

# **ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN PRODUCTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

## **ALTERNATIVE STRATEGIES FOR MITIGATION OF CONCRETE WASTE PRODUCTS FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION**

Diego Andrés Perez Cubides  
Ingeniero civil, gestor de proyectos  
Instituto Nacional De Vías  
Bogotá Colombia.  
est.diegoa.perez@unimilitar.edu.co  
**Artículo de Investigación**

**DIRECTOR**  
**Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájjar**

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)  
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec  
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica de  
Madrid (España)  
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)  
Microbióloga Industrial – Pontifica Universidad Javeriana  
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto  
  
Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada  
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL AMBIENTAL**  
**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**JUNIO DE 2022**

# ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN PRODUCTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

## ALTERNATIVE STRATEGIES FOR MITIGATION OF CONCRETE WASTE PRODUCTS FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION

Diego Andrés Perez Cubides  
Ingeniero civil, gestor de proyectos  
Instituto Nacional De Vías  
Bogotá Colombia.  
est.diegoa.perez@unimilitar.edu.co

### RESUMEN

La creciente industria de la construcción supone un reto de vital importancia, para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible, es por ello, que se planteo un esquema investigativo, recopilando distintas metodologías y experiencias entorno a la implementación de estrategias, que permitan mitigar y gestionar los impactos generados por desechos de hormigón, producto de la construcción y demolición, para de esta manera plantear soluciones viables y sostenibles al problema generado por la mala disposición y utilización de este residuo sólido.

**Palabras clave:** (Hormigón, cimentación, geotecnia, reutilización, esfuerzo mecánico, durabilidad, residuo de construcción, Árido).

### ABSTRACT

The growing construction industry is a challenge of vital importance for the implementation of sustainable development objectives, which is why an investigative scheme was proposed, compiling different methodologies and experiences around the implementation of strategies that allow mitigating and manage the impacts generated by concrete waste, a product of construction and demolition, in order to propose viable and sustainable solutions to the problem generated by the poor disposal and use of this solid waste.

**Keywords:** (concrete, foundation, geotechnics, reuse, mechanical stress, durability, construction waste, arid)

### INTRODUCCIÓN.

La construcción de todo tipo de estructuras que moldean el entorno ha constituido la actividad humana que más impacta el medio que nos rodea. Desde el inicio mismo en que los grupos humanos se establecieron como una comunidad sedentaria, se vio la necesidad de la

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

construcción y mejora continua de estructuras tipo edificaciones que brindaran los espacios adecuados para dar soluciones sociales y personales en temáticas como la vivienda, trabajo, recreación y en general desarrollar las actividades humanas propias de su sustento y desarrollo. Dichas edificaciones sufren un cambio continuo de sus características, las cuales tienen que adaptarse eficazmente a las necesidades propias del contexto, lugar y tiempo para las cuales fueron creadas. En virtud de ello existe una constante demanda de materiales e insumos para satisfacer las necesidades de adaptabilidad de las estructuras, acrecentada por el constante crecimiento de la población, que demanda recursos cada vez más escasos.

Con el paso del tiempo se desarrollaron nuevas técnicas y propiedades de los materiales de construcción, uno de los principales insumos fue la utilización de la roca como principal materia prima, las cuales fueron importantes en el desarrollo de infraestructura vital en grandes civilizaciones humanas. Con el avance tecnológico creciente, se implementó el uso del hormigón, el cual representa técnicamente “fabricar un nuevo tipo de material rocoso de alta adaptabilidad, que ofrezca características mecánicas similares a la roca, pero con condiciones de maniobrabilidad y moldeo específicas” (Simonnet, 2009)

En términos generales, el concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (cemento Portland hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compactado (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión. (Guzmán, 2018). La obtención de todos aquellos componentes representa un proceso de explotación de recursos naturales, que representa afectaciones directas a los ecosistemas. Los agregados o áridos, son explotados en canteras que modifican la cobertura vegetal de toda una zona, afectando flora y fauna existente, modifican los patrones de infiltración hidráulica,

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

contribuyendo a afectaciones causadas por posibles deslizamientos y remociones en masa. De igual manera los materiales utilizados en la fabricación del material cementante, principalmente Cal y Yeso son producto de la explotación de canteras y explotación minera, cuyas afectaciones y repercusiones ambientales son de gran impacto. La demanda de grandes volúmenes de agua también representa una actividad de grandes repercusiones, incrementándolas en zonas con poca disponibilidad del recurso hídrico.

La renovación continua y la creación de nuevas y mejores estructuras generan una gran cantidad de escombros y residuos, principalmente por sobrantes y materiales propios de construcciones nuevas y por la demolición de estructuras ya existentes que dan paso a las nuevas estructuras. Es por ello que es indispensable, plantear alternativas sostenibles para el manejo de residuos de construcción y demolición, encaminadas a disminuir la cantidad de hormigón fabricado para nuevas construcciones, aportando soluciones innovadoras para la integración de hormigones provenientes de desechos de construcción como sobrantes de obra y proceso de demolición, en proyectos de infraestructura nuevos, que ayude a mitigar las afectaciones ambientales causados por su disposición final y disminuya el impacto que se tiene con la explotación de materiales para la elaboración de hormigones nuevos.

“El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la resolución que reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición o escombros en el país, para disminuir las afectaciones generadas en el ambiente tales como la contaminación del aire, el agua, el suelo y el paisaje” (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2017), es por ello que Colombia como país en vía de desarrollo con una industria de la construcción creciente, tendrá que incorporar soluciones sostenibles e innovadoras relacionadas con las afectaciones generadas en las construcciones civiles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### MARCO TEÓRICO

La construcción de nuevas estructuras, principalmente edificaciones en altura, requiere en la mayoría de los casos, que se haga una demolición de la infraestructura preexistente en el lugar, debido a que las nuevas construcciones tienen que satisfacer características técnicas estructurales, paisajísticas, urbanas y de capacidad que se adapten a las nuevas condiciones requeridas, o bien porque estas ya hayan cumplido con su ciclo de vida. En este proceso de renovación estructural se genera una gran cantidad de escombros de hormigón, primordialmente producto de la demolición. La disposición final de estos residuos mayoritariamente se realiza en zonas destinadas para tal fin, denominadas escombreras, las cuales cumplen una función similar a la de un relleno sanitario. En ellas se almacenan todos los residuos generados por la construcción causando afectaciones directas al medio ambiente, generando problemáticas tales como contaminación urbana superficial, cambio en las características paisajísticas, condiciones de inseguridad, generación de gases de efecto invernadero, ocupación de causas de cuerpo hídricos.

Por otra parte, la mayoría de las construcciones de bajo impacto y una gran cantidad de proyectos grandes no realizan la disposición final de sus residuos en sitios autorizados para tal fin, por el contrario, se realizan en lugares donde existe poco control estatal y zonas marginales de las ciudades, puntos en los cuales generan una ampliación del espectro contaminante, debido a la falta de control técnico y sancionatorio. En dichas zonas se presentan proceso de degradación y erosión del suelo producto de la falta de acondicionamiento técnico del terreno, igualmente se presentan inestabilidades en zonas de talud y pendiente pronunciada, por la mala gestión estructural y conformación del terreno, que implica un peligro latente de deslizamientos y

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

remoción en maza, igualmente se generan obstrucciones y modificaciones a los regímenes de flujos hidráulicos, cambiando las propiedades y tasas de infiltración y aumentando los porcentajes de caudales de escorrentía, generando déficit y contaminación de cuerpos hídricos.

Estos residuos conforme avanzan los desarrollos técnicos y tecnológicos en la fabricación del hormigón tienen composiciones más complejas pues sus estructuras internas son modificadas para mejorar las características que estos poseen, limitando las posibilidades de reutilización y reciclado. “Dentro del ciclo de vida de los materiales de construcción existen distintos procesos indispensables para su producción, uso y gestión. Los materiales de construcción presentan 4 etapas fundamentales en sus ciclos de vida, las cuales están directamente relacionadas con la generación de contaminantes o daños ambientales. A continuación, se hace una breve explicación de cada una de estas etapas

- La etapa en la que más daño ambiental se presenta es en la fase de extracción de materias primas, pues esto se desarrolla a partir de la minería a cielo abierto y explotación de canteras la cual genera un alto impacto en el paisaje, la topografía, daños al suelo, al agua y al aire.
- En la transformación de la materia prima a materiales de construcción se vuelven a observar significativos índices de repercusiones ambientales. En ese proceso se utiliza una gran cantidad de recursos naturales para la transformación, como combustibles, gases y agua, además de la energía que es la principal fuente para el trabajo de los equipos mecánicos.
- En la fase de utilización de los materiales para la creación de obra, no solo tiene afectaciones ambientales, sino que tiene un alto impacto en los patrones de salud humana.

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

Estos materiales tienen la facultad de desprender contaminantes orgánicos y tóxicos, lo cuales podemos encontrar en barnices, lacas, pinturas y adhesivos.

- La última fase se relaciona directamente con los residuos de la construcción y demolición, son aquellos que se les envía a sitios de disposición final, creando grandes volúmenes de material sin un uso específico. Algunos son aprovechados para utilizarlos como materiales reciclados, los cuales pueden resultar muy efectivos al momento de la creación de obras civiles.” (BERNARDO, 2015)

Finalmente, la incorrecta planificación urbana, en temas relacionados con la organización del territorio en torno al aprovechamiento y cuidado de los recursos naturales, juega un papel fundamental en la renovación estructural constante de los centros poblados, que a su vez impulsa y genera cada vez más residuos sólidos. La no incorporación de sitios adecuados para la disposición final dentro del planeamiento urbano causa afectaciones directas sobre los lugares de disposición final, ya que se realiza de forma no estructurada y sin control estatal. “por lo tanto la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible en los planes de ordenamiento territorial, deberá ser parte fundamental en el progreso de la infraestructura sostenible, garantizando la correcta gestión de los residuos sólidos generados” (PULIDO, 2020) en concordancia la no implementación y seguimiento de planes de sistemas de disposición final de residuos genera un incremento y deterioro de las condiciones en las cuales se afecta directamente el entorno

## **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.**

Para determinar alternativas viables y sostenibles sobre el manejo responsable de los residuos de hormigón en procesos constructivos y de demolición, se plantea realizar una revisión bibliográfica a cerca de las diferentes soluciones que se han planteado por diferentes

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

investigadores, entidades públicas y privadas, universidades y en general investigaciones y producciones de conocimiento encaminadas a dar soluciones viables en el presente problema.

Igualmente se plantea realizar una revisión bibliográfica de casos específicos de soluciones alternativas, aplicadas en diferentes programas y proyectos a cerca del manejo de residuos sólidos de construcción y demolición principalmente basándonos en la revisión de información encaminada a la incorporación del material hormigonado residual, en la composición estructural de otros componentes y sistemas constructivos. Haciendo énfasis en técnicas de reutilización y reciclaje del material. Incorporando experiencias y aplicativos técnicos para plantear posibles alternativas sobre el manejo de residuos de estructuras de hormigón provenientes de procesos constructivos y de demolición.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Usos estructurales**

La reutilización del hormigón proveniente de los remanentes del proceso constructivo y los residuos generados por el proceso de demolición representa la técnica más utilizada como estrategia de mitigación en la generación de residuos sólidos, principalmente por que representa una disminución considerable en el costo de los insumos para la elaboración de hormigón nuevo, igualmente representa una disminución en los costos directos que debe asumir el generador de residuos como valor de su disposición final en sitios autorizados para tal fin. “En este escenario surge una oportunidad propicia para la reutilización de los residuos de hormigón. La experiencia europea en esta materia es amplia e incluye catálogos de residuos utilizables en geotecnia, carreteras y estructuras” (Yates & Asce, 2014) países en vía de desarrollo como el caso



## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

colombiano presentan un reto importante en la utilización de metodologías de reutilización de estos materiales.

La metodología de reutilización empieza con la recolección de todo el material sobrante de construcción y demolición, denominados (RCD) “estos se componen principalmente de materiales de naturaleza pétreo, en porcentajes que varían entre el 75% y 95% en la mayoría de los casos. Dicha fracción pétreo constituye la base del material para la producción de áridos reciclados y se puede subdividir en diferentes materiales usados en la construcción (ladrillos y materiales cerámicos, hormigón, áridos naturales y asfalto). El resto de los materiales reciclados o recuperados con valor (madera, metales, etc.) tienen su propia dinámica de mercado.” (García Beltrán et al., 2017). Ahora bien, cada uno de estos materiales es recuperado y seleccionado por separado, el hormigón es transportado a plantas procesadoras, en las cuales, por medio de la utilización de maquinaria, el material es triturado, disgregando y separando los elementos constitutivos del hormigón, a su vez por medio de magnetos es removida la fracción metálica restante del proceso de selección y clasificación. Como resultado del proceso de trituración se obtienen áridos o fracciones rocosas de diferentes gradaciones, que constituyen la materia prima esencial para la fabricación de un hormigón nuevo reciclado, ya que la fracción de grava y arena que constituyen la mezcla de fabricación normal del concreto u hormigón es reemplazada por este material procedente del proceso de trituración.

El comportamiento de hormigones fabricados con áridos reciclados ha sido ya investigado por diversos autores en las últimas décadas. Bairagi et al. (1993) estudiaron el comportamiento de hormigones con sustituciones de áridos naturales por áridos reciclados en tasas de sustitución de 0, 25, 50, 75 y 100%. Topçu (1997) examinó propiedades físicas y mecánicas de hormigones fabricados con sustituciones de árido natural por árido reciclado de 0,

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

30, 50, 70 y 100%. De igual manera se han realizado diferentes estudios de las diferentes afectaciones en las proporciones a utilizar de agua y cemento en la elaboración de hormigón con áridos reciclados.

A partir de los resultados obtenidos en los diferentes estudios Se puede afirmar, de forma general, que la resistencia a compresión, tracción, flexión y esfuerzos axiales se reduce con la incorporación de áridos reciclados, Kou et al. (2012) obtuvieron pérdidas de resistencia a compresión para muestras aplicando tasas de sustitución de áridos naturales gruesos por áridos reciclados gruesos de hormigón de baja calidad de 0, 20, 50 y 100%, siendo esta proporción mayor cuanto mayor fue la tasa de sustitución. Es por ello por lo que la metodología de la reutilización a partir de la trituración del material sobrante constituye una alternativa viable y sostenible en el ámbito estructural, para la elaboración de nuevos concretos utilizados en elementos con cargas estructurales bajas y medias, y no para elementos sometidos a grandes esfuerzos.

### **Geotecnia y cimentación**

Como alternativas de uso como material complementario en sistemas de geotecnia y cimentación encontramos que el hormigón reciclado presenta una favorable y muy optima adaptabilidad a dichos sistemas. El proceso de utilización empieza como cada una de las alternativas de uso, con la separación de los RCD en la fuente, y posterior traslado al centro de acopio, para en este punto realizar la trituración del material mas compacto y de grandes volúmenes, en partes aprovechables y fácil movilidad.

La estabilidad de taludes vista desde una óptica geotécnica representa todas aquellas intervenciones encaminadas a solucionar problemas y a prevenir posibles afectaciones por la

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

inestabilidad geológica de un sitio pendiente, como una alternativa sostenible y envolvente con los recursos naturales, surgen los sistemas de bioingeniería, los cuales representan “la inclusión de pastos, arbustos, árboles y otros tipos de vegetación en el diseño de ingeniería para mejorar y proteger laderas, terraplenes y estructuras de los problemas relacionados con la erosión y otros tipos de inestabilidades superficiales en laderas” (Suárez Díaz, 2000), ahora bien la integración de dichos sistemas de bioingeniería con hormigones reciclados provenientes de la demolición y construcción representa una metodología de integración de materiales sostenible.

El principal sistema de bioingeniería que se complementa con la utilización de hormigón reciclado es la utilización de Guadua como elemento natural estructural en el sistema de estabilidad de taludes, de manera que en el terreno a intervenir se realiza la instalación de pantallas o encajonamientos hechos en guadua, con el fin de brindar soporte en el terreno intervenido, de manera que progresivamente se disminuya el porcentaje de pendiente y la guadua instalada sirva como un sistema de contención. Como complemento a este sistema se han propuesto y llevado a cabo proyectos en los cuales el hormigón reciclado funciona como un complemento estructural.

En la ciudad de Bogotá bajo un programa liderado por el Instituto Distrital De Gestión Del Riesgo Y Cambio Climático, como un proceso de intervención y prevención en sitios de alto riesgo no mitigable por derrumbes y remociones en masa, se implementó como primera medida la reubicación de las familias asentadas en estos puntos a lo largo de la ciudad, posteriormente se realizó la demolición de las viviendas principalmente construidas con hormigón. finalmente se realizó el proceso de estabilización de taludes por medio de la utilización de bioingeniería. En el proceso todo el material de hormigón demolido fue triturado y ubicado en la base de las pantallas construidas en guadua como se observa en la figura, brindando un soporte estructural mayor al

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

comportarse mecánicamente tanto como un sistema de terracedo, como también un sistema de apantallamiento o muro de contención por el peso del hormigón ubicado en la base de las pantallas de guadua. Este tipo de proyectos y sistemas geotécnicos combinados representan en igual medida una alternativa de intervenciones civiles sostenibles, mitigando y reutilizando materiales, a la vez que se reduce la cantidad de residuos sólidos generados.

Figura 1. Relleno de estructura de bioingeniería con hormigón reciclado



Fuente: recorrido visitas técnicas de verificación en campo

Figura 2. Estabilización de taludes con bioingeniería.



Fuente: recorrido visitas técnicas de verificación en campo

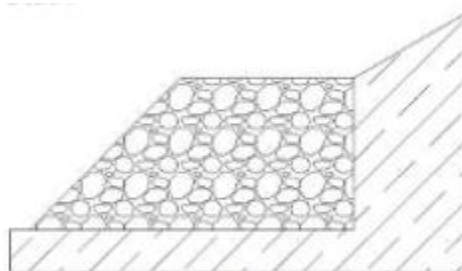
## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

Por otra parte sistemas tradicionales de estabilización de taludes, reconformaciones de calzadas y en general sistemas de control contra derrumbes y remoción en masa utilizan elementos estructurales, tipo muro, fabricados mayoritariamente con hormigón reforzado, dichos sistemas requieren de la combinación y adición de material rocoso, por lo general de gran tamaño, como soporte y material constitutivo del sistema, es por ello y en vista que el material producto de la trituración de hormigón procedente de desechos de la construcción y demolición, puede presentar según las especificaciones diferentes tamaños, puede ser utilizado como material que replaze los elementos constitutivos, principalmente de los sistemas expuestos a continuación.

- Pedraplén

“Es un elemento constructivo que consiste en la extensión y compactación de materiales pétreos procedentes de excavaciones de roca” (Suárez Díaz, 2000), como se puede observar en la Fig. 3, por tal motivo el material rocoso puede llegar a ser sustituido por el hormigón reciclado y tratado producto de los desechos de demolición y construcción, contribuyendo a la disminución en la extracción de nuevas materias primas y a la disminución en la generación de nuevos residuos sólidos

Figura 3. Perfil de estructura de pedraplén.



Fuente: Diseño geotécnico de cimentaciones para diferentes tipologías, (Rodríguez Loyola 2019)

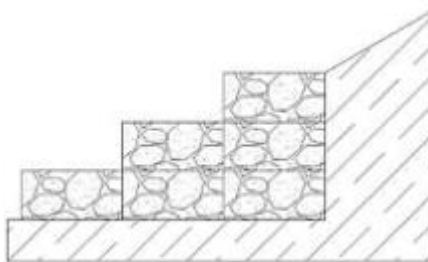
- Muro de gaviones

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

“El muro gavión está constituido de cajas o cestas de forma prismática rectangular que se rellenan de rocas, posteriormente son enrejadas con malla (de triple torsión y escuadradas) y se superponen para dar forma a un muro de contención.”

(Valderrama, 2001) Como se aprecia en la Fig. 4, igualmente son altamente resistentes a la erosión por procesos hidráulicos. De igual manera el material rocoso que es el principal insumo de este tipo de estructuras es susceptible de cambio total o parcial por material proveniente de la trituración de hormigón como residuo de la construcción y demolición, aportando propiedades mecánicas similares producto de la unión cementante inicial del material.

Figura 4. Perfil de la estructura muro en gaviones.



Fuente: Diseño geotécnico de cimentaciones para diferentes tipologías, (Rodríguez Loyola 2019)

“Los sistemas de cimentación representan metodologías mediante las cuales las cargas estructurales de una supra estructura son transmitidas en su totalidad a un extracto competente de suelo”, (Rodríguez Loyola,2019) brindando el soporte necesario que requiere cualquier construcción, para su estabilidad. Como método constructivo antes de realizar el hormigonado de la estructura escogida como método de cimentación (zapatas, pilotes, placas de cimentación, etc.) es indispensable la realización de una estructura previa de transición entre el suelo y el elemento estructural, la metodología más utilizada para tal fin es la colocación de un concreto Ciclópeo el cual es un tipo de “concreto cuya composición ha sido alterada con el fin de responder a exigencias estructurales particulares” (Asocentro,2014), su composición fundamental se

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

compone de agregado grueso de gran tamaño, superior a seis pulgadas de diámetro e incluyendo material rocoso de grandes dimensiones, su utilización no responde a exigencias mecánicas elevadas y por el contrario es utilizado en elementos de transición o elementos en los que se requiere hacer un sello con concreto sin necesidad de asumir grandes cantidades de carga axial. Motivo por el cual dicho material rocoso de grandes dimensiones puede ser sustituido por materiales alternativos incluyendo los desechos triturados de hormigón reciclado, productos de procesos constructivos y de demolición, por lo cual representa una alternativa viable en la utilización de este material en sistemas de cimentación, como soporte primario del sistema de cimentación principal, como se observa en la Fig. 6 brindando un factor de seguridad adicional al sistema completo de cimentación

Figura 5. Material rocoso para usos en cimentación.



Fuente: verificación del proceso constructivo

Figura 6. Soporte concreto ciclópeo para cimentación



Fuente: recorrido de obra y verificación del proceso constructivo

### **Estructuras viales**

Las vías están conformadas por estructuras que integran distintos tipos de material rocoso, distribuyendo su composición en tres capas fundamentales de material, las cuales se distribuyen en orden ascendente de la siguiente manera. Una primera capa denominada base, constituida por material rocoso de gran tamaño, como “cantos rodados”, combinados a su vez con material muy fino como arenas y limos, una segunda capa denominada subbase, integrada por material particulado fino principalmente gravas y arenas gruesas y una capa final denominada rodadura o capa asfáltica, la cual es un conglomerado de material bituminoso o asfáltico y grava de distintas gradaciones.

Considerando la composición estructural de las vías en Colombia es posible reemplazar parcial o totalmente la fracción rocosa por material proveniente de hormigones reciclados producto de los desechos de construcción y demolición, debido a que bajo el proceso de trituración de este material se pueden obtener materiales tipo grava compuesto elemental en la fabricación de hormigón, por ello se limitaría la extracción de este material y se promovería el uso de gravas recicladas.



## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

Según la metodología de investigación de materiales alternativos en carreteras expuesta por el Instituto De Infraestructura Y Concesiones de Cundinamarca, ICCU (2015), la combinación de materiales rocosos naturales y material proveniente de la trituración de concreto reciclado en proporción igualitaria en el diseño estructural, arroja un 98% de la resistencia total de vías con uso exclusivo de materiales rocosos naturales, motivo por el cual representa una alternativa viable mecánicamente, para implementar como material constitutivo de estructural viales.

En la composición de la capa de subbase “los productos gruesos provenientes de hormigón reciclado poseen comportamientos mecánicos similares a el material rocos de gran tamaño” (Rico Rodríguez & Castillo, 1982) y presentan una ventaja comparativa en cuanto a las facilidades de transporte y costos de extracción, por lo cual representan una alternativa viable y sustentable para realizar la sustitución de materiales naturales por materiales provenientes de la demolición.

## CONCLUSIONES

A partir de la evidencia analizada se puede indicar que el hormigón como residuo solido del proceso constructivo y del proceso de demolición es un material altamente versátil y cumple con las condiciones físicas para poder ser utilizado en múltiples propósitos constructivos, los cuales desde una óptica general se pueden agrupar en tres grandes grupos, procesos geotécnicos, estructurales y viales. Dado el carácter de reutilización que posee el material, es idóneo para la fabricación de nuevo concreto y la utilización en sistemas combinados con materiales reutilizados y nuevos, en los cuales no se presenten grandes condiciones de carga mecánica. Igualmente es idóneo como material de relleno y nivelación de terrenos, por sus características físico mecánicas compactas, que lo convierten en un material resistente y durable.

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

La construcción representa una de las actividades humanas que más genera residuos contaminantes en el ambiente, por ello es fundamental implementar todo tipo de soluciones y alternativas que mitiguen la generación de residuos y restrinjan la extracción de materias primas, contribuyendo a el crecimiento del sector constructivo, motor y pilar del desarrollo económico y social del país. Motivando el desarrollo y la concepción de proyectos de infraestructura sostenible, que garanticen tanto el cuidado y preservación de los recursos naturales, como el desarrollo económico y la generación de riqueza monetaria.

Tal y como lo muestran algunos de los proyectos ingenieriles desarrollados en el país es posible la integración de materiales producto del reciclaje y la reutilización en procesos constructivos que cumplan a cabalidad cada uno de los requerimientos técnicos establecidos por las altas exigencias ingenieriles.

Finalmente el gran reto del estado colombiano es formular y fortalecer políticas públicas, así como las instituciones encaminadas a preservar el medio ambiente, entiendo que este incluye factores socioeconómicos y culturales y no se limita exclusivamente al factor biótico del medio que nos rodea, es por ellos que el ordenamiento y planificación del estado deberá estar encaminado a la integración de las necesidades económicas y sociales de las comunidades con la preservación y buen manejo de los recursos naturales empleados para solventar dichas necesidades. En ese contexto el sector constructivo será motor indispensable en la generación y cumplimiento de dichas políticas públicas que conlleven a un país cada vez más integrado y consiente de la riqueza natural que posee, y que a su vez lo guie en el camino de la utilización responsable y sostenible de dicha riqueza

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Bernardo, C. R. (2015). Problemática de los residuos de la construcción y demolición. Ciudad De México.
- Guzmán, D. S. (2018). tecnología del concreto y del mortero. Bogotá: bhandar editores Ltda.
- Colombia, Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible. (2017). gestión integral de los residuos de construcción y demolición o escombros en el país.
- Pulido, W. D. (2020). Residuos mixtos y escombros clandestinos: ausencia regulatoria y problema ambiental. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Simonnet, C. (2009). Hormigón historia de un material. NEREA
- García Beltrán, M., Agrela Sainz, F., & Barbudo, M. A. (2017). Estudio de durabilidad y de comportamiento mecánico en hormigones y materiales tratados con cemento, aplicando residuos industriales y áridos reciclados
- Yates, J. K., & Asce, M. (2014). Diseño y Construcción para una Construcción Industrial Sustentable1404páginas10.1061/(asce)co.1943-7862.0000683
- Bairagi, N.K., Kishore Ravande, Pareek, V.K., 1993. Behaviour of concrete with different proportions of natural and recycled aggregates. Resources, Conservation and Recycling 9, 109-126.
- Topçu, IB., Sengel, S., 2004. Properties of concretes produced with waste concrete aggregate. Cement and Concrete Research 34, 1307-1312
- Suárez Díaz, J. (2000). Estabilidad de taludes en zonas tropicales, cimientos y diseño de obras en gaviones.

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

Valderrama, A. M. (2001). Streambank Erosion Control in the Lower Jungle of Peru. Bridging the Gap (pp. 1-9)10.1061/40569(2001)160

Rodríguez Loyola, L. (2019). Diseño geotécnico de cimentaciones para diferentes tipologías en una parcela constructiva de Cayo Paredón: Geotechnical design of foundations for different typologies in a constructive parcel of Cayo Paredón. *Universidad & Ciencia*, 8( 2), 92–103.

Colombia, reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico-RAS (2000)

Colombia, ministerio de la protección social, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (2007). Resolución 2115. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano

Colombia, ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2015). Resolución 631. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

Concreto preesforzado: diseño y construcción (2a. ed.). (2014). Asocentro.

González Vergara, C. J., Rincón Villalba, M. A., & Vargas Vargas, W. E. (2019). Ingeniería de vías: diseño, trazado y localización de carreteras.

Rico Rodríguez, A., & Castillo, H. d. (1982). La ingeniería de suelos en vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas.

Colombia, instituto nacional de vías (2022). Resolución 1524. especificaciones generales de construcción de carreteras

## MITIGACIÓN DE RESIDUOS DE HORMIGÓN

Organización de las naciones unidas. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible; agenda para el desarrollo sostenible 2030

Rondón Quintana, H. A. (2011). Pavimentos flexibles: definiciones, conceptos y diseño.

Editorial Académica Española.