

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**



## Introducción

El ser humano en la Tierra, se había comportado en equilibrio con su entorno hasta mediados del siglo XVIII. Los procesos naturales de la tierra habían mantenido a raya el crecimiento de nuestra especie. Pero cuando descubrimos las posibilidades del carbón y del petróleo, las cosas cambiaron radicalmente y con ella se dieron cambios tan abismales como los ocurridos con el paso del nomadismo a la sedentarización. Por primera vez se pudieron crear bienes, herramientas, enseres y armas de manera rápida y masiva. Con la Revolución Industrial vino la gran explosión en la generación de basura, por dos razones: los procesos industriales generan escorias y desechos en una escala muchísimo mayor que los artesanales. Y, además, siendo los productos más accesibles y baratos, la tentación de echarlos a la basura cuando se dañaban o dejaban de funcionar correctamente, se volvía mayor.

Cada vez está claro en el mundo que, si no se controla la forma de vida consumista y disposición de los desechos resultantes, los recursos naturales se agotarán. El incremento de la población es razón importante para generar métodos que reduzcan el impacto negativo del ser humano en el medio ambiente.

El crecimiento poblacional y su concentración en áreas urbanas trae consigo mayor necesidad de obras de bienestar social, tales como la construcción de viviendas, carreteras, hospitales, puentes que, si bien contribuyen al desarrollo, también son generadores de residuos durante su proceso constructivo como también cuando estos mismos llegan al final de su vida útil y en consecuencia constituyen un problema de impacto ambiental negativo.

Ante esta problemática, en muchos países y universidades, se han desarrollado investigaciones científicas tecnológicas acerca de cómo aprovechar estos residuos, ya que existe una verdadera preocupación por la contaminación que se produce en la zona urbana, conllevando a la búsqueda de posibles soluciones para el material de desecho, es así que el reciclaje de residuos de la construcción tales como: tierra, áridos



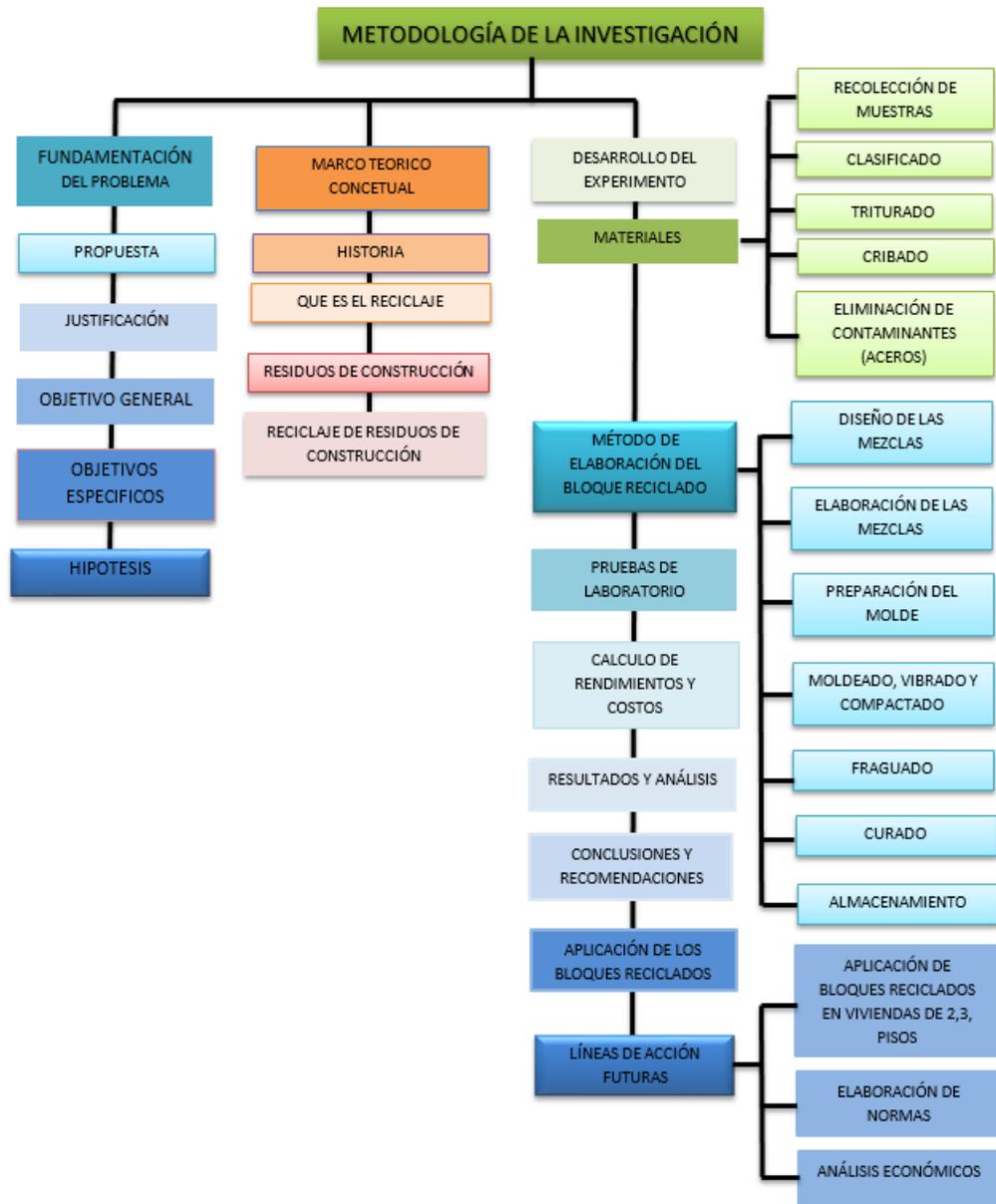
mezclados, restos de hormigón, pavimentos, asfálticos, ladrillos, plásticos, vidrio y madera, se ha vuelto una práctica indispensable en la preservación de recursos naturales y en la reducción del impacto ambiental.

La ciudad de Tarija no está exenta del crecimiento urbanístico y con ello una serie de emisiones de residuos ya que existen datos que revelan el gran impacto negativo que genera tanto a las personas como al medio ambiente, sin embargo, es evidente para los pobladores que existe un inadecuado manejo de esta problemática debido a la falta de eficacia o políticas públicas para guiar o disciplinar a los actores de la construcción civil, teniendo como resultado impactos ambientales como: la degradación del suelo, la proliferación de transmisión de agentes de enfermedades, la sedimentación de los ríos y arroyos, la obstrucción de sistemas de drenaje, la ocupación de carreteras y lugares públicos de residuos, el daño al movimiento de personas y vehículos, la degradación del paisaje urbano y la acumulación de residuos que puedan constituir un riesgo por su peligrosidad.

De esta manera, el reciclaje puede ser una herramienta clave y una aplicación adecuada que permitirá la disminución del impacto ambiental ya que reducirá el volumen de residuos evitando que se impacte otros espacios naturales mejorando la imagen paisajística y la conservación de espacios aprovechables; contribuiría a la protección del entorno, disminuyendo la extracción y obtención de áridos naturales ya que se sustituiría estos agregados tradicionales con los que se obtendrán mediante el reciclaje y haría su aporte tanto al medio ambiente como en lo social y económico creando nuevas plazas de trabajo.

Este proceso es una alternativa de aprovechamiento y solución a la contaminación e impactos al ambiente, la necesidad de reciclar los escombros que produce la industria de la construcción está tomando hoy en día gran importancia, estudios realizados muestran que el 80% de estos residuos son reciclables, abriendo una nueva perspectiva en la ingeniería especialmente en el campo de la construcción con una visión ambiental.





FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



**CAPITULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA**  
**CIENTÍFICO**

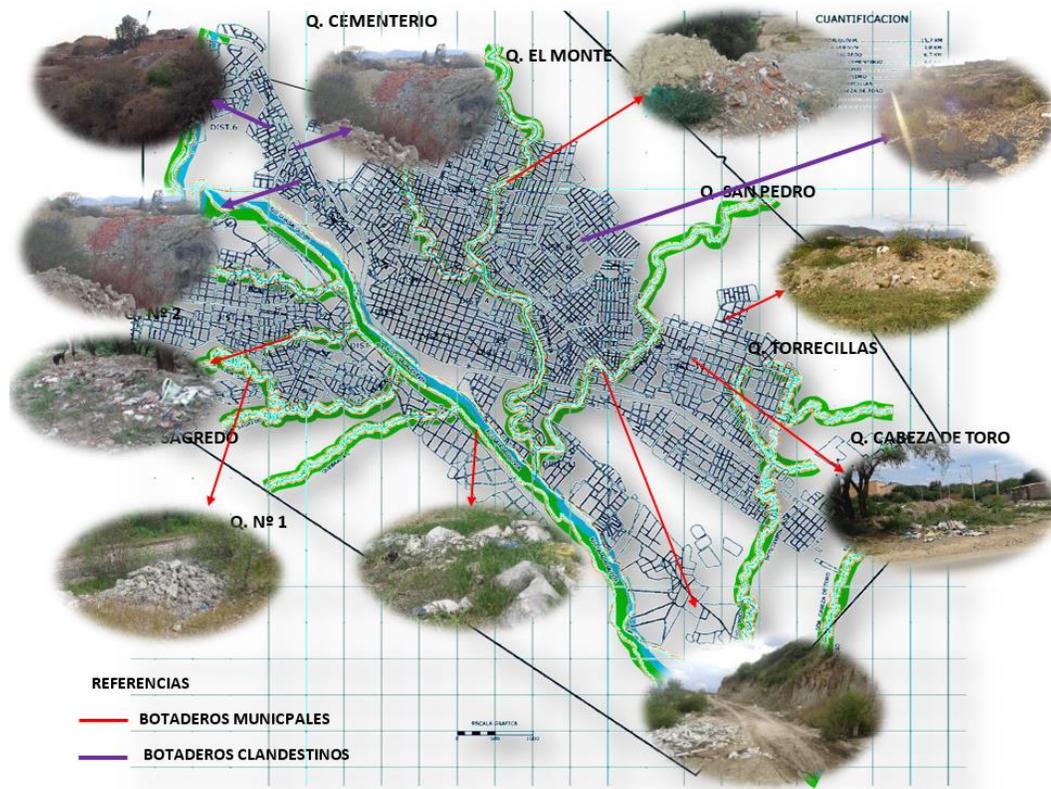


## **2. Planteamiento y fundamentación del problema científico**

En la ciudad de Tarija la generación de residuos sólidos ha ido incrementándose en los últimos años y tiende a agravarse. Las causas principales del incremento de estos residuos las encontramos por el crecimiento poblacional y su concentración en áreas urbanas trae consigo mayor necesidad de obras de bien estar social tales como la construcción de carreteras, hospitales, puentes que si bien constituyen al desarrollo también son generadores de residuos durante su proceso constructivo y en consecuencia constituyen un problema ambiental, ya que su tratamiento y disposición final requiere de mayores recursos humanos, tecnológicos y económicos.

Los residuos no sólo representan un problema por su cantidad, sino también por la heterogeneidad en su composición, entre los diferentes tipos de residuos que podemos encontrar son tanto domésticos como residuos de la construcción estos últimos existiendo en mayor cantidad la costumbre alrededor de este tema ha sido, que estos desechos en su gran mayoría sólidos se consideran parte de la basura del proyecto y son desechados y sacados del mismo sin recibir tratamiento previo, esto está dando lugar a la proliferación de botaderos clandestinos que por lo general es muy común que sean depositados en terrenos baldíos, ríos, pero sobre todo en las diferentes quebradas con la que cuenta nuestra ciudad generando altos índices de contaminación.





FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Existe en la ciudad una gran contaminación ambiental y paisajista por mezclas de residuos, incluso peligrosos que son depositados en los diferentes botaderos clandestinos como municipales ya que éstos generan bastantes problemas como ser:

**✚ Contaminación del aire:** Al depositarse los RC&D en lugares a cielo abierto propician que las partículas pequeñas sean trasladadas por el viento, afectando la salud de las personas que habitan en las zonas cercanas al vertido. Muchas de estas partículas pueden ser aún más perjudiciales, ya que pueden ser tóxicas.



El transporte de RC&D presenta efectos similares a los de cualquier otro transporte pesado, como la contaminación del aire por los gases de escape, la producción de ruido y vibraciones y el consumo de recursos energéticos.

**✚ Contaminación del suelo:** Los RC&D abandonados en lugares no adecuados, provocan la degradación del suelo por los materiales tóxicos que pueden presentar como pinturas, solventes, grasas, asbestos, aditivos para concreto; etc.; además, propician que en este mismo espacio sean depositados residuos sólidos urbanos, en donde ambos (peligrosos y sólidos urbanos) pueden lixiviar y contaminar el suelo.

Además, la descarga en pendientes u otros terrenos inseguros, donde se generan depósitos inestables, que pueden provocar deslizamientos, como también generan una afectación al medio físico y medio biofísico (flora y fauna).

**✚ Contaminación del agua:** Provocan la contaminación de los cuerpos superficiales y subterráneos de agua al lixiviarse residuos sólidos urbanos y peligrosos. Como ya se había mencionado, se ha observado la incidencia a dejar residuos sólidos urbanos en el mismo sitio que los RCyD, provocando la proliferación de fauna nociva (roedores, insectos, perros y gatos), que traen consigo focos de infección.

En algunos otros lugares, se ha podido constatar, que los RC&D actúan como barrera para el tránsito del agua superficial originando con ello la inundación de diversas poblaciones.

Como también Deterioro paisajístico al ser depositado en cualquier lado generando también grave problemas en la salud de las personas especialmente de las que viven aledañas a estos lugares.



## **Efectos de los residuos sólidos en la salud.**

Los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no están bien determinada. Sin embargo, se puede atribuir la transmisión de algunas enfermedades, principalmente por vías indirectas.

Por ello, para comprender con mayor claridad los efectos de los residuos sólidos en la salud de las personas, se pueden clasificar entre riesgos directos e indirectos.

### **a) Riesgos directos.**

Son ocasionados por el contacto directo con la basura, ya que la población tiene por costumbre mezclar los residuos sólidos, a veces con excrementos de origen humano (pañales desechables, papel sanitario) o animal e incluso con sustancias peligrosas.

Las personas más expuestas son los recolectores, debido a la manipulación de recipientes inadecuados utilizados para el almacenamiento de desechos; a la falta de equipo y uniformes apropiados (ropa, guantes, lentes y zapatos de seguridad).

Todas estas personas pueden tener una incidencia más alta, de enfermedades gastrointestinales de origen parasitario, bacteriano y/o viral que el resto de la población.

### **b) Riesgos indirectos.**

El riesgo indirecto más importante es por la proliferación de vectores, portadores de microorganismos o sus productos, que pueden transmitir enfermedades a toda la población. Los vectores son, entre otros: moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que además de alimento encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que hace que los residuos se conviertan en un “caldo de cultivo” para la transmisión de enfermedades, que pueden ir desde simples Diarreas hasta severos cuadros de Tifoidea u otras enfermedades de mayor gravedad.



Vectores	Formas de transmisión	Principales enfermedades
Ratas	Mordisco, orina, heces, pulgas	Peste Bubónica, Tifus Murino, Leptospirosis
Pulgas	Deyecciones y picaduras	Tifus Murino, Peste Bubónica
Arañas	Mordeduras	Malestar general, Espasmos y contracciones generales.
Triatomnos	Picaduras	Enfermedad de Chagas
Piojos	Picaduras	Tifo exantemático epidémico, Fiebre Recurrente Cosmopolita
Moscas	Vía mecánica (Alas, Patas y Cuerpo)	Fiebre Tifoidea, Salmonelosis, Cólera, Amebiasis, Disentería y Giardiasis
Mosquitos	Picadura de mosquito hembra	Malaria (Paludismo), Leishmaniasis, Fiebre Amarilla, Dengue y Filariasis
Cucarachas	Vía mecánica (Alas, Patas y Cuerpo) heces	Fiebre Tifoidea, Cólera, Giardiasis
Cerdos	Ingestión de carne contaminada y heces	Cisticercosis, Toxoplamosis, Tiquinosis y Taeniasis
Aves	Heces	Toxoplamosis

FUENTE: *GUÍA PARA RELLENOS CONTROLADOS. JORGE JARAMILLO. MÉXICO D.F.*

Por lo cual, la ciudad de Tarija carece en la actualidad de normativas para guiar y disciplinar a los actores de la construcción civil para la disposición final de estos residuos de la construcción o escombros como comúnmente se los llama en la ciudad, esto se da debido a que en la ciudad no existe un relleno sanitario para estos residuos sean depositados y no causen daños al medio ambiente, como también no cuenta con plantas recicladoras donde se procese estos residuos para su posterior reaprovechamiento.

El problema crece cada día más, y a la fecha aún no se hace nada al respecto.

## 2.1. Propuesta

### “RECICLADO DE ESCOMBROS COMO MATERIALES ALTERNATIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOCIALES DE BAJA COMPLEJIDAD EN LA CIUDAD DE TARIJA”



## **2.2. Justificación del problema**

La constitución política del estado en su artículo 33 habla de que todas las personas tenemos derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado como también en su artículo 34 habla de que toda persona está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa del medio ambiente.

Así mismo la ley 1333 tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población, como también la ley 755 habla de ir priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

Esos mandatos constitucionales hacen más importante la necesidad de una mayor gestión para los residuos de construcción que se generan en grandes volúmenes progresivos, una alternativa para minimizar los impactos en el medio ambiente es el **RECICLAJE** de los residuos de la construcción como áridos en la producción de bloques constituyéndose en la materia prima de los mismos lo que nos permitir darles un destino a estos residuos reinsertándolos al ciclo de vida de la construcción.

Para nadie en estos tiempos son una mentira o un mito las consecuencias que la contaminación causa a nivel mundial, nacional y municipal, por el vertido de estos residuos de la construcción a cielo abierto en los diferentes vertederos clandestinos de la ciudad.

Ante el incremento a diario de los residuos de la construcción y en particular los problemas originados en el sitio de disposición final. Surge la necesidad de buscar soluciones orientadas a garantizar el “Vivir Bien” y la “Protección a la Madre Tierra”, políticas fundamentales establecidas en la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.



Después de haber analizado como es la gestión de los residuos de la construcción en diferentes partes del mundo como ser en Holanda, España y Estados Unidos, surge la idea proponer el reciclado de estos residuos de la construcción y demolición (escombros) como material alternativo para la construcción de viviendas sociales de baja complejidad.

Hoy en día el residuo es un recurso que puede ser valorizado en el mercado, en la actualidad en la ciudad se genera aproximadamente al día 141.48 m<sup>3</sup>, a la semana 990.4 m<sup>3</sup> y al mes estaría generando 3961.4 m<sup>3</sup> de escombros cantidad que podría ser de mucho beneficio para la elaboración de la propuesta.

El reciclaje es un factor de suma importancia para el cuidado del medio ambiente. Se trata de un proceso en el cual las partes o elementos de un artículo que llegaron al final de su vida útil pueden ser usados nuevamente para la elaboración de un nuevo material alternativo “bloque de hormigón” para la construcción de viviendas sociales de baja complejidad y con este dar respuesta a los escasos recursos naturales no renovables, disminuyendo así una de las principales fuentes de insalubridad, contaminación y deterioro ambiental. Ello deriva de una preservación de la salud humana y la mejora de la calidad de vida de la población como también el cuidado del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

El reciclaje es la tercera y última medida en el objetivo de la disminución de residuos; el primero sería la reducción del consumo, y el segundo la reutilización y en algunos casos se habla de rechazar refiriéndose a la selección de materiales desde el punto de vista ecológico.

## **2.3. Objetivos de la investigación**

### **2.3.1. Objetivo general**

- ✚ Reciclado de residuos de la construcción para viviendas de baja complejidad y verificar su viabilidad desde el punto de vista tecnológico, físico, mecánico y ambiental.



### 2.3.2. Objetivos específicos

- ✚ Elaborar con los diferentes tipos de agregados reciclados nuevos materiales para la construcción.
- ✚ Reducir la contaminación ambiental que se provoca por el vertido de estos escombros en el medio ambiente.
- ✚ Aplicar los nuevos materiales en el diseño de viviendas sociales.

### 2.4. Preguntas de investigación

**¿De qué manera afecta al medio ambiente la proliferación de botaderos clandestinos de residuos de la construcción y cuáles son los efectos de estos en la salud de las personas?**

**¿Cómo contribuir a minimizar los impactos ambientales en la ciudad de Tarija producidos por la generación de residuos de la construcción?**

**¿De qué manera se podría conseguir reciclar los residuos de construcción y cuáles serían los efectos en el medio ambiente?**



**CAPITULO III**  
**MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**



### 3. Marco teórico conceptual

#### 3.1. Historia del reciclaje

Desde el comienzo de la antigua civilización romana, los materiales de construcción han sido reciclados y reutilizados. En Europa y Estados Unidos, los residuos de construcción y demolición, en general denominados materiales residuales de construcción, normalmente se han evacuado junto con los restantes residuos sólidos desde principios hasta mediados del siglo XX.



FUENTE: *GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (ARTURO ARIAS)*

En Europa, y especialmente en Alemania, después de la destrucción causada por la segunda guerra mundial, quedaron millones de toneladas de escombros de edificios para ser manipulados. Como la reconstrucción de las vías de comunicación era una de las prioridades, Alemania lidero el reciclaje de escombros elaborando productos para la construcción de carreteras. Por ejemplo, antes de 1987, y solo en Berlín, se había procesado unos 100 millones de toneladas de escombros para elaborar agregados y otros productos.

En el norte de Múnich los escombros fueron empleados para rellenar desniveles de terrenos, que más tarde servirían como base para la construcción del estadio olímpico y sus instalaciones para los juegos olímpicos de 1972. Otra parte de los escombros fue llevada a plantas de reciclaje, las cuales fueron creadas para la ocasión, con la idea de aprovechar todo lo aprovechable e introducirlo de nuevo en la cadena de construcción. Los programas más importantes de reciclaje se dieron en las ciudades de Stutgard, Frankfurt, Hamburgo y Bremen. Para el año de 1952 en Stutgard, se había conseguido



retirar más del 88% de estos escombros, con los cuales se lograron construir más de 10,000 viviendas.

Sin embargo, en Estados Unidos, la evacuación por separado de los escombros incombustibles no justificó los gastos extras hasta la introducción de la incineración, a principios del siglo XX, y más tarde, con la recuperación de recursos de los años setenta.

En estos sistemas, los altos costos de mantenimiento y el desgaste excesivo de las máquinas probando por el flujo heterogéneo de los residuos favoreció la adopción de ordenanzas locales en la que exigía la separación de la fracción, en gran parte incombustible, de los escombros procedentes de la construcción y demolición.

En Estados Unidos, desde los años ochenta, la evacuación por separado a puesto el uso de vertederos separados. Además de los vertederos dedicados a los residuos de construcción y demolición en adelante (RCyD) o a los residuos voluminosos, llegaron a ser comunes en los municipios más grandes los vertederos troncos, que recibían los troncos de los árboles procedentes del desmonte de terrenos.

Cuando creció el interés hacia el reciclaje durante los años setenta y ochenta, tanto en Europa como en Estados Unidos, la atención se centró en los residuos recolectados por separado entre los que incluían los escombros (RCyD). A finales de los años ochenta, como el costo de los vertederos alcanzó los 100 dólares o más por tonelada en muchos municipios, los aspectos económicos de la desviación de los residuos (RCyD) llegaron a ser atractivos para el sector público. Una vez separado el material incombustible, podía comenzarse a considerarse la recuperación.

A partir de este acontecimiento la humanidad se dio cuenta de que la acción de reciclar o reutilizar RCyD era una realidad, la cual contribuiría en gran medida a la satisfacción de necesidades o requerimientos demandados por la misma. Desde entonces esta práctica se lleva a cabo en los países del viejo continente, siendo estos los pioneros en la industria del reciclaje. En la actualidad los conceptos de ecología y medio ambiente están adquiriendo mayor importancia a nivel Mundial, esto afecta directamente a la



industria de la construcción por que el tipo de actividades que involucran a la industria pueden tener consecuencias perjudiciales e incluso irreversibles sobre el medio ambiente, a parte que cada día son más escasos los recursos naturales primarios a extraer.

Los objetivos que se persiguen de reciclar los residuos (RCyD), como para cualquier tipo de residuos, generalmente son:

- ✚ Preservar los recursos materiales (es decir, no desperdiciar los materiales ya utilizados).
- ✚ Conservar el valioso espacio de los vertederos.
- ✚ Proteger el medio ambiente limitando el potencial de descarga a las aguas subterráneas de los constituyentes lixíviados en los vertederos o de emisiones atmosféricas de los contaminantes que se producen en la combustión.
- ✚ Cumplir las normas que prohíben la co-evacuación junto con los residuos sólidos urbanos (RSU), o contribuir a la desviación exigida en los objetivos del reciclaje.

La limitación y el reciclaje de los residuos está considerada como la tecnología más limpia y amiga de los recursos naturales. La necesidad de reciclaje de los residuos no solamente concierne a las comunidades más industrializadas, sino también a otros en vías de desarrollo.

La demanda de reciclaje de materiales es común en todos los lugares donde los edificios e instalaciones han sido dañados por causa de la guerra, terremotos y otros accidentes o desastres naturales.

Desde el punto de vista puramente económico, el reciclaje es competitivo con las materias primas con relación al costo de calidad. Con el uso de los materiales reciclados, se pueden obtener grandes ahorros en el transporte de residuos de la construcción y materias primas.

La industria de la construcción lógicamente, es el mercado clave para los residuos (RCyD) reciclados. Sin embargo, un obstáculo importante para su reciclaje es la falta



de mercados establecidos por los productos, o la falta de aceptación de los productos creados a partir de los residuos (RCyD). También los aspectos económicos de la evacuación de los residuos (RCyD) en los vertederos más antiguos, que no están específicamente diseñados de acuerdo a las normas actuales que desaniman el reciclaje en muchos casos.

### **3.2. ¿Qué es el reciclaje?**

Es el tratamiento o manipulación de los desechos, de forma artesanal o industrial para crear un componente o un material nuevo, una materia prima.

Es un proceso en la cual las partes o elementos de un artículo que llegaron al final de su vida útil pueden ser usados nuevamente como nuevo material alternativo y con este dar respuesta a los escasos de materiales disminuyendo una de las principales fuentes de insalubridad.

Usamos los recursos renovables y no renovables de la tierra. Reciclar es la estrategia más conocida y exitosa para la conservación de recursos, con la cual podemos salvar grandes cantidades de recursos naturales renovables y no renovables utilizando materiales reciclados. el reciclaje es la tercera y última en el objetivo en la disminución de residuos; el primero es la reducción de consumo, el segundo la reutilización y en algunos casos se habla de rechazar refiriéndose a la selección de materiales desde el punto de vista ecológico.

Una de las mejores formas de reciclar vidrio por ejemplo es emplear la botella en casco retornable, como las de algunas cervezas y refrescos, que pueden volver a utilizarse más de 20 veces. Los cascos viejos de vidrio también pueden fundirse para fabricar botellas y recipientes nuevos.

Ejemplo: sobre el papel, no es como la botella, pero parecido y para ello han inventado el contenedor para papel.



Reciclar no es una idea nueva. En la naturaleza muchas cosas se reciclan una y otra vez. Antiguamente se hacían las cosas para que duraran, y la gente las volvía a usar en lugar de tirarlas.

Los coches, las cocinas, las lavadoras, los frigoríficos, los muebles y otros muchos objetos pueden reciclarse. En algunos países y ciudades, se han iniciado programas de reciclaje obligatorios para garantizar que no se tiren objetos que se pueden reciclar.

En el caso de los residuos de la construcción como ejemplo el caso del concreto u hormigón, del cual, una vez demolido, se recupera el árido y la pasta cementante tras un proceso industrial para confeccionar nuevos concretos.

### **3.3. ¿Qué es el reciclaje de residuos de construcción?**

El reciclaje de los RCD supone un beneficio ambiental importante, ya que se traduce en un ahorro en la extracción de recursos naturales y en la disminución de residuos depositados en vertedero.

A través del reciclaje de los RCD se obtienen nuevos áridos que pueden ser reutilizados y comercializados como materiales constructivos completos. Con mínimas transformaciones se puede obtener: hormigón, rellenos de canteras, ladrillos, gravas para jardines, bases y sub-bases de pavimentos para carreteras, etc.

La reutilización de estos materiales no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas. Esta actividad también contribuye a frenar la sobreexplotación de áridos naturales y de canteras.

### **3.4. ¿Por qué reciclar?**

Hay muchas personas que creen que el reciclar es una moda o una forma de vivir que no todos quieren compartir, pero la verdad es que es una forma de vivir que debió existir desde siempre, a la par de la capacidad humana de generar basura. Las razones más importantes por las que debemos reciclar son:



- ✚ El costo para recoger basura y eliminarla por tonelada es sumamente alto. Los gobiernos de las grandes ciudades derrochan grandes cantidades de dinero en esto, que bien se podrían ocupar para otros asuntos fundamentales.
- ✚ Tan sólo en América Latina se tiran al año más de 600,000 toneladas de metales.
- ✚ Si reciclamos materiales como vidrio se ahorra hasta un 85% de energía y por cada tonelada que se recicle se ahorran 1.2 toneladas de materia prima de este elemento.
- ✚ Si se recuperan dos toneladas de plástico se ahorra una tonelada de petróleo.
- ✚ Una tonelada de papel reciclado evita que 17 árboles mueran.

**¡Cambiamos nuestra historia haciendo del reciclaje un hábito cotidiano!**

### **3.5. Ventajas del reciclaje**

- ✚ Se reduce la cantidad de desechos cuyo destino son los basureros, de esta forma se ahorran costes por el proceso de recogida de los mismos y por su impacto medio ambiental, pues la contaminación de los suelos y de los océanos disminuye.
- ✚ Reducción de costes en el proceso de producción ya que, al reutilizar los desechos, no entran en la primera fase de transformación de las materias primas, sino que se incorporan en una fase de producción intermedia, ahorrando los costes de la primera fase de producción.
- ✚ Se preservan los recursos naturales por más tiempo. Es una forma de cuidar el medio ambiente, reutilizando de nuevo las materias primas que hemos adquirido previamente, por lo que dotamos de una estabilidad mayor al planeta Tierra.

### **3.6. Residuo de construcción y demolición (escombros)**

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCyD), también llamados residuos inertes y conocidos habitualmente como escombros, son aquellos constituidos



básicamente por tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, ladrillos, cristales, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, plásticos, yesos, maderas y, en general, todos los desechos generados en las actividades propias de construcción, remodelación, rehabilitación, reforma, demolición y mantenimiento de edificios o infraestructuras en general.

Los escombros de construcción se componen de restos y fragmentos de materiales, mientras los de demolición están formados prácticamente sólo por fragmentos, teniendo por eso mayor potencial cualitativo comparativamente con los escombros de construcción.

### **3.7. Clasificación de los residuos de construcción y demolición**

Para realizar correctamente la clasificación será necesario conocer los diferentes tipos de residuos, que se dividen en:

**Residuos inertes.** Aquellos que no presentan ningún riesgo de polución de las aguas y de los suelos y que, en general, podríamos asimilar a los materiales pétreos.

**Residuos no peligrosos.** Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.

**Residuos peligrosos.** Los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medio ambiente.

A continuación, mostramos una tabla que resume y clasifica en estas tres categorías los residuos más habituales de las obras de construcción.



Conocer los principales residuos <sup>1</sup>		
Inertes - Pétreos	No peligrosos	Peligrosos
		
<p><b>Escombros limpios</b></p> <p>ladrillos tejas azulejos hormigón endurecido mortero endurecido</p>	<p><b>Metal</b></p> <p>armaduras de acero y restos de estructuras metálicas</p> <p>perfiles para montar el cartón-yeso paneles de encofrado en mal estado</p> <p><b>Madera</b></p> <p>restos de corte restos de encofrado palets</p> <p><b>Papel y cartón</b></p> <p>sacos de cemento, de yeso, de arena y cal cajas de cartón</p> <p><b>Plástico</b></p> <p>lonas y cintas de protección no reutilizables conductos y canalizaciones marcos de ventanas desmantelamiento de persianas</p> <p><b>Otros</b></p> <p>cartón-yeso<sup>2</sup> vidrio<sup>3</sup></p>	<p><b>Envases y restos de</b></p> <p>aceites, lubricantes, líquidos de freno, combustibles desencofrantes anticongelantes y líquidos para el curado de hormigón adhesivos aerosoles y agentes espumantes betunes con alquitrán de hulla decapantes, imprimaciones, disolventes y detergentes madera tratada con productos tóxicos pinturas y barnices silicona y otros productos de sellado tubos fluorescentes pilas y baterías que contienen plomo, níquel, cadmio o mercurio productos que contienen PCB materiales de aislamiento que pueden contener sustancias peligrosas trapos, brochas y otros útiles de obra contaminados con productos peligrosos restos del desmantelamiento de bajantes, cubiertas y tabiques pluviales que contienen fibras de amianto restos del desmantelamiento de materiales de aislamiento, pavimentos, falsos techos, etc., que contienen fibras de amianto</p>

FUENTE: *REVISTA AMBIENTUM*

Los residuos del yeso, como ocurren con los paneles de cartón-yeso, a pesar de estar formados mayoritariamente por un material pétreo, no son considerados inertes y deben gestionarse como un no peligroso.

Hay otros materiales, llamados también residuos por extensión, que plantean problemas mucho menores. Son los calificados como de Nivel I y están formados por las ingentes cantidades de tierra que se extraen y remueven para las cimentaciones y,



sobre todo, para la apertura de las grandes vías de comunicación. Se trata, en general, de tierras limpias, sin elementos contaminantes o agresivos con el entorno, y suelen utilizarse en un 50% para rellenos y terraplenes en torno a las propias vías de comunicación o de la obra que se está realizando.

### 3.8. Origen de los residuos de construcción y demolición

El origen de los residuos de construcción y demolición tal y como su nombre indica, provienen de la:

- ✚ **Construcción** de nuevos edificios e infraestructura (restos)
- ✚ **Demolición** de edificios e infraestructuras (restos de materiales)
- ✚ **Rehabilitación** de edificios y estructuras existentes
- ✚ **Reforma**
- ✚ **Mantenimiento**

El sector de la construcción y edificación puede dividirse de acuerdo al objeto de la construcción en:

1.- Sector de la edificación - vivienda y edificios utilitarios - el cual incluye:

- ✚ El sector de la vivienda que se dedica a la construcción, mantenimiento y renovación de viviendas;
- ✚ El sector de edificación utilitaria que construye mantiene y renueva oficinas, edificios industriales y similares.

2. Sector de infraestructuras que incluye:

- ✚ Construcción de carreteras;
- ✚ Otras infraestructuras especiales (puentes, túneles, canales etc.)



### 3.9. Composición física de los residuos de la construcción

La composición de los RCD, varía en función del tipo de infraestructuras de que se trate y refleja en sus componentes mayoritarios, el tipo y distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector, si bien hay que tener en cuenta que éstas pueden variar de un país a otro en función de la disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos.

Los materiales minoritarios dependen en cambio, de un número de factores mucho más amplio como pueden ser el clima del lugar, el poder adquisitivo de la población, los usos dados al edificio etc.

Por otro lado, la composición de las edificaciones varía a lo largo del tiempo y con ello también cambia la composición de los RCD, según sea la; edad del edificio o estructura que es objeto de demolición.

En la Tabla siguiente se indica una posible distribución del porcentaje en volumen de las distintas materias primas utilizadas en la construcción.

MATERIA	% EN VOLUMEN
Arena	60
Yeso natural	1
Metales	4
Grava	14
Caliza (Producción de cemento)	6
Arcilla	6
Piedra natural	4
Madera	2
Petróleo (plásticos)	3
Total	100

Fuente: Informe Symonds

FUENTE: *INFORME SYMONDS*

### 3.10. Gestión integral de residuos de construcción a nivel internacional

Para iniciar un adecuado proceso de gestión de los desechos de la construcción es la necesidad de entender y conocer su ciclo de vida e identificar los principales problemas existentes en cada una de las etapas y sus posibles soluciones.

La generación de desechos producto de las obras de construcción es un problema mundial que depende en gran medida del aumento de la población, de los estilos de



vida de los habitantes, de las condiciones socio económicas y de la calidad de vida de los mismos. La construcción es una actividad que está directamente relacionado con estas características por lo que es un hecho que cada día se producirán mayor cantidad de desechos de este tipo. Esto ha hecho que algunos países desarrollados preocupados por las afectaciones y efectos medioambientales que este desarrollo implica, hayan invertido recursos para la investigación e implementación de estrategias apropiadas para su gestión y manejo.

La gestión y manejo de este tipo de desechos van orientadas a aplicar estrategias que al final se resumen en lo comúnmente se ha llamado las R de la Basura a saber principalmente; Reciclar, Recuperar, Reducir y Re-usar y en algunos casos se habla de rechazar refiriéndose a la selección de materiales desde el punto de vista ecológico.

Países como Holanda, España y Estados Unidos, entre otros países desarrollados, están trabajando arduamente en investigación para tratar de encontrar alternativas sostenibles.

Mucho del esfuerzo va orientado a la concientización y desarrollo de una cultura ambiental a todo nivel, es decir a nivel de todos los involucrados en el problema a saber; propietarios, contratistas, consultores, productores, usuarios comunidades, instancias gubernamentales y legales.

Se han desarrollado estrategias de construcción sostenible integrando esfuerzos con el objetivo de encontrar alternativas integradas que resulten en beneficio de todos.

En la línea de producción se ofrecen al usuario alternativas de consumo sostenible y productos y materiales diseñados y desarrollados tomando en cuenta el punto de vista de materiales ecológicos, los cuales tienen características tales como que son desarrollados a partir de materias primas recicladas, materiales cuyo consumo de energía es reducido en su ciclo de vida, materiales que al final de la vida útil pueden ser reciclados o reutilizados y materiales modulares que producen menos desechos en el proceso de construcción porque al ser modulares disminuyen los desperdicios.



Desde el punto de vista del usuario existe en la mayoría de los habitantes de estos países la conciencia ambiental y la cultura de selección de materiales desde el punto de vista ecológico razón por la que los productores deben crear estrategias para cumplir con esta demanda.

A nivel de los contratistas y subcontratistas por razones de mercadeo y de cumplimiento legal existe la presión de llenar las expectativas del cliente por lo que debe adaptar la administración y desarrollo de los proyectos al cumplimiento de estas exigencias.

La esperanza es que, con la implementación de estas estrategias de gestión y políticas adecuadas de administración en los proyectos, se minimice el impacto provocado al ambiente y se optimice el uso de los recursos.

### 3.11. Residuos admitidos a tratamiento

Residuos admitidos a tratamiento	
<b>Hormigón</b> Hormigón en masa Hormigón armado Prefabricados  Baldosas y bordillos  Ladrillos de hormigón  Tuberías de hormigón	<b>Metales</b>
<b>Cerámicos</b> Tejas Ladrillos Bloques	<b>Madera de construcción</b>
<b>Suelos y piedras</b> Azulejos Solados de gres Solados de terrazo Piedras ornamentales	<b>Plásticos</b>
<b>Asfálticos</b> Capas de rodadura	<b>Vidrio</b>
<b>Excavación</b>	<b>Papel-cartón</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



### 3.12. Usos potenciales de los residuos reciclados

Estos nuevos materiales reciclados pueden ser considerados para diversos usos, dependiendo del tipo de árido reciclado, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Escombros	Material obtenido	Usos
<b>Mampostería, tejas y azulejos</b>	Elaborar diferentes tipos de agregados	Hormigón armado liviano para: <ul style="list-style-type: none"><li>• Rellenos,</li><li>• Contra pisos</li><li>• Cimientos</li><li>• Suelos</li><li>• Explanaciones</li><li>• Sub base de carreteras</li><li>• Morteros</li><li>• Elementos prefabricados: Bloques, tejas etc.</li><li>• Material de relleno</li><li>• Pistas forestales</li><li>• Jardinería</li><li>• Cubiertas ecológicas</li><li>• Zahorras</li><li>• Aplicaciones deportivas(tenis)</li></ul>



<p><b>Hormigón Armado</b></p>	<p>Elaborar diferentes tipos de agregados</p>	<p>Hormigón y morteros estructural para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Columnas</li> <li>• Vigas</li> <li>• losas</li> <li>• Bloques de mampostería</li> <li>• Adoquines</li> <li>• Elementos prefabricados: Bloques, tejas etc.</li> <li>• Sub base de carreteras</li> <li>• Material de relleno y recubrimiento</li> <li>• Pistas forestales</li> </ul>
<p><b>Hormigón en Masa y Ciclópeo</b></p>	<p>Elaborar diferentes tipos de agregados</p>	<p>Hormigón armado y morteros para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rellenos,</li> <li>• Contra pisos</li> <li>• Cimientos</li> <li>• Suelos</li> <li>• Explanaciones.</li> <li>• Morteros</li> <li>• Elementos prefabricados: Bloques, tejas etc.</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de relleno y recubrimiento</li> <li>• Pistas forestales</li> </ul>
<b>Rocas</b>	Elaborar diferentes tipos de agregados	<p>Hormigón armado para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rellenos</li> <li>• zahorras</li> <li>• Contra pisos</li> <li>• Cimientos</li> <li>• Suelos</li> <li>• Explanaciones.</li> <li>• Morteros</li> <li>• Elementos prefabricados: Bloques, tejas etc.</li> <li>• Material para muros</li> <li>• Aplicaciones acústicas.</li> </ul>
<b>Metales</b>		Envió a un gestor autorizado de metal para la fabricación de nuevos productos
<b>Madera de construcción</b>		Envió a un gestor autorizado de madera para la fabricación de tableros aglomerados



<b>Plásticos</b>		Envió a un gestor autorizado de plástico
<b>Vidrio</b>		Envió a un gestor autorizado de vidrio
<b>Papel-cartón</b>		Envió a un gestor autorizado de papel-cartón.

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### 3.13. ¿Qué es una central o planta de reciclaje?

Son instalaciones de tratamiento de los residuos de construcción y demolición en las que se depositan, seleccionan, clasifican y valorizan las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objetivo de obtener producto final aptos para su utilización.

Las plantas de producción de áridos reciclados son bastante similares a las plantas de machaqueo de áridos naturales, incluyen machacadoras, cribas y dispositivos de transporte (cintas transportadoras, cangilones, etc.). Adicionalmente, disponen de equipos para eliminación de contaminantes y electroimanes para la selección de acero.

La planta de tratamiento debe asegurar unas máximas distancias de transporte, es decir situarse lo más cerca posible del centro de la ciudad donde se originan la mayoría de los residuos de la construcción y donde se da una más amplia demanda de los áridos reciclados. También se puede habilitar vertederos temporales de residuos (plantas de transferencia) y pequeñas plantas móviles que pueden emplearse para un tratamiento primario de los residuos.

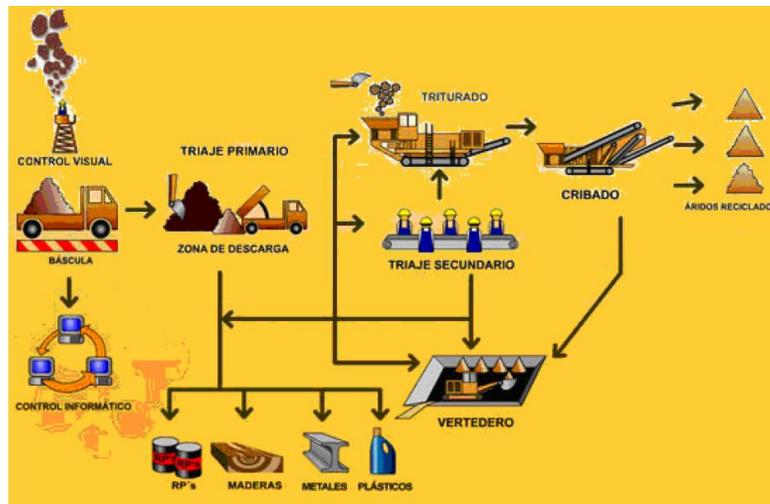
Los sistemas de procesamiento utilizados dependerán de la aplicación final que se le vaya a dar al material reciclado (material para relleno, para zahorras en firmes para carreteras u hormigón) y de la cantidad de impurezas que contenga.



**Las plantas se pueden clasificar en:**

- ✚ **Plantas de 1 generación:** carecen de mecanismos de eliminación de contaminantes a excepción del acero.
- ✚ **Plantas de 2 generación:** añade al tipo anterior sistemas mecánicos o manuales de eliminación de contaminantes previos al machaqueo y elementos de limpieza y clasificación del producto machacado por vía seca o húmeda, son las más extendidas en el reciclado de hormigón.
- ✚ **Plantas de 3 generación:** dirigida a una reutilización prácticamente integral de otros materiales secundarios considerados como contaminantes de los áridos generados.

### **Esquema general de la planta recicladora de RCyD**



FUENTE: *PLAN DE ESCOMBROS Y RESTOS DE OBRA DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA*

**Además, se pueden realizar otra clasificación de las plantas según su capacidad de desplazamiento en:** móviles, semidobles y fijas.

**Las plantas móviles,** están constituidas por maquinaria y equipos de reciclaje móviles que aun disponiendo de una ubicación de referencia como almacén suelen desplazarse a las obras para reciclar en origen. Utilizan un remolque de lecho plano como plataforma para el equipo de pre cribado, trituración, separación magnética y cribado



final junto con transportadoras conductos y controles. Los sistemas se pueden mantener montar en menos de un día mediante el despliegue de patas hidráulicas y la subida y alineación del equipo para conseguir un correcto flujo de materiales.

Pueden procesar hasta 100 toneladas a la hora, suponiendo que la alimentación sea del mismo tamaño y que se emplee la separación magnética y los sistemas de cribado. Estos equipos pueden procesar el material con tamaño inferior a 700 mm, siendo necesaria la reducción del tamaño del bloque mayor mediante martillos o cizallas hidráulicos.



FUENTE: *GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS CHILE*

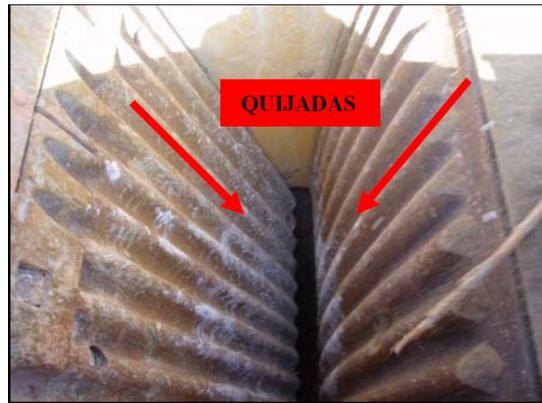
**Las plantas semidobles**, aunque también se entregan con camiones son más grandes que las unidades móviles y se pueden tardar hasta tres días en montarlas para su operación en un lugar determinado



**Las platas fijas**, son instalaciones de reciclaje ubicadas en un emplazamiento fijo, con autorización administrativa para el reciclaje de RCD, cuya maquinaria de reciclaje (fundamentalmente los equipos) son fijos y no operan fuera del emplazamiento donde están ubicados. Se montan de una forma permanente proporcionan la mayor gama de capacidad, estas son en líneas generales, similares a las empleadas para el machaqueo de áridos naturales si bien incorporan de forma específica elementos para la separación de impurezas y otros contaminantes. Generalmente incluyen varios procesos de trituración y pueden procesar entre 300 y 400 toneladas por hora.

Una vez procesados los áridos se acopian en la planta hasta su suministro. Para el caso particular de la producción de áridos de hormigón este acopio debe realizarse teniendo en cuenta que se deben almacenar por separado los áridos gruesos reciclados y los áridos finos reciclados.

El material que egresa tiene casi la misma calidad que el material "virgen" y ayuda a los productores a reducir costos, ya que es más económico hacer productos nuevos de material reciclado que fabricarlos desde cero.



FUENTE: *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS*

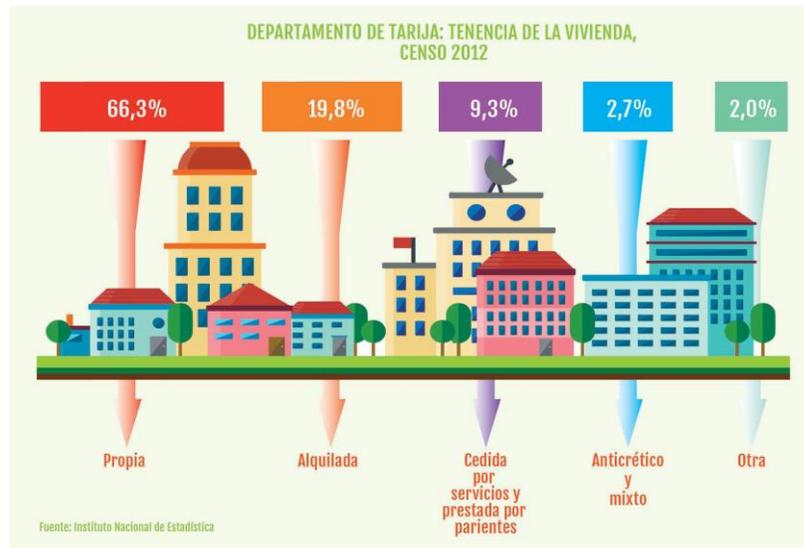
### 3.14. Hipótesis

**“Con el reciclado de los residuos de la construcción lograremos tener un mejor medio ambiente, con los cuales se elaborarán nuevos materiales que beneficiarán**



al 33,8% de la población que no cuenta con una vivienda digna en la ciudad de Tarija”.

La Mayoría de los tarijeños tienen vivienda propia, de los 11 municipios tarijeños existen 145.428 viviendas de ese total 143.124 viviendas son particulares y 2.304 son colectivas (hoteles, hospitales, asilos, cuarteles, y otros) con relación a la tendencia de las viviendas, la principal forma es la propia con 66.3%, seguida de la alquilada con 19.8%



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

Conociendo esta realidad sumando los porcentajes de viviendas alquiladas, cedida por servicios y prestada, anticréticos y mixto u Otras hay un 33.8 % que tienen viviendas que buscarían obtener su casa propia mediante ayudas del gobierno, planes sociales, créditos de bancos, etc.

Tarija cuenta con 117.521 casas, chozas, y pahuichis, 4.157 departamentos, 1.571 viviendas improvisadas, 17.918 cuartos o habitaciones sueltas 1.957 locales no destinado para la vivienda.

### 3.15. Definición y operacionalización de variables.



Es un proceso que se inicia con la definición de las variables en función de los factores estrictamente medibles a los que se llama indicadores.

Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.

**3.15.1. Variable independiente.** - Es la que causa los cambios, observados al termino del experimento en la variable dependiente, es la variable que se puede manipular o que puede ser asignada por el investigador. Es decir, son las condiciones manipuladas por el investigador a fin de producir ciertos efectos dentro de estas tenemos la siguiente.



**3.15.2. Variable dependiente.** – Es la que recoge los efectos producidos por la variable independiente. esta está relacionada con el problema investigado.

Están ambas muy ligadas a la hipótesis del experimento por la que la variable independiente en un experimento puede ser dependiente en otro.

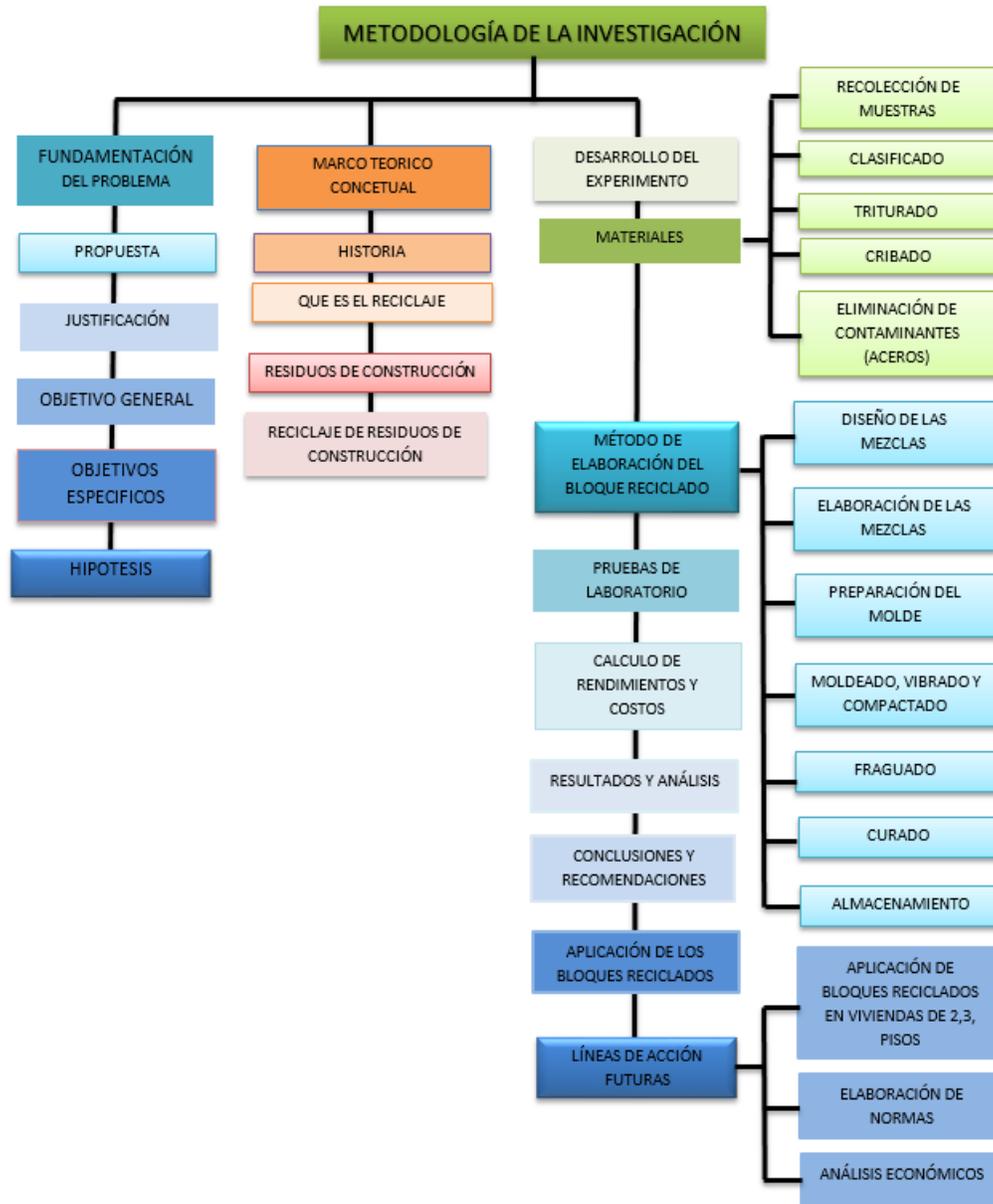


**CAPITULO IV**  
**DISEÑO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN**



## 4. Diseño teórico de la investigación

### 4.1. Diseño de la investigación



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

El diseño de la investigación es la planificación de la estrategia comprendida de lo que se debe hacer para responder a las preguntas de investigación, cumplir con los objetivos



del estudio y someter la hipótesis a prueba, dado que un diseño cuidadoso del estudio es fundamental para determinar la calidad de la investigación

El diseño de la presente investigación es experimental.

#### **4.2. Tipo de investigación experimental**

Es experimental porque utiliza durante su desarrollo experimentos y los principios encontrados en el método científico. Los experimentos resultan más efectivos para el alcance exploratorio, siendo las variables independientes manipuladas por el investigador.

Es experimental porque permitirá la observación de fenómenos que en primer momento es sensorial. Con el pensamiento abstracto se elaboran las hipótesis y se diseña el experimento, con el fin de reproducir el objeto de estudio, controlando el fenómeno para probar la validez de las hipótesis.

La investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas, que se realizan para recabar información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver.

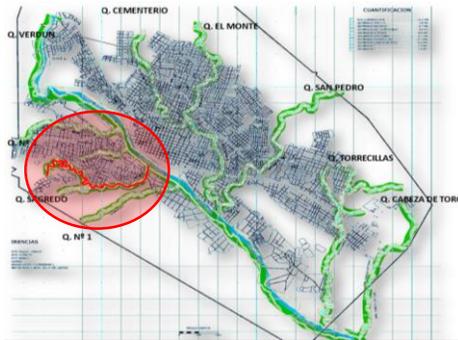
El objetivo de este tipo de investigación, se centre en identificar la dosificación adecuada de los bloques de hormigón para la resistencia a impactos ambientales como también reducir la contaminación ambiental que se produce por la mala disposición final que reciben los residuos de la construcción con un razonamiento hipotético-deductivo empleando respectivamente el diseño experimental como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

El tema en la ciudad de Tarija es poco estudiado a diferencia de otros países esto nos permitirá explorar, experimentar y mostrar un material nuevo a partir de los escombros.





## Quebrada Sagredo



Lugar	Día	Volumen Diario de Residuos (m3)
Quebrada Sagredo	1	116,4
Quebrada Sagredo	2	18
Quebrada Sagredo	3	16
Quebrada Sagredo	4	0
Quebrada Sagredo	5	20
Quebrada Sagredo	6	0
Quebrada Sagredo	7	14
<b>TOTAL</b>		<b>184,4</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 4.4.2. Proyección lineal para cada material de residuos

#### Tablas de proyección

Clases de Residuos											
Residuo en M3 aproximado por cada vehículo en una semana											
Volumen diario en M3 Quebrada "EL MONTE"											
TIPO DE RESIDUO	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Total semana	Total Mes	Total Año	Por las 5 Quebradas en la ciudad de Tarija
Hormigón en masa	20		1		2		3	26	104	5408	27040
Hormigón Armado	70	20			5		2	97	388	20176	100880
Mampostería de ladrillo	280	8	4		6		7	305	1220	63440	317200
Ladrillos	95		1		3		2	101	404	21008	105040
Tejas	43				1			44	176	9152	45760
Azulejos	19		1		2		2	24	96	4992	24960
Metal	2		0,5					2,5	10	520	2600
Madera	0,5						1	1,5	6	312	1560
Papel	2							2	8	416	2080
Carton	0,5				1			1,5	6	312	1560
Plastico	3				1			4	16	832	4160
Vidrio	1	2						3	12	624	3120
Carton- yeso	58		1				2	61	244	12688	63440
Tierra	50				3			53	212	11024	55120
Piedras	4		0,5					4,5	18	936	4680
Adove	40				1			41	164	8528	42640
Cañas	6							6	24	1248	6240
Ladrillos Gambote	14		1		2			17	68	3536	17680
Peligrosos	5						2	7	28	1456	7280
Mortero mixto	15		2		3		1	21	84	4368	21840



Clases de Residuos											
Residuo en M3 aproximado por cada vehículo en una semana											
Volumen diario en M3 Quebrada "SAGREDO"											
TIPO DE RESIDUO	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Total semana	Total Mes	Total Año	Por las 5 Quebradas en la ciudad de Tarija
Hormigón en masa	12	1,5			3			16,5	66	3432	17160
Hormigón Armado	15	2	3		2			22	88	4576	22880
Mampostería de ladrillo	17	4	6		3		3	33	132	6864	34320
Ladrillos		2						2	8	416	2080
Tejas					1			1	4	208	1040
Azulejos	4	2			1			7	28	1456	7280
Metal	0,5				1		1	2,5	10	520	2600
Madera								0	0	0	0
Papel							0,5	0,5	2	104	520
Carton	0,5							0,5	2	104	520
Plastico	0,5						0,5	1	4	208	1040
Vidrio					1			1	4	208	1040
Carton- yeso	7	1,5	3		3		3	17,5	70	3640	18200
Tierra		2						2	8	416	2080
Piedras	16							16	64	3328	16640
Above								0	0	0	0
Cañas								0	0	0	0
Ladrillos Gambote	4	2			2		4	12	48	2496	12480
Peligrosos	2				3		2	7	28	1456	7280
Mortero mixto	37,9		4					41,9	167,6	8715,2	43576

**Total por  
Semana**

**Por mes**

**Por Año**

**Multiplicado por cinco  
Quebradas**

**990,4 m3**

3961,4 m3

51500,58 m3

257502,9 m3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



## Proyección lineal del 2017 al 2034

Datos históricos	
Periodos	Cantidad Proyectada M3 Y
2017	257503
2018	515004
2019	772506
2020	1030008
2021	1287510
2022	1545012
2023	1802514
2024	2060016
2025	2317518
2026	2575020
2027	2832521,8
2028	3090023,7
2029	3347525,7
2030	3605027,6
2031	3862529,6
2032	4120031,5
2033	4377533,5
2034	4635035,4



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

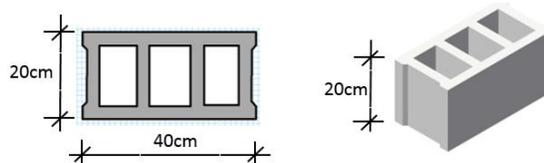
### 4.5. Muestra de estudio de bloques de hormigón 3 huecos reciclado

#### Población

Está conformada por el total de bloques de hormigón reciclado 3 huecos elaborados con residuos de la construcción.

#### Muestra

Está conformada por 6 bloques de hormigón reciclado 3 huecos con las siguientes dimensiones.



### 4.6. Aplicación de instrumentos de investigación

#### 4.6.1. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para cumplir con los objetivos planteados, se hizo necesario utilizar diferente



técnicas que facilitaron la elaboración del estudio. El trabajo se divide en cuatro etapas, empezando con una revisión bibliográfica y documentación del tema textos, normas, manuales entre otros, una segunda etapa donde se describen y seleccionan los materiales que se utilizaron, seguidamente la tercera etapa en la cual se realizaron los ensayos de resistencia a compresión de los bloques de Concreto Reciclado, por último la cuarta etapa, donde se analizaron los resultados del estudio y además del análisis económico de la construcción con estos tipos de materiales de reciclaje.

#### **4.6.2. Recopilación de información**

La metodología de la investigación proporciona una serie de herramientas teórico prácticas para la solución de problemas mediante el método científico. Este conocimiento representa una actividad de racionalización del entorno académico fomentando el desarrollo intelectual a través de la investigación sistemática de la realidad.

Durante esta etapa, se localizaron todas las fuentes de información posibles, tanto primarias como secundarias, que tuvieran relación directa. Se recurrió a la recopilación de datos tanto teórica como practica entre la teórica podemos decir que fue, a través de la consulta de textos, tesis y artículos que ayudaran a describir los materiales de reciclaje tales como, los residuos de demoliciones de concreto, así como también, la revisión de las Normas tanto nacionales y extranjeras que rigen la construcción de edificaciones y ensayos a elementos estructurales y no estructurales, como la Norma COVENIN MINDUR 277-344 de Colombia, como también se realizó la recolección practica de información como ser mediante el método de observación y método de encuesta/cuestionario para recabar la información necesaria como también se pasó a recolección de escombros para el reciclaje, toma de muestreo mediante la medición con la prensa hidráulica de los diferentes ensayos realizados.



**CAPITULO V**  
**MATERIALES Y HERRAMIENTAS A**  
**UTILIZAR**



## 5. Materiales y herramientas a utilizar

### Materiales

- ✓ Escombros de Hormigón Armado
- ✓ Escombros de Hormigón Ciclópeo
- ✓ Escombros de Hormigón en Masa
- ✓ Cemento
- ✓ Cal
- ✓ Agua

### Herramientas

- ✓ Mallas diferentes aberturas
- ✓ Combo
- ✓ Balanza
- ✓ Brocha
- ✓ Contenedores para la mezcla (balde)
- ✓ Barilejo
- ✓ Mezcladora
- ✓ Bloquera ponedora de accionamiento manual (prensa vibro compactadora)

### **Bloquera ponedora de accionamiento manual**

La bloquera ponedora de accionamiento manual es una prensa vibro-compresora maniobrable y de fácil operación, ha sido concebida para lograr un eficiente vibrado gracias a su motor vibrador monofásico y una cómoda manera de depositar los bloques recién fabricados directamente sobre el piso, eliminando con esto el tiempo de traslado de las unidades al lugar destinado para el fraguado cuentan con una producción de 1600 unidades cada 8 horas, chasis de gran resistencia con sistema de dos guías.



### Datos técnicos de la maquina:

M/eléctrico de un 1HP monofásico

Peso aproximado:150 kg

Dimensiones: largo, ancho y alto 108, 63 y 130cm

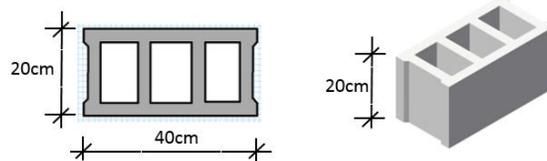
Tamaño del bloque producido:20x20x40

Unidades por ciclo: 2



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### Medidas de los bloques de hormigón reciclado 3 huecos: largo, ancho y alto



## 5.1. Materia prima, obtención y caracterización

### 5.1.1. Materiales utilizados para la base del hormigón

**Cemento:** Es un polvo fino, grisáceo, debido a las materias primas utilizadas en su elaboración. El cemento al ser mezclado con agua reacciona formando una pasta que endurece con el tiempo, por lo que se le llama cemento hidráulico. Esta materia se utiliza en la construcción como aditivo resistente a la compresión. Puede utilizarse cualquier cemento hidráulico para uso general en la construcción, aunque presta especial atención a la clase de resistencia del concreto. El cemento utilizado para este tipo de bloques es el cemento el puente especial TIPO IP-30(NB011)

**Agregado fino:** El agregado fino, más comúnmente llamado arena, constituye la mayor parte del porcentaje en peso del concreto. Este porcentaje puede llegar a superar el 60% del peso del concreto fraguado y endurecido.



El agregado fino consiste en arena natural proveniente de canteras aluviales o de arena producida artificialmente mediante procesos de trituración. La forma de las partículas deberá ser generalmente cúbica o esférica y razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas. La arena natural estará constituida por fragmentos de roca limpios, duros, compactos y durables.

**Agregado grueso:** El agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado, como por ejemplo el lavado. La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de roca o grava triturada deberá ser generalmente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños.

Los agregados son un componente importante de los bloques, ya que consisten en un 85% a 90% de la unidad. Deben tener la posibilidad de aglutinarse por medio del cemento hidráulico para formar un cuerpo sólido, por lo que es muy importante su limpieza y durabilidad ya que influye grandemente en el producto final.

**Agua:** El agua para la mezcla de concreto debe estar limpia. El agua buena para beberse es buena para el concreto, siempre que no contenga aceites, azúcares o residuos de cítricos. Si se usa agua sucia, el concreto será poco resistente y se dañará con facilidad. El agua de ríos y quebradas, puede usarse si no está turbia y está libre de desechos orgánicos, en especial los de origen vegetal como hojas, raíces y humus. No es recomendable utilizar cualquier tipo de agua turbia, salada, con sales minerales, sulfurosas, carbonatadas, amargas y ninguna contaminada. Si se tiene duda sobre la calidad del agua, se llena una botella con agua de la fuente que se desea utilizar. Si después de 24 horas de reposo está todavía turbia o coloreada, no debe de usarse.



## 5.2. Obtención y caracterización del material de reciclaje

El proceso del reciclaje de residuos de la construcción (escombros) consiste en la reconversión de los residuos en nuevas materias primas que pueden ser utilizados en la fabricación de nuevos materiales y así ser reincorporados de nuevo al ciclo productivo, para lo cual se requiere que el residuo pase por las siguientes etapas.

### 5.2.1. Recogida y transporte



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

El proceso de reciclaje comienza con la recogida y transporte de los escombros y su posterior traslado al lugar donde serán posteriormente procesados, la recolección se llevó a cabo meses previos del desarrollo del experimento. Los puntos de donde se recolectaron más fueron los botaderos Municipales como también de los diferentes botaderos clandestinos como ser la quebrada de el Monte, la quebrada Sagredo como



también otras quebradas sin nombre, donde serán separados en distintas fracciones según su volumen y granulometría.

### 5.2.2. Triaje primario

Es el proceso que describe las acciones o procedimientos para clasificar determinados componentes o materiales en distintas fracciones según su volumen y granulometría.

Primeramente, se procede a inspeccionar visualmente el material para su posterior clasificación donde se realiza una primera selección de materiales donde son separados los residuos orgánicos, los considerados tóxicos y peligrosos, metálicos, maderas, plásticos, papel y cartón como también la fracción pétreo de distinta granulometría.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



Todos los materiales (subproductos) seleccionados en este proceso son recogidos en contenedores y almacenados en las zonas de clasificación para su posterior reciclado y/o reutilización.

Los materiales aptos para ser reciclados son reintroducidos en el ciclo comercial correspondiente a través de empresas especializadas para cada caso, el material resultante es enviado donde pueda transformarse en nuevos productos, en el caso de residuos orgánicos y basura doméstica son enviados a instalaciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Los residuos considerados peligrosos como los amiantos, disolventes, fibras minerales, etc. son considerados material de rechazo que se incorporan a un vertedero controlado donde reciben tratamientos específicos que aseguren su gestión adecuada.

La fracción pétreo será trasladada a la planta de reciclaje de residuos de construcción donde serán sometidos a diferentes procesos.

### **5.2.3. Tratamiento de residuos pétreos (triturado)**

Los escombros para ser reciclados requieren de tratamientos relativamente simples para ser convertidos en granulados el cual comienza con el triturado.

#### **Triturado**

En este caso solo trataremos todo lo referido a los siguientes escombros por ser los de mayor cantidad los cuales son los siguientes:

#### **Hormigón en Masa**

#### **Hormigón Armado**

#### **Prefabricados:**

-  **Baldosas y Bordillos**
-  **Bloques de Hormigón**
-  **Tuberías de Hormigón**

#### **Mampostería de ladrillo**





FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Con los escombros ya seleccionados se procedió al triturado de forma manual con la ayuda de un martillo para reducir su tamaño.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



#### 5.2.4. Cribado

Cuando hablamos de cribado nos referimos a clasificar los materiales atravésó de mallas de diferentes aberturas a fin de obtener los áridos de diferente granulometría.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

#### 5.2.5. Áridos reciclados obtenidos

La granulometría del árido, su forma y tamaño afectaran considerablemente a las propiedades del hormigón tanto en estado fresco (consistencia, docilidad, homogeneidad y densidad del hormigón) como endurecido (densidad, compacidad, permeabilidad y resistencia al desgaste); así como en la capacidad del mismo para conformar un prefabricado.

La distribución granulométrica del conjunto del árido tiene una importancia decisiva en las características del bloque de hormigón por lo cual se obtuvieron tres tipologías de agregados como ser:



**Grava tamiz # 3/8**



**Grava tamiz N° 4**



**Arena tamiz N° 2**



**Grava tamiz # 3/8**



**Arena tamiz N° 2**



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

El material que egresa tiene las mismas características que el material “virgen”

### **5.3. Desarrollo experimental**

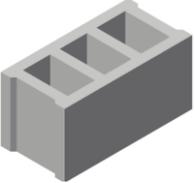
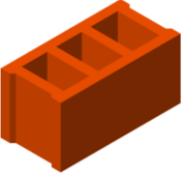
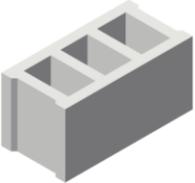
#### **5.3.1. Diseño de las mezclas**

Para la elaboración del diseño de las mezclas se tomó en cuenta el uso final al que será destinado los bloques ya que estos deben satisfacer los requisitos de resistencia.

Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones en que entran los componentes al preparar la mezcla puede hacerse tanto por volumen como por peso en este caso se hará por peso ya que es la de mayor precisión y menor variación entre una y otra, para pesar adecuadamente el material se deberá contar con una balanza.

La dosificación del material tendrá una relación de: **1:5; 1:7½; 1:10**



Bloques de H	Cantidad	Tipo B	Dimensión		
			Ancho	Alto	Largo
<b>1:5</b> (1:2-3)	6		20*20*40		
		<b>TIPO B-2</b>			
<b>1:7½</b> (1:5:2½)	6		20*20*40		
		<b>TIPO A-3</b>			
<b>1:10</b> (1:5:3-2)	6		20*20*40		

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

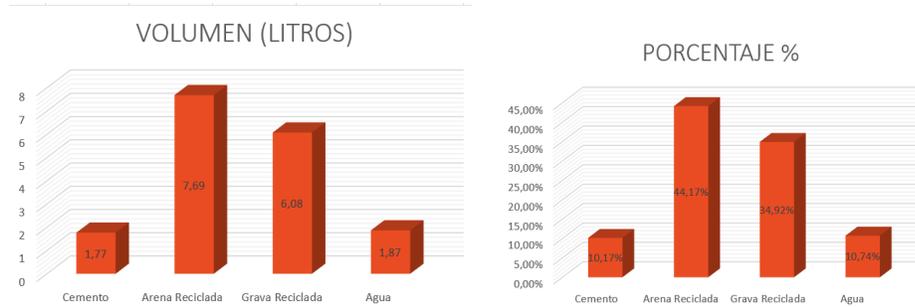
### 5.3.2. Rendimiento por bloque según cada dosificación

#### Rendimiento de materiales utilizados para la tipología B



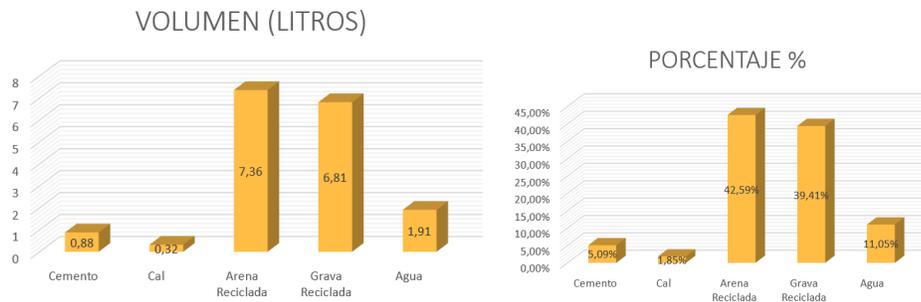
FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### Rendimiento de materiales utilizados para la tipología B-2



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### Rendimiento de materiales utilizados para la tipología A-2



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### 5.3.3. Tipos de tamices utilizados en cada dosificación para elaborar un bloque

Tipo	Tamiz $\phi$ 2"	Tamiz $\phi$ 1/4"	Tamiz $\phi$ 3/8"
	Volumen	Volumen	Volumen
B	4.33	2.95	2.95
B-2	7.69	3.04	3.04



A-3	7.36	3.40	3.40
-----	------	------	------

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Se elaboraron 18 muestras, tomando en cuenta diferentes combinaciones cemento, arena y grava, las ultimas obtenidas del reciclado de los escombros. Para que en base a estas muestras elaboradas se proceda a probar las propiedades físicas y mecánicas que tenemos como objetivo.

#### **5.3.4. Elaboración de la mezcla**

Definido el proporciónamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar, se dispondrá de arena reciclada, luego, encima el agregado grueso también reciclada; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando una pala, será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales hasta que tenga un color uniforme. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas de modo que se distribuya bien la humedad y quede de color completamente uniforme.

#### **Relación agua/cemento**

Uno de los indicadores más importantes en todo diseño de mezcla es el contenido del agua en el concreto a menor cantidad de agua, aumenta la concentración de la pasta agua-cemento y se logran mayores resistencias; se reducen los poros del concreto y se aumenta la durabilidad del mismo. Hay que utilizar la menor cantidad de agua que permita la trabajabilidad y manejabilidad del concreto. Usar más agua es hacer concreto menos resistente y menos durable, ya que la pasta agua-cemento es lo que pega los agregados, se diluye y baja la resistencia.

Los prefabricados se producen con mezclas secas por lo que esta relación es muy baja.





FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### **5.3.5. Preparación del molde**

Para elaborar los bloques se procedió a revisar que el molde de la maquina bloquera ponedora que esté en buen estado y limpio posteriormente se procede a engrasar la máquina y a recubrir con aceite quemado o polvillo selecto para evitar que los bloques se peguen a ella para luego proceder al vaciado de la mezcla.

### **5.3.6. Moldeado, vibrado y compactación del bloque de hormigón 3 huecos reciclado**

Para que el sistema mecánico realice la función de vibro-compactación se requiere de una maquina bloquera ponedora donde obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico, el método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla, se aplica la vibración al molde por un promedio de tres segundos para acomodar la mezcla, se vuelve a llenar el molde hasta el ras y se quitan los excesos con la tabla o bandeja, se procede nuevamente al vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, si se deja mucho tiempo puede producirse segregación de los agregados.

La vibración es el método de asentamiento más práctico y eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.



La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodo y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

La vibración queda determinada por su frecuencia e intensidad. Un factor de considerable importancia es el tiempo que dura el proceso de vibración. Este tiempo depende, entre los factores más importantes, de la frecuencia de vibración, de la calidad del agregado, de la riqueza en cemento de la mezcla; al aumentar la frecuencia disminuye el tiempo de vibrado, sin embargo, la vibración muy enérgica y prolongada puede producir efectos desfavorables, **la vibración se da por completa cuando la lechada de cemento empieza a fluir a la superficie.**

Después de haber realizado la vibración con la ayuda de la vibro compresora se procede a realizar el prensado que consiste en soltar los bujes que se encuentra en reposo cuando estos se desactivan los bujes se desplazan hacia abajo por efecto de la gravedad llevándose a cabo la compresión de la mezcla mientras esta vibra y ayuda al desmolde del producto. En las máquinas "ponedoras", las unidades se colocan directamente sobre el piso, las cuales se permanecen ahí hasta que termine la etapa del fraguado.



El piso donde se deposita debe ser una superficie plana y firme, que permita seguir el proceso de fabricación de una manera apropiada. La vibración es muy método de asentamiento muy eficaz que al ser combinada con la compactación ofrecen características bien definidas a los bloques de concreto.

### **5.3.7. Fraguado del bloque de hormigón 3 huecos reciclado**

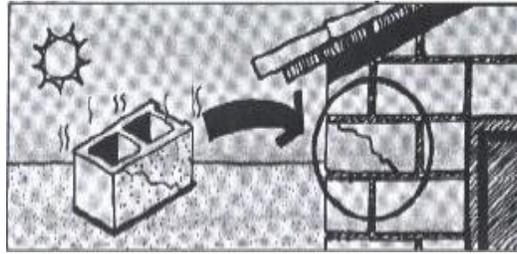
Se llama fraguado, al proceso de endurecimiento inicial del concreto hasta que se puedan mover sin dañarlos. Una vez fabricados deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que se puedan fraguar sin secarse. Si los bloques se dejarán expuestos al sol o al viento fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reduciría la resistencia final de las unidades.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

El período de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques 24 horas. Luego de este tiempo, posterior a ello se transportan al sitio donde se someterán al curado.





FUENTE: *BLOQUES DE HORMIGÓN (ALUBRY SAN LUIS)*

### 5.3.8. Curado del bloque de hormigón 3 huecos reciclado

El curado consiste en mantenerlos húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad, es decir, gran resistencia. Cuando se ponen a secar inmediatamente, no se deja que el cemento reaccione con el agua, que es lo que produce la resistencia del concreto, lo que origina bloques pocos resistentes y quebradizos.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



El curado consiste en mantener los bloques, durante los primeros siete días por lo menos, en condiciones de humedad y temperatura de 17 grados centígrados; necesarias para que se desarrolle las propiedades físicas y mecánicas que garanticen su calidad, que posteriormente se verificaran con los ensayos de laboratorio tomando como referencia que al séptimo día adquieren el 70% y en el día 14 y 28 se alcanza el 85% y 100% respectivamente simulando la mayor resistencia del bloque.

Para curar los bloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Una manera de curarlos es rociarlos con manguera (preferiblemente con atomizador) de manera que no se sequen en ningún momento.

Otra forma de curarlos es recubrirlos con brines o mantas de algodón mojadas permanentemente, o con láminas de plástico que formen un ambiente hermético que evite la pérdida de humedad por evaporación. La cobertura con plásticos negros y exposición al sol acelera el desarrollo de resistencia siempre que los bloques se mantengan húmedos.

El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días.

Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



### 5.3.9. Almacenamiento y entrega del producto

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente para mantener la producción y permitir que después del curado se sequen lentamente. Esta zona debe ser totalmente cubierta para evitar que las unidades se humedezcan con la lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

Se recomienda utilizar un entarimado igual al que se presentó para el proceso de curado. Si no se cuenta con ello, se pueden formar columnas de máximo nueve bloques, debidamente aislados de la humedad del piso. La distribución de los bloques durante el almacenamiento debe permitir el fácil acceso a cada uno de los diferentes lotes o arrumes.

Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte.

Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### 5.4. Pruebas de laboratorio aplicadas a los bloques de hormigón



Para realizar las pruebas de laboratorio la pieza tubo que cumplir con los 28 días de elaboración ya que es en ese tiempo donde esta adquiere su resistencia verdadera.

Los pasos durante las pruebas de laboratorio se realizaron como se hace comúnmente difiriendo algunos pasos con las normas ya que se consideró que sería más adecuado debido a los tipos de materiales empleados para elaborar las piezas.

#### **5.4.1. Ensayos físicos**

##### **Apariencia y acabados para la dosificación 1:5**

##### **Modelo B**



##### **Modelo B-2**



##### **Modelo A-3**





FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Todas las unidades deben estar sanas y no deben tener fisuras ni otros defectos que interfieran con el proceso de colocación de la unidad apropiado o que perjudiquen significativamente la resistencia o permanencia de la construcción. Las fisuras menores, inertes al método de fabricación, o alas desportilladuras menores que resultan de los métodos usuales de manipulación en el despacho y en la entrega, no son motivo de rechazo.

Las unidades que se van a utilizar como base para un recubrimiento posterior, deben tener una superficie con una textura lo suficientemente abierta que permita una buena adherencia.

Cuando las unidades se van a utilizar en construcciones de mampostería expuesta, la pared o paredes de las unidades, que van a estar expuestas, no deben presentar desportilladuras ni grietas, ni se permiten otras imperfecciones visibles al observarlas desde una distancia igual o mayor de 6m, con una fuente de luz difusa.

El 5% del envío puede tener pequeñas fisuras, o desportilladuras no mayores de 25 mm en cualquier dimensión y fisuras verticales de no más de 0.5 mm de ancho y una longitud no mayor que el 25% de la altura nominal de la unidad.

El color y la textura los debe especificar el comprador y todos los parámetros de acabado de las paredes de la unidad que van a ir expuestas, debe estar de acuerdo con la muestra aprobada, de dos unidades, que representan el intervalo permitido en la textura y dos en el color.



#### 5.4.2. Pesado de los bloques de hormigón 3 huecos reciclados



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Primeramente, se procedió a pesar los prototipos para obtener el peso de cada uno para posteriormente realizar los diferentes ensayos.

#### Muestra B

Tipo	Peso Kg
B	19.255
B	18.835
B	19.015
<b>Promedio</b>	<b>19.035</b>

#### Muestra B-2

Tipo	Peso Kg
B-2	17.435
B-2	17.155
B-2	17.760
<b>Promedio</b>	<b>17.45</b>



### Muestra A-3

Tipo	Peso Kg
A-3	13.935
A-3	13.215
A-3	13.230
<b>Promedio</b>	<b>13.46</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Una vez pesadas las piezas se toman las dimensiones, para poder obtener el volumen y el área.

Volumen neto del bloque = **0.1304m<sup>3</sup>**

Volumen bruto del bloque = **0.016m<sup>3</sup>**

Área del bloque = **0.024168 m<sup>2</sup>**

#### 5.4.3. Dimensiones de los bloques de hormigón 3 huecos reciclados

Las dimensiones de una unidad de mampostería están definidas como su espesor, su altura y su longitud. Para cada una de ellas existe tres tipos de dimensiones, según el propósito:

**Las dimensiones reales:** son la medida directamente sobre la unidad al momento de evaluar su calidad.



**Las dimensiones estándar:** son las designadas por el fabricante en su catálogo o pliego (dimensiones de producción).



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

**Muestra 1**

Tipo	Dimensiones reales			Dimensiones estándar		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
B	39.90	20.00	19.90	40.00	20.00	20.00
B	39.80	20.00	19.80	40.00	20.00	20.00
B	39.90	20.00	19.90	40.00	20.00	20.00
PROMEDIO	39.86	20.00	19.86	40.00	20.00	20.00

**Muestra 2**

Tipo	Dimensiones reales			Dimensiones estándar		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto



B-2	39.90	20.00	20.00	40.00	20.00	20.00
B-2	39.80	20.00	19.80	40.00	20.00	20.00
B-2	39.90	20.00	19.90	40.00	20.00	20.00
PROMEDIO	39.86	20.00	19.90	40.00	20.00	20.00

### Muestra 3

Tipo	Dimensiones reales			Dimensiones estándar		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A-3	39.90	20.00	19.85	40.00	20.00	20.00
A-3	39.90	20.00	19.90	40.00	20.00	20.00
A-3	39.80	20.00	19.80	40.00	20.00	20.00
PROMEDIO	39.86	20.00	19.85	40.00	20.00	20.00

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

#### 5.4.4. Tolerancias

Las unidades para mampostería estructural deben tener dimensiones reales que difieran de las dimensiones estándar en no más de 2 mm para la longitud, y en no más del 1% para el espesor y la altura.

#### 5.5. Resistencia a compresión (rotura a compresión)



La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería, es su propiedad más importante para mamposterías portantes que se realiza a los 28 de ser fabricados; en general no sólo define el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia al intemperismo o cualquier otra causa de deterioro.

Los bloques después de ser convenientemente curados deben tener una resistencia a la compresión igual o mayor al 80%.



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Posteriormente se procedió a la realización del ensayo a compresión en una prensa hidráulica que funciona con líquido(aceite). Este equipo es de origen alemán, funciona con una palanca como si fuera un gato hidráulico al ejercer movimiento a la palanca de la prensa empieza a levantar su plataforma de apoyo del elemento a ser prensado hasta que este hace contacto con la parte superior que es un apoyo que ejerce presión y la aguja empieza a aumentar su valor indicativo de la resistencia del bloque hasta que se rompe en su máxima resistencia dejando de moverse la aguja.

Después de haber conocido las características de la prensa pasamos a realizar lo que es el ensayo, se colocó cada bloque en la misma dirección que las cargas o pesos propios actúan sobre los bloques en la conformación de una pared, sobre la base de la máquina, posteriormente se colocó una madera y plancha de acero sobre la superficie superior e inferior de la muestra antes de ejercer la presión sobre la misma para lograr una mejor distribución de los esfuerzos, este método de ensayo consiste en la aplicación de una



carga axial de compresión a los bloques moldeados a un ritmo que está dentro de un rango prescrito hasta que ocurra la falla.

### 5.5.1. Resistencia a compresión obtenidas por las tres mezclas de concreto

Para el cálculo de resistencia de compresión de las muestras, se promedió el valor por día de ensayo, para de esa forma obtener los valores de resistencia la cual se obtienen de la siguiente formula.

$$R_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

**R<sub>c</sub>**= Resistencia a compresión kg/cm<sup>2</sup>

**P**= Carga máxima aplicada

**A**= Área de la sección transversal del bloque en cm<sup>2</sup>

		FUERZA APLICADA (kN)	FUERZA APLICADA (kg)	AREA DE CONTACTO CM <sup>2</sup>	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
PRUEBA 1		140 kN	14275 Kg	241,68 cm <sup>2</sup>	29,53 Kg/cm <sup>2</sup>
TIPOLOGIA B					
PRUEBA 2		180 kN	18354,60 Kg	241,68 cm <sup>2</sup>	37,97 Kg/cm <sup>2</sup>
PRUEBA 3		145 kN	14785,65 Kg	241,68 cm <sup>2</sup>	30,58 Kg/cm <sup>2</sup>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



### RESISTENCIA Kg/Cm2

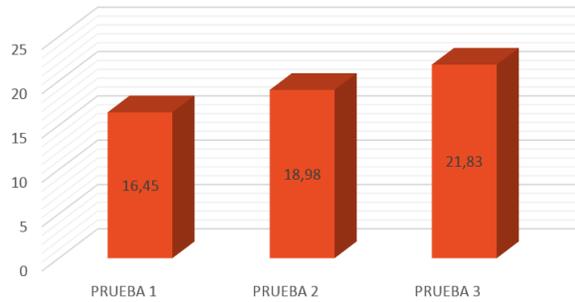


TIPOLOGIA B-2

	FUERZA APLICADA (KN)	FUERZA APLICADA (Kg)	AREA DE CONTACTO CM2	RESISTENCIA (Kg/cm2)
FUENTE: <i>ELABORACIÓN PROPIA</i>				
PRUEBA 1 	78 KN	7953,66 Kg	241,68 cm2	16,45 Kg/cm2
PRUEBA 2 	90 KN	9177,30 Kg	241,68 cm2	18,98 Kg/cm2
PRUEBA 3 	104 KN	10604,88 Kg	241,68 cm2	21,93 Kg/cm2

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### RESISTENCIA Kg/Cm2



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

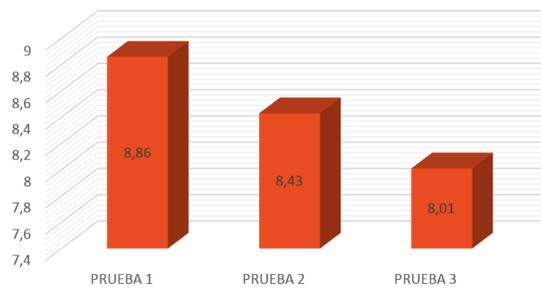


### Tipología A-3

		FUERZA APLICADA (KN)	FUERZA APLICADA (Kg)	AREA DE CONTACTO CM2	RESISTENCIA (Kg/cm2)
TIPOLOGIA A-3	PRUEBA 1	42 KN	4282,74 Kg	241,68 cm2	8,86 Kg/cm2
	PRUEBA 2	40 KN	4078,80 Kg	241,68 cm2	8,43 Kg/cm2
	PRUEBA 3	38 KN	3874,86 Kg	241,68 cm2	8,01 Kg/cm2

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

RESISTENCIA Kg/Cm2



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Los datos obtenidos nos permitieron determinar la resistencia a compresión ( $R_c$ ), calculada la dividir la carga máxima en (Cm) soportada en kilogramos (kg) por la superficie bruta (Sb) de bloque en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>), según lo que indica la norma COVENIN 42-82. Y según la cual debe alcanzar valores entre 4-6 MPa para piezas individuales, con incremento aproximado de 10% para el promedio de una muestra de 3 unidades.

Tipo de bloque	Promedio de 3 bloques (kg/cm2)	1 Bloque (kg/cm2)
----------------	--------------------------------	-------------------



<b>B</b>	65.41	65.61
<b>B-2</b>	38.26	38.26
<b>A-3</b>	16.87	16.87

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Valores altos de resistencia a compresión son indicio de bloques que conformarán una mampostería de buena resistencia y durabilidad, por el contrario, bajas resistencias producirán muros poco durables.

La resistencia a compresión es, obviamente, el parámetro más importante para la mampostería estructural, motivo por el cual, sus componentes juegan un papel primordial para el diseño estructural.

## **CAPITULO VI**

### **RENDIMIENTOS Y COSTOS**





## 6. Rendimientos y costos

### 6.1. Calculo de rendimientos

Para realizar el cálculo de rendimientos se utilizó tres tipos de dosificación como se muestra en la tabla siguiente:

Tipología	Dosificación	Observaciones
<b>B</b>	<b>1:5</b>	<b>1:2*:3**</b>
<b>B-2</b>	<b>1:7½</b>	<b>1:5*:2½**</b>
<b>A-3</b>	<b>1:10</b>	<b>½-½: 5*:5**</b>

#### NOTA

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

\*= Arena Reciclada

\*\*= Grava Reciclada

#### 6.1.1. Cantidad de materiales para la base de cada mezcla

Después de haber visto el procedimiento de elaboración de los bloques de hormigón se procedió a realiza el cálculo de cantidades.

Para la elaboración del producto en la prueba piloto se realizaron 6 muestras de cada tipología de bloques de hormigón, con las cantidades siguientes.

Peso de balde vacío 0.54KG



### Dosificación B 1:5 para 6 bloques

Material	Volumen		Peso
	Litros	M3	
Cemento	11.47	0.01147	11.47
Arena Reciclada	26.00	0.02600	26.00
Grava Reciclada	36.02	0.03602	36.02
Agua	9.46	0.00946	9.46

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### Dosificación B-2 1:71/2 para 4 bloques

Material	Volumen		Peso
	Litros	M3	
Cemento	7.11	0.00711	7.11
Arena Reciclada	30.78	0.03078	30.78
Grava Reciclada	24.32	0.02432	24.32
Agua	7.46	0.00746	7.46

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



### Dosificación A 1:10 para 6 bloques

Material	Volumen		Peso
	Litros	M3	
Cemento	3.01	0.00301	3.01
Cal	1.93	0.00193	1.93
Arena Reciclada	44.21	0.04421	44.21
Grava Reciclada	40.89	0.04089	40.89
Agua	11.46	0.01146	11.46

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### 6.1.2. Calculo de rendimientos por bloque de hormigón reciclado

Después de haber visto las diferentes dosificaciones de los bloques de hormigón se procedió a realiza el cálculo de rendimiento de materiales para posteriormente ver cuánto de material me entraría en la elaboración de cada bloque en las diferentes dosificaciones para luego sacar su costo unitario.

### Rendimiento B

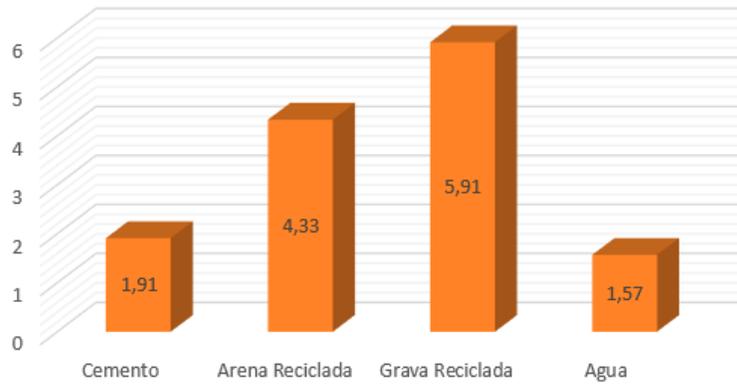
Material	Volumen		Peso
	Litros	M3	
Cemento	1.91	0.00191	1.91
Arena Reciclada	4.33	0.00433	4.33
Grava Reciclada	5.91	0.00591	5.91



Agua	1.57	0.00157	1.57
------	------	---------	------

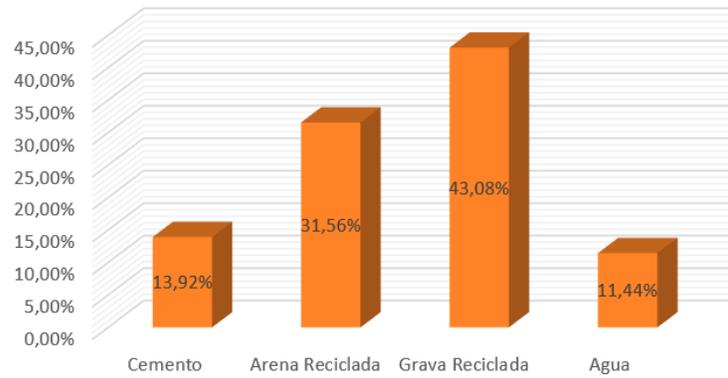
FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### VOLUMEN (LITROS)



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### PORCENTAJE %



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

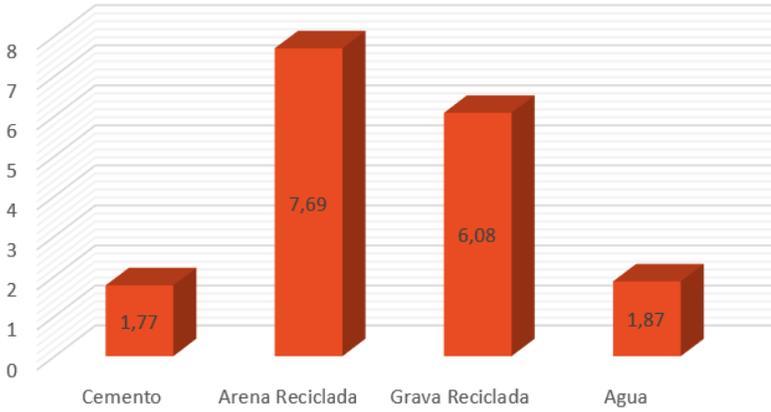


**Rendimiento B-2**

Material	Volumen		Peso
	Litros	M3	
Cemento	1.77	0.00177	1.77
Arena Reciclada	7.69	0.00769	7.69
Grava Reciclada	6.08	0.00608	6.08
Agua	1.87	0.00187	1.87

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

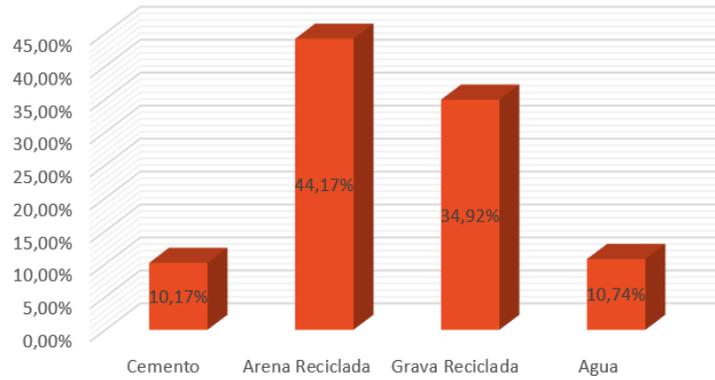
**VOLUMEN (LITROS)**



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



## PORCENTAJE %



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

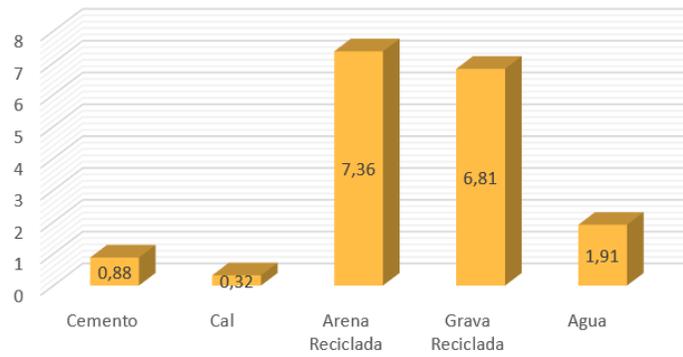
### Rendimiento A-3

Material	Volumen		Peso
	Litros	M3	
Cemento	0.50	0.00054	0.50
Cal	0.32	0.00032	0.32
Arena Reciclada	7.36	0.00736	7.36
Grava Reciclada	6.81	0.00681	6.81
Agua	1.91	0.00191	1.91

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

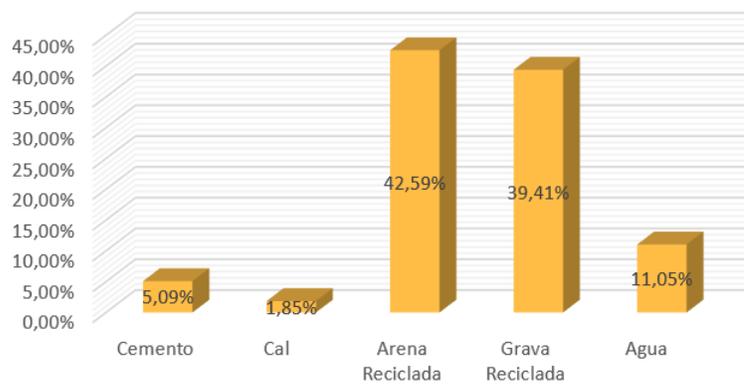


## VOLUMEN (LITROS)



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

## PORCENTAJE %



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



**6.2. Calculo de precio unitario para elaborar una pieza de bloque de hormigón  
3 huecos reciclado**

Ítem: <b>MODELO B</b> Proyecto: <b>PRESUPUESTO</b>		Unidad: <b>pza.</b> Fecha: <b>08 /Diciembre/2017</b> Tipo de cambio: <b>6.96</b>			
<b>N</b>	<b>INSUMO/PARAMETRO</b>	<b>Unid.</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unitario(bs)</b>	<b>Parcial(bs)</b>
<b>A</b>	<b>MATERIAL</b>				
	Cemento	kg	1.91	1.08	2.06
	Arena Reciclada	M3	0.00433	200.00	0.86
	Grava Reciclada	M3	0.00591	200.00	1.18
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>4.10</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Obrero	Horas	0.16	2.00	0.32
	<b>TOTAL, DE MANO DE OBRA</b>				<b>0.32</b>
<b>C</b>	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				
	Bloquera Ponedora manual				
	Herramientas menores				
	<b>TOTAL DE EQUIPO</b>				<b>0.05</b>
	SUB TOTAL				
	PARCIAL				
<b>E</b>	<b>TOTAL ITEM</b>				<b>4.47</b>
	<b>PRECIO ADOPTADO</b>				<b>4.47</b>
	<b>SON: Cuatro con 47/100 Bs</b>			<b>Bolivianos</b>	<b>4.47</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Siendo un total **cuatro con 47/100 bolivianos** que se invirtieron en la fabricación de un bloque hueco de hormigón reciclado.



Ítem: <b>MODELO B-2</b> Proyecto: <b>PRESUPUESTO</b>		Unidad: <b>pza.</b> Fecha: <b>08 /Diciembre/2017</b> Tipo de cambio: <b>6.96</b>			
N	INSUMO/PARAMETRO	Unid.	cantidad	Unitario(bs)	Parcial(bs)
<b>A</b>	<b>MATERIAL</b>				
	Cemento	kg	1.77	1.08	1.91
	Arena Reciclada	M3	0.00759	200.00	1.51
	Grava Reciclada	M3	0.00608	200.00	1.21
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>4.63</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Obrero	Horas	0.16	2.00	0.32
	<b>TOTAL, DE MANO DE OBRA</b>				<b>0.32</b>
<b>C</b>	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				
	Bloquera Ponedora manual				
	Herramientas menores				
	<b>TOTAL DE EQUIPO</b>				<b>0.05</b>
	SUB TOTAL				
	PARCIAL				
<b>E</b>	<b>TOTAL ITEM</b>				<b>5.00</b>
	<b>PRECIO ADOPTADO</b>				<b>5.00</b>
	SON: <b>Cinco Bs</b>			Bolivianos	<b>5.00</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Siendo un total **cinco bolivianos** que se invirtieron en la fabricación de un bloque de hormigón reciclado



Ítem: <b>MODELO A-3</b> Proyecto: <b>PRESUPUESTO</b>		Unidad: <b>pza.</b> Fecha: <b>08 /Diciembre/2017</b> Tipo de cambio: <b>6.96</b>			
N	INSUMO/PARAMETRO	Unid.	cantidad	Unitario.(bs)	Parcial(bs)
<b>A</b>	<b>MATERIAL</b>				
	Cemento	Kg	0.50	1.08	0.54
	Cal	Kg	0.32	1.42	0.45
	Arena Reciclada	M3	0.00736	200.00	1.47
	Grava Reciclada	M3	0.00681	200.00	1.36
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>3.82</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Obrero	Horas	0.16	2.00	0.32
	<b>TOTAL, DE MANO DE OBRA</b>				<b>0.32</b>
<b>C</b>	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				
	Bloquera Ponedora manual				
	Herramientas menores				
	<b>TOTAL DE EQUIPO</b>				<b>0.05</b>
	SUB TOTAL				
	PARCIAL				
<b>E</b>	<b>TOTAL ITEM</b>				<b>4.19</b>
	<b>PRECIO ADOPTADO</b>				<b>4.19</b>
	SON: Cuatro con 19/100 Bs			Bolivianos	<b>4.19</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Siendo un total **de cuatro con 19/100 bolivianos** que se invirtieron en la fabricación de un bloque de hormigón reciclado



**6.2.1. Calculo de precio unitario para elaborar 1 M2 de muro de bloques de hormigón 3 huecos reciclado**

Ítem: <b>MURO DE BLOQUE DE HORMIGÓN 3HUECOS RECICLADO e=20cm MODELO B</b> Proyecto: <b>PRESUPUESTO</b>		Unidad: <b>M2</b> Fecha: <b>09 /Diciembre/2017</b> Tipo de cambio: <b>6.96</b>			
<b>N</b>	<b>INSUMO/PARAMETRO</b>	<b>Unid.</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unitario(bs)</b>	<b>Parcial(bs)</b>
<b>A</b>	<b>MATERIAL</b>				
	Bloque de Hormigón reciclado tipología B	pza.	10.56	4.47	47.20
	Cemento	Kg	9.00	1.08	9.48
	Arena reciclada	M3	0.04	200.00	8.00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>64.68</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Albañil	Horas	1.30	17.50	22.75
	Peón	Horas	1.50	11.24	16.86
	<b>TOTAL, DE MANO DE OBRA</b>				<b>39.61</b>
<b>C</b>	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				
	Herramientas menores				
	<b>TOTAL DE EQUIPO</b>				<b>5.94</b>
	SUB TOTAL				
	PARCIAL				
<b>E</b>	<b>TOTAL ITEM</b>				<b>110.23</b>
	<b>PRECIO ADOPTADO</b>				<b>110.23</b>
	<b>SON: Ciento diez con 23/100 Bs</b>			<b>Bolivianos</b>	<b>110.23</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Siendo un total **Ciento diez con 23/100 bolivianos** que se invirtieron en la construcción de un muro de bloque de hormigón de 3huecos reciclado e=20cm



<b>Ítem: MURO DE BLOQUE DE HORMIGÓN 3HUECOS RECICLADO e=20cm MODELO B-2</b> Proyecto: <b>PRESUPUESTO</b>		Unidad: <b>M2</b> Fecha: <b>09 /Diciembre/2017</b> Tipo de cambio: <b>6.96</b>			
N	INSUMO/PARAMETRO	Unid.	cantidad	Unitario(bs)	Parcial(bs)
<b>A MATERIAL</b>					
	Bloque de Hormigón reciclado tipología B-2	pza.	10.56	5.00	52.80
	Cemento	Kg	9.00	1.08	9.48
	Arena reciclada	M3	0.04	200.00	8.00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>70.28</b>
<b>B MANO DE OBRA</b>					
	Albañil	Horas	1.30	17.50	22.75
	Peón	Horas	1.50	11.24	16.86
	<b>TOTAL, DE MANO DE OBRA</b>				<b>39.61</b>
<b>C EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
	Herramientas menores				
	<b>TOTAL DE EQUIPO</b>				<b>5.94</b>
	SUB TOTAL				
	PARCIAL				
<b>E</b>	<b>TOTAL ITEM</b>				<b>115.83</b>
	<b>PRECIO ADOPTADO</b>				<b>115.83</b>
	<b>SON: ciento quince con 83/100 Bs</b>			Bolivianos	<b>115.83</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Siendo un total **ciento quince con 83/100 bolivianos** que se invirtieron en la construcción de un muro de bloque de hormigón de 3huecos reciclado.



<b>Ítem: MURO DE BLOQUE DE HORMIGÓN 3HUECOS RECICLADO e=20cm MODELO A-3</b> Proyecto: <b>PRESUPUESTO</b>		Unidad: <b>M2</b> Fecha: <b>09 /Diciembre/2017</b> Tipo de cambio: <b>6.96</b>			
N	INSUMO/PARAMETRO	Unid.	cantidad	Unitario(bs)	Parcial(bs)
<b>A</b>	<b>MATERIAL</b>				
	Bloque de Hormigón reciclado tipología A-3	pza.	10.56	3.96	44.24
	Cemento	Kg	9.00	1.08	9.48
	Arena reciclada	M3	0.04	200.00	8.00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>61.73</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Albañil	Horas	1.30	17.50	22.75
	Peón	Horas	1.50	11.24	16.86
	<b>TOTAL, DE MANO DE OBRA</b>				<b>39.61</b>
<b>C</b>	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				
	Herramientas menores				
	<b>TOTAL DE EQUIPO</b>				<b>5.94</b>
	SUB TOTAL				
	PARCIAL				
<b>E</b>	<b>TOTAL ITEM</b>				<b>107.28</b>
	<b>PRECIO ADOPTADO</b>				<b>107.28</b>
	<b>SON: ciento siete con 28/100 Bs</b>			<b>Bolivianos</b>	<b>107.28</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Siendo un total **ciento siete con 28/100 bolivianos** que se invirtieron en la construcción de un muro de bloque de hormigón de 3huecos reciclado.



**CAPÍTULO VII**  
**RESULTADO Y ANÁLISIS DE DATOS**  
**OBTENIDOS**



## 7. Resultado y análisis de datos obtenidos

### 7.1. Calculo de los residuos de la construcción depositados en los principales botaderos clandestinos de la ciudad de Tarija

Total por Semana	Por mes	Por Año	Multiplicado por cinco Quebradas
<b>990,4 m<sup>3</sup></b>	3961,4 m <sup>3</sup>	51500,58 m <sup>3</sup>	257502,9 m <sup>3</sup>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

En los principales botaderos clandestinos de la ciudad como es la Quebrada El Monte y la Quebrada Sagredo se mantiene una continua recepción de residuos de la construcción, en este lugar se estima que se depositan diariamente un total de 115.14 m<sup>3</sup> repartido en diferentes residuos entre los más comunes se tiene ladrillo, hormigón y en menos cantidades cerámica, plástico y tierra que se mezclan al momento del desalojo del lugar de su procedencia. El residuo de hormigón es de mayor cantidad seguido por ladrillo. Gran parte de la obra civil está conformada por el hormigón, por tal motivo llega en mayor volumen, similar condición se tiene con el ladrillo. Al realizar una proyección mensual se tiene un total de 990.40 m<sup>3</sup>, respectivamente; sin embargo, en una producción de bloque no solo se debe tomar en cuenta el residuo en su totalidad, sino que se debe eliminar la impureza o agregados de posible contaminación. como también se tiene que en la quebrada del monte se deposita a la semana 806 m<sup>3</sup> de residuos de la construcción como también se tiene en la quebrada del monte un total de 184.40 m<sup>3</sup> de estos residuos causando un impacto ambiental negativo al medio ambiente por las diferentes composiciones de estos residuos al descomponerse y alterar el medio ambiente.

En cuanto al total de estos residuos depositados en estos dos lugares se tiene 990.40 m<sup>3</sup> de residuos botados a la semana con una proyección al mes de 3961.40 m<sup>3</sup> y al año 51500.58 m<sup>3</sup> causando un grave impacto ambiental al medio ambiente por la gran



cantidad de estos residuos al ser depositados en estos lugares sin una medida de mitigación al impacto ambiental.

Lugar	Día	Volumen Diario de Residuos (m3)
Quebrada Del monte	1	728
Quebrada Del monte	2	14
Quebrada Del monte	3	12
Quebrada Del monte	4	0
Quebrada Del monte	5	30
Quebrada Del monte	6	0
Quebrada Del monte	7	22
<b>TOTAL</b>		<b>806</b>

Lugar	Día	Volumen Diario de Residuos (m3)
Quebrada Sagredo	1	116,4
Quebrada Sagredo	2	18
Quebrada Sagredo	3	16
Quebrada Sagredo	4	0
Quebrada Sagredo	5	20
Quebrada Sagredo	6	0
Quebrada Sagredo	7	14
<b>TOTAL</b>		<b>184,4</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

## 7.2. Análisis de resultados de dosificaciones

Para elaborar los diferentes bloques se utilizó tres tipos de dosificación las cuales se tuvieron que formular a base de la experimentación como se observa en la tabla siguiente:

Tipología	Dosificación	Observaciones
<b>B</b>	<b>1:5</b>	<b>1:2*:3**</b>
<b>B-2</b>	<b>1:7½</b>	<b>1:5*:2½**</b>
<b>A-3</b>	<b>1:10</b>	<b>½-½: 5*:5**</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### NOTA

\*= Arena Reciclada

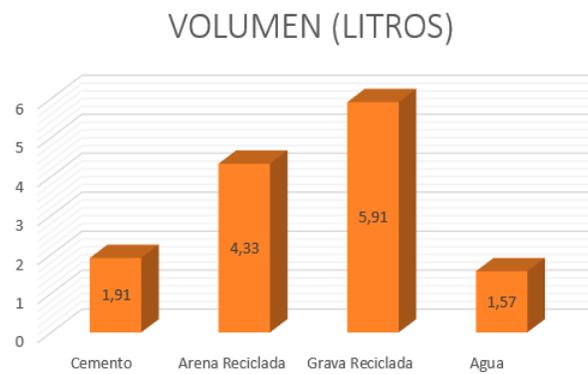
\*\*= Grava Reciclada



Cada tipo de dosificación responde a un tipo de bloque, se elaboraron seis muestras de cada tipología en el cual se utilizaron agregados reciclados al 100% estas dosificaciones no se encuentran en ningún manual ya que fueron producto de la una serie de experimentos realizados previamente antes de encontrar la idónea.

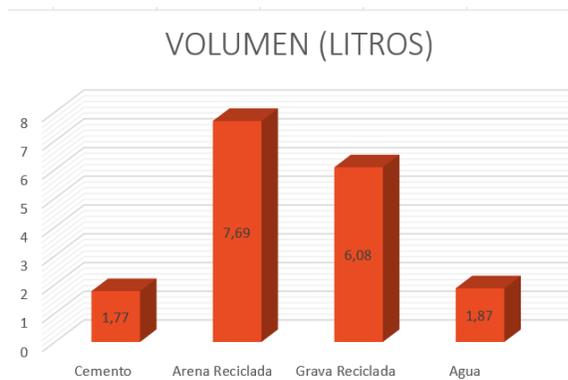
### 7.3. Análisis de resultados de rendimientos

#### Rendimiento B



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

#### Rendimiento B-2

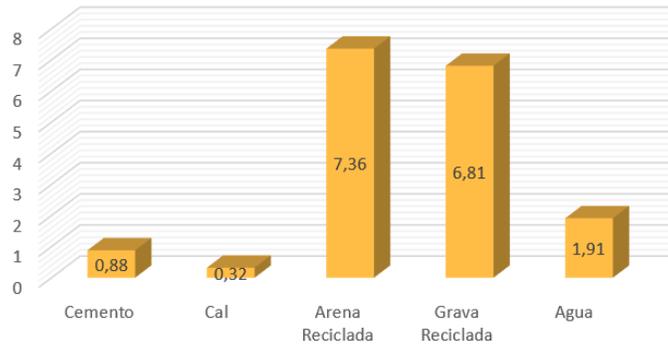


FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



### Rendimiento A-3

VOLUMEN (LITROS)



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Material	Tipología			Cantidad
	B	B-2	A-3	
Cemento	1.91	1.77	0.50	Litros
Cal			0.32	
Arena Reciclada	4.33	7.69	7.36	
Grava Reciclada	5.91	6.08	6.81	
Agua	1.57	1.87	1.91	

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Como se puede ver en la tabla la dosificación B contiene más agregado grueso casi aproximadamente 2kg más con relación al agregado fino, sucede lo contrario con la dosificación B-2 la cual contiene más agregado fino que grueso lo cual también influye tanto en terminación como en color, con respecto a la dosificación A-3 se utilizó la



misma cantidad en cuanto a agregado grueso y fino pero se reduce la cantidad de cemento incorporando un porcentaje de cal lo cual hace que esta sea una dosificación más pobre, los agregados cumplen un papel muy importante en la determinación de las propiedades y características tales como la durabilidad, la resistencia, la uniformidad y sus propiedades térmicas y acústicas, por otro lado evitan la formación de fisuras y grietas en el proceso de fraguado de la pasta de cemento y por ultimo son los que a su vez le dan cuerpo a la pasta.

#### **7.4 Análisis de resultados obtenidos de laboratorio**

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos de la realización de los ensayos en laboratorio, habiendo realizado los cálculos pertinentes según las normas utilizadas.

##### **7.4. 1. Ensayos físicos**

Se analizaron las tres muestras de cada dosificación; a los 28 días de tiempo de fraguado, comparándolas entre sí para luego poder obtener las conclusiones. A continuación, se exponen los datos obtenidos del experimento.

##### **7.4.2. Apariencia y acabados**

El árido reciclado se compacta bien en el proceso de vibro compresión presentando un buen acabado tanto en textura, color y terminados óptimos y uniformes, en cuanto al color se pudo observar que existen tres tipos de coloración (gris, rojo y blanco) correspondiendo cada uno a cada dosificación debido a los diferentes tipos de agregados con los que estos fueron elaborados, los agregados son un componente importante de los bloques, ya que consisten en un 85% a 90% de la unidad por lo cual influye mucho en su acabado final





FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### 7.4.3. Configuración dimensional y peso

Concluyendo que, en cuanto a configuración dimensional, se concluye que no hay retracción significativa y que las tolerancias dimensionales se mantienen correctas según normativa.

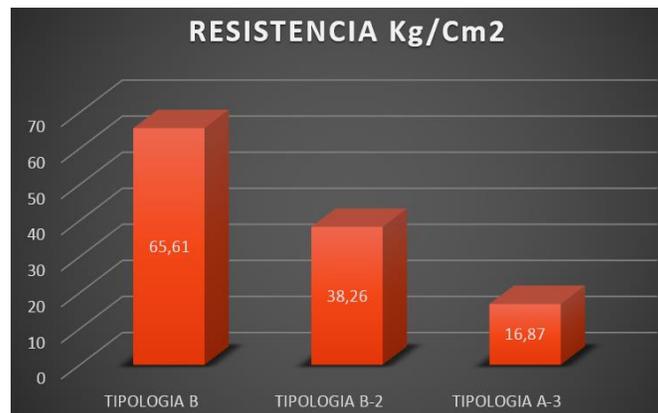
	Bloque B			Bloque B-2			Bloque A-3		
<b>Peso</b>	<b>19.035</b>			<b>17.45</b>			<b>13.46</b>		
<b>Dimensiones</b>	<b>39.86</b>	<b>20.00</b>	<b>19.86</b>	<b>39.86</b>	<b>20.00</b>	<b>19.90</b>	<b>39.86</b>	<b>20.00</b>	<b>19.85</b>

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### 7.4.4. Resistencia

Las resistencias a compresión se obtuvieron con la sección de las piezas y la carga aplicada en kilogramos, basándose en la norma COVENIN 42-82. Los resultados de las nueve piezas ensayadas (bloques huecos de hormigón reciclado) fueron divididos en dos para obtener el valor de la resistencia ya que su base no es la misma con relación a su altura los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:





FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Las diferentes formulaciones utilizadas en la elaboración de los bloques influyeron en la resistencia del mismo. Se tiene mayor resistencia al disminuir los valores de ladrillos en la dosificación independiente de la cantidad de cemento, se disminuye el porcentaje de ladrillo aumenta el árido de hormigón material por naturaleza más resistente que el ladrillo.

De los tres resultados obtenidos se muestra que mayor resistencia obtuvo la dosificación 1:5 con una resistencia de 65.61kg/cm<sup>2</sup> por ser similar a la del hormigón contener las mismas dosificaciones y estar elaborada con agregados reciclados de diferentes tipos de hormigones.

La tipología 2 obtuvo una menor resistencia con 38.26kg/cm<sup>2</sup> producto de que en su elaboración se le agregó un 50% de arena reciclada de ladrillo lo cual no solo influyó en su resistencia sino también su apariencia y acabado final dándole un color medio rojizo.

Con respecto a la tipología tres se observó que presenta valores mucho menores con relación a la anterior ya que esta cuenta con una dosificación de 1:10 ó sea el doble de relación en cuanto a proporciones de materiales con la primera tipología en cuanto a



agregados reciclados lo cual influye notablemente como también cuenta con un 50% de cemento y un 50% de adición de cal lo cual también hace que se tenga un 16.87kg/cm<sup>2</sup> en sus resultados

Por lo cual la mezcla de 1:5 tiene mayor resistencia por ser más rica en cuanto a relación de materiales ya que es la misma que se utiliza para elaborar diferentes tipos de hormigones en la construcción convencional

En este trabajo la sustitución fue total del árido natural por el árido reciclado y solo en la dosificación con relación 1:5 se cumple con la norma establecida a los 28 días de su elaboración llegando a tener una resistencia de 6MPa.

### **Estudio de diseño optimo**

A partir de los resultados obtenidos, solo utilizaremos para el estudio de verificación de diseño optimo la dosificación 1:5 con cemento portland el puente, y agregados reciclados el cual nos permitirá desarrollar las propiedades tanto físicas como mecánicas el cual buscamos.

### **7.5. Análisis de precios unitarios**

Aquí tenemos un resumen de los diferentes datos obtenidos en lo que se refiere a costo unitario por pza. y m<sup>2</sup>, lo que hace variar uno con respecto de otro es la cantidad de material que entraría en la elaboración de cada pieza ya que no todas son iguales porque cada una tiene una dosificación diferente lo cual influye grandemente en el producto final y por ende se verá afectado en el costo total de muro con esto materiales reciclados ya que al variar el costo de la pieza también variara el costo en el muro como se puede ver en la tabla siguiente:



<b>Tipología</b>	<b>Costo por pieza</b>	<b>Costo por m2</b>
<b>B</b>	4.47 bs	110.23 bs
<b>B-2</b>	5.00 bs	115.83 bs
<b>A-3</b>	4.19 bs	107.28 bs

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*



**CAPITULO VIII**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 8. Conclusiones y recomendaciones

### 8.1. Conclusiones

Los resultados de la investigación desarrollada y que ha quedado expresada en el presente documento han llevado a establecer las siguientes conclusiones finales.

- ✚ En los principales botaderos clandestinos de la ciudad como son la quebrada El Monte y la quebrada Sagredo se depositan una variedad de residuos de la construcción civil siendo el más frecuente de ladrillo y hormigón.
- ✚ El promedio se estima que a la semana pudiera obtener 990.40 m<sup>3</sup> para ser utilizado como reciclaje en la elaboración de bloques de hormigón de los cuales se producirán alrededor de 3842.30 bloques diarios.
- ✚ El material proveniente de los residuos de la construcción y demolición es apropiado para la producción de bloques ya que presenta un comportamiento similar al árido de río y cantera.
- ✚ Los reciclados mantienen una similitud con los de origen natural por lo que se pueden utilizar a pesar de tener ligeras variaciones, después de su elaboración.
- ✚ Los contenidos de residuo influyen en las características del bloque principalmente en la resistencia. Siendo el contenido de ladrillo un influyente en cuanto a resistencia, pero agregándole otra cualidad en cuanto a apariencia y ha acabado lo cual es muy beneficio para nosotros como arquitectos ya que a menor contenido se eleva la resistencia, pero a mayor contenido mayor coloración.
- ✚ Otra variación que se pudo observar con solo agregar a la dosificación un porcentaje de cal dando como resultado un acabado y apariencia diferente a los anteriores, pero a la vez también influyendo en cuanto a resistencia reduciéndola a más de la mitad.



- ✚ Elaborar bloques con residuo de la construcción civil impactan positivamente y de manera integral sobre los componentes ambientales agua, aire, biótico, paisajístico, socioeconómico y al mismo tiempo minimiza el uso de los recursos naturales, generando múltiples efectos de diversa índole como ser:
- ✚ **Efecto ecológico.** – eliminación de un desecho altamente contaminante (que es fuente de crecimiento de vectores antihigiénicos) por la reducción de gastos de transportes, por la conservación de recursos naturales al permitir el uso racional de áridos del río no renovables.
- ✚ **Efecto social.** – contribuir al bienestar de la comunidad a través de la limpieza.

Y no podemos dejar de lado el inminente problema de contaminación que principalmente vivimos hoy en nuestra ciudad y es un hecho que mientras no existe un control demográfico y una cultura de reciclaje de desechos se acrecentarán los tiraderos clandestinos, teniendo como resultado focos infecciones muy grandes que así mismo tendrán que pagar sus consecuencias las futuras generaciones. \

## 8.2. Recomendaciones

- a) Tener precaución a la hora de elaborar las dosificaciones en la fabricación del bloque, ya que es un factor muy importante y tiende a modificar los diseños iniciales.
- b) Será necesario controlar durante la producción, los dos ajes de la mezcla, los cuales se recomiendan sean por peso, sin embargo, en la mayoría de los casos se realiza por volumen: es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua de la mezcla, para que esta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda; en el primer caso se corre el peligro de la figuración o el desmoronamiento del bloque recién fabricado; en el segundo, que el material se asiente deformados las dimensiones.



- c) Para obtener bloques de concreto que cumple con las tolerancias dimensionales y que el proceso de desmolde sea inmediato, es necesario controlar que el agregado no tenga exceso de material fino y que la dosificación se realice con la cantidad mínima necesaria de agua, para evitarla rotura de bloques al desmoldar la unidad.
- d) Se debe controlar la duración del vibrado, así como la potencia del motor, ya que otra de la causa de rotura se debe a que el bloque no está suficientemente consolidado, es decir la vibración ha sido de poca duración. El vibrado se debe realizar por capas hasta que se forme una película de agua en la superficie.
- e) Para conservar la uniformidad de los bloques que dependen en gran medida de los agregados debe verificarse la calidad y la granulometría del agregado empleado, ya que no siempre es constante.
- f) Para mezclar el concreto utilizado en bloques se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continúa la mezcla húmeda durante 3 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los  $2/3$  partes de agua necesarias para la mezcla antes de añadir el cemento y el resto del agua y se continúa la operación durante 2 o 3 minutos.
- g) Es recomendable en lo posible, usar agregados con granulometría continua a fin de obtener superficies de texturas fina, tratando de utilizar una combinación de agregado con el mayor tamaño máximo, con lo que se puede obtener la reducción en el contenido del cemento para las especificaciones exigidas
- h) En el caso de encontrarse con agregados húmedos se debe agregar a la mezcla menos agua y después se agrega poco a poco hasta alcanzar la consistencia adecuada.
- i) Para que los bloques adquieran una buena resistencia, es necesario que estén constantemente humedecidos por lo menos durante los 7 días cubriendo luego con plástico, el riego debe hacerse 3 veces al día por la mañana, al medio día y



por la noche, el plástico debe ser claro y transparente, luego de secado 28 días se apilan en filas de 6 máximo no debe ser asentado antes de los 14 días.

j) Se debe verificar la resistencia a la compresión, dimensiones, de acuerdo a lo establecido en la correspondiente norma de ensayos.

k) Cuando los agregados presentan un contenido excesivo de agua, es necesario realizar las pruebas y cálculos necesarios para obtener un valor correcto de la relación Agua/Cemento, para que luego de hacer las correcciones pertinentes, sea posible determinar de manera adecuada la resistencia que alcanzará el concreto.



**CAPITULO IX**  
**APLICACIÓN DE LOS BLOQUES DE**  
**HORMIGÓN 3 HUECOS RECICLADOS EN**  
**VIVIENDAS SOCIALES**



## **9. Aplicación de los bloques de hormigón 3 huecos reciclados en viviendas sociales**

El bloque hueco de hormigón es un elemento que satisface ampliamente las condiciones técnico necesarias para ser empleado en la construcción de viviendas sociales de baja complejidad.

Para la construcción con bloque de hormigón es necesario realizar los diseños arquitectónicos contemplando la modulación acorde las dimensiones de fabricación de los bloques y las juntas de colocación. La coordinación modular es la práctica de diseño y dimensionamiento de estructuras y elementos de acuerdo a longitudes y alturas estándar determinadas por el tamaño del bloque utilizado, y generalmente múltiplos de una dimensión modular.

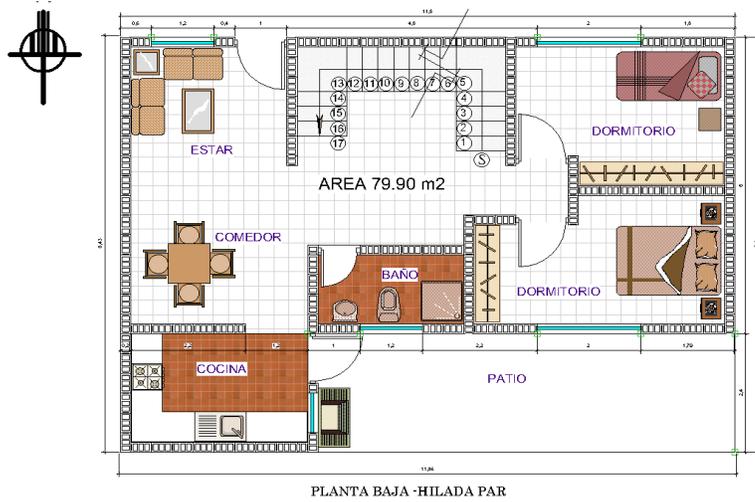
Finalmente, se presenta tres diseños arquitectónicos de viviendas sociales la primera propuesta presenta una vivienda social progresiva con dos dormitorios pudiéndose ampliar hasta 5 dormitorios o más con un área de 79.90 m<sup>2</sup> y la ampliación constando con una superficie de 76.69, la segunda propuesta presenta una vivienda social con dos dormitorios con un área de 73.09 m<sup>2</sup> y la tercera propuesta presenta una vivienda social con un dormitorio con un área de 50.32 m<sup>2</sup>.

La mampostería de concreto brinda una gran ventaja a la construcción de edificios dada la posibilidad de obtener excelentes acabados de los muros exteriores e interiores conservando la función estructural del muro y sin tener que recurrir a materiales de revestimiento.



### 9.1. Vivienda social progresiva con dos dormitorios

Vista en planta baja de la colocación de los bloques de acuerdo a su modulación hilada par



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Vista en planta baja de la colocación de los bloques de acuerdo a su modulación hilada impar



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

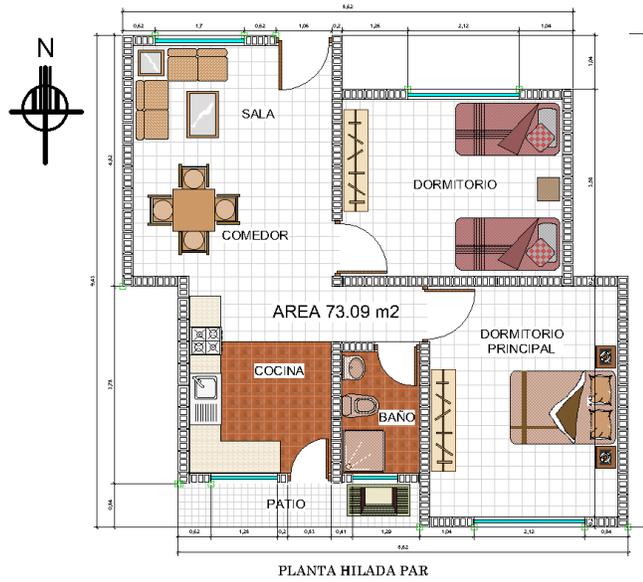




FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

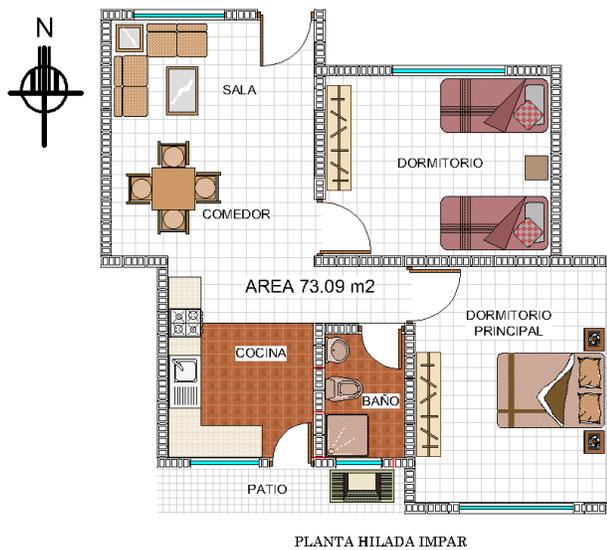
## 9.2. Vivienda social con 2 dormitorios

Vista en planta de la colocación de los bloques de acuerdo a su modulación hilada par



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

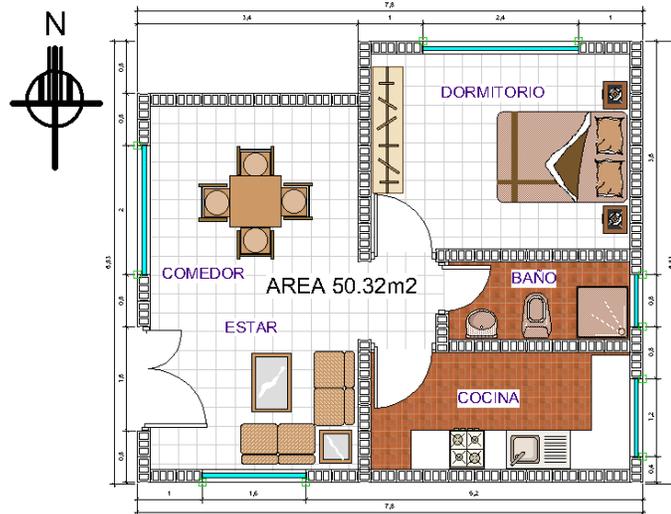
Vista en planta de la colocación de los bloques de acuerdo a su modulación hilada impar



FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

### 9.3. Vivienda social con un dormitorio

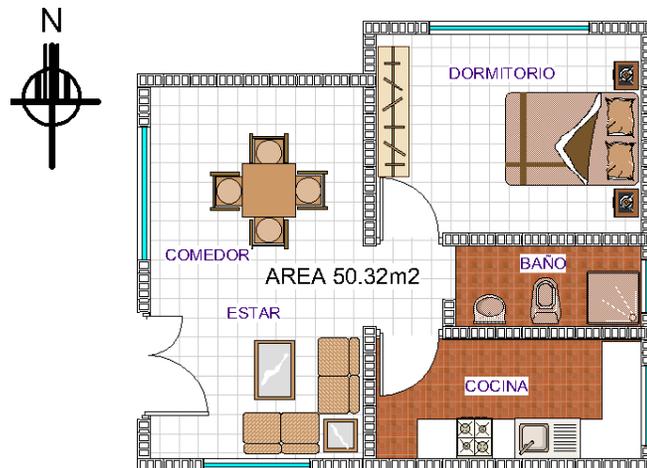
Vista en planta de la colocación de los bloques de acuerdo a su modulación hilada par



VIVIENDA SOCIAL CON BLOQUES DE HORMIGON DE UN DORMITORIO  
PLANTA HILADA PAR

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

Vista en planta de la colocación de los bloques de acuerdo a su modulación hilada impar



VIVIENDA SOCIAL CON BLOQUES DE HORMIGON DE UN DORMITORIO  
PLANTA HILADA IMPAR



#### 9.4. Líneas de acción futuras

A modo de líneas de investigación a desarrollar en el futuro, se presentan aquellos aspectos que no han podido ser abarcados en la presente memoria de tesis y que serán abordados en futuras investigaciones ya sea para complementar o innovar con esta base de datos en diferentes áreas como ser:

- ✚ Aplicación de bloques reciclados en viviendas de 2,3 o más pisos.
- ✚ Elaboración de diferentes normas técnicas para la producción del mismo.
- ✚ Elaboración de análisis económicos.
- ✚ Elaborar otros tipos de materiales alternativos para viviendas como ser paneles.
- ✚ Elaborar otro tipo de prefabricados como bloques macizos, adoquines, mosaicos, tejas viguetas como también los elaborados para el mobiliario urbano.
- ✚ Estudio del comportamiento de morteros de albañilería, otros productos de construcción de media o baja capacidad resistente.
- ✚ Empleo de la fracción de arena reciclada, sin que por ello se vean comprometidas las capacidades físicas, mecánicas y la durabilidad de los productos que con ella se elaboren.
- ✚ Estudiar los efectos que sufriría el material bajo diferentes estados de esfuerzo, realizando ensayos como el de tensión indirecta, así como ampliar el estudio a otras características importantes, como el módulo de elasticidad, de manera que se determinen usos adicionales para este tipo de materiales.
- ✚ Resultaría interesante la ejecución de tramos de prueba reales con la finalidad de evaluar el comportamiento a largo plazo de los elementos arquitectónicos construidos con las piezas prefabricadas recicladas.

Como complemento a cualquiera de los estudios experimentales propuestos, resulta prioritario el estudio del análisis del ciclo de vida (ACV) de los productos prefabricados cuya aptitud ha sido desarrollada en el presente documento, fundamentalmente a objeto



de cuantificar el beneficio medio ambiental que se presume con el empleo de materiales reciclados.

