

From Waste to Material “From Rubble to Recycled Concrete”

Del Residuo al Material “De Los Escombros al Concreto Reciclado”

Bedoya-Montoya C.M.^{1*} Gutiérrez-Flórez J.F.¹

¹Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
Doctorado en Ciencias Humanas y Sociales

Abstract: The present work, which is a derivation of the Doctoral Thesis project in Human and Social Sciences, presents an interdisciplinary reflection that integrates the technical, environmental, economic and anthropological (socio-aesthetic) vision, on the object of study proposed therein: “the transit of the residue (rubble) towards a new material (recycled concrete). In a positivist world, of disciplinary specializations, with a predominant economic model based on linear flows, and in which building activity is something practically unavoidable for humanity, the balance is dramatic in terms of the extraction of non-renewable raw materials and the residuous generation.

Given this panorama, it is necessary to find new alternatives –such as the one explored here– to materialize the habitats; for example, the valorization or “resurrection” of the detritus, the restructuring of its future in new materials of optimal performance, affordable cost and aesthetic value.

We work with the crossing of quantitative and qualitative variables. In the itinerancy of the investigation involved, it is possible to observe that: (i) the physical-mechanical performance of the recycled concrete made with rubble is positive and complies with international regulatory requirements. (ii) The aesthetic, environmental and architectural characteristics of the projects undertaken with this ecomaterial allow us to conclude that it is possible to implement a reflective built environment, with the participation and acceptance of the community. (iii) Its comprehensive management contributes to political-administrative decision-making for the implementation of the use of eco-materials in urban and rural ecosystems (Public Policy for Sustainable Construction).

Keywords: human and social sciences; recycled rubble; detritus; rematerialization; neomaterials.

Resumen: El presente trabajo, que es una derivación del proyecto de Tesis de Doctorado en Ciencias Humanas y Sociales, presenta una reflexión interdisciplinar que integra la visión técnica, medio ambiental, económica y antropológica (socio-estética), sobre el objeto de estudio allí propuesto: “el tránsito del residuo (escombro) hacia un nuevo material (concreto reciclado). En un mundo positivista, de especializaciones disciplinares, con un modelo económico predominante basado en flujos lineales, y en el que la actividad edilicia es para la humanidad algo prácticamente ineludible, el balance es dramático en cuanto a la extracción de materias primas no renovables y la generación de residuos.

Ante este panorama, es necesario encontrar nuevas alternativas –como la que aquí se explora– para materializar los hábitats; por ejemplo, la valorización o “resurrección” del detritus, la reestructuración de su devenir en nuevos materiales de óptimo desempeño, costo asequible y valor estético.

Se trabaja entonces con el cruce de variables cuantitativas y cualitativas. En la itinerancia de la investigación implicada, es posible observar que: (i) el desempeño físico-mecánico del concreto reciclado elaborado con escombros es positivo y cumple con las exigencias normativas internacionales. (ii) Las características estéticas, ambientales y arquitectónicas de los proyectos emprendidos con este ecomaterial, permiten concluir que es posible implementar un ambiente construido reflexivo, con la participación y la aceptación de la comunidad. (iii) Su gestión integral, contribuye a la toma de decisiones político-administrativas para la implementación del uso de eco-materiales en los ecosistemas urbanos y rurales (Política Pública de Construcción Sostenible).

Palabras clave: ciencias humanas y sociales; escombros reciclados; detritus; rematerialización; neomateriales.

Introducción

La construcción, en su finalidad de transformación y delimitación espacial de las formas de los hábitats, requiere del empleo de materiales durables. Tal es el caso del concreto, actualmente el material más

confeccionado a nivel mundial. Para su elaboración se requieren materias primas no renovables, cuya obtención, además de ser un ejercicio económico importante para el ser humano, genera significativas alteraciones de tipo ambiental a los ecosistemas intervenidos, como el efecto de isla de calor y la emisión de material particulado a la atmósfera, entre otras.

Un sentido metafórico de este fenómeno de confección de materiales durables, podría enunciarse siguiendo las ideas de Lluís Duch, cuando indica que, la especie humana, más que adaptarse para no perecer, adapta para permanecer, es artificiosa [1]. Si bien algunas posturas intelectuales ven esta orientación como algo negativo, presentaciones como la de Duch conducen a considerar que, sobre lo que habría que reflexionar, es sobre la manera cómo se ha dado dicha adaptación entre los humanos y los recursos espaciales y materiales.

La complejidad que se desprende de esta actividad, ha sido visibilizada por científicos y humanistas, quienes reflexionan sobre el fenómeno desde sus propios ámbitos de actuación y formación. Los primeros, inmersos en las actividades tecnológicas, más enfocados en las transformaciones, han privilegiado la relación con las disponibilidades y variedades; los segundos, por la presencia de lo social, han estado más atentos a las consecuencias psicológicas y propiamente antropológicas de la relación. Pese a ello, la intersección de los procesos –técnicos y sociales–, no ha sido un lugar común.

Como lo señaló en 1959, el físico y novelista inglés Charles Percy Snow, entre ciencias y humanidades se había producido una drástica separación e incomunicación, al punto de constituir dos culturas completamente opuestas, tanto por sus objetos como por sus métodos [2]. Una reflexión que es complementaria a la del filósofo e historiador de las ciencias francés Michel Serres, cuando señala que, ‘aprendemos a menudo nuestra historia sin la de las ciencias, la filosofía está privada de todo razonamiento científico’ [...], y a la inversa, ‘las diversas ciencias, viven arrancadas del humus de su historia, como si hubieran caído del cielo’ [...]. Dos sentidos que conducen, según Snow, a que no sea posible pensar y enfrentar con cordura los problemas propios de los grupos humanos, como el clima, el consumo, la sobrepoblación, los desechos... Y que, de acuerdo con la analítica de Serres, se trata de que todo nuestro aprendizaje sigue siendo ajeno al mundo real en el que vivimos.

Y es precisamente en este lugar de intersección, en este espacio de ausencias y emergencias, donde se localiza la perspectiva de investigación, anunciada. Capitalizando la formación en el campo de las técnicas (Arquitectura y Construcciones Civiles) y la cualificación en el de las Ciencias Humanas y Sociales, ofrece una vía de aporte al análisis de las problemáticas que del relacionamiento entre humanos y recursos se desprenden, a través de la interacción de tres ámbitos de conocimiento que hoy en día tejen las discusiones: la técnica, la política y la ecología. Bifurcaciones en el conocimiento, que buscan aportar elementos que enriquezcan los argumentos necesarios para enfrentar la crisis cultural en que nos debatimos, el divorcio entre dos mundos: el científico y el humanista.

Se privilegia esta interacción, dado el abanico de expresiones que el objeto propuesto –el escombromotiva. Es producido por el efecto de la acción técnica sobre los recursos disponibles; por ejemplo, en la configuración de los hábitats. Hace parte de la huella que la humanidad está dejando en los medios bióticos y abióticos; por ejemplo, en el clima. Transforma las estructuras del espacio, y con ello, las condiciones de la naturaleza; por ejemplo, en la disposición de las ciudades.

En esta relación global, se trata entonces de una investigación que involucra un proceso de transformación de algo considerado como residuo (el escombromotiva), a un nuevo material de óptimo desempeño (el concreto, pero esta vez reciclado). En este proceso, interactúan la ciencia de los materiales; los estudios sobre el medio ambiente, como la ecología; las ciencias de la construcción; las del diseño, como la arquitectura; así como la economía; la ciencia política, en su dimensión de escenario de toma de decisiones político-administrativas, que impactan, para bien o para mal, a las comunidades. Igualmente, la estética, entendida como teoría filosófica de la belleza formal y del sentimiento que ella despierta en el ser humano.

El complejo de problemáticas que de allí se derivan, de flujos de energía y materiales, que generan una creciente entropía, conduce a la necesidad de una lectura que integre las dimensiones y que aporte elementos para una acción técnica, política, pública y estética; un proyecto de beneficios colectivos que conjuge ciencia e ingeniería de materiales, ambiente y política. Es decir, para la toma de decisiones en los ecosistemas urbanos y rurales; para la obtención de las materias primas para la confección del concreto; así como para el tratamiento de las ingentes cantidades de residuos de construcción y demolición. También para el impulso de políticas públicas que promuevan la construcción sostenible y el uso de eco-materiales.

En esta perspectiva, siguiendo la propuesta analítica de François Dagognet, se busca a través de esa lectura convergente, la resignificación y actualización de un material que, si bien es técnicamente trabajable, ha sido social y políticamente prejuiciado y, derivado de esto, poco o nulamente valorado como una opción ecológica y económicamente factible; e inclusive, viable y bella; es decir, estéticamente posible. Una vía que, parafraseando a Dagognet, busca mostrar que la roca artificial duerme a la espera de ser llamada, resucitada, para una nueva producción de “eternidad”, pero esta vez sin el perjuicio de hábitats naturales circulares que el ser humano modifica en lineales, y los hace poco reflexivos.

La gráfica que se presenta a continuación, representa, a través de las imágenes exteriores, parte del proceso de transformación del concreto en un nuevo material, el concreto reciclado. Viene a lugar, porque ella es la expresión de un proceso que está en el centro de lo que se propone investigar. Blandiendo la bandera de los desechos, de lo ingente, de lo raído, centrar la mirada científica, académica, disciplinar, en un proceso transformacional que conduce a los neomateriales. Una carrera mutacional que permite enfrentar, poner al frente, algunos de los problemas centrales implicados, visibles en las tensiones entre el hombre y su medio asociado. Asuntos que se tratan con su carácter de dimensiones obligadas: lo científico, lo académico, lo disciplinar. Así, resistencia al esfuerzo, porosidad, absorción, gasto térmico, deterioro ambiental, artificialización, abyecto, desecho, entre otros, serán algunos de los operadores lógicos para la reflexión que se propone.

En las figuras 1, 2 y 3, se muestra un proceso “del residuo a material”



Figura 1. Escombros de un andén demolido



Figura 2. Agregados reciclados



Figura 3. Nuevo andén de concreto

Desarrollo

Precedentes Y Motivaciones

El Valle de Aburrá es singular porque, para la confección del concreto como material de construcción – que es el material más consumido por la humanidad después del agua [3] –, la materia prima se extrae de sus propias laderas y depresiones, en la modalidad de extracción a cielo abierto. Por ello, al concentrar en un valle largo y estrecho el material particulado suspendido en el aire y exponer importantes áreas a los efectos del sol, experimenta una entropía crítica.

Igualmente, en él, se generan alrededor de 8000 toneladas diarias de residuos de construcción y demolición –RCD– [4]. Lo dramático de esta cantidad de residuos, de los que, aproximadamente el 25% son escombros o residuos pétreos como el concreto, los ladrillos y los cerámicos, es su poco o casi nulo aprovechamiento. Pese a ello, no se debe dejar de mencionar que se viene implementando una serie de lineamientos político-administrativos, encaminados a minimizar la problemática ambiental generada por estos elementos.

El flujo lineal de materias primas y energía que se produce a través de estos procesos, es crítico para los ecosistemas rurales y urbanos. La afectación sobre la capa vegetal por extracción de gravas, arenas y calizas, y, por la ocupación de terrenos debido a la disposición final de escombros, es cada vez más dramática, como lo muestra la entropía de los sistemas involucrados [5].

En un modelo lineal, como plantea Michel Serres, el crecimiento se establece como permanente, y siempre soportado sobre un conjunto de recursos finitos. En dichos modelos, el consumo es el motor del progreso y del desarrollo, cuyo ritmo no debe parar [6]. Los escombros, cumplen esta condición: de un lado, antes de su conformación, su actividad proviene de la confección y producción de materiales, por la vía de extracción de materias primas no renovables; una vez producidos, vueltos residuos, se devuelven a los ecosistemas como inservibles e indeseables. De allí, en muy baja proporción, se consideran para nuevos procesos productivos o contemplativos [7]. Así, en las vías implicadas, en lo técnico, lo ambiental, lo social, lo estético, mantienen una connotación negativa.

La dificultad a la que conduce la observación de dichos modelos lineales, obliga acercamientos y analíticas como la que aquí se propone; que permita exponer las posibilidades técnicas, ecológicas y subjetivas embebidas en los escombros; que permita mostrar las fortalezas de su susceptibilidad de ser resignificados como materias primas fundacionales de concretos reciclados, óptimos para la materialización de espacios para el habitar, tanto urbano como rural.

Una vía que se pregunta por las formas cómo nuestra sociedad –personas e instituciones– ve y usa los escombros; qué, de sus representaciones sobre los desechos y lo inerte hay en ellas. Pues, como subraya Dagognet, lo ‘abyecto’ inspira el disgusto, inspira la repulsión, la separación, el alejamiento. En el juego de esas oposiciones generadas, se verá emerger de esos detritus, de lo demolido, lo manchado, lo raído, una abundancia; es decir, huellas, enlaces.

Una investigación, que apoyada en la vía de convergencia disciplinar que obliga el análisis, aporta elementos de diálogo, en la vía de superar lo que se ha denominado “el diálogo de sordos” entre técnicos y humanistas [8]. Una vez más, los “desechos” como actores principales de esta investigación, convocan hoy a “ingenieros (de minas, textiles, químicos, mecánicos, de petróleos...), agrónomos, zootecnistas, médicos, artistas, diseñadores, historiadores, estetas” (Palau L. en Dagognet F., 2002). Por lo tanto, es un mapa de intercambios, del cruce de variables (interdisciplinariedad) para analizar, y por derivación, actuar en la vida social.

Una vía que conduce, en respuesta a Snow, a pensar y enfrentar con cordura los problemas propios de los grupos humanos, como el clima, el consumo, la sobrepoblación, y los desechos, por la senda de una interacción de analíticas: técnicas, económicas, ambientales, políticas y estéticas; hacia acciones políticamente correctas en la vía de reducir la huella de carbono.

Panorámica documental y constructiva

La propuesta que esta investigación ofrece, privilegia el tránsito que se da *del residuo al material*[9], ya que es allí donde se produce el desfase tanto de los materiales como de las representaciones que los grupos humanos se hacen de residuos y materiales. Ahora, si bien se privilegia esta mirada, el estado académico y técnico de la cuestión, se debe relacionar a partir de la reflexión sobre un conjunto de trabajos que destacan la presencia del escombros como protagonista de un nuevo espacio, o también aquellos que identifican el concreto reciclado como una materialidad moderna, tanto en el contexto nacional como internacional.

El escombros como nueva materia prima

La Segunda Guerra Mundial trajo consigo una visión nueva desde el cielo: los bombardeos [10]. Cohetes y bombas que se dejaban caer desde las alturas apuntaban a los cascos urbanos, por lo tanto, las ciudades construidas con ladrillo y concreto (petrificadas), se convirtieron en depósitos de escombros que recordarían la barbarie de la guerra. También aporrearían la memoria de los sobrevivientes que veían cómo sus edificios se habían convertido en ruinas. Gran parte de esos escombros, se componían de mezclas de concreto endurecido que, al quedar seccionados y explotados, dejaban ver en su estructura superficial un gran contenido de agregados gruesos que tal vez llamó la atención de los investigadores y constructores, en el sentido de que podría ser factible incorporarlos como agregados en una nueva mezcla de concreto [11].

Es en la posguerra de 1945 que, ante esos millones de toneladas de residuos pétreos existentes en Alemania e Inglaterra principalmente, se emprende la línea de investigación en pro de la valorización de los escombros para confeccionar nuevas mezclas de concreto. En la bibliografía científica se destacan países como Suiza, Bélgica, Alemania y Holanda, que han logrado llegar a tasas de reciclaje de entre el 60 y 90 % de sus RCD. Colombia presenta una creciente actividad en este aspecto de la confección de concretos con agregados reciclados; especialmente, en la producción de prefabricados de pequeño formato tipo ladrillos y adoquines. Las experiencias más visibles están en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali.

El escombro simbólico (memoria)

Los residuos de ladrillo y concreto provienen de materias primas que han sido confeccionadas mediante la transformación de arcillas y rocas en materiales durables y frágiles, empleando la técnica de hornos a temperaturas de 850 °C para los ladrillos y de 1450 °C para el cemento. Las investigaciones emprendidas luego de la Segunda Guerra Mundial en países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y Alemania, se concentraron en la trituración y clasificación de escombros para llevarlos a tamaños y formas de agregados gruesos (gravas) y finos (arenas). Pero, en el siglo XXI, se dan experiencias en el ámbito suramericano que abordan el escombro simbólico como oportunidad de preservar memoria y hallar belleza en el residuo, como el caso de Concepción, en Chile, en donde los arquitectos Patricio Mora e Hilda Basoalto, luego del terremoto de 2010, desarrollaron su propuesta para recuperar los escombros de edificios patrimoniales o de alto significado para la comunidad desde una perspectiva simbólica [12].

Otra experiencia reciente de la recuperación de escombros como elemento simbólico se da en Medellín, Colombia, en el año 2019, con la demolición del edificio Mónaco, anterior propiedad de Pablo Escobar, quien fue jefe de un cartel de narcotraficantes mundialmente conocido. Con parte de los escombros resultantes de la implosión del edificio se erigieron muros que, más que cumplir una función estructural, tienen un papel simbólico. Estos muros hacen parte del Parque Inflexión, en el cual se pueden contemplar estas piezas arquitectónicas cuya técnica permite en todo momento reconocer los escombros (ver figuras 4 y 5).



Figura 4. Muro de escombros, Medellín



Figura 5. Escombro simbólico, Parque Inflexión

El concreto reciclado (nuevo material)

En este sentido se cuenta con muchas e importantes experiencias a nivel mundial, pero habrá de hacerse énfasis en tres obras que tienen como material principal el concreto confeccionado con escombros. Lo que las hace especiales para ser reseñadas en este texto es su carácter identitario de ecológicas, es decir, al material se llegó por una decisión política ligada a lo ambiental, lo técnico y lo estético.

- **Biblioteca Belén, Medellín**

Este proyecto fue diseñado por el arquitecto japonés Hiroshi Naito, quien exigió que la materialidad de la biblioteca fuera en ecomateriales, por lo que todos los muros están contruidos con bloques de concreto reciclado tipo catalán (figuras 6 y 7).



Figura 6. Edificio en bloque de concreto reciclado

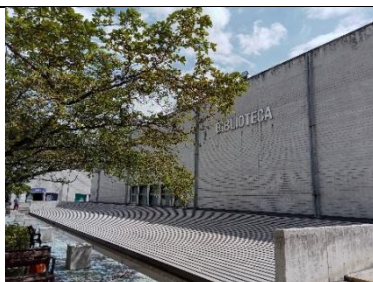


Figura 7. Biblioteca Belén; muros en bloque de concreto reciclado

- **Terra Biohotel**

Está ubicado en el barrio Los Conquistadores de Medellín. Allí se aplicó el principio *del residuo al material* como política de gestión integral del proyecto, reciclando los escombros resultantes de la demolición de las construcciones existentes. Los residuos pétreos se enviaban a una planta recicladora, transformándolos en nuevas materias primas para la elaboración de prefabricados de concreto de óptimo desempeño físico-mecánico y alto valor estético. Todos los muros del hotel están a la vista, los bloques reciclados son el acabado e imagen del edificio de once pisos de altura (Figuras 8 y 9).



Figura 8. Paredes en concreto reciclado



Figura 9. Fachada del Biohotel

- **Puente sobre el río Turia**

Esta imponente estructura está ubicada en Valencia, España. Es una estructura atirantada de concreto reforzado, que empleó los escombros generados al demoler el anterior puente para la confección de un nuevo concreto reciclado (Figuras 10 y 11). Es un referente mundial ya que demostró la viabilidad técnica, económica, política y estética de un nuevo material producido a partir de la valorización de RCD [13].



Figura 10. Puente en concreto reciclado



Figura 11. Tablero-vía en ecomaterial

Términos Y Finalidades

Analizar, desde una perspectiva interdisciplinar que integre la visión técnica, medio ambiental, económica y antropológica (socio-estética), el fenómeno del tránsito del residuo (escombro) hacia un nuevo material (concreto), como una actividad que dinamiza las formas del habitar humano y como vía de resignificación cultural y disciplinar frente a los residuos.

- Caracterizar la valoración del concreto reciclado empleado en espacios arquitectónicos construidos con base en este material pétreo.
- Inferir el aporte que una concepción de ambientes construidos mediante flujos circulares ritualizados, puede hacer en pro de una reflexión sobre un modelo económico lineal basado en el extractivismo y el consumismo.
- Identificar el principio de reciprocidad entre las ciencias naturales y la cultura, representado en una decisión político-administrativa conducente a una Política Pública para la implementación de ecomateriales en hábitats construidos.

Teorías, Conceptos E Hipótesis

Como se logra inferir de los planteamientos de esta propuesta de tesis, muchos son los conceptos que gravitan entorno a las discusiones que se derivan del proceso transformacional de la materia a materiales durables para la intervención (“mejora”) del hábitat humano. Por ejemplo, y clave en la discusión, que “[...] los organismos vivos, los ecosistemas y la biosfera en su conjunto poseen la característica termodinámica esencial de ser capaces de crear y mantener un elevado orden o de baja entropía” (Fundamental of Ecology, p. 37).

Al respecto, a mediados del siglo XIX, Eugene P. Odum, conocido ornitólogo y ecólogo, junto con su hermano Howard, mostraron que los ecosistemas se comportan, termodinámicamente hablando, como los seres vivos. Bajo esa perspectiva, un bosque, una ciudad, una vivienda, deben ser analizados como flujos energéticos para determinar el movimiento energético y la transformación de materiales en sus procesos [14]. Abel Wolman, llama a este proceso metabolismo urbano, tal como lo nombró en su artículo *The metabolism of cities* (1965). Según él, son tres los flujos comunes que entran y salen de la ciudad: *Inputs*: agua, alimentos y combustibles; *Outputs*: aguas residuales, residuos sólidos y contaminantes atmosféricos.

La ciudad como ecosistema artificial, presenta una producción muy alta de gases contaminantes y desechos, en su mayoría mucho más tóxicos que sus materias primas de origen: “Por tanto, los ambientes de salida y de entrada son relativamente más importantes en el sistema urbano que en un sistema autótrofo como, por ejemplo, un bosque” [15]. Bajo esta característica, que la ciudad no solo es un ecosistema para alimentarse, para ofrecer servicios o transformar materiales, sino que también es un espacio para habitar, y se habita en el espacio delimitado por la materialización de paredes y techos, a los inputs expuestos por Wolman, se debe agregar el de los materiales para la construcción y su respectivo output que sería el de los residuos provenientes de la construcción o escombros.

Ahora bien, por las restricciones que implica esta presentación, la referencia conceptual central se hará hacia tres conceptos centrales en ella: el de construcción sostenible, el de escombro (detritus) y el de concreto (reciclado). Los tres, configuran un eje clave, dado que, con el crecimiento poblacional sostenido, la construcción de edificios e infraestructura ha mostrado un aumento proporcional a dicho fenómeno demográfico; a tal punto que hoy es la segunda actividad económica más importante a nivel mundial, después de las telecomunicaciones y el comercio de aparatos electrónicos [16].

Así mismo, la generación de escombros es tan alta que supera en proporción de 3 a 1 a los residuos sólidos ordinarios. En tal sentido, el concreto sigue siendo el material más empleado para construir en la actualidad. Pese a ello, o precisamente por ello, esta tesis privilegia una mirada que propone, sin apelar a fundamentalismos, que más que realizar “cruzadas” en contra de la confección del concreto u hormigón, se debería, en principio, implementar unas prácticas más reflexivas para que la producción de este material tenga

mucho menos impacto ambiental. Con las experiencias que esta tesis analiza y propone, se puede lograr una mirada de admiración, posiblemente reconciliadora, entre la humanidad y el elemento pétreo obtenido de la resurrección del detritus y la promoción de una actitud socio-política adecuada a la realidad de los procesos de intervención, que las cifras presentadas en esta propuesta indican.

Construcción sostenible. Ambientes contruidos mediante flujos circulares ritualizados.

Al respecto, desde el contexto europeo, Roel Lanting expone que la “Construcción Sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado” [17]. Esta publicación es un referente internacional para la reflexión del construir desde lo medioambiental, pues se ocupa de hacer una recopilación de las primeras experiencias teóricas y prácticas de una construcción adjetivada con “sostenible”, devenido dicho adjetivo de la Cumbre de Río 92, como quiera que desde allí se emite la directriz conocida como Agenda 21, mediante la cual se traza una ruta que pone en el contexto mundial la sostenibilidad como algo inherente a cualquier actividad económica y productiva. En esta publicación, el aspecto de la escasez de materias primas para concretos y la creciente generación de escombros, ya es preocupante y demanda acciones en tal sentido.

En Latinoamérica, en el contexto tropical, el arquitecto costarricense de origen chileno, Bruno Stagno, presenta importantes proyectos y, desde estos, reflexiones encaminadas a implementar la arquitectura y la construcción sostenible desde una mirada del contexto regional y local. Por ejemplo, dice que la “arquitectura sostenible de inspiración bioclimática demanda entornos con características apropiadas para poder aprovechar la luz natural, la brisa, la sombra, la vegetación, la lluvia para lograr el bienestar en edificios porosos y no herméticos” [18]. Y más adelante expone que la materialidad y las condiciones del lugar son relevantes, y no se pueden estandarizar: “la geografía importa” [19].

Para el mismo contexto, por ejemplo, se tiene que la “construcción sostenible es aquella que busca la implementación de flujos no lineales en cuanto a energía y materiales, como también una política de valoración ambiental de los recursos por encima de los costos económicos” [20]. En el texto *Construcción sostenible. Para volver al camino*, se expone una mirada compleja de la actividad constructora, como quiera que ya con una madurez en el contexto colombiano, conectado con el internacional, las premisas integran clima, confort, agua, energía y, con mayores fundamentos técnicos y políticos, aborda la necesidad imperante de concebir la materialidad de los proyectos desde un modelo no lineal, reflexivo, en el cual la valorización de los residuos es fundamental.

Escombro (detritus)

Los escombros son residuos resultantes de procesos de construcción y demolición, tanto de edificios como de infraestructura. “(...) están constituidos, principalmente, por residuos de concreto, asfaltos, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra y barro, representando estos hasta un 50 % o más. (...) En la actualidad lo que se recupera de estos es un porcentaje sumamente bajo” [21], lo que representa un problema ambiental y social para las comunidades, que afecta o desafía el comportamiento político-administrativo en aras de esta discusión.

El escombro es tratado prejuiciosamente como algo feo, sin valor, de hecho, se debe pagar para que alguien en algún sitio nos permita deshacernos de él. Según la segunda ley de la termodinámica, si bien todo tiende a degradarse, tal vez al escombro se le sepulta muy rápido, pues se desconoce su condición pétreo y se invisibiliza su potencial perceptual; asistimos de nuevo a un triunfo del signo sobre el símbolo, con el agravante de que sepultando el escombro, el signo mismo es derrotado por un prejuicio positivizado, destruyendo así la posibilidad de un nuevo ciclo de vida para la materia a la cual le sería inherente un posible reconocimiento estético.

No es que se quiera afirmar que el escombro es feo o bello por sí mismo, como tampoco que un material como el concreto, tan versátil y fundamental para la sociedad actual, supera al escombro en belleza, pues existe la posibilidad de confeccionar piezas de una pésima factura estética con este material. Sin embargo, al cambiar la mirada hacia el escombro como residuo inerte, por otra de valorización como materia prima de óptimo desempeño técnico y estético, se estará dotando de una belleza subjetiva a ese tránsito experimentado del residuo a material. El concreto ha dejado de ser visto como algo bello [22], entonces qué decir del escombro, anticipadamente ocultado.

Volviendo a Dagognet, la mirada hacia el residuo pétreo también propone otro camino:

“(...) Reconocemos sin dificultad que es preciso admitir grados en nuestro proyecto de restauración, aunque algunos restos que no son reutilizables sin embargo están llamados todos a un posible reciclaje, la recuperación resurreccionista.

No siempre podemos “defender” o valorizar los escombros, los pecios, los despojos; sin embargo, la mayor parte merecen atención debido a su fragilidad, al desgaste y por tanto a los

traumatismos que han sufrido, lo que les confiere una singularidad y les da derecho a una nueva existencia (las mónadas de Leibniz “no podrían comenzar sin terminar”). (Dagognet, F., 2002)

Pero la tensión con el residuo no finaliza allí. Los humanos tenemos un trato con él de amor y odio. Filosóficamente Dagognet muestra que esta relación truncada emerge en el mundo griego con los planteamientos de Paltón, a través de la escisión entre el mundo de las ideas y el de la materia. De allí, en la cultura en Occidente, la relación con lo producido, con lo artificial, con algunas sustancias, con los objetos, con lo ínfimo, se hace adversa.

Sin embargo, es igualmente con ellos, con los residuos, con lo precario, con los muladares... que se desanda un camino que conduce a las riquezas de los más modestos fragmentos. Recuerda Dagognet, “[...] No perdamos de vista que la putridez que comienza nos ha provisto de nuestros antibióticos (gracias a los mohos), ella trabaja en las carnes que consumimos; como los quesos (la podredumbre) que degustamos.” (Dagognet, F., 2002)

Concreto (reciclado)

Este material de construcción está compuesto principalmente por cemento, agregados –gruesos y finos–, y agua. Si bien sus principios de confección se dieron desde el imperio romano antes de la era cristiana, fue hasta el siglo XIX que se retomó su producción, con el descubrimiento en Inglaterra del cemento Portland por parte de Joseph Apsdin, quien mezcló Clinker molido calcinado a una temperatura de entre 1350 y 1450 °C, con yeso [23]. Su desempeño, una vez endurecido, simula una roca artificial. El cemento hidráulico al mezclarse con el agua experimenta un proceso de hidrólisis que le hace endurecer en pocas horas, recubriendo los agregados que son arenas y gravas inertes que actúan como un relleno económico para la mezcla. Dichos agregados representan entre un 75 % y 85 %, esto hace inferir la posibilidad de recuperar dichos materiales pétreos.

Como material más confeccionado en la actualidad, el concreto merece una consideración importante en esta reflexión, pues no es justo que se le mire estrictamente desde su impacto ambiental debido a un modelo lineal muy poco reflexivo, que por cierto es bastante negativo, sino también desde otra perspectiva que lo valora como roca artificial susceptible de propiciarnos resguardo, confort y alegría. ¿Cuántas de nuestras mejores conversaciones, clases o celebraciones no ocurren bajo el abrigo de una construcción basada en el soporte de estructuras y muros de concreto? Hay otro camino posible para hacer de este material pétreo un reconciliador, y es el concreto reciclado, que deviene en resurrección del escombros, del agua lluvia vista como generadora de vida –la hidrólisis del cemento– [24] y de la textura parda de su piel porosa.

En palabras de Dagognet,

“Y en efecto, el guijarro más tosco o el mineral bruto remiten claramente al hombre; es más: es el hombre el que los aísla, los trabaja y ayuda a reconocerlos; les da forma y haciéndolo se confecciona a sí mismo (homo Faber)”. (Dagognet, F., 2002)

El concreto, ahora reciclado, se nos presenta como una victoria. Como un proto- viviente en términos dagognetianos.

“[...] Esta es evidentemente otra tesis, la que adoptamos, persuadida de que “lo que es” debe, tarde que temprano, buscar continuar en el ser en virtud de la tendencia del ser a preservar en el ser; se trata aquí de un principio soberano que prolonga el “principio de inercia”. Y por esto mismo, la materia anula su propia deficiencia y logra imponerse: el proto-viviente constituye sin duda el primer pilar de esta victoria, lo que le asegura una relativa autonomía o al menos nos importa como estabilidad que perdura, que solo cesará después de haber resistido (la vida, según Bichat, es el conjunto de condiciones que se oponen a la muerte)” (Dagognet, F., 2002).

Hipótesis

Descubrir la belleza del tránsito del residuo hacia un nuevo material es asistir a un ritual de resurrección; el escombros y el concreto dejan de ser antagónicos para devenir en una relación recíproca entre Naturaleza y Cultura.

El concreto con agregados reciclados (CAR), presenta un óptimo desempeño físico, mecánico y químico. Por lo tanto, su gestión integral, contribuye a la toma de decisiones político-administrativas para la implementación del uso de eco-materiales en los ecosistemas urbanos y rurales (Política Pública de Construcción Sostenible -PPCS-).

Perspectiva Analítica

Dado que no hay metodología sin epistemología, es importante indicar que el derrotero de trabajo que se propone en esta investigación sigue la perspectiva de la interdisciplinariedad, con la motivación de avanzar a un

futuro posible de transdisciplinariedad. Esta tensión entre lo inter y lo trans se debe a que las condiciones de producción y análisis de la información, están aún hoy –y quizá con más fuerza–, arraigadas a las especificidades propias de cada disciplina, ciencia o saber. Es decir, cada campo de conocimiento ha colonizado y establecido en el tiempo, no sin sudor y lágrimas, un conjunto de estrategias, métodos, técnicas e instrumentos para lograr decir verdad sobre el pedazo de la realidad que estudia.

Ahora, hacer que disciplinas, saberes o ciencias con su conjunto de discursos, de datos, de valores y de variables, que son los que le dan certeza de su existencia y de su lugar en el conocimiento, se despojen de su nivel de verdad única y monodisciplinar, es un acto de desprendimiento y reconocimiento de las otras; y no solo de sus metodologías, objetos de estudio y campos de acción; sino igualmente, de sus formas de ver el mundo y la realidad.

La interdisciplinariedad así concebida, es un campo de disciplinas, saberes o ciencias vinculantes, de comunidades académicas e intelectuales incluyentes e incluidos. Ahora bien, lograr el nivel de organización de los conocimientos que trascienda las disciplinas de una forma radical, como lo sugiere la idea de la transdisciplinariedad, he ahí otro nivel del reto. Esta aspiración a un conocimiento en el que dialoguen la diversidad de los saberes humanos, que converjan, que estén allí en la convergencia, que estén atravesadas por un orden del discurso más allá de ellas; y que tenga el carácter de completitud que requiere la investigación, el análisis, la comprensión y la explicación de la complejidad de fenómenos que hoy en día surgen como objetos, es aún hoy una pregunta y una aspiración.

Un umbral trazado por muchos pensadores, como el físico Español Jorge Wagensberg, indicando que, si bien la física habla de leyes fundamentales; la química de estructuras y procesos; la biología de mecanismos; la geología, la paleontología, la arqueología y la historia de acontecimientos; la psicología, la economía, la sociología de líneas de pensamiento, hay por lo menos algo en común en las formas de conocimiento: la voluntad de comprender “la realidad”. Umbral radicalizado por el biólogo y antropólogo inglés Gregory Bateson, al plantear que nunca se puede reclamar haber alcanzado un conocimiento definitivo de nada, pues toda recepción de información está forzosamente limitada por un umbral: “la capacidad para recoger los signos externos y visibles de la verdad, sea lo que fuere esto último.”

En este contexto, y en tanto la reflexión versa sobre la singular transición de un detritus hacia un nuevo material, el tipo de datos que se debe procesar para generar el análisis y la caracterización propuesta, obligan combinar el análisis de datos de carácter cualitativo: como las representaciones, las ideas, las políticas, las normas; y cuantitativos: como el gasto térmico, el impacto ambiental, la resistencia al esfuerzo de compresión, porosidad abierta, absorción y densidad.

La analítica propone obtener, sistematizar, procesar (cruzar/combinar) dos niveles de la información que es posible obtener del variado y complejo comportamiento del objeto propuesto. De un lado, por su relación con la ciencia de materiales, la construcción y las normas –técnicas y legales–, el cumplimiento de especificaciones físico-mecánicas y económicas es un nivel de información de base, que se combina con la información requerida por la ecología y las ciencias del medio ambiente, para la obtención de su validación como un nuevo material desde o con el cual habitar.

En general, datos empíricos y de laboratorio, para ser relacionados con los obtenidos del contexto político-administrativo, industrial y ambiental de la construcción de proyectos. En esta fase metodológica, se incluirán los resultados del estudio físico, mecánico y químico del concreto reciclado en función del desempeño exigido por las normas técnicas, que son los que validan la implementación de este material. Igualmente, los obtenidos de la evaluación de desempeño ambiental del concreto convencional comparado con el reciclado, mediante la metodología Conesa, que permite identificar las fortalezas y debilidades de ambos materiales, en su aplicación a ecosistemas urbanos y rurales.

La matriz resultante del cruce de los datos allí obtenidos, será operada, analizada e insertada en las discusiones político-administrativas que avanzan en la región, hacia la conformación de políticas públicas de construcción sostenible y gestión integral de escombros, que persiguen una optimización de los costos de la construcción [25] y una mejora para el ecosistema urbano y rural. En esta inserción, primará la adquisición, análisis e interpretación de datos obtenido por la vía de un estado del arte de las estrategias existentes a nivel municipal, regional y nacional en cuanto a políticas públicas o incentivos que propendan por la implementación de la construcción sostenible en proyectos urbanos.

Colofones Transicionales

Abordar esta investigación doctoral desde la perspectiva interdisciplinar, permite el diálogo de saberes, desde el mismo inicio del posgrado, en pro de reconocer las miradas que desde distintas maneras de investigar (cualitativa/cuantitativa) se pueden hacer hacia un mismo problema/objeto de estudio, en este caso el hábitat para comunidades o asentamientos humanos.

Se toma como lugar de referencia a la ciudad de Medellín, Colombia. Principalmente en su escala urbana; dado que, en este escenario se da el mayor número de proyectos de construcciones públicas y privadas. La ciudad de Medellín presenta un ambiente polucionado por fuentes móviles y fijas, pero no por ambientes marinos, por lo que se direcciona el análisis de esta variable a concentraciones de CO₂.

En resumen, la apuesta por la interdisciplinariedad es el rasgo característico de esta investigación, con el ánimo de intentar superar, aunque sea inicialmente en este contexto urbano de Medellín, Colombia, el reclamo científico e intelectual de C. P. Snow que no tiene como única locación el Reino Unido, como tampoco lo tiene la utopía de proponer un diálogo entre Naturaleza y Cultura.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo expresan sus agradecimientos a la Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín, por el apoyo económico y logístico para el doctorando. A las facultades de *Ciencias Humanas y Económicas* y de *Arquitectura*, por admitir la interacción entre profesores y estudiantes y establecer metodologías híbridas tanto para el desarrollo de las investigaciones doctorales, como para su presentación del informe final.

Referencias

- [1]. Duch, L. (2015). *Antropología de la ciudad*. Ed. Herder.
- [2]. Snow, C. P. y Leavis, F. R. (1959). *Las dos culturas*. Ed. Publicaciones y fomento editorial UNAM, México.
- [3]. Sakai, K. and Noguchi, T. (2012). *The sustainable use of concrete*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- [4]. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2021). *Plan de gestión integral de residuos sólidos regional del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Proyecciones*. AMVA, recuperado: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/plangestionintegral/02 Linea Base/02 Proyecciones/01 Proyecciones 01-11\(Rev%20%20AMVA-ACOD\).pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/plangestionintegral/02 Linea Base/02 Proyecciones/01 Proyecciones 01-11(Rev%20%20AMVA-ACOD).pdf)
- [5]. Bedoya, C. (2015). *Del residuo al material. Minería a la inversa*. Ed. Diké, Medellín.
- [6]. Serres, M. (2004). *El contrato natural*. Ed. Pre-Textos, Valencia, España.
- [7]. Dagognet, F. (2002). *Detritus, desechos, lo abyecto. Una filosofía ecológica*. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- [8]. Snow, C. P. y Leavis, F. R. (2020). *Las dos culturas*. Ed. Publicaciones y fomento editorial UNAM, México.
- [9]. Bedoya, C. (2015). *Del residuo al material. Minería a la inversa*. Ed. Diké, Medellín.
- [10]. Paz, F. (2008). *Europa bajo los escombros*. Ed. Altera.
- [11]. Yannas, F. (1981). *Economics of Concrete Recycling in the United States*. In: Kreijger, P.C. (eds) *Adhesion Problems in the Recycling of Concrete*. Nato Conference Series, vol 4. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8312-7_14
- [12]. Mora, P. y Basoalto, H. (2012). *Escombros simbólico y espacio público – Una nueva belleza*. Ed. Al aire libro, Chile.
- [13]. Alaejos, P., Domingo, A., Lázaro, C., Monleón, S., Sánchez, M. y Palacios, F. (2011). Puente sobre el río Turia entre Manises y Paterna (Valencia). Primera experiencia internacional de empleo de hormigón reciclado estructural en un puente atirantado (Parte II). *Revista Técnica CEMENTO HORMIGÓN*, no. 946, pp. 70-87.
- [14]. Odum, H. y Odum, E. (1980). *Ambiente, energía y sociedad*. Ed. Blume S.A. Barcelona, España, 400 p.
- [15]. Bettini, Virginio. *Elementos de ecología urbana*. Editorial Trotta S.A. Madrid, 1998.
- [16]. [16] Statista.com (2022). Forecast number of mobile devices worldwide from 2020 to 2025 (in billions). Recuperado: <https://www.statista.com/statistics/245501/multiple-mobile-device-ownership-worldwide/#:~:text=In%202021%2C%20the%20number%20of,devices%20compared%20to%202020%20levels>
- [17]. Alavedra, P. (1996). La construcción sostenible. El estado de la cuestión. En: *Boletín UPM*, Madrid, recuperado: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
- [18]. Stagno, B. (2006). *Ciudades tropicales sostenibles. Pistas para su diseño*. Instituto de Arquitectura tropical, San José, Costa Rica.
- [19]. Stagno, B. (2019). *Una arquitectura para el trópico*. Ed. A+Editores, Puerto Rico.
- [20]. Bedoya, C. (2007). *Construcción sostenible. Para volver al camino*. Ed. Diké, Medellín.
- [21]. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2011). *Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*. UICN, Costa Rica.

- [22]. Miodownik, M. (2017). *Cosas (y) materiales. La magia de los objetos que nos rodean*. Ed. Turner Noema, Madrid.
- [23]. Romea, C. (2014). El hormigón: Breve reseña histórica de un material milenario. *OmniaScience Monographs*.
- [24]. Medina, C., y Bedoya, C. (2016). El concreto elaborado con aguas lluvia como aporte ambiental desde la construcción. *En: Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 25, número 41, pp. 31-39
- [25]. Dzul, L. y Gracia, S. (2009). Contexto actual de los sistemas de costes de la calidad desarrollados y aplicados a proyectos de construcción: la necesidad de medición de la calidad en el diseño. *Informes de la Construcción*, 61(514), 41-50.