

**APROVECHAMIENTO DE MATERIAL ALUVIÓN
EN LA FABRICACION DE MOBILIARIO URBANO**

Rolando Duran



Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá

2023

Aprovechamiento de Material Aluvión en la Fabricación de Mobiliario Urbano

Rolando Duran

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de arquitecto

Director Arquitecto Manuel Fernando Martínez Forero



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá

2023

Tabla de Contenido

GLOSARIO 8

RESUMEN 9

ABSTRACT 10

INTRODUCCIÓN 11

OBJETIVOS 13

 OBJETIVO GENERAL 13

 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 13

HIPÓTESIS 14

PROBLEMA 14

JUSTIFICACIÓN..... 15

MARCO REFERENCIAL 16

MARCO TEÓRICO 17

MARCO CONCEPTUAL 19

MARCO NORMATIVO..... 20

METODOLOGÍA..... 21

 ENSAYOS DE LABORATORIO AL MATERIAL PROPUESTO 23

Granulometría..... 23

 ENSAYO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO 25

Ensayo Densidad Especifica 25

Ensayo Peso Especifico..... 27

DIAGNÓSTICO DEL MATERIAL 30

 FUNDIDA DE PROTOTIPOS EN CONCRETO 33

 DESMOLDE DE PROTOTIPOS EN CONCRETO..... 34

 FALLA EN PRENSA DE PROTOTIPOS DE CONCRETO 35

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
COMPARACIÓN DE TEXTURA DE PROTOTIPOS.....	38
PLAQUETA DE CONCRETO	40
CUBO HUECO CON DIAGONALES INTERNAS	41
DESEMPEÑO DE PROTOTIPOS A LA INTEMPERIE.....	43
CUBO DE CONCRETO MACIZO.....	43
PLAQUETA DE CONCRETO	44
CUBO HUECO CON DIAGONALES INTERNAS.	44
IMPACTO AMBIENTAL	46
PROPUESTA.....	49
VALORACIÓN GENERAL.....	51
PROCEDIMIENTO DE UTILIZACIÓN DE ALUVIÓN EN LA FABRICACIÓN DE MOBILIARIO URBANO	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
LISTA DE REFERENCIAS.....	55

Lista de Tablas

Tabla 1. Resultado de Granulometría tamiz N°. 4 y 3/8.....	24
Tabla 2. <i>Granulometría del aluvión Vrs Arena de río</i>	24
Tabla 3. <i>Resumen pruebas de laboratorio</i>	28
Tabla 4. Dosificación concreto 2500 PSI.	33
Tabla 5. Resistencia a la Compresión de Cilindros.....	36
Tabla 6 Generación promedio CO2.....	46

Lista de Figuras

Figura 1. Proceso de barrido Av. Ciudad de Cali con Av. Calle 13. 12

Figura 2. Aluvión en los laterales de la vía localidad Kennedy. 14

Figura 3. Diagrama normativo. 20

Figura 4. Aluvión Embolsado 21

Figura 5. Mapa de micro ruta de barrido manual dominical..... 22

Figura 6. Recolección de Aluvión por parte del autor de la investigación. 22

Figura 7. Granulometría tamiz N°. 4 y 3/8. 23

Figura 9. Granulometría..... 25

Figura 8. Material de aluvión tamizado 25

Figura 10. Prueba de humedad superficial. 26

Figura 11. Proceso de adición de agua al material de aluvión. 26

Figura 12. Peso Específico..... 27

Figura 13. Punto óptimo de humedad del aluvión. 29

Figura 14. Ideas principales del diagnóstico. 30

Figura 15. DOFA. 31

Figura 16. Ensayo Peso específico. 32

Figura 17. Proceso Dosificación Cilindros. 32

Figura 18. Proceso fundida Cilindros. 33

Figura 19. *Proceso Desmolde Cilindros.* 34

Figura 20. *Falla de Cilindros en Prensa.* 35

Figura 21. *Resistencia a la compresión de cilindros*..... 37

Figura 22. Estabilidad dimensional y composición del cilindro. 38

Figura 23. Comparación concreto con aluvión Vrs concreto tradicional. 39

Figura 24. *Cubo de concreto con refuerzo de acero*..... 39

Figura 25. *Plaqueta de concreto 30x30*. 40

Figura 26. *Cubo hueco con diagonales internas*. 41

Figura 27. *Cubo de concreto macizo con aceros en ambos sentidos*. 43

Figura 28. *Plaqueta de concreto*. 44

Figura 29. *Cubo hueco con diagonales internas*. 45

Figura 30. *Trasferencia de material aluvión*. 47

Figura 31. *Extracción minera industrial y artesanal*. 48

Figura 32. *Extracción manual de arena de río*. 49

Figura 33. *Referente de banca – mobiliario exterior*..... 50

Figura 34. *Ejemplos de elementos en concreto*..... 50

Glosario

Aluvión: material arenoso, que se genera por arrastre vehicular, escorrentías de agua, por corrientes de vientos y esta albergado en las vías pavimentadas en los laterales al lado del sardinel (Hidalgo, 2008).

Sardinel: elemento prefabricado en concreto que separa la vía y el andén. Elemento no estructural: elemento que por su composición física y química no tienen responsabilidad estructural de una edificación (Hidalgo, 2008).

Arena de río: material arenoso que se genera mediante un lavado natural en algunos ríos, que al realizar una caracterización por medio de tamices da como resultado un material propicio para ser usado en la fabricación de concretos (Pérez, 2015).

Tamiz: elemento cilíndrico con una malla de diferentes tamaños ubicada al fondo que cumple la función de segregar materiales más gruesos (Pérez, 2015).

Resumen

La investigación nace de la pregunta ¿cuál es la reutilización que se le da al residuo sólido generado durante el proceso de barrido de las vías de la ciudad de Bogotá? Por décadas el residuo (aluvión), ha sido barrido recolectado y dispuesto en relleno sanitario sin dar ningún uso o reincorporarlo a la cadena productiva económica.

Para el sector de la construcción este material presenta unas características particulares para ser utilizado en diferentes procesos constructivos. El aluvión es un material arenoso, que se encuentra en los costados de las vías, se genera por efecto de vientos, escorrentías de aguas, arrastre vehicular. En la actualidad no se da ningún uso a dicho material.

Gracias a que los resultados de laboratorio fueron satisfactorios y que los prototipos elaborados con concreto de aluvión presentaron buen desempeño, se propone la incorporación del aluvión en procesos de fabricación de mobiliario urbano, (bolardos, bacas, tabletas, postes entre otros).

El aluvión se utilizaría reemplazando al 100% la arena de río en las dosificaciones, ya que su comportamiento para uso no estructural es óptimo, teniendo en cuenta que el material presenta cualidades físicas muy cercanas a la arena de río. De esta manera se da un uso al material en el sector de la construcción y se minimizaría el consumo de arena de río en las mezclas de concreto para elementos no estructurales.

Palabras clave: aluvión, prefabricación, reutilización, minería urbana, mobiliario urbano, prefabricados en concreto, prototipos

Abstract

The investigation is born from the question: ¿what is the reuse that is given to the solid waste generated during the process of sweeping the roads of the city of Bogotá? For decades the waste (alluvium) has been swept, collected and disposed of in a sanitary landfill without giving it any use or reincorporating it into the economic production chain.

For the construction sector, this material has particular characteristics to be used in different construction processes. The alluvium is a sandy material, which is found on the sides of the roads, it is generated by the effect of winds, water runoff, and vehicular drag. Currently there is no use for this material.

Thanks to the fact that the laboratory results were satisfactory and that the prototypes made with alluvial concrete presented good performance, the incorporation of alluvial concrete in urban furniture manufacturing processes (bollards, roof racks, tablets, poles, among others) is proposed.

The alluvium would be used replacing 100% of the river sand in the dosages, since its non-structural behavior is optimal, taking into account that the material has physical qualities very close to river sand. In this way, the material is used in the construction sector and the consumption of river sand in concrete mixes for non-structural elements would be minimized.

Keywords: alluvium, prefabrication, reuse, urban mining, street furniture, precast concrete, prototypes

Introducción

La reincorporación de materiales nuevos o reciclados al sector de la construcción tiene su lugar o se otorga a la labor de la minería urbana, la cual consiste en extraer materiales pétreos y/o arenosos de elementos estructurales y no estructurales que alguna vez hicieron parte de una edificación y que, por efecto de demolición, y en con un proceso separación pueden ser nuevamente reincorpóralos a procesos constructivos. Hoy día se realiza una labor que corresponde al barrido manual y mecánico de las calles de las ciudades (Ver figura1), con un resultado de cientos de toneladas de material de aluvión enterradas en relleno sanitario.

Los territorios utilizados para rellenos sanitarios y/o botaderos para la recepción de residuos sólidos, comúnmente son afectados y degradados sustancialmente, debido a la carga toxica, huella ecológica, vertimientos de lixiviados a fuentes hídricas, afectación al medio ambiente a comunidades cercanas, contaminación por movimientos de tierras en masa.

El sector de la construcción en su plan de suplir el requerimiento de viviendas, equipamientos, vías y demás ambientes que se requieren para satisfacer la necesidad o demanda que genera la expansión de ciudades por medio del desplazamiento de comunidades, la densificación de territorial, aumento poblacional, entre otras. Da como resultado una extracción minera en canteras de recursos no renovables a gran escala (Ver figura 33 y 34), los materiales pétreos presentan escases en algunos lugares, lo cual causa un sobre costo en el material, por tal motivo es importante generar nuevos procesos de minería urbana, buscando minimizar el impacto ambiental (Ver Figura 1).

Figura 1.

Proceso de barrido Av. Ciudad de Cali con Av. Calle 13.



Elaboración propia.

Objetivos

Objetivo General

Generar un proceso de aprovechamiento del residuo sólido producto del barrido de calles, con el fin de incorporarlo al área de la construcción en la fabricación mobiliario urbano.

Objetivos Específicos

- Caracterizar el material producto del barrido de las vías (V1) de la localidad de Kennedy
- Analizar la mezcla de concreto con aluvión por medio de pruebas de laboratorio
- Definir el proceso de fabricación de mobiliario urbano por medio de prototipos
- Consolidar el proceso de utilización de aluvión en la fabricación de mobiliario urbano por medio de un manual.

Hipótesis

Es posible establecer en una mezcla de concreto utilizando el aluvión es su dosificación, para lo cual se propone reemplazar el 100 % de la arena de río por el aluvión.

Problema

No existe interés por las entidades encargados de la limpieza urbana de la ciudad de la Ciudad de Bogotá en reutilizar el material producto del barrido de las calles. Esto en vista que durante las últimas décadas el modelo de aseo urbano se ha desarrollado sin cambios significativo en el proceso de recolección y disposición final de dicho residuo. En cuanto a la reutilización de la arenilla producto del barrido, no se tiene reporte de innovación con este material que en última instancia es enterrado en relleno sanitario. Se debe incorporar un proceso de reutilización de posibles materias primas que se puedan transformar o utilizar en procesos constructivos en el sector de la construcción (Ver figura 2).

Figura 2.

Aluvión en los laterales de la vía localidad Kennedy.



Elaboración propia.

Justificación

Con esta investigación se pretende definir en qué elementos no estructurales, y mobiliario urbano se puede fabricar con concreto donde el aluvión este en la dosificación, documentar el proceso como se realiza la adopción, adaptación e incorporación del residuo sólido a una economía circular en el gremio de la construcción, donde el material producto del barrio de las calles haga parte de las dosificaciones de la mezcla.

Marco Referencial

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2019), menciona en el artículo de la página Web, la urgencia en intervenir los procesos de minería de materiales requeridos por el sector de la construcción a nivel mundial. “Ya que, diariamente se extraen 18 kilos de arena y grava por cada habitante del planeta para la fabricación de concreto, asfalto y vidrio” (párr. 2). Todo esto nos indica que se deben incorporar nuevos procesos de reutilización de arenas y gravas al sector de la construcción, la búsqueda de nuevos materiales reciclados que cumplan con las características de materiales de cantera, con el propósito de minimizar el daño ambiental causa por la extracción en cantera.

Un avance para mi investigación es cómo buscar nuevos materiales que se adapten a las necesidades del sector de la construcción, en cuanto a sus características físicas y a menor costo sin daño al medio ambiente “minimizar el impacto ambiental generado por la minera en cantera de agregados, como es el caso de la arena de peña, la cual, en la actualidad está presente en la mayoría de los procesos constructivos” (Restrepo & Durán, 2018, p. 9).

Rocha y Restrepo (2022), menciona en su trabajo de investigación que teniendo en cuenta la cantidad de residuos sólidos aprovechables que día tras día son enterrados en rellenos sanitarios. “se disponen en promedio 97.000 ton /año directamente al botadero Doña Juana. Es imperioso identificar sus cualidades físicas y químicas que nos permita proponer y diseñar nuevo material o árido para la construcción y así buscar un ambiente sostenible” (p. 10). Los análisis de laboratorio son de suma importancia a la hora de realizar la factibilidad en la incorporación, adaptación de un nuevo material para la construcción.

Marco Teórico

La aplicabilidad de un Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos (PGIRS), contribuye al bienestar de comunidades, dando pautas para que las autoridades y/o operadores de los servicios públicos de aseo urbano den un mejorar manejo ambiental de residuos sólidos.

Existe esa visión global de los diferentes componentes del servicio de aseo enfocados a objetivos superiores como: evitar afectaciones a la salud de los habitantes de una localidad, beneficios ambientales, aceptación social, y ahorro en la economía. Todos estos objetivos deben entenderse como procesos ajustados a la realidad de cada localidad (Castillo & Hardter, 2014, p. 14).

De este modo el trabajo de investigación titulado *Gestión integral de residuos sólidos en regiones insulares*, por Castillo y Hardter (2014), expresan que :

Un término utilizado en los últimos años en el tema del manejo de los residuos sólidos es gestión integral. Este término es a menudo malentendido ya que generalmente se lo asocia con la implementación de iniciativas de reciclaje que se incorporan a un sistema convencional de aseo, cuando en la realidad consiste en una articulación de los diversos componentes de un servicio de aseo, con una visión holística del servicio (p. 13).

Para Medellín-Pérez (2022), en su artículo de investigación *¿Habitando el socavón?: Minería urbana y movilización social ambiental en Soacha*.

En contextos de carencia, las problemáticas ambientales son leídas como problemáticas menos urgentes, frente a otras necesidades materiales de corto plazo como la alimentación o la vivienda. Esta, de hecho, es la razón por la que las personas pueden preferir permanecer en contextos altamente deteriorados ambientalmente antes que marcharse, privilegiando la necesidad de la vivienda sobre la necesidad de un ambiente sano (p. 19).

Un análisis con enfoque más histórico, se cruzaron con mi investigación en dos sentidos.

Por un lado, para poder explorar en profundidad si existe una relación entre una explotación minera con presencia durante mucho tiempo (más de 50 años) en un lugar específico (p. 33).

Para Franco (2016), “existen obligaciones y responsabilidades para la extracción de los recursos minerales y la protección ambiental, estas deben ser reguladas de forma planeada por el ordenamiento territorial” (p. 50). En ese orden de ideas es fundamentan reglamentar políticas que favorezcan los recursos ambientales y minerales de los ordenamientos territoriales que se ven en peligro y riesgo, de esta manera el autor expone que:

El SINA a su vez contiene 34 Corporaciones Autónomas Regionales y seis autoridades ambientales urbanas en las ciudades principales, las cuales son las máximas autoridades ambientales regionales, encargadas de la aplicación de la política y regulación ambiental en su jurisdicción. (p. 57).

De acuerdo con Hernandez & Varela (2020), “Se conoce como residuo solido aprovechable al material que se utiliza después de haberse desechado por alguien que ya lo uso” (p.28). El aprovechamiento de estos recursos con diversas funcionalidades, permiten que: “el plan de desarrollo sostenible contempla reducir la generación de residuos sólidos con el fin de preservar el medio ambiente y generar nuevos recursos con estos materiales” (p. 28).

Marco Conceptual

Con esta investigación se pretende poner en conocimiento las características que tiene el material de aluvión en mezclas de concreto, teniendo en cuenta que en la actualidad no se da ninguna utilidad, el reto para poner en marcha un proceso de innovación para utilizar el material en la fabricación de mobiliario urbano, está dado a partir de las diferentes pruebas que se realizaron al material y a la mezcla de concreto, donde los resultados fueron satisfactorios.

Es prudente la utilización de la mezcla de concreto en la fabricación de mobiliario urbano, ya que dichos elementos no tienen responsabilidad estructural, hay que tener en cuenta que tipo de mobiliario se pretende fabricar y delimitar el sin número de elementos que hacen parte del mobiliario público, el cual debe cumplir con diseño óptimo, buena apariencia, textura y una antropometría ajustada al entorno.

Los costos para la puesta en marcha de este proyecto están dados partir de estudios previos de otras investigaciones, donde se menciona y se hace una comparación de los costos del m³ de arena de río vs el aluvión, donde la utilidad que presenta el aluvión al incorporarlo en mezclas de morteros y concretos es bastante alta. El reto se genera y queda abierta la posibilidad para nuevas investigaciones, como generar procesos de incorporación, adopción y ejecución de plantas procesadoras de material de aluvión, realizar todo el proceso de selección y entregar a las empresas de aseo el resultado de materiales que por sus características no presentan ninguna posibilidad de ser reutilizados. Quedando un material de aluvión y otros agregados gruesos y finos posibles de comercializar.

Marco Normativo

Es de resaltar que para la realización, materialización y construcción de procesos de reutilización del material de aluvión producto del barrido de las calles, es imperioso conocer la normatividad que gira y rige el modelo actual del servicio público de aseo urbano de la ciudad de Bogotá (Ver figura 3). Ya que en dicha normatividad ya está establecido lineamientos de aprovechamientos de materiales susceptibles de ser nuevamente reincorporados y reutilizados.

Por otro lado los costos que se generan al usuario final por concepto del servicio público de aseo también cambiarían en el modelo tarifario por concepto de reutilización del aluvión, ya que este no sería llevado a relleno sanitario, sino descargado en plantas procesadores de selección del material de aluvión en lugares estratégicamente ubicados cerca a las empresas operadoras del servicio aseo, con el objetivo de disminuir los recorridos y desplazamientos de los vehículos compactadores, barredoras mecánicas y volquetas que actualmente realizan la labor de recolección de material de aluvión en las diferentes localidades de la ciudad.

Figura 3.

Diagrama normativo.



Adaptado de ley 142, 1994, (<https://acortar.link/6rLxyv>); Resolución 720, 2015, (<https://acortar.link/1Qdxqn>); Resolución 853, 2018, (<https://acortar.link/bS5UE6>); Decreto 596, 2016, (<https://acortar.link/wZQi1Y>); Decreto 2981, 2013, (<https://acortar.link/d0dKGW>); Resolución 754, 2014, (<https://acortar.link/DAZRG5>).

Metodología

Se toma como caso de estudio para la investigación las vías V1 de la localidad de Kennedy, en puntos específicos de intercesión vial, que por las características propias del lugar son un potencial en la generación constante de aluvión (Ver figura 4). La delimitación se determinó teniendo en cuenta que una de las causas de generación de aluvión es por arrastre vehicular.

Por el volumen de vehículos de carga pesada, transporte público y por las condiciones de mal estado de algunos separadores viales, y del mismo modo siendo las Av. Ciudad de Cali, Av. Boyacá, Av. 68 o Avenida del Congreso Eucarístico, Av. Calle 13, AV Villavicencio ejes de conexión de ciudad con otras ciudades y/o municipios, mencionadas características son propicias para tomar como referente y levantamiento de información.

Figura 4.

Aluvión Embolsado.

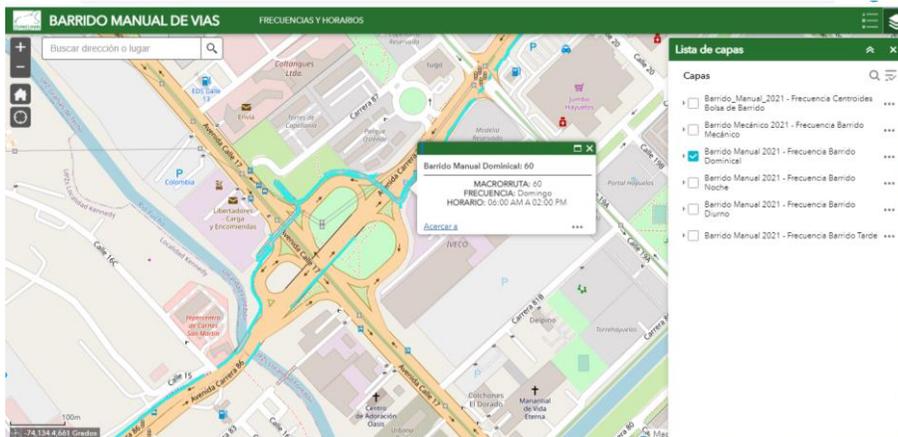


Elaboración propia.

La recolección de las muestras se realizó teniendo en cuenta los horarios y frecuencias de barrido, las cuales están definidas por la empresa de aseo público de la localidad de Kennedy, donde el material de aluvión es barrido, embolsado y transportado a relleno sanitario (Ver figura 5 y 6)

Figura 5.

Mapa de micro ruta de barrido manual dominical.



Tomada de [climpia.maps](https://climpia.maps.arcgis.com), 2023. (<https://climpia.maps.arcgis.com>)

Figura 6.

Recolección de Aluvión por parte del autor de la investigación.



Elaboración propia.

Al aluvión recolectado y a la mezcla de concreto con aluvión se le realizaron varias pruebas de laboratorio en la facultad de ingeniería civil de la UGC, para determinar las condiciones óptimas del material al vincularlo en la fabricación de mobiliario urbano y/o fabricación de elementos no estructurales.

Ensayos de Laboratorio Al Material Propuesto

Granulometría, Gravedad Específica, Caracterización de agregados diseño de la mezcla, Contenido orgánico, Contenido de Humedad.

Granulometría

Se realizó pruebas de granulometría el día 25 de agosto de 2022 a la totalidad del material previamente recolectado, obteniendo los siguientes resultados y características (Ver figura 7 y tabla 1).

El total del material recolectado peso 35,668 Kg Procedimiento: El total material recolectado se tamizo en tamiz 3/8, N° 4, obteniendo el siguiente resultado:

Figura 7.

Granulometría tamiz N°. 4 y 3/8.



Elaboración propia.

Tabla 1.

Resultado de Granulometría tamiz N° 4 y 3/8

MATIZ	PESO
N° 4	600G
N° 3/8	284G
Basura	142G
Orgánico	22G
TOTAL	1048G

Elaboración propia.

De los 34.62 Kg restantes, se tomaron 2 kg de aluvión y 2 Kg de arena de río, para comparar la granulometría de los dos (2) materiales, con el objetivo de identificar las diferencias granulométricas de cada uno, se tamizaron los dos (2) materiales en los tamices N°4, N°16, N°30, N°50, N°80, N°100, N°200: obteniendo los siguientes resultados (Ver tabla 2).

Tabla 2.

Granulometría del aluvión Vrs Arena de río

ARENA DE RIO			ALUVIÓN				OBSERVACION
% EFICIENCIA	%	RESULTADO TAMIZADO ARENA DE RIO (g)	N° TAMIZ	RESULTADO TAMIZADO (g)	%	% EFICIENCIA	
92,40%	0,80%	16	4	2	0,10%	81,60%	MATERIAL POSIBLE A UTILIZAR
	15,00%	300	16	120	6,00%		
	32,40%	648	30	152	7,60%		
	37,30%	746	50	1176	58,80%		
	6,90%	138	80	182	9,10%		
7,10%	2,90%	58	100	204	10,20%	17,30%	MATERIAL MUY FINO
	3,80%	76	200	118	5,90%		
	0,40%	8	fondo	24	1,20%		
	0,50%	10	Perdida de material	22	1,10%		
TOTAL	100%	2000		2000	100%		

Elaboración propia.

De la comparación anterior se puede deducir que de la muestra recolectada y analizada granulométricamente cuenta con un alto porcentaje de material de aluvión posible de utilizar en una

mezcla de concreto, ya que el 81.60% corresponde a material que paso por los tamices N°4 al N° 80, que logra una óptima eficiencia y que está muy cerca del 92.40% de la arena de río que paso por los mismos tamices. Cabe aclarar que el 17.30 % corresponde al material de aluvión que paso por los tamices N°100 y N°200 y fondo, es un material muy fino, no del todo desechado por su composición, pero si con la característica que se le deba agregar más agua y cemento a una mezcla de concreto (Ver figura 8 y 9).

Figura 9.

Material de aluvión tamizado



Figura 8.

Granulometría



Elaboración propia

Ensayo Saturado Superficialmente Seco

Ensayo Densidad Especifica

Se tomó 1.5 Kg de material de aluvión y se le agrego el 3% del peso en agua, es decir 57 cm^3 , se realizó la prueba del cono con el objetivo de establecer la humedad superficial del material. (Ver figura 10).

Figura 10.

Prueba de humedad superficial.



Elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados del ensayo de humedad superficial, a los 34.62 Kg de material de aluvión se le agregaron 2% del peso total en agua, es decir 681 cm³, se mezcló el material humedeciéndolo homogéneamente y se guardó en bolsas plásticas con el objetivo e igualar las características de la arena de río, y de igual modo buscando la optimización del material al momento de realizar la mezcla de concreto (Ver figura 11).

Figura 11.

Proceso de adición de agua al material de aluvión.



Elaboración propia.

Ensayo Peso Especifico

Se tomaron 200g de material de aluvión se introdujeron en un picnómetro, al cual se le adicioo agua, se agito la mezcla obteniendo un peso de 773.2g y con la ayuda de una bomba de vacío se sacó todo el aire del recipiente, posterior a esto se llevó la mezcla al horno con una temperatura de 21°C, a los dos (2) días siguientes se retiró del horno el material obteniendo un peso de 305.6g, a esto se le resta 110.5g del peso de la bandeja quedando un peso neto de material o peso específico de 195.1g. con una reducción del 2.45% (Ver figura 12).

Figura 12.

Peso Especifico.



Elaboración propia

A continuación, se evidencia la tabla de resumen de pruebas de laboratorio al aluvión y a la mezcla:

Tabla 3.

Resumen pruebas de laboratorio.

PRUEBA Y/O ANALISIS	RESULTADO	CARACTERISTICIVAS
GRANULOMETRIA	82%	De 2.000g de aluvión, 1.632g presentan eficiencia para ser utilizados.
potencia de uso	97%	De 35.668kg recolectados, 34.620kg son susceptibles de utilizar.
peso especifico	98%	La reducción es de 2.5%, la densidad del material es eficiente.
gravedad especifica	3%	Para un comportamiento optimo se determino que el material requiere un 3% de su peso en agua para dar humedad.
estabilidad dimensional	100%	Los cilindros de concreto no presentan ensanchamiento o encogimiento. Conserva sus dimensiones.
agretamiento y/o erosión	0%	Los cilindros de concreto no presentaron fisuras o desmoronamiento.
apariencia / color	100%	La mezcla de concreto presenta el mismo aspecto del concreto tradicional, tonalidad y apariencia similares.
resistencia a la compresión	100%	El promedio de resistencia fallando los cilindros a los 7, 14, 21, 28 días fue de 125kn.
costo m 3	87%	El costo por m3 en comparación con la arena de rio se disminuye en un 87%.
dosificación concreto	100%	Para la elaboración de los cilindros se reemplaza el 100% de la arena del rio por aluvión.

Elaboracion propia.

Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas al aluvión y a la mezcla de concreto, se evidencia que en un alto porcentaje (82%) el material presenta características óptimas para ser utilizado en mezclas de concreto (Ver tabla 3). De igual modo se determina que el material de aluvión presenta un mínimo requerimiento de humedad por lo que hay que agregar agua en un 3% con

respecto a su peso, (Ver figura 13), esto en vista que el material al estar expuesto a la intemperie con días soleados pierde su humedad, convirtiéndose en una arenilla fina.

Figura 13.

Punto óptimo de humedad del aluvión.



Elaboración propia

Diagnóstico del Material

Figura 14.

Ideas principales del diagnóstico.



Elaboración propia

Se generan ideas principales para el desarrollo del diagnóstico (Ver figura 12), a partir de los resultados obtenidos, es importante mencionar que el beneficio que se obtiene al incorporar el aluvión al ciclo de la construcción es muy alto, esto contrastándolo con la explotación minera que se genera para suplir las necesidades del sector de la construcción. En términos generales y apoyado por medio de un DOFA (Ver figura 15), se establecen los lineamientos para dar por sentado las características particulares y generales que presenta el aluvión en mezclas de concreto.

Figura 15.

DOFA.



Elaboración propia

Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas al material de aluvión y a la mezcla de concreto con 100% de aluvión y 0% de arena de río, se determina que presenta una viabilidad técnica y económica, ya que de acuerdo a análisis de costos donde se compara el precio de un m³ de arena de río vrs un m³ de aluvión, estudio efectuado (Rocha & Restrepo, 2022). Previo a este trabajo, se puede establecer que incorporar el aluvión al ciclo productivo de a construcción la viabilidad económica es buena.

De igual modo, y uniendo la viabilidad técnica y económica se establece que el aluvión presenta características óptimas para ser utilizado en la fabricación de mobiliario urbano y / o prefabricados. Con la utilización de aluvión en la mezcla de concreto se establece una innovación en nuevos materiales al sector de la construcción, con dicha incorporación se infiere una disminución de materiales extraídos en canteras, y aumento de materiales óptimos bajo el concepto de minería urbana. Disminución de contaminación ambiental por huella ecológica, generada por la no utilización de materiales con potencial para ser incorporados al sector de la construcción.

Figura 16.

Ensayo Peso específico.



Elaboración propia

Con este ensayo se logró determinar el peso real del material de aluvión, después de realizar las pruebas las cuales consistieron en pesar 200g de material, añadirle agua, revolverlo y con la ayuda de una bomba de vacío sacar las partículas de aire, y posteriormente dejarlo en el horno durante 24 horas.

Figura 17.

Proceso Dosificación Cilindros.



Elaboración propia

La dosificación del concreto se realizó teniendo en cuenta la NRS 10 Titulo C. y se tomó como referente un concreto de 2500 PSI, dicha dosificación se evidencia en la tabla 4. Es importante

mencionar que se realizó una regla de tres para hallar las cantidades de materiales que se requirieron para fabricar el concreto a utilizar en la fundida de ocho (8) cilindros, cuatro (4) con arena de río y cuatro (4) con aluvión (Ver figura 18), esto con el objetivo de realizar comparaciones de resistencia.

Tabla 4.

Dosificación concreto 2500 PSI.

PARA 1m3 DE CONCRETO RESISTENCIA 2500			
CEMENTO KG	ARENA M3	PIEDRA M3	AGUA LT
300	0,48	0,96	170

Adaptado de “como calcular cantidades de concreto (cemento, arena y grava)” ConstruResyes ingeniera, 2017, (https://www.youtube.com/watch?v=SLB0Ai_4xOE&t=117s).

Fundida de Prototipos en Concreto

Figura 18.

Proceso fundida Cilindros.



Elaboración propia.

Después de tener la mezcla manual de concreto, lista con cada una de las dosificaciones, se procedió a la fundida de los cilindros, los cuales estaban previamente engrasados, y ajustados los

tornillos de fijación de cada molde, El procedimiento se llevó a cabo de acuerdo a la NTC 1377 (Ver figura 18).

Desmolde de Prototipos en Concreto

Figura 19.

Proceso Desmolde Cilindros.



Elaboración propia

El desmolde se realizó 24 horas después de ser fundido los especímenes, utilizando una llave de copa N° 10 con la cual se soltaron los torillos, que permiten la apertura del molde cilíndrico, se marcaron cuatro (4) cilindros que corresponde a concreto con arena de río y cuatro (4) cilindros que corresponde a aluvión. Se incorporaron a la piscina para el fraguado, para ser fallados en la presa de acuerdo a la NTC 673 (Ver figura 19). Los cilindros se fallaron a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, comparando la resistencia de cada mezcla. (Ver tabla 5 y figura 20).

Falla en Prensa de Prototipos de Concreto

Figura 20.

Falla de Cilindros en Prensa.



Elaboración propia

Análisis y Discusión de Resultados

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio que se realizaron al material de aluvión y a la mezcla de concreto con un 100% de aluvión, donde se evidencia que las características que tiene el aluvión son óptimas en un alto porcentaje para ser incorporado al sector de la construcción. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se establecerá un procedimiento para la adopción, adaptación e incorporación del aluvión a procesos de fabricación de mobiliario urbano.

Dicho procedimiento estará enfocado en un procedimiento de incorporación del material a nivel comercial, donde empresas que fabrican mobiliario urbano en concreto para entidades públicas y privadas, teniendo en cuenta la normativa que regula los estándares de fabricación de mobiliario urbano, como lo es la cartilla de espacio público, cartilla de andenes.

Tabla 5.

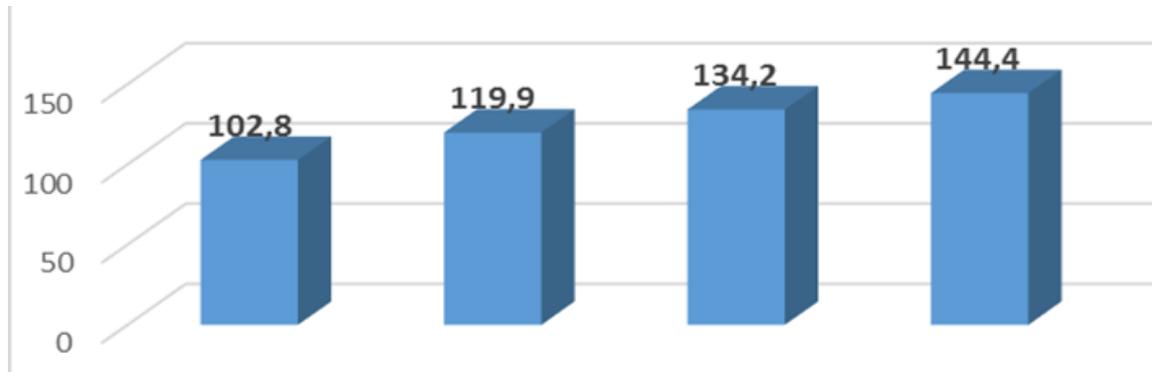
Resistencia a la Compresión de Cilindros.

Actividad	Fecha	Resultados KN	
		cilindro con arena de rio	cilindro con 100% aluvión
compresión a 7 días	13/09/2022	80,5	102,8
compresión a 14 días	20/09/2022	109,6	119,9
compresión a 21 días	27/09/2022	97,9	134,2
compresión a 28 días	04/10/2022	156,9	144,4

Elaboración propia.

Figura 21.

Resistencia a la compresión de cilindros



Elaboración propia

Las pruebas de compresión realizadas a los cilindros de concreto con aluvión, se evidencia que presentan resistencia optima, y día tras día la resistencia fue aumentando significativamente.

Comparándolos con los resultados obtenidos en los cilindros de concreto tradicional (Ver tabla 5 y figura 21).

Cabe resaltar que el único porcentaje que se mantienen en 0% en la tabla resumen de pruebas de laboratorio (Ver tabla 3), y siendo este un valor positivo y favorable para la mezcla de concreto, corresponde al agrietamiento de los elementos fundíos en el laboratorio, ya que pasados los días los cilindros no presentan ningún tipo de agrietamiento, erosión o alguna patología que evidencia que el aluvión no es compatible en mezcla de concreto (Ver figura 22).

Figura 22.

Estabilidad dimensional y composición del cilindro.



Elaboración propia

Comparación de Textura de Prototipos

Los cilindros se fundieron el día 7 de septiembre de 2022, para el día 22 de octubre de 2022, 46 días después se realizó en terreno comparación de la textura de concreto tradicional expuesto a la intemperie (anden), Vs cilindro de concreto mezclado con aluvión, donde se evidencia que ambos concretos presentan color y textura muy cercanas o similares (Ver figura 23).

Figura 23.

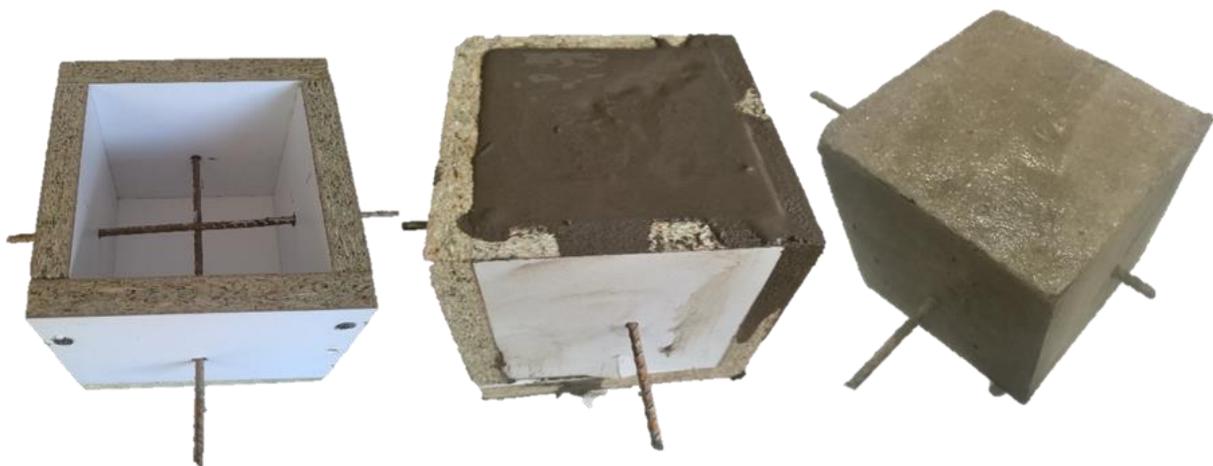
Comparación concreto con aluvión Vrs concreto tradicional.



Elaboración propia

Figura 24.

Cubo de concreto con refuerzo de acero.



Elaboración propia

Se construyó cubo en concreto con aluvi3n de 10 cm X 10 cm, con encofrado de madera de aglomerado reciclado, con aceros de 3 ml en los dos sentidos del cubo, perpendiculares a la cara del mismo, se utiliz3 como desmoldante aceite vegetal, se fundi3 el elemento con una dosificaci3n para concretos de 2500 psi. El objetivo de la construcci3n de este elemento es establecer la resistencia y adaptabilidad que presentan los aceros al halarlos, ya que no tienen ning3n amarre interno, se evidencia que el concreto tiene buen agarre con el acero, no se desprende.

Se desmold3 el cubo fundido y durante su manipulaci3n el elemento evidencia que las aristas se mantienen en buen estado, no se desboronan, de igual modo los v3rtices se mantienen guardando los 3ngulos ya definidos por el molde, las caras del cubo conservan una textura fina, no presenta agrietamientos o patolog3as (Ver figura 24).

Plaqueta de Concreto

Figura 25.

Plaqueta de concreto 30x30.



Elaboraci3n propia

Se construy3 plaqueta en concreto de aluvi3n, con unas dimensiones de 30x30x03 cm, el encofrado estaba compuesto por madera aglomerada reciclada, en las aristas se le instal3 esquinero con una forma determinada, se utiliz3 como desmoldante polietileno de baja densidad para la cara de la

plaqueta y aceite vegetal en las aristas con el objetivo de lograr desencofrar el elemento sin que se deforme o rompa los filos, se insertaron grafiles cada 10 cm en ambos sentidos, para darle resistencia a la plaqueta (Ver figura 25). La plaqueta muestra buena apariencia y textura, los filos de las aristas quedan bien determinados y guardas su forma.

En general la plaqueta presenta un buen desempeño al momento de manipularla, no se rompe, no presenta grietas, la apariencia que genero el polietileno es muy agradable a la vista y al tacto. En términos generales la plaqueta por su morfología no presenta patologías asociadas a agrietamientos. Este modelo evidencia que se pueden desarrollar y fabricar plaquetas con el aluvión para muros divisorios para casas prefabricadas, ya que existe en el mercado un sin número de diseños arquitectónicos de casas prefabricadas a las cuales se les puede incorporar plaquetas con dicha composición. El sistema constructivo de estas viviendas ya está definido y estandarizado, la innovación se da por la utilización del material de aluvión en la dosificación del concreto de la plaqueta.

Cubo Hueco con Diagonales Internas

Figura 26.

Cubo hueco con diagonales internas.



Elaboración propia

Para este modelo se utilizó madera aglomerada reciclada, el objetivo de este ejercicio es establecer formas complejas y diagonales es su composición, se utilizó aceite vegetal como

desmoldante, el concreto se vertió fluido para que llegara a todos los rincones del elemento. Posterior a su fundida y desmolde el elemento no se desborono, ni perdió la forma inicial.

Queda claro que el concreto es un material que se amolda fácilmente a cualquier encofrado, quedando abierta la posibilidad de fabricar cualquier elemento que tenga diagonales, curvas, o formas sinuosas (Ver figura 29.6 Como conclusión de estos tres (3) prototipos se determinó que la mezcla de concreto con aluvión, presenta un abanico de posibilidad al momento de pensar en la fabricación de mobiliario urbano y/o prefabricados, gracias a sus cualidades físicas, químicas, de composición, de forma etc. El concreto con aluvión suple y brinda oportunidad de ser incorporado al sector de la construcción.

Desempeño de Prototipos a la Intemperie

Pasado 60 días aproximadamente de la fundida de los tres (3) prototipos. Tiempo en el cual los modelos se dejaron a la intemperie, expuestos a las inclemencias del clima de la ciudad de Bogotá, específicamente localidad de Bosa, cada uno de ellos presenta las siguientes características. Las cuales reafirman que el material de aluvión se puede utilizar e incorporar en mezclas de concretos y morteros.

Cubo de Concreto Macizo

Figura 27.

Cubo de concreto macizo con aceros en ambos sentidos.



Elaboración propia

El cubo no presenta en su composición formal ninguna alteración como fisuras, ni desgaste, compresión ni deformación alguna, cambio de tamaño o alguna característica visual que sea relevante. Tiene buena compatibilidad con el acero, sus aristas y vértices se mantienen en buen estado, las caras del cubo presentan buena textura. En general se evidencia buen comportamiento a nivel formal y funcional del cubo fundido en concreto con material de aluvión (Ver figura 27).

Plaqueta de Concreto**Figura 28.**

Plaqueta de concreto.



Elaboración propia

El espesor de la plaqueta corresponde a 3cm y unas dimensiones de 30cm X 30cm, pasados dos (2) meses aproximados desde el día de fabricación, no presenta ninguna deformación horizontal, pandeo, conserva sus aristas y vértices en buen estado, no presenta desmoronamiento, no tiene fisuras, en general se evidencia que el espesor que se determinó para la fabricación de la plaqueta es una medida óptima para tenerla como medida mínima de espesor (Ver figura 28).

Cubo Hueco con Diagonales Internas.

Figura 29.

Cubo hueco con diagonales internas.



Elaboración propia

El cubo hueco con diagonales internas se fabricó buscando evidenciar como es el comportamiento del elemento vacío, de igual modo buscando crear formas complejas, se evidencia que el modelo guarda una textura optima, sus aristas y vértices se encuentran en buen estado, no presenta desmoronamiento, sus paredes no presentan fisuras, grietas u alguna patología. Este modelo sirve de referente al momento de generar algún tipo de mobiliario urbano (materas) que requiera que sea hueco el elemento (Ver figura 29).

Impacto Ambiental

En la actualidad la huella de carbono generada por el uso de vehículos compactadores, volquetas, barredoras mecánicas, y camionetas de la empresa de aseo de la localidad de Kennedy, los cuales están emitiendo CO2 de lunes a sábado día y noche, para cubrir las diferentes rutas de recolección de residuos sólidos, es de aproximadamente de 52.680 KG mes (Ver tabla 6).

Tabla 6.

Generación promedio CO2

TIPO DE VEHICULO	TIPO COMBUSTIBLE	CONSUMO PROMEDIO COMBUSTIBLE GL DIA	CONSUMO PROMEDIO COMBUSTIBLE GL MES (25 DIAS)	FACTOR DE EMISION Kg CO2	RESULTADO HUELLA DE CARBONO KG mes
Compactador doble troque	ACPM	65	1625	8,78	14.268
Volqueta doble troque	ACPM	65	1625	8,78	14.268
Barredora mecánica	ACPM	60	1500	8,78	13.170
Camionetas platón	ACPM	50	1250	8,78	10.975
				TOTAL	52.680

Elaboración propia

Cabe resaltar que en la actualidad la recolección del residuo solido producto del barrio manual o mecánico de las calles, se viene desarrollando sin ninguna innovación que disminuya la huella de carbono generada por los vehículos destinados para dicha labor, es decir, no se ha valorado las características físicas y químicas del aluvión y por ende se ha trasportado hasta relleno sanitario, utilizando uno o dos vehículos para su disposición final. En las vías principales se utilizan barredoras mecánicas (combustible Diésel), que al llegar a su capacidad máxima de carga realizan transferencia del aluvión a otro vehículo compactador o volqueta el cual lleva el aluvión a disposición final en relleno sanitario.

El otro esquema de recolección se da en las vías inter barriales, donde se realiza la labor de barrido de calles manualmente, se embolsa el aluvión en bolsas plásticas la cuales son recolectadas por camionetas pequeñas, las cuales transferencia en otro vehículo compactados para su disposición final. Teniendo en cuenta que al incorporar el aluvión sector de la construcción, la huella de carbono que genera la no utilización disminuiría significativamente, ya que no se requeriría la misma cantidad de vehículos para su recolección, de igual modo los recorridos serían más cortos, ya que el material no sería llevado a relleno sanitario, por el contrario la disposición final sería en Estaciones De Clasificación Y Aprovechamiento (ECAS), las cuales deberían estar ubicadas cerca a los patios donde se guardan los vehículos recolectores (Ver figura 30)

Figura 30.

Trasferencia de material aluvión.



Elaboración propia

La extracción minera de arena de río genera grandes daños a ecosistemas, comunidades presentes o cercanas al río donde se realiza esta labor, teniendo en cuenta los métodos de extracción industrial o artesanal los daños son evidentes en diferente escala, las aguas de los ríos objeto de extracción presentan turbidez del agua, daño a la vegetación cercana al río (Hábitat Ripario). El habita

cercano al lecho del río sufre las consecuencias por el cambio morfológico e hidrológico del río (Ver figura 31).

Figura 31.

Extracción minera industrial y artesanal.



Nota. Tomada de <https://ligacontraelsilencio.com/2019/05/07/miedo-y-silencio-causa-el-negocio-de-la-arena-en-risaralda/>

De igual modo las estructuras como puentes sufren daños, ya que, al socavar el río, se debilita los cimientos de los puentes, dicho daño puede generar una incomunicación comercial entre departamentos, municipios o comunidades cercanas que tiene como único medio físico de transporte de mercancías e insumos una sola vía conectada por medio de un puente. No solamente los puentes sufren daños estructurales, estructuras como gaviones, muros de contención, terraplenes, y demás elementos que se diseñan para contener acuíferos.

Es importante mencionar que en muchos municipios de nuestro territorio no existen acueductos para abastecer a comunidades, estas comunidades se ven obligadas a utilizar agua extraída en pozos para su consumo. Los pozos se ven afectados por los socavones que se realizan en ríos y/o afluentes cercanos a comunidades, disminuyendo la elevación del agua en los pozos, y generando erosiones y sequías de terrenos (Ver figura 32).

Los ríos donde está activan la cantera es contaminado por las fugas de aceites y combustibles que presentas las maquinarias con las cuales se extrae el material, la calidad del agua cambia por dichos

elementos arrojados al río, de igual modo turbidez por el movimiento del suelo del río. Todo esto afecta a comunidades cercanas que se abastecen del agua del río.

Figura 32.

Extracción manual de arena de río.



Tomada de "Miedo y silencio causa el negocio de la arena en Risaralda". Liga Contra el Silencio 2019, (<https://ligacontraelsilencio.com/2019/05/07/miedo-y-silencio-causa-el-negocio-de-la-arena-en-risaralda/>)

Propuesta

Los porcentajes obtenidos en cada una de las pruebas evidencian que el material de aluvión tiene características especiales para ser utilizado e incorporado en mezclas de concreto en la fabricación de diversidad de elementos de orden urbano-arquitectónico, elementos estructurales y no estructurales, en morteros para revoques, nivelación de pisos.

Esta investigación se centra en la utilización de aluvión en la fabricación de mobiliario urbano y/o elementos que no tengan responsabilidad estructural. Teniendo en cuenta lo anterior es prudente acotar la investigación y se define la utilización de aluvión en mezcla de concreto en la fabricación de mobiliario urbano y elementos prefabricados (Ver figura 33 y figura 34).

Figura 33.

Referente de banca – mobiliario exterior.



Tomada de “Miedo y silencio causa el negocio de la arena en Risaralda”. Liga Contra el Silencio 2019, (<https://ligacontraelsilencio.com/2019/05/07/miedo-y-silencio-causa-el-negocio-de-la-arena-en-risaralda/>)

Figura 34.

Ejemplos de elementos en concreto.



Tomada de “Miedo y silencio causa el negocio de la arena en Risaralda”. Liga Contra el Silencio 2019, (<https://ligacontraelsilencio.com/2019/05/07/miedo-y-silencio-causa-el-negocio-de-la-arena-en-risaralda/>)

Se define la utilización de aluvión en los elementos anteriormente mencionados ya que no requiere realizar más pruebas a la mezcla de concreto, el grupo de elementos seleccionados no tienen

ninguna responsabilidad estructural, son elementos mano portantes, presentan características formales y funcionales que se pueden desarrollar al momento de pensar cómo realizar modelos y/o prototipos.

Para el encofrado de los modelos y/o prototipos se utilizó maderas recicladas y reutilizadas como lo es el aglomerado de 15mm, de igual se utilizó plástico de baja densidad como desmoldante de los modelos, ya que este presenta dos utilidades, la primera como una capa aislante entre la mezcla y la lámina de madera reciclada, y la otra función es la de dar una textura muy fina al modelo después de que fragua y sea desmoldado

Valoración General

Cabe destacar que se puede inferir que el material se puede vincular a procesos constructivos, inicialmente muestra una alta utilidad en presupuestos donde se usa arena de río. Se evidencia que ambientalmente al utilizar el aluvión se está disminuyendo la huella de carbono, ya que, el aluvión presenta alta generación en vías tipo V1 de la localidad de Kennedy, y su proceso de selección se daría muy cerca de las obras o en la misma localidad. Vale la pena mencionar que la arena de río es extraída en departamentos vecinos a Bogotá, su transporte y distribución en la ciudad de Bogotá genera altos índices de contaminación.

Al tener Estaciones De Clasificación Y Aprovechamiento De Aluvión (ECAS), en varias localidades de la ciudad, los tiempos de incorporación serían eficientes. Es de mencionar y recomendar que se debe utilizar acero (grafiles de 3 mm), como elementos de refuerzo al concreto, y el espesor mínimo debe ser de 3 cm para elementos delgados.

Procedimiento de utilización de Aluvión en la fabricación de mobiliario urbano

Se crea un manual de aprovechamiento de material de aluvión en la fabricación de mobiliario urbano dirigido al personal operativo (constructor), el cual muestra las recomendaciones que se debe tener en cuenta al momento de fabricar cualquier elemento de mobiliario urbano con aluvión (Ver

anexo a este trabajo de grado, *Manual ilustrado utilización de aluvión en la fabricación de mobiliario urbano.pptx*)

Conclusiones y Recomendaciones

Con la elaboración de este proyecto se validó la funcionalidad, compatibilidad y adaptabilidad que tiene el material de aluvión al ser utilizado en la fabricación de mobiliario urbano y/o en elementos prefabricados. Para elementos con responsabilidad estructural se deben realizar análisis y pruebas de laboratorio que correspondan a la viabilidad para dicho uso. Ya que las pruebas preliminares realizadas al material, a la mezcla y los prototipos dan correspondencia para ser usado en elementos no estructurales.

Se debe realizar análisis de laboratorio al aluvión recolectado en vías diferentes a las seleccionadas en este trabajo, ya que el aluvión se genera por arrastre vehicular en vías pavimentadas y destapadas cambiando las cualidades físicas del material.

Para elementos delgados como plaquetas, baldosas o similares se recomienda fundir el elemento con mínimo un espesor de 3 cm.

Para elementos de mobiliario urbano y/o prefabricados se debe incorporar un alma en acero con grafites de 3 ml como mínimo. Y para elementos de gran formato se debe fabricar de acuerdo con el diseño particular del elemento. En pocetas o elementos que por su diseño requieran retener agua se debe adicionar a las caras expuestas al agua pinturas o aditivos diseñados para tal fin.

Gracias al buen desempeño que presentaron los prototipos al estar expuestos a las condiciones climáticas de la ciudad de Bogotá, se determinó que los elementos fabricados con concreto de aluvión pueden estar a la intemperie.

Se recomienda utilizar para las formaleas o encofrados madera aglomerada de 15 ml, la cual aporta firmeza al encofrado y entrega una textura muy fina al elemento. De igual modo se puede utilizar cualquier tipo de encofrado para fundir los elementos. Es conveniente utilizar como desmoldante aceite vegetal aplicándolo a toda la superficie del encofrado o utilizar polipropileno de baja densidad

envolviendo cada superficie del encofrado o cualquier otro desmoldante que permita el desmolde fácilmente y a su vez genere una textura fina.

Se debe tener en cuenta la cantidad de elementos que se van a fundir, y de acuerdo a esto determinar el material del encofrado, es decir, para el caso de estudio se usó madera aglomerada con una capa en melanina, para dar una textura lisa al elemento. No se descarta la posibilidad de usar encofrado en acero u otro material que entregue dicha textura y su resistencia se ajuste a uso industrializado.

Lista de referencias

Castillo, M., & Hardter, U. (2014). Gestión integral de residuos sólidos en regiones insulares.

DOCPLAYER. <http://docplayer.es/70546083-Gestion-integral-de-residuos-solidos-en-regiones-insulares.html>

Ciudad Limpia S.A. E.S.P. [climpia.maps]. (2023). Maps. <https://climpia.maps.arcgis.com>

ConstruResyes ingeniera. (2017, 22 de junio). Como calcular cantidades de concreto (cemento, arena y grava). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=SLB0Ai_4xOE&t=117s&ab_channel=ConstruReyesIngenier%C3%ADa

Decreto 2981/13, diciembre 20, 2013. Diario Oficial. [D.O.]: 49010. (Colombia). Obtenido el 21 de febrero de 2023. <https://www.suin->

juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1505864#:~:text=DECRETO%202981%20DE%202013&text=por%20el%20cual%20se%20reglamenta%20la%20prestaci%C3%B3n%20del%20servicio%20p%C3%ABlico%20de%20aseo,-

[ESTADO%20DE%20VIGENCIA&text=CONSIDERANDO%3A,el%20servicio%20p%C3%ABlico%20de%20aseo.](http://ESTADO%20DE%20VIGENCIA&text=CONSIDERANDO%3A,el%20servicio%20p%C3%ABlico%20de%20aseo)

Decreto 596/16, abril 11, 2016. Diario Oficial. [D.O.]: 49.841. (Colombia). Obtenido el 21 de febrero de 2023. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69038>

Franco, L. (2016). Sectores minero y ambiental, entre caminos confluyentes y divergentes. [Tesis de Doctoral, Universidad del Rosario]. Repositorio institucional.

<http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/12938>

Hernández, A. & Varela, E. (2020). Propuesta para la reutilización de residuos y escombros provenientes de los laboratorios de concreto en Villavicencio. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas].

Repositorio institucional.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30316/2020andreshernandez?sequence=6&isAllowed=y>

Hidalgo, D. (2008). Sistema De Drenaje Comunidad San Martin de Terreros. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Sector Hidráulico.

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/gto/estudios/2009/11GU2009HD012.pdf>

Ley 142/94, julio 11, 1994. Diario Oficial. [D.O.]: 41.433. (Colombia). Obtenido el 21 de febrero de 2023.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html

Liga Contra el Silencio. (2019, 2 de julio). Miedo y silencio causa el negocio de la arena en Risaralda. Liga

Contra el Silencio. <https://ligacontraelsilencio.com/2019/05/07/miedo-y-silencio-causa-el-negocio-de-la-arena-en-risaralda>

Medellín-Pérez, I. (2022). ¿Habitando el socavón?: Minería urbana y movilización social ambiental en

Soacha. *Sociedad y Economía*, (45), <http://www.scielo.org.co/pdf/soec/n45/2389-9050-soec-45-e10511174.pdf>

Normas Técnica Colombiana [ICONTEC]. NTC 174. (2000). Especificaciones de los Agregados para Concreto.

Normas Técnica Colombiana [ICONTEC]. NTC 673(2010). Ensayo de Resistencia a la Compresión de especímenes Cilíndricos de Concreto.

Normas Técnica Colombiana [ICONTEC]. NTC -92. (1995). Determinación de la Masa Unitaria y los Vacíos Entre Partículas de Agregados.

Normas Técnica Colombiana [ICONTEC]. NTC-1377. (1994). Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto para Ensayos de Laboratorio.

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2019, 7 de mayo). La explotación insostenible de arena destruye ríos y mares. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2019/05/1455611>

Pérez, S. (2015). Gestión Social y Ambiental Barrio El Recuerdo (Ciudad Bolívar). [Tesis de pregrado, Universidad Nueva Granada]. Repositorio institucional. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/13554>

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10](2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. de https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/reglamento_construccion_sismo_resistente.pdf

Resolución 720/15, julio 9, 2015. Comisión De Regulación De Agua Potable Y Saneamiento Básico. (Colombia). Obtenido el 21 de febrero de 2023. https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0720_2015.htm

Resolución 754/14, noviembre 25, 2014. El Ministerio De Vivienda, Ciudad Y Territorio Y El Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. (Colombia). Obtenido el 21 de febrero de 2023. <http://corpouraba.gov.co/wp-content/uploads/RESOL.-754-DE-2014-Actualizacion-planes-de-emergencia.pdf>

Resolución 853/18, octubre 29, 2018. Comisión De Regulación De Agua Potable Y Saneamiento Básico.

(Colombia). Obtenido el 21 de febrero de 2023.

https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0853_2018.htm

Restrepo, J. & Dura, R. (2018). Utilización de aluvión en revoque tradicional. [Tesis de pregrado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio institucional.

<https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3377>

Rocha, A. & Restrepo, J. (2022). Minar aluvión en mortero de revoque viabilidad técnica y económica.

[Trabajo de pregrado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio institucional.

<http://hdl.handle.net/11396/7290>.