláteros que descomponen de los esfuerzos	No	Sí
Concreto integrado al agregado	No	(Sí)
Caras cóncavas regulares para aumentar adherencia	No	(Sí)

Beneficios del producto	Agregado pétreo	Poliedros Poliméricos
Densidad por M3	2,2 ton	1,9 ton
Absorción de humedad	Sí	(No)
Adherencia al concreto	Sí	(mayor)
Menor peso propio concretos estructurales	2,5 ton	2,1 ton
Investigación y desarrollo Nuevas mezclas concreto	No	(Sí)
Innovación mercado nuevos productos construcción civil	No	(Sí)

Eliminación de la contaminación	No	(Sí)
---------------------------------	----	------

6.- Marco normativo local de referencia de la invención:

Términos de referencia: NSR/2010; Título C (norma sismo resistente Colombia):

C.3.3 — Agregados

C.3.3.1 — Los agregados para concreto deben cumplir con una de las siguientes normas:

- (a) Agregado de peso normal: NTC 174 (ASTM C33),
- (b) Agregado liviano: NTC 4045 (ASTM C330).

Se permite el uso de agregados que han demostrado a través de ensayos o por experiencias prácticas que producen concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, siempre y cuando sean aprobados por el Supervisor Técnico.

C.3.3.2 — El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a:

- (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado, ni a
- (b) 1/3 de la altura de la losa, ni a
- (c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si a juicio del profesional facultado para diseñar la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla.

Agregado liviano (*Lightweight aggregate*) — Agregado que cumple con los requisitos de la NTC 4045 (ASTM C330) y con una densidad cuando está suelto y seco de 1120 kg/m^3 o menos, determinado según la ASTM C29.

Agregado (*Aggregate*) — Material granular, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulicos.

Concreto de peso normal (*Normalweight concrete*) — Concreto que contiene agregados que cumplen con lo especificado en NTC 174 (ASTM C33).

Concreto liviano de arena de peso normal (*Sand-lightweight concrete*) — Concreto liviano que contiene agregados finos de peso normal y que cumplen con lo especificado en la NTC 174 (ASTM C33) y agregados gruesos de peso liviano que cumplen con lo especificado en la NTC 4045 (ASTM C330).

7.- bibliografía internacional como marco de referencia del proyecto:

- Akçaözoğlu, S., Atiş, C. D., & Akçaözoğlu, K. (2010). An investigation on the use of shredded waste PET bottles as aggregate in lightweight concrete. *Waste Management*, 30(2), 285-290.
- Albano, C., Camacho, N., Hernandez, M., Matheus, A., & Gutierrez, A. (2009). Influence of content and particle size of waste pet bottles on concrete behavior at different w/c ratios. *Waste Management*, 29(10), 2707-2716.
- Assefa, G., & Gebregziabher, A. (2020). Environmental Impact and Sustainability of Aggregate Production in Ethiopia. *Sandy Materials in Civil Engineering: Usage and Management*, 69.

- Colangelo, F., Cioffi, R., Liguori, B., & Iucolano, F. (2016). Recycled polyolefins waste as aggregates for lightweight concrete. *Composites Part B: Engineering*, 106, 234-241.
- Colombia, M. y. G. (2019). Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medio ambiente. Retrieved from Bogotá (Colombia):
- Coppola, B., Courard, L., Michel, F., Incarnato, L., & Di Maio, L. (2016). Investigation on the use of foamed plastic waste as natural aggregates replacement in lightweight mortar. *Composites Part B: Engineering*, 99, 75-83.
- Correia, J., Lima, J., & de Brito, J. (2014). Post-fire mechanical performance of concrete made with selected plastic waste aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 53, 187-199.
- da Silva, A. M., de Brito, J., & Veiga, R. (2014). Incorporation of fine plastic aggregates in rendering mortars. *Construction and Building Materials*, 71, 226-236.
- DANE. (2020). Estadísticas sociales / Agosto 2020. Retrieved from Bogotá: <https://www.dane.gov.co/index.php/rendicion-de-cuentas-dane/110-boletines/encuestas-politicas-y-culturales/2763-estadisticas-sociales>
- Drew, L. J., Langer, W. H., & Sachs, J. S. (2002). Environmentalism and natural aggregate mining. *Natural Resources Research*, 11(1), 19-28.
- Earth Day Network. (2018). Plastic Pollution Primer and Action Toolkit. Retrieved from <https://archiveedn.wpengine.com/wp-content/uploads/Plastic-Pollution-Primer-and-Action-Toolkit.pdf>
- Ferrándiz-Mas, V., & García-Alcotel, E. (2013). Durability of expanded polystyrene mortars. *Construction and Building Materials*, 46, 175-182.
- Ferreira, L., de Brito, J., & Saikia, N. (2012). Influence of curing conditions on the mechanical performance of concrete containing recycled plastic aggregate. *Construction and Building Materials*, 36, 196-204.
- Frigione, M. (2010). Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete. *Waste Management*, 30(6), 1101-1106.
- Islam, M. J., Meherier, M. S., & Islam, A. R. (2016). Effects of waste PET as coarse aggregate on the fresh and harden properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 125, 946-951.
- Ismail, Z. Z., & Al-Hashmi, E. A. (2008). Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement. *Waste Management*, 28(11), 2041-2047.
- Kan, A., & Demirboğa, R. (2009). A novel material for lightweight concrete production. *Cement and Concrete Composites*, 31(7), 489-495.
- Langer, W. H., & Arbogast, B. F. (2002). Environmental impacts of mining natural aggregate Deposit and geoenvironmental models for resource exploitation and environmental security (pp. 151-169): Springer.
- Li, X., Ling, T.-C., & Mo, K. H. (2020). Functions and impacts of plastic/rubber wastes as eco-friendly aggregate in concrete—A review. *Construction and Building Materials*, 240, 117869.
- Naciones Unidas. (2020). La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza. Retrieved from Cambio climático y medioambiente website:

<https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011#:~:text=Cerca%20del%2075%25%20del%20pl%C3%A1stico,Conferencia%20de%20las%20Naciones%20Unidas>

- Ocean crusaders. (2020). Plastic Statistics. Retrieved from <http://oceancrusaders.org/plastic-crusades/plastic-statistics/>
- Rahman, M. M., Islam, M. A., Ahmed, M., & Salam, M. A. (2012). Recycled polymer materials as aggregates for concrete and blocks. *Journal of Chemical Engineering*, 27, 53-57.
- Rahmani, E., Dehestani, M., Beygi, M., Allahyari, H., & Nikbin, I. (2013). On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles. *Construction and Building Materials*, 47, 1302-1308.
- Rashad, A. M. (2016). A comprehensive overview about recycling rubber as fine aggregate replacement in traditional cementitious materials. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(1), 46-82.
- Sadrmomtazi, A., Dolati-Milehsara, S., Lotfi-Omran, O., & Sadeghi-Nik, A. (2016). The combined effects of waste Polyethylene Terephthalate (PET) particles and pozzolanic materials on the properties of self-compacting concrete. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2363-2373.
- Safi, B., Saidi, M., Aboutaleb, D., & Maallem, M. (2013). The use of plastic waste as fine aggregate in the self-compacting mortars: Effect on physical and mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 43, 436-442.
- Saikia, N., & De Brito, J. (2012). Use of plastic waste as aggregate in cement mortar and concrete preparation: A review. *Construction and Building Materials*, 34, 385-401.
- Silva, R. V., de Brito, J., & Saikia, N. (2013). Influence of curing conditions on the durability-related performance of concrete made with selected plastic waste aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 35(1), 23-31.
- Tang, W., Lo, Y., & Nadeem, A. (2008). Mechanical and drying shrinkage properties of structural-graded polystyrene aggregate concrete. *Cement and Concrete Composites*, 30(5), 403-409.
- Thomas, B. S., & Gupta, R. C. (2016). A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1323-1333.
- Toronto Environmental Alliance. (2018). *The Environmental Impacts of Aggregate Extraction*.
- Wang, R., & Meyer, C. (2012). Performance of cement mortar made with recycled high impact polystyrene. *Cement and Concrete Composites*, 34(9), 975-981.
- Yang, S., Yue, X., Liu, X., & Tong, Y. (2015). Properties of self-compacting lightweight concrete containing recycled plastic particles. *Construction and Building Materials*, 84, 444-453.
- Yesilata, B., Isiker, Y., & Turgut, P. (2009). Thermal insulation enhancement in concretes by adding waste PET and rubber pieces. *Construction and Building Materials*, 23(5), 1878-1882.
- Yin, S., Tuladhar, R., Shi, F., Combe, M., Collister, T., & Sivakugan, N. (2015). Use of macro plastic fibres in concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 93, 180-188.
- Zuleta Acevedo, J. C. (2019). El plástico no es el problema. *La República*.

Mil gracias

Elkin David Patino Simbaqueba
C.C. 79578262 Bogotá
Matricula profesional # 250068186 CND
Consejo profesional nacional de Ingeniería y Arquitectura