

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN DE
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL – ADQN

NELSON FABIÁN BARRIOS QUINTERO
LUIS ALEJANDRO DOMINGUEZ VARGAS



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

ARQUITECTURA

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

OCTUBRE 2019

**Aprovechamiento desperdicio de concreto para la fabricación
de elemento no estructural – ADQN**

Nelson Fabián Barrios Quintero

Luis Alejandro Domínguez Vargas

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo en
Construcciones Arquitectónicas**

Alejandra Manuela Patino Escobar

Docente Consultorio

Edgar Mauricio Carvajal Ronderos

Docente Proyecto



Universidad La Gran Colombia

Arquitectura

Tecnología en Construcciones Arquitectónicas

Bogotá D.C., Colombia

Agradecimientos

En primera instancia, queremos detallar que el desarrollo del presente proyecto se realizó gracias al apoyo y colaboración de varios actores que estuvieron pendientes y su campo de acción fue de vital importancia, tanto por su experiencia, su autonomía y habilidad técnica.

Agradecemos profundamente a la Universidad La Gran Colombia por brindarnos los espacios necesarios, sus docentes y sus cátedras, el manejo profesional de instruirnos. Finalmente agradecemos de una gran dimensión a nuestros familiares cercanos que siempre han estado de modo implícito en la formación profesional, porque nos han formado de manera ética integral.

Tabla de contenido

Resumen.....	11
Abstract	12
Introducción	13
1 Objetivo	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2 Marco Referencial	16
2.1.1 Proyecto Aggrebind	16
2.1.2 Proyecto VAST.....	19
2.1.3 Proyecto AZEK	20
3 Marco Teórico	24
3.1 Adoquín Cuarto 26.....	26
3.2 Adoquín Español.....	27
4 Marco Normativo.....	29
5 Aprovechamiento del desperdicio de concreto estructural.	34
5.1 CAPÍTULO I. Estructura del coste	34
5.1.1 Toma de muestras de concreto estructural.....	35
5.1.2 Identificación pérdida en obra	36

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN
5

5.1.3	Análisis pérdida total en estudio de caso	37
5.1.4	Identificación sitios de acopio	37
5.1.5	Identificación de Costos estudio de caso.	39
5.1.6	Elaboración Molde para adoquín.	40
5.1.7	Determinación.....	43
5.1.8	Instalación del adoquín	44
5.1.9	Rendimiento adoquín español.....	47
5.1.10	Análisis rendimiento adoquín español.....	48
5.1.11	Rendimiento adoquín cuarto 26	48
5.1.12	Análisis adoquín cuarto 26.....	49
5.1.13	Utilidad total de la obra La Ribera Alsacia.	49
5.2	CAPÍTULO II. Fabricación.....	51
5.2.1	Concreto estructural.....	51
5.2.2	Cilindros de ensayos	51
5.2.3	Producción del adoquín	52
5.2.4	Rendimiento Molde	57
5.2.5	Herramientas	57
5.2.6	Maquinaria	58
5.3	CAPÍTULO III. Determinación de pruebas y ensayos al producto.	59

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN
6

5.3.1	Ejecución de Ensayos de laboratorio	59
5.3.2	Ejecución de Pruebas	60
5.3.3	Instalación adoquín	69
6	Conclusiones y Recomendaciones.....	72
	Lista de Referencia	74
	Anexos.....	77

Lista de Tablas

Tabla No. 1. Características Adoquín Cuarto 26.	27
Tabla No. 2. Características Adoquín español.....	28
Tabla No. 3. <i>Características presentadas para elemento no estructural.</i>	29
Tabla No. 4. Requisitos para varillas compactadoras	33
Tabla No. 5. Valores del Concreto estructural.....	34
Tabla No. 6. Valores perdidos por carretilla	37
Tabla No. 7. Elaboración Molde Madera In Situ Bloque Español	40
Tabla No. 8. Elaboración Molde Madera In Situ Bloque Cuarto 26	42
Tabla No. 9. Elaboración Adoquín Español (Unidad)	43
Tabla No. 10. Elaboración Adoquín Cuarto 26*6*6 (Unidad)	44
Tabla No. 11. Instalación adoquín español por m2	44
Tabla No. 12. Valor Propuesto adoquín Español, por m2.	45
Tabla No. 13. Instalación adoquín cerámico cuarto 26, por m2	46
Tabla No. 14. Valor Propuesto adoquín cuarto 26, por m2.	46
Tabla No. 15. Cantidades de adoquín español	47
Tabla No. 16. Cantidades adoquín cuarto 26	48
Tabla No. 17 . Materiales requeridos para la fabricación del elemento	57
Tabla No. 18. Resultados de laboratorio	59

Lista de Figuras

<i>Figura No. 1.</i> Modelos de Aggrebind.	17
<i>Figura No. 2.</i> Elaborado de ladrillos Aggrebind.	18
Figura No. 3. Adoquín e instalación.	21
Figura No. 4. Elementos utilizados para la elaboración del bloques AZEK.	21
Figura No. 5. Bloques AZEK	22
Figura No. 6. Terminado piso adoquinado con AZEK	22
Figura No. 7. Adoquín cuarto 26.	26
Figura No. 8. Adoquín Español.	27
<i>Figura No. 9.</i> Molde para ensayos de asentamiento, vista Planta	30
<i>Figura No. 10.</i> Molde para ensayos de asentamiento, vista corte lateral	30
<i>Figura No. 11.</i> Ensayo de Flujo libre.	32
Figura No. 12. Mixer en Obra.	35
Figura No.13. Identificación del desperdicio de concreto estructural.	38
Figura No. 14. Identificación del desperdicio de concreto estructural en Sitio acopio	38
Figura No. 15. Identificación del concreto estructural para recogida.	39
Figura No.16. Identificación del desperdicio en obra 2	39
<i>Figura No. 17.</i> Dimensión requerida para el molde Adoquín Español.	41
Figura No. 18. Herramienta Menor Molde	41
Figura No. 19. Molde para la producción de Adoquín Español.	42
Figura No.20. Dimensión requerida para el molde Adoquín Cuarto 26.	43
Figura No. 21. Vaciado Concreto estructural	51

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN

9

Figura No. 22. Cilindros para pruebas de concreto estructural.....	52
Figura No. 23. Adoquín español.....	52
Figura No. 24. Pala con concreto.	53
Figura No. 25. Mezcla del concreto estructural	53
Figura No. 26. Vaciado concreto estructural en molde.....	54
Figura No. 27. ACPM.....	54
Figura No. 28. Mezcla concreto estructural.....	55
Figura No. 29. Fraguado Adoquín español.....	55
Figura No. 30. Producto Adoquín español.....	56
Figura No. 31. Producto Adoquín Cuarto 26.	56
Figura No. 32. Mixer 8m ³	58
Figura No. 33. Cortadora In Situ	58
Figura No. 34. Prueba adoquín rojo – T. Vehicular.....	60
Figura No. 35. Prueba adoquín rojo – T. Vehicular.....	60
Figura No. 36. Adoquín en curado.....	61
Figura No. 37. Prueba adoquín rojo – T. Vehicular.....	61
Figura No. 38. Prueba adoquín rojo – T. Vehicular.Proceso 2.....	62
Figura No. 39. Adoquín rojo posterior de la prueba.	62
Figura No. 40. Adoquín español gris. T. Persona	63
Figura No. 41. Adoquín español rojo. T. Persona	64
Figura No. 42. Adoquín cuarto 26 gris. T. Persona	65
<i>Figura No. 43. Adoquín cuarto 26 rojo. T. Persona.....</i>	<i>66</i>
Figura No. 44. Adoquín rojo posterior de la prueba.	67

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN
10

Figura No. 45. Adoquín rojo posterior de la prueba.	68
Figura No. 48. Planta del proyecto La Ribera Alsacia	69
Figura No. 49. Plano de corte arquitectónico del proyecto La Ribera Alsacia.....	70
Figura No. 50. Plano de corte cicloruta.	71

Resumen

El adoquín es un elemento no estructural indispensable en los proyectos y actividades de urbanización, los bloques de este tipo de mayor uso son el cuarto 26 y adoquín español respectivamente, estos requieren de un A.P.U., considerando lo anterior es una actividad integral requerida para la obra.

A través de la identificación de concreto estructural que no es utilizado para pruebas y a su vez es desaprovechado, se fabricará en obra dos tipos de adoquín, con el fin de cubrir lo requerido para la urbanización de proyecto La Ribera Alsacia.

La ejecución del proyecto se basa en los requerimientos exigidos por la Normatividad vigente. Por tanto, se requiere tomar de este concreto, y se fabrica bajo APU's identificados cada uno. Las pruebas y ensayos a los que se sometió el producto corresponden a resistencia, durabilidad, y compactación, por medio de los anteriores criterios y parámetros establecidos se determina el objeto de aplicación de este.

Palabras Clave: Adoquín, Adoquín Español, Adoquín Cuarto 26, aprovechamiento del concreto estructural, desperdicio obra.

Abstract

The cobblestone is an indispensable non-structural element in urbanization projects and activities, the blocks of this type of greater use are the fourth 26 and Spanish cobblestone respectively, these require an A.P.U., considering the above is an activity integral required for the work.

Through the identification of structural concrete that is not used for testing and in turn is wasted, two types of cobblestone will be manufactured on site, in order to cover what is required for the urbanization of The Ribera Alsace project.

The implementation of the project is based on the requirements required by the current Regulations. Therefore, it is required to take from this concrete, and is manufactured under APU's identified each. The tests and tests to which the product was subjected correspond to strength, durability, and compaction, by means of the above criteria and parameters established the object of application of the product is determined.

Keywords: Cobblestone, Spanish Cobblestone, Cobblestone fourth 26, use of structural concrete, waste works.

Introducción

Considerando la causa problema para el estudio de caso de la obra La Ribera Alsacia, donde se identifican pérdidas por el desperdicio generado en obra del concreto estructural, las actividades que ameritan esta actividad también a priori siendo el retiro de escombros, y otras como vertimiento o traslado, el no identificar la utilidad que se le podría dar al concreto estructural es fundamental, lo anterior traducido de manera más congruente se muestra de manera cuantitativa.

Como es debido, la inversión por costos es un componente crítico el cual está determinado como principal incidencia identificada ya que de aquí parte el desarrollo del presente proyecto pues se basa en un dividendo significativo.

El desperdicio de concreto estructural en las obras es un activo no aprovechado, ya que este se dispone para actividad de retiro de escombros después de haber obtenido el porcentaje requerido para las probetas y/o cilindros de prueba Slump, se plantea el implementar la normatividad técnica, internacional o de base obligatoria, según aplique, con el fin de re utilizar y aprovechar el concreto estructural, disponiéndolo para la producción del elemento bloque adoquín.

Se hace una proyección con precios y cantidades de obra que son desperdiciados en el estudio de caso equivalente a más de 200 millones de pesos colombianos, también es preciso

determinar el ahorro o utilidad correspondiente a la producción In Situ de los elementos no estructurales, pues al considerar fabricar este bloque en obra el valor de inversión baja significativamente, (dependiendo del bloque adoquín fabricado; para el estudio de caso de adoquín español es de 49%, para otros casos, el bloque adoquín más utilizado sería el cuarto 26, representando el 39%). Estos valores, teóricamente se comparan con el valor de un apartamento básico.

Dentro del aspecto de metodología, se proyectó un breve Vademécum al proceso de fabricación In Situ del elemento no estructural la descripción de este va desde que se encuentra el concreto en piso, pasa por la fabricación del molde. Se describe tipos de pruebas y ensayos a los cuales estuvo sometido el producto, énfasis en el tipo de elementos agregados como polvillo de ladrillo, y otros que se encuentren dentro de la obra, finalmente a partir de los resultados dados se obtiene la viabilidad y propuesta congruente al presente proyecto. Se caracteriza el bloque de acuerdo con las pruebas realizadas en sitio, es decir; para uso peatonal, de carga liviana o de carga pesada. Esto según los componentes y proceso de fabricación.

1 Objetivo

1.1 Objetivo General

Aprovechamiento del desperdicio en las muestras de concreto para la producción de un elemento no estructural (Adoquín Español).

1.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la utilidad, inversión y ahorro a través del análisis cuantitativo del desperdicio de concreto estructural.
2. Fabricar un elemento no estructural aplicado en la proyección urbanística de las obras a partir del concreto de prueba requerido.
3. Evaluar los prototipos, en relación con la utilidad óptima y mínima requerida según criterios de la Norma Técnica Colombiana u otras con finalidad a enfatizar el uso adecuado del elemento.

2 Marco Referencial

2.1.1 Proyecto Aggrebind

Con base en investigaciones previas se hace mención a proyectos casi similares al producto final del presente proyecto, ya que el elemento está constituido en la fabricación de un ladrillo, o específicamente adoquín con concreto, o con elementos reciclaje o propios encontrados en las obras de construcción. A continuación, se hace relación de estos proyectos. Encontramos aspectos generales y relevantes para el desarrollo del presente proyecto.

Teniendo en cuenta la perspectiva de solución al proyecto, se encuentra que la compañía La ladrillera AggreBind, especializada en la construcción de elementos para edificaciones, diseños urbanísticos, entre otros procesos urbanísticos, desarrolló un proyecto enfatizado en la fabricación de uno de sus productos, el ladrillo y adoquín, a través de soluciones ecológicas; netamente se encuentra su énfasis en el reciclaje, utilidad de compuestos orgánicos, descomposición de material y derivados.

En su Sitio Web mencionan lo siguiente; Friedman, (2009). “Soluciones ecológicas para la fabricación de ladrillos, bloques, adoquines y carreteras de materiales de desecho y suelos en sitio”. (párr. 1).

Las especificaciones que se consideran para el desarrollo del referente mencionado se describen según Friedman, (2009)

existir piedras en agregados mayores al 20% de la profundidad del ladrillo a estabilizar debe haber un contenido mínimo de 35% de finos que pasen por un tamiz 200. Agregar 4 litros de mezcla AggreBind por metro cúbico de suelo para fabricar ladrillos o Bloques. (párr. 3)

De hecho, la compañía desarrolló una marca registrada; AggreBind ® (Marca registrada) siendo éste un elemento de polímero estireno de acrílico reticulante a base de agua con trazadores específicos. Al ser un polímero estireno de acrílico reticulante, quiere decir que es un sistema reticulante de partícula de latex, es una reacción heterogénea no catalítica.

(Se muestra en la Figura No. 1 los tipos de bloques producidos por AggreBind.)



Figura No. 1. Modelos de Aggrebind.

Nota Específica: a) Sand and fly-ash: Arena y cenizas volantes. b) Limestone waste: Residuos de piedra caliza. c) Hand compacted stabilized in-fill: Relleno compacto estabilizado Copyright 2016 por Aggrebind. Reprinted with permission. Tomado de: Aggrebing (2016).



Figura No. 2. Elaborado de ladrillos Aggrebind.

Nota General: Moldes utilizados para la fabricación del bloque Aggrebind®. Recuperado de: Aggrebing (2016).

(En la Figura No 2). Se muestra algunos de los moldes utilizados para la fabricación del ladrillo Aggrebing. Se puede evidenciar las formaletas, y moldes de distintos tamaños. En términos referentes se tomó la anterior reseña ya que su fabricación se basa en un alto nivel de concreto mezclado con elementos descomposición y reciclaje, básicamente están aprovechando su máximo potencial en reutilizar y reciclar, no obstante, su declive es el alto precio de fabricación ya que se requiere de un exhaustivo proceso que se debe tener en cuenta para su adquisición en el mercado actual. Comprendiendo así, una brecha bastante crítica para el estudio de mercado entre oferentes y demandantes. El riesgo que toma esta compañía en lo que corresponde a Garantía es alta. Siendo así, que reseña en su web tener garantía por 5 años de vida útil para sus productos.

2.1.2 Proyecto VAST

Ahora bien, un segundo grupo que se encuentra desarrollando actividades similares, esta vez se encuentra enfocado en la utilidad en un gran porcentaje neto de su fabricación por material plástico y neumáticos, éste es el grupo norteamericano VAST. Según (Beraikal, 2012, párr. 1), “se fabrican a partir de desechos, en neumáticos y plásticos reciclados, en un porcentaje muy alto: el 95%”.

Las alternativas no son limitadas, pues este grupo oferta posibilidades y variedades en la producción del adoquín, ya que se evidencia la variedad de colores y a su vez de texturas, aunque este si se encuentra limitado, ya que por ser un elemento con un único fin, y al no ser arquitectónico restringe su variedad. VAST, manifiesta (Beraikal, 2012, párr. 4)

Es bastante resistente, sobre todo para tráfico peatonal y vehículos rodados de bajo volumen, pero a diferencia de los de hormigón, no absorben agua ni se agrietan con las heladas, por eso están garantizados de por vida (para un uso residencial). Son un 30% más ligeros que los de hormigón, y 100% reciclables.

Es una de las alternativas más ecológicas a evidenciar dentro de este marco de investigación. Se tomó como referente teniendo en cuenta que su concentración de elementos para obtener en masa o al detal, según se requiera está fundamentada en obtener desechos plásticos para la fabricación de los mismos, sin embargo cabe mencionar que el proceso de construcción de este dato como si el proyecto de construcción adquiriera el bloque desde cero,

asumiendo así costos inclusive un poco más altos. Información no contemplada, por tratarse de una referencia al proyecto.

2.1.3 Proyecto AZEK

E igualmente evidenciamos dentro del marco de investigación que la misma temática utilizada por VAST, está siendo utilizada por el AZEK no obstante un factor diferencial sobre el mismo es la instalación, pues se encuentra determinada por una placa que funciona de cimiento donde se sobrepondrán según la Figura No. 3, referencia producto AZEK.

Según describe el sitio Web de AZEK, una de sus principales características. Dazne, (2011).

Un aspecto característico de los adoquines AZEK es que se van colocando sobre una trama patentada. Este método reduce sensiblemente el tiempo de instalación, quedando además todos ellos perfectamente alineados. Bajo esta trama, será preciso preparar previamente una base compactada de arena, exactamente igual que si se tratara de adoquines convencionales de hormigón. La instalación se completa vertiendo arena para rellenar las juntas. Otra gran ventaja de este material es que ayuda a que la pavimentación del proyecto aporte puntos para su certificación sostenible. (párr. 3)

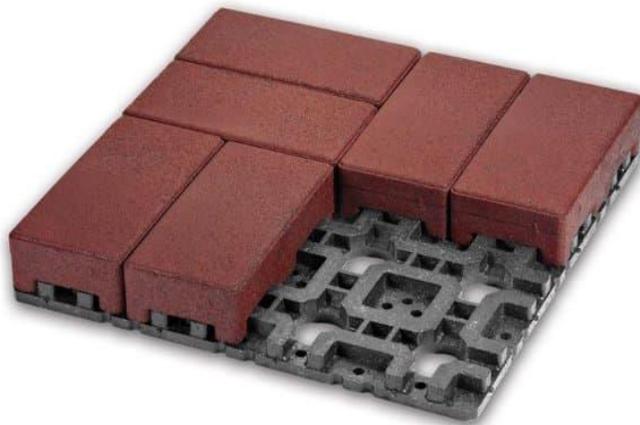


Figura No. 3. Adoquín e instalación.

Nota General: Instalación del adoquín AZEK. Recuperado de: AZEK Building Products 2011.

(En la Figura N. 3). Se evidencia la instalación final que tiene el proyecto AZEK, ya que su particularidad se basa en la utilización de materiales triturados plásticos, por tanto, su base y ser de crecimiento es el continuo uso de este material para fines de construcción.



Figura No. 4. Elementos utilizados para la elaboración del bloques AZEK.

Nota General: Se evidencia el plástico utilizado para la elaboración del bloque adoquín. . Recuperado de: AZEK Building Products. 2011

(En la Figura No. 4). Se muestra aquellos elementos plásticos requeridos para la fabricación, y reutilización previa a la fabricación del elemento adoquín respectivamente.



Figura No. 5. Bloques AZEK

Nota General: Se presenta el producto adoquín terminado. Las medidas presentadas en la imagen, no están condicionadas ni limitadas a ser las únicas, se fabrican de acuerdo a la necesidad del consumidor. Recuperado de: Adfer, Dazneel. (2011). AZEK: AZEK Building Products.

(La anterior Figura No. 5). Presentaba dos de los modelos del proyecto, las dimensiones de los bloques no están condicionadas, menos limitadas a ser los únicos modelos disponibles. Por otro lado, encontramos en la Figura No. 5, una proyección del material, de manera bastante explícita al mostrar su base de fabricación, es decir plástico, llantas y derivados de este material.



Figura No. 6. Terminado piso adoquinado con AZEK

Nota General: Se muestra cómo queda el terminado de adoquín para pisos utilizando los bloques producidos por AZEK. Recuperado de: Adfer, Dazneel. (2011). AZEK: AZEK Building Products.

(En la Figura No. 6). Se verá el acabado e instalación que tiene el producto. Un exterior bastante detallado, de uso reciclable y estético. El adoquín se instaló de tal manera en crucetas, se juega con el espacio y la vista. Forma diagonal, y a través de sus matices de colores, perfecciona en conjunto.

3 Marco Teórico

Se debe considerar que los elementos no estructurales juegan un papel muy importante en el contexto de la arquitectura y campo civil, ya que representan en conjunto un orden en las edificaciones, sitios urbanos u otros. Por ejemplo, los adoquines interpretan su responsabilidad, un contraste imprescindible en el desarrollo y estética urbana que ha sido partícipe en las diferentes civilizaciones, teniendo como referente se destaca su relevancia con el antiguo continente, siendo un poco más específicos con Italia.

La siguiente nota informativa tomada de un portal de noticias, comprueba que los espacios urbanísticos son un pilar para su sociedad, una idea frecuente entre ayuntamientos meridionales europeos, no solo italianos. (Alonso, 2015, párr. 1).

Los sampietrini, los característicos adoquines de muchas calles de Roma, vuelven a ser polémicos en la capital italiana, cuya alcaldía considera limitar su uso para facilitar el tráfico rodado, una propuesta no exenta de detractores. Esas sencillas piezas cúbicas hechas de pedernal, pórfido u otras rocas volcánicas que cubren muchas calles de la capital italiana desde el siglo XVI son otra vez, simbólicamente, objeto arrojadizo y esta vez la mano que los lanza viene del Ayuntamiento. El asesor Pucci, al parecer consciente de que hace falta mucho dinero para reparar el pavimento romano, vio en la venta de adoquines una ocasión para proponer una "implicación del sector privado.

En pretensión, para contextualizar el proyecto, se deben considerar en su esencia los elementos y conceptos a tratar, por ejemplo, definir el concepto de adoquín, entonces un adoquín son unidades de piedras o bloques labrados de diferentes formas y materiales, que son pre – mezclados y comprimidos. Tienen la particularidad que su forma ya que permite la distribución de las piezas de forma continua y simétrica. Se utilizan para hacer pavimentos vehiculares o peatonales.

Ahora bien, la importancia del adoquín en espacios urbanísticos, en el campo de la arquitectura, de la ingeniería, pero sobre todo de un campo constructivo y técnico, tiene un hito histórico y relevante. Teniendo en cuenta lo anterior, por nombrar algunos de los requisitos técnicos, contamos con la NSR 10 Capítulo C, las Normas Técnicas Colombianas y normatividad Norteamericana ASTM, según referenciado en el marco normativo del presente documento.

En la antigüedad, aquellas civilizaciones como lo fueron la cuna de nuestra era, la griega. Su antecesor y poseedor de un gran imperio en su entonces, la civilización romana. Estos dos hitos, relevantes al caso, demarcan un gran auge en lo que corresponde con la urbanización de sus ciudades, en las cuales encontramos períodos en los cuales son claves, no obstante, todas estas épocas o períodos siempre, y nunca faltó la estética de sus entradas a sus palacios y casas, pero principalmente la circunscripción de calles era de vital importancia. En todo caso, el considerar los adoquines como forma implícita, aunque de gran relevancia es un punto clave dentro del desarrollo como civilización, sociedad que hoy somos.

Atendiendo el párrafo anterior, se considera según (Bazant, 2014, p. 15), qué aspectos importantes como lo es el cual/terreno, “es un elemento visual, esencial del paisaje urbano, por su importancia de imprimir un atributo estético de las plazas, paseos públicos y banquetas.”

3.1 Adoquín Cuarto 26



Figura No. 7. Adoquín cuarto 26.

Nota General: Bloque adoquín cuarto 26, imagen isométrica. Recuperado de: Archdaily (2016)

(Véase en la Figura No. 7), se muestra la descripción del elemento no estructural a tratar en el presente proyecto. Se hace la descripción y mención de características técnicas que ya están establecidas para las dimensiones para el elemento Adoquín cuarto 26. Tabla No. 1.

Tabla No. 1. *Características Adoquín Cuarto 26.*

Adoquín Cuarto 26

Dimensiones		Tolerancia dimensional	
Largo	26cm		5,6mm
Ancho	6cm		1,6mm
Alto	6cm		1,6mm
Unidad			
Peso	Unidad		2,0 Kg
	Kg / L		0.002
m2			
Peso	m2		128,0 Kg
Rendimiento	Unidad		64
	Kg / L		0.128

Nota general. adoquin español de 8 cm - tráfico vehicular pesado. ladrillera santafé. (2017). Adaptado de: Ladrillera Santafé.

(Véase en la Figura No. 8). se muestra la descripción del elemento no estructural del cual se hace el estudio del caso. Adoquín Español.

3.2 Adoquín Español

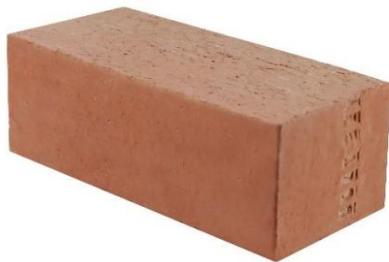


Figura No. 8. Adoquín Español.

Nota General: LADRILLERA SANTAFE (2018). Recuperado de: Ladrillera Santafé.

Tabla No. 2. *Características Adoquín español*

Adoquín Español

Dimensiones		Tolerancia dimensional	
Largo	20cm		4mm
Ancho	10cm		2mm
Alto	6cm		1,6mm
Unidad			
Peso	Unidad		3,4 Kg
	Kg / L		0.0034
m2			
Peso	m2		170,0 Kg
Rendimiento	Unidad		50
	Kg / L		0.17

Nota General. ADOQUIN ESPAÑOL DE 8 CM - TRAFICO VEHICULAR PESADO. LADRILLERA SANTAFÉ. (2017). Adaptado de: <https://www.santafe.com.co/wp-content/uploads/2018/08/FT-ADESP8-TP.pdf>

4 Marco Normativo

Se deben considerar las siguientes referencias normativas, ya que son indispensables para la aplicación del presente proyecto. Todas las referencias normativas están datadas a la fecha de la presentación del presente proyecto. Por tanto, si existiera un cambio sustancial en alguna normativa, se deberá revisar técnicamente para aplicar la presente propuesta de modo homologable.

Para determinar el proceso de toma de muestras del concreto, se requiere de la **NTC 396 del 15 de enero de 1996**. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

Tabla No. 3. *Características presentadas para elemento no estructural.*

Módulo de tracción de elasticidad, a 23°C (73 °F)	2206 MPa	(320000 psi)
Resistencia a la tensión (NTC 595)	39 MPa	(5670 psi)
Porcentaje de elongación en la rotura, a 23°C (73°F)	40%	40%

Nota. Tabla requerida para la determinación del asentamiento del concreto. Recuperado de NTC 396:2018 Copyright 2018 por la Norma Técnica Colombiana. Reprinted with permission.

La **NTC 396:2018**, nos hace una aclaración con respecto a moldes plásticos ABS, a continuación, se describe según referencia de la Tabla No. 3.

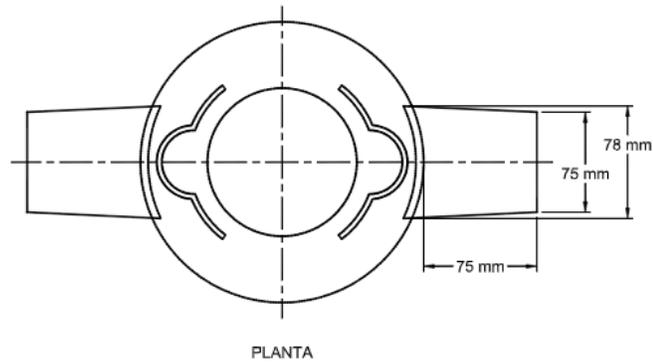


Figura No. 9. Molde para ensayos de asentamiento, vista Planta

Nota General: Molde para ensayos de asentamiento, vista en Planta. Recuperado de NTC 396:2018 Copyright 2018 por la Norma Técnica Colombiana. Reprinted with permission.

En la Figura No. 9., se muestra la vista del molde para los ensayos requeridos del concreto. Se pone como referencia ya que estas son las medidas mínimas exigidas por la NTC 396. Se le conocen como conos, o probetas también.

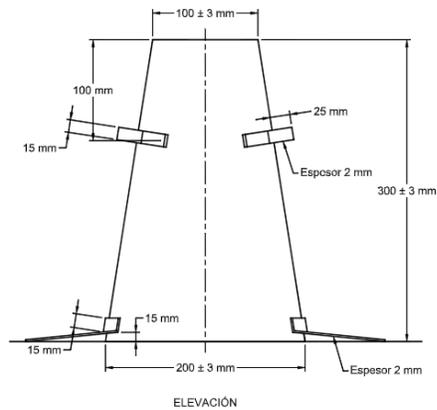


Figura No. 10. Molde para ensayos de asentamiento, vista corte lateral

Nota. Recuperado de NTC 396:2018 Copyright 2018 por la Norma Técnica Colombiana. Reprinted with permission.

En la Figura No. 10. Tomado de la NTC 396. Se muestra el molde requerido para muestras de concreto. En perspectiva corte con las dimensiones mínimas requeridas para hacer los ensayos del cono de Abraham.

E igualmente la normativa, hace aclaración de los requerimientos mínimos en mención a la varilla por la cual se hará la prueba In Situ. NTC 396:2018.

5.2. Varilla Compactadora; Varilla de acero redonda, recta y lisa con un diámetro de $16 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ ($5/8$ de pulgada $\pm 1/16$ de pulgada). La longitud de esta varilla debe ser al menos 100mm (4 pulgadas) mayor que l profundidad del molde en que se apisona, pero no mayor de 600mm (24 pulgadas) de longitud total. (p. 9)

E igualmente, es importante tomar de referencia la siguiente normatividad. **NTC 454 del 19 de octubre de 2011**. Ingeniería Civil y Arquitectura. Concreto Fresco. Toma de muestras. Esta es necesaria para determinar según numeral 5.1 el tamaño de la muestra, según menciona, (NTC 454 / 2011, s.f. ICONTEC (Colombia) p. 2)

La muestra para los ensayos de resistencia debe tener un volumen mínimo de 28L. Se pueden permitir muestras más pequeñas para ensayos de rutina de asentamiento, temperatura o contenido de aire y debe determinarse su volumen según el tamaño máximo del agregado.

Es relevante tener presente que, al trabajar con el presente proyecto, la **NTC 3829:2004**.

Adoquín de arcilla para tránsito peatonal y vehicular liviano.

NTC 4017:2005. Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla.

ASTM C143 / C143M-2015a

ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.

ASTM C31 / C31M – 19. Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

NTC 5222 del 26 de noviembre de 2003. Concretos. Métodos de ensayo para medir el flujo libre, flujo restringido y segregación en concretos autocompactantes.

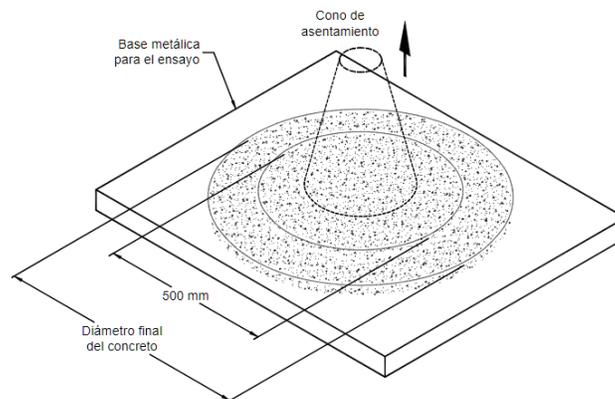


Figura No. 11. Ensayo de Flujo libre.

Nota General: La imagen muestra el aceptación para la prueba de cono Slump Recuperado de NTC 5222:2003 Copyright 2003 por la Norma Técnica Colombiana. Reprinted with permission.

NTC 550 del 21 de junio de 2000. Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Se tomó como referencia la presente normatividad, ya que es transcendental determinar características que deben tener algunos materiales, y herramientas al caso. “Varilla Compactadora. 5.4. Varilla de acero redonda, recta y lisa con un diámetro que cumple con los

requisitos. La longitud de esta varilla debe ser al menos 100mm (4 pulgadas) de longitud total. El extremo de apisonamiento de la varilla o ambos extremos debe(n) tener una punta hemisférica redondeada, del mismo diámetro que la varilla.

Tabla No. 4. *Requisitos para varillas compactadoras*

Diámetro del cilindro o espesor de la viga, mm (pulgadas)	Diámetro de la varilla, mm (Pulgadas)*	Longitud de la varilla, mm (pulgadas)
< 150 (6)	10 (3/8)	400 (16)
≥ 150 (6)	16 (5/8)	600 (24)

*

La tolerancia en diámetro es ± 2 mm

Nota. Recuperado de NTC 550 del 21 de junio de 2000 Copyright 2000 por la Norma Técnica Colombiana. Reprinted with permission.

En la Tabla No. 4. Se muestra las dimensiones para las varillas compactadoras, necesarias para muestras de concreto en obra, requisitos mínimos según lo especificado en la NTC 550:2000.

Finalmente se requirió de la Norma de Sismo Resistencia, ya que es de vital importancia comprender, en primera instancia que lo fabricado será un elemento no estructural. Sin embargo, cabe destacar que su producción será a partir de concreto. Concreto requerido para la edificación. Esta Norma citada corresponderá a la: **NSR-10 CAPITULO C.5., CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACIÓN.** Principalmente se tomaron en cuenta para el desarrollo del presente proyecto los siguientes capítulos y numerales de la Norma No. C.5.3.2 — RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA. C.5.6 — EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO. C.5.6.3 — PROBETAS CURADAS EN FORMA ESTÁNDAR. C.5.6.4 — PROBETAS CURADAS EN OBRA.

5 Aprovechamiento del desperdicio de concreto estructural.

5.1 CAPÍTULO I. Estructura del coste

Se determinó para el estudio de caso la obra La Ribera Alsacia; Un Sistema constructivo de pórticos. Descripción: un conjunto residencial que está localizado en un sector de alto desarrollo y valorización ubicado al occidente cra 71b bis cll 12c Bogotá. La Ribera centraliza su uso en clase residencial, contará con 207 apartamentos.

En la obra se requiere de 7004,20 m³ concreto. A continuación, en la Tabla No. 5, se muestra los valores por concreto estructural y m³ requeridos para el total del proyecto de construcción La Ribera.

Tabla No. 5. *Valores del Concreto estructural.*

Concreto Estructural	Valor m ³ de concreto	m ³	Total m ³	Total Concreto
PLACA				
3000 psi	COP	340.360	91.4m ³ x 2	182,8 COP 62.217.808
3500 psi	COP	367.879	91.4m ³ x 3	274,2 COP 100.872.422
4500 psi	COP	414.832	91.4m ³ x 3	274,2 COP 113.746.934
5000 psi	COP	384.589	91.4m ³ x 8	731,2 COP 281.211.477
6000 psi	COP	407.703	91.4m ³ x 9	822,6 COP 335.376.488
MURO				
4000 psi	COP	365.034	196.65m ³ x 2	393,30 COP 143.567.872
5000 psi	COP	384.589	196.65m ³ x 3	589,95 COP 226.888.281
6000 psi	COP	407.073	196.65m ³ x 3	589,95 COP 240.152.716
7000 psi	COP	491.582	196.65m ³ x 8	1.573,00 COP 773.258.486
8000 psi	COP	503.307	196.65m ³ x 8	1.573,00 COP 791.701.911
TOTAL			7.004,20	COP 3.068.994.395
PROMEDIO VALOR POR M3				COP 438.164,87

Nota General: Tabla valores concreto estructural para el estudio de caso. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

De la anterior Tabla No. 5, tomaremos el promedio del valor por m³ que requiere la obra. Siendo este de **\$438.164.87 x m³**

Las cantidades totales de bloque adoquín requeridos para la obra están determinados en los Anexos No. 8, Anexo No. 9, Anexo 10 y Anexo 11. Es importante resaltar la sumatoria de estos, ya que se convertirá en un pilar durante el presente documento.

5.1.1 Toma de muestras de concreto estructural

Según el numeral 5.2.3. de la Norma NTC 454, que especifica el procedimiento para la toma de muestras en sitio. Se debe tomar de concreto estructural para fundir los cilindros de prueba. En la obra se usa la carretilla La Macha que tiene 7 ft³ (0,1982180 m³). Según ficha Técnica del Anexo No. 6.

El operario dispone a sacar el concreto estructural del mixer para pruebas y ensayos. Se muestra en la Figura No. 12,



Figura No. 12. Mixer en Obra.

Nota: Llega mixer a obra con el concreto estructural. El operario dispone a llevar la carretillada a sitio de pruebas una vez llena. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Al volumen total de la carretilla, se resta el volumen correspondiente de los cilindros. Es decir, se debe considerar que:

Determinamos el Volumen del Cilindro

$$0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 3.1.41516 = 0.007854 \text{ m}^2$$

$$0.007854 \text{ m}^2 \times 0.20 \text{ m} = 0.0015708 \text{ m}^3$$

Nota: Lo anterior, corresponde a un cilindro de concreto.

Ya que se requieren de 6 unidades de las probetas para ensayos.

$$0.0015708 \text{ m}^3 \times 6 \text{ (Unidades)} = 0.0094248 \text{ m}^3$$

Tener en cuenta que el volumen de la carretilla debemos restar el volumen de los cilindros.

Volumen Carretilla	-	Volumen de los Cilindros (6 Unidades)
0,1982180 m³	-	0.0094248 m³ = 0.1887932 m³

5.1.2 Identificación pérdida en obra

Se identificará, a continuación, los valores que se pierden en obra, por el desperdicio del concreto estructural, en este capítulo 5.1.2, se mostrará el desperdicio por carretilla según estudio de caso.

En la Tabla No. 6. Se relaciona el valor en pérdida por carretilla. Según lo requerido en concreto estructural más el valor del retiro de escombros. Se infiere que, por carretillada requerida para ensayos, se está perdiendo un total de **\$87.159,18**.

Tabla No. 6. *Valores perdidos por carretilla*

Volumen Carretilla Requerido	Volumen Cilindro	Concreto perdido
0,198218	0,0094248	COP 82.722,54
Valor transporte escombros	Volumen Carretilla	Valor transporte por carretilla
COP 23.500	0,1887932	COP 4.436,64
TOTAL		COP 87.159,18

Nota general: El volumen tomado para la carretilla, corresponderá a 0,1887932 m³. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.1.3 Análisis pérdida total en estudio de caso

Se detalla que; llegan entre 10 y 12 mixer a diario, promedio 11 (COP 958.750,98), al mes se hacen 24 días de fundido, por lo que se estima 49,84m³ de concreto estructural para muestreo (COP 23.010.023,52). La estructura se proyecta finalizar en 9 meses, por lo tanto, se requerirá de **448,57m³**. Esto traducido al costo, corresponde a **COP 207.090.211,68**.

5.1.4 Identificación sitios de acopio

En la Figura No. 13, se identifica el sitio de acopio en la entrada principal del proyecto estudio de caso La Ribera Alsacia.



Figura No.13. Identificación del desperdicio de concreto estructural.

Nota General: Se identifica uno de los tres sitios de acopio en obra. Fuente: Propia, del proyecto ADQN

(Ver Figura No. 14) se muestra el concreto de otro sitio de acopio, está localizado en la parte posterior del proyecto de construcción (dentro de la obra).



Figura No. 14. Identificación del desperdicio de concreto estructural en Sitio acopio

Nota General: Sitio de acopio en obra (parte posterior del proyecto, dentro de obra). Fuente: Propia, del proyecto ADQN

(Ver Figura No. 15), se identifica un tercer sitio de acopio dentro de la obra, este se encuentra listo para recogida.



Figura No. 15. Identificación del concreto estructural para recogida.

Nota General: Sitio de acopio identificado, este se encuentra listo para recogida por el proveedor de retiro de escombros. Fuente: Propia, del proyecto ADQN.

5.1.5 Identificación de Costos estudio de caso.

5.1.5.1 Retiro de escombros

Los valores para la recogida de escombros están determinados en el Anexo No. 7, se trabajó para bajo esta remisión, los valores relacionados en el anexo no varían con el proveedor.

En la Figura No.16, se evidencia que el operario en su actividad derrama el concreto estructural al sitio de acopio.



Figura No.16. Identificación del desperdicio en obra 2

Nota general: El concreto estructural que ha sido vaciado en uno de los tres sitios de acopio, será posteriormente recogido por el proveedor encargado. Fuente: Propia, del proyecto

5.1.6 Elaboración Molde para adoquín.

Para la elaboración del molde, se utilizó los elementos especificados en la Tabla No. 7. Se hace mención del APU requerido para dimensiones del adoquín español. Adoquín necesario en obra.

Tabla No. 7. *Elaboración Molde Madera In Situ Bloque Español*

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Puntilla con Cabeza 2pg				
500g Puma	UN	0,024000	COP 2.900,00	COP 69,60
Formaleta 19mm				
Dimensionada 0.23x2.44m	m	0,295082	COP 16.900,00	COP 4.986,89
Herramienta Menor	%	10,000000		COP 505,65
Mano de Obra	HH	0,066666	COP 3.578,75	COP 238,53
			TOTAL	COP 5.562,13

Nota específica: a) Item de Puntilla con Cabeza 2pg 500g Puma, se requirió 12 unidades de este. b) Formaleta 19mm Dimensionada 0.23x2.44m, se requirió de 0,16m² (28% del total del elemento). Elaboración Propia. Proyecto ADQN

En la Figura No. 17, se muestra las dimensiones requeridas para la elaboración del molde para fabricación adoquín español.

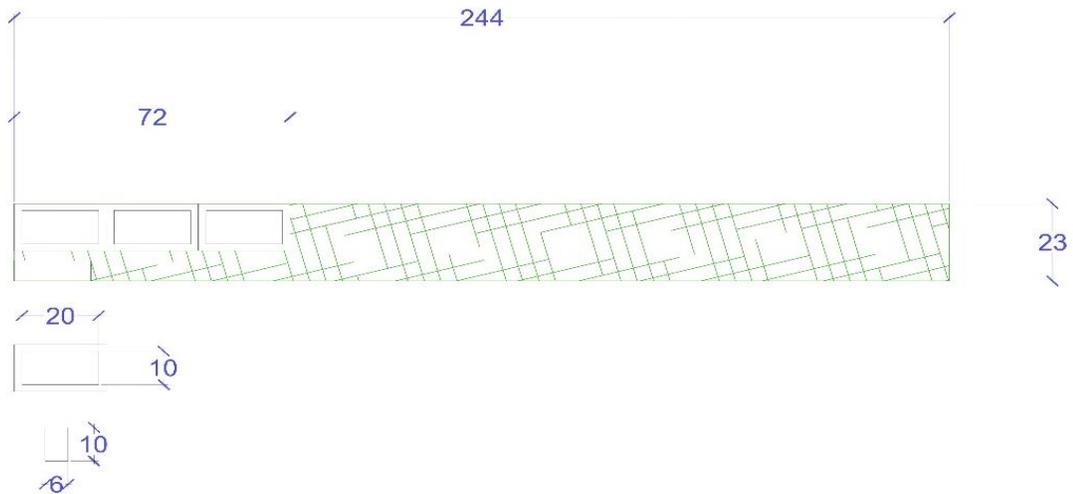


Figura No. 17. Dimensión requerida para el molde Adoquín Español.

Nota: Figura proyectada en AutoCAD. Medidas aproximadas al real. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

(Ver Figura No. 18), se muestra los elementos requeridos para la elaboración del molde.

(ADOQUÍN ESPAÑOL Y ADOQUÍN CUARTO 26)



Figura No. 18. Herramienta Menor Molde

Nota: Herramienta menor identificada, y APU previamente señalados en Tabla No. 7 y Tabla No. 8. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

(Ver Figura No. 19), se muestra el molde una vez finalizado. Este se utilizará para la producción del bloque adoquín español.



Figura No. 19. Molde para la producción de Adoquín Español.

Nota: Terminación del molde para adoquín español. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Sin embargo, en la mayoría de las construcciones requiere de intervención urbanística bajo el adoquín cuarto 26, por lo tanto, se ha hecho también un molde y se ha hecho análisis de su coste según se describe en la Tabla No. 8.

Tabla No. 8. Elaboración Molde Madera In Situ Bloque Cuarto 26

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Puntilla con Cabeza 2pg				
500g Puma	UN	0,024000	COP 2.900,00	COP 69,60
Formaleta 19mm				
Dimensionada 0.23x2.44m	m	0,245902	COP 16.900,00	COP 4.155,74
Herramienta Menor	%	10,000000		COP 422,53
Mano de Obra	HH	0,066666	COP 3.578,75	COP 238,53
			TOTAL	COP 4.647,87

Nota Específica: a) Item de Puntilla con Cabeza 2pg 500g Puma, se requirió 12 unidades de este. b) Formaleta 19mm Dimensionada 0.23x2.44m, se requirió de 0,13m² (23,21% del total del elemento). Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

En la Figura No. 20, se muestra las dimensiones requeridas para la elaboración del molde para fabricación adoquín cuarto 26.

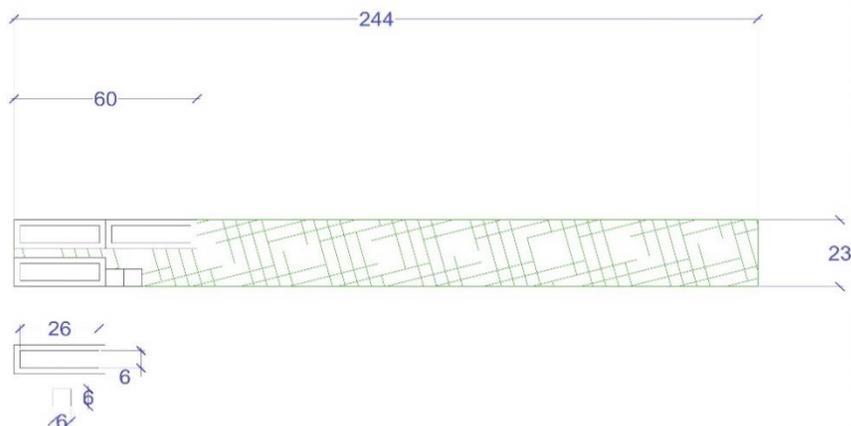


Figura No.20. Dimensión requerida para el molde Adoquín Cuarto 26.

Nota General: Elaborado por AutoCAD. Medidas aproximadas al real. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.1.7 Determinación

Hacer un ladrillo adoquín, si utilizamos el desperdicio de las muestras de concreto. Vale COP 364.58 para el adoquín español y COP 362.90 para el adoquín cuarto 26. Según Tablas No. 9 y 10.

Tabla No. 9. Elaboración Adoquín Español (Unidad)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Precio Unitario				
Concreto	m3	0,001200	COP -	COP -
Molde	UN	0,001667	COP 5.562,13	COP 9,27
ACPM (Bogotá)	Gal	0,011340	COP 9.283,00	COP 105,27
Carretilla	UN	1,000000	COP -	COP -
Herramienta Menor	%	10,000000		COP 11,45
Mano de Obra OF (SMLV)	HH	0,066667	COP 3.578,75	COP 238,58
			TOTAL	COP 364,58

Nota: APU requerido para la producción en Sitio del adoquín español. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN

44

Tabla No. 10. *Elaboración Adoquín Cuarto 26*6*6(Unidad)*

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Precio Unitario				
Concreto	m3	0,000936	COP -	COP -
Molde	UN	0,001667	COP 4.647,87	COP 7,75
ACPM (Bogotá)	Gal	0,011340	COP 9.283,00	COP 105,27
Carretilla	UN	1,000000	COP -	COP -
Herramienta Menor	%	10,000000		COP 11,30
Mano de Obra OF (SMLV)	HH	0,066667	COP 3.578,75	COP 238,58
			TOTAL	COP 362,90

Nota: APU requerido para la producción en Sitio del adoquín cuarto 26. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.1.8 Instalación del adoquín

A continuación, se hace una comparación de costos en la instalación del adoquín por m². El comparativo de actividad se hace teniendo en cuenta los valores requeridos para adoquín cerámico y para la actividad del adoquín fabricado en sitio. Tabla No. 11. Muestra el valor que regularmente se está requiriendo en obra por m², en adoquín español cerámico.

Tabla No. 11. *Instalación adoquín español por m²*

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Precio Unitario				
Adoquin Español 20*10*6	UN	50,00	COP 784,00	COP 39.200,00
Arena lavada de peña	m3	0,01	COP 19.932,00	COP 199,32
Herramienta menor	%	10,00		COP 3.939,93
Hora cuadrilla Albañilería - PREST	HC	0,50	COP 7.157,49	COP 3.578,75
TOTAL				COP 46.918,00

Nota: Los anteriores cantidades son tomadas directamente de Construdata. Recuperado de: Fuente CONSTRUDATA 2019, precios Bogotá.

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN

45

En la siguiente Tabla No. 12., se muestra el valor propuesto para el adoquín español (Adoquín fabricado en sitio de la obra). Mostrando una diferencia de \$23.068,28 en utilidad (49%). Este valor es importante considerarlo, ya que se considera parte del ahorro en obra, e inversión para otras actividades.

Tabla No. 12. Valor Propuesto adoquín Español, por m².

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Precio Unitario				
Adoquín Español	UN	50,00	COP 364,58	COP 18.228,84
Arena lavada de peña	m ³	0,01	COP 19.932,00	COP 199,32
Herramienta menor	%	10,00		COP 1.842,82
Hora cuadrilla				
Albañilería - PREST	HC	0,50	COP 7.157,49	COP 3.578,75
			TOTAL	COP 23.849,72

Nota: Cantidades y valores tomados teniendo en cuenta la utilidad y fabricación del bloque adoquín español. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Si tenemos en cuenta que para la obra son requeridos **5864,64m²**, es decir en cantidad 293.232 unidades de adoquín español, eso implica que:

Utilizando el APU para adoquín cerámico, tendríamos una inversión total de COP 275.157.180, si a este lo comparamos con el adoquín fabricado en sitio COP 139.870.022, obtendremos un margen de utilidad de **COP 135.287.158 (49% de ahorro)**.

Teniendo en cuenta que uno de los bloques más utilizados en obras de urbanización es el adoquín cuarto 26, se ha hecho también el ejercicio de comparar sus actividades. Obteniendo así los datos que a continuación se relaciona:

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN

46

En la Tabla No. 13. Se muestran los valores y actividades correspondientes a esta.

Únicamente para adoquín cerámico cuarto 26.

Tabla No. 13. *Instalación adoquín cerámico cuarto 26, por m²*

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Precio Unitario				
Adoquín				
cuarto 26*6*6	UN	64,00	COP 638,00	COP 40.832,00
Arena lavada de peña	m ³	0,01	COP 19.932,00	COP 199,32
Herramienta menor	%	10,00		COP 4.103,13
Hora cuadrilla				
Albañilería - PREST	HC	0,60	COP 7.157,49	COP 4.294,49
TOTAL				COP 49.428,95

Nota: Las anteriores cantidades son tomadas directamente de Construdata. Recuperado de: Fuente CONST RUDATA 2019, precios Bogotá.

En la siguiente Tabla No. 14., se muestra el valor propuesto para el adoquín cuarto 26.

Mostrando una diferencia de COP 19.367 en utilidad (39,18%).

Tabla No. 14. Valor Propuesto adoquín cuarto 26, por m².

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Precio Unitario				
Adoquín				
en concreto	UN	64,00	COP 362,90	COP 23.225,64
Arena lavada de peña	m ³	0,01	COP 19.932,00	COP 199,32
Herramienta menor	%	10,00		COP 2.342,50
Hora cuadrilla				
Albañilería - PREST	HC	0,60	COP 7.157,49	COP 4.294,49
			TOTAL	COP 30.061,95

Nota: Cantidades y valores tomados teniendo en cuenta la utilidad y fabricación del bloque adoquín español. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Para el caso del adoquín cuarto 26, cambian las unidades requeridas si fuese utilizado en el proyecto La Ribera Alsacia. Si se utiliza el adoquín cuarto 26 se debe considerar una inversión de:

$$5864,64\text{m}^2 \quad \times \quad \$ \quad 49.428,95 \quad = \quad \text{COP } 289.882.997$$

Utilizando el APU para adoquín cerámico, tendríamos una inversión total de COP 289.882.997, si a este lo comparamos con el adoquín fabricado en sitio COP 176.302.514, obtendremos un margen de utilidad de **COP 113.580.483 (39% de ahorro)**.

5.1.9 Rendimiento adoquín español

Para la fabricación del adoquín español, se tiene en cuenta los anteriores valores descritos, y de este determinamos las cantidades producidas por carretilla como se muestra en la Tabla No. 15.

Tabla No. 15. *Cantidades de adoquín español*

Item y descripción	Determinación
Dimensiones de adoquín Español	0.20 x 0.10 x 0.06 cm
Volumen del ladrillo:	0,0012000
Volumen carretilla	0,1887932
Total, ladrillos por carretilla:	157,3276667

Nota: Total de bloque adoquín español producidos por carretilla. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.1.10 Análisis rendimiento adoquín español

Al hacer la misma operación de las cantidades de Mixer que llegan por día, y finalización estimada de la estructura. Se obtienen los siguientes datos:

Mixer por día	11 mixer	1.730
Días de fundido	24 días	41.534
Finalización estructura	9 mes	373.810

Para el proyecto es requerido un total de 5864,64m² en urbanismo con intervención del bloque adoquín español, en cantidad corresponde 293.232 unidades. Por tanto, quiere decir que, de los 373.810 unidades producidos, se está ahorrando **80.579 unidades** que pueden ser aprovechadas en otros espacios u otros proyectos de construcción.

5.1.11 Rendimiento adoquín cuarto 26

No obstante, haciendo la misma operación, pero para el adoquín cuarto 26. Obtenemos los siguientes datos:

Tabla No. 16. *Cantidades adoquín cuarto 26*

Item y descripción	Determinación
Dimensiones de adoquín Cuarto 26:	0.26 x 0.06 x 0.06 cm
Volumen del ladrillo:	0,000936
Volumen carretilla	0,1887932

Total, ladrillos por carretilla: 201,7021368

Nota: Total de bloque adoquín Cuarto 26 producidos por carretilla. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.1.12 Análisis adoquín cuarto 26

Mixer por día	11 mixer	2.219
Días de fundido	24 días	53.249
Finalización estructura	9 mes	479.243

E igualmente para el adoquín cuarto 26, es requerido un total de 5864,64 m², eso traducido a la cantidad de bloques adoquín cuarto 26 es 375.336,96. Por tanto quiere decir que los 479.243 unidades producidos, se está ahorrando **103.906 unidades** que pueden ser aprovechadas en otros espacios u otros proyectos de construcción.

5.1.13 Utilidad total de la obra La Ribera Alsacia.

Si tomamos el valor del desperdicio por carretilla, ya previamente conocido, y a éste sumamos el valor de utilidad total del adoquín español, se obtendrá los siguientes valores:

ADOQUÍN ESPAÑOL

Valor desperdicio:	COP 207.090.211,68.
Valor ahorro adoquín español:	COP 135.287.158,00
TOTAL VALOR UTILIDAD:	COP 342.377.369,68

ADOQUÍN CUARTO 26

Valor desperdicio:	COP 207.090.211,68.
Valor ahorro adoquín cuarto 26:	COP 113.580.483,00

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN
50

TOTAL VALOR UTILIDAD:

COP 320.670.694,68

5.2 CAPÍTULO II. Fabricación.

5.2.1 Concreto estructural

En la Siguiete Figura No. 21, se muestra el proceso de vaciado del concreto estructural desde el mixer hacia la carretilla La Macha 7ft3.



Figura No. 21. Vaciado Concreto estructural

Nota: Se muestra que el mixer que llega a obra está vaciando el concreto estructural contenido, a la base de la carretilla. Posteriores pruebas. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.2.2 Cilindros de ensayos

Una vez, se cuenta con la carretillada de concreto estructural para pruebas, se procede a retirar el porcentaje detallado en la NTC 454. Cilindros como se muestra en la siguiente Figura No. 22.



Figura No. 22. Cilindros para pruebas de concreto estructural.

Nota: Se requieren 6 unidades de cilindros para las pruebas que se menciona en la NTC. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.2.3 Producción del adoquín

Estas muestras de concreto serán sometidas a ensayos de acuerdo con NTC 550 e indicaciones adicionales descritas en la NTC 396.

Este concreto estructural que es utilizado para las muestras, es descartado y no se tiene en cuenta en la fabricación del elemento propuesto. En los próximos subcapítulos se presentará las indicaciones para tener en cuenta en la producción del bloque adoquín (español y cuarto 26) rojo y gris correspondientemente. Figura No. 23, bloque terminado.



Figura No. 23. Adoquín español

Nota: Se muestra el adoquín español gris terminado. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.2.3.1 Producción de Adoquín Español rojo.

Contando con el porcentaje restante de la carretilla, es decir los 0,1887932m³, se considerará lo siguiente para obtener el Adoquín español tipo rojo:

Usar 3 palas de concreto que equivalen a 0,001995 m³, y una palada de polvillo de cortadora y equivale a 0,000665 m³. En la Figura No. 24.



Figura No. 24. Pala con concreto.

Nota: Se obtiene del concreto estructural de la carretilla. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

En la Figura No. 25, se evidencia un valde con concreto estructural (correspondiente al concreto estructural de la carretilla) y otra cubeta con polvillo de cortadora.



Figura No. 25. Mezcla del concreto estructural

Nota: La mezcla corresponde al concreto estructural sobrante de la carretilla que no se utilizó en las probetas (cilindros de pruebas). Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Se procede con el mezclado del concreto estructural y el polvillo de ladrillo para obtener el color rojizo. Una vez la mezcla se encuentre homogénea, se hará el vertido al molde. Figura No. 26.



Figura No. 26. Vaciado concreto estructural en molde

Nota: Vaciado del concreto estructural sobrante en el molde, para fabricación del adoquín español. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Hay que considerar que para este proceso se deberá tomar un 0.5% de ACPM, engrasar el molde en sus laterales y demás paredes con el fin de evitar que se adhiera el concreto al molde, y que este pierda su rendimiento (calculado para 600 adoquines).



Figura No. 27. ACPM

Nota: Imagen referencia ACPM. Recuperado de: https://listado.mercadolibre.com.co/tanque-acpm-12-galones_ITEM*CONDITION_2230284

5.2.3.2 Producción de Adoquín Español gris.

Se hace el mismo procedimiento anteriormente descrito, se excluye el polvillo de ladrillo, y se deja únicamente la mezcla de concreto. Según se muestra en la Figura No. 28.



Figura No. 28. Mezcla concreto estructural

Nota: Vaciado del concreto estructural sobrante en el molde, para fabricación del adoquín español. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Esto con finalidad para obtener el bloque adoquín gris. Finalmente se obtuvo los siguientes moldes de bloques adoquín español. En tonalidad rojo y gris respectivamente, como se muestra en la siguiente Figura No. 29.



Figura No. 29. Fraguado Adoquín español

Nota: El bloque Adoquín español se encuentra en fraguado (De arriba hacia abajo), adoquín español rojo, adoquín español gris. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Una vez desencofrado el bloque, se obtiene el adoquín con las medidas y características descritas con anterioridad (20*10*6 cm), como se muestra en la Figura No. 30.



Figura No. 30. Producto Adoquín español

Nota: Adoquín español gris, una vez desencofrado. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

E igualmente, para la desencofrado del adoquín cuarto 26. Se obtendrá el siguiente bloque adoquín (26*6*6). Según muestra la Figura No. 31



Figura No. 31. Producto Adoquín Cuarto 26.

Nota: Adoquín Cuarto 26, una vez desencofrado (Izq – Der) Rojo y gris.. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.2.4 Rendimiento Molde

Las cantidades del molde, se tomó como referencia el rendimiento para fabricar 600 Unidades del bloque promediando su valor, teniendo en cuenta que; en la fabricación de 20 bloques no hemos obtenido un desgaste 20/100. Se considera que al fabricar 100 de estos elementos tendremos un desgaste moderadamente notable.

Por unidad de galón de ACPM, se tomó como referencia el 0,5%.

5.2.5 Herramientas

En el estudio de caso se utilizó Una carretilla de 7'Ft³ La Macha, de acuerdo con el Anexo No. 6, se ha convertido la anterior unidad (de medida norteamericana a medida Sistema Internacional. Se describe la ficha técnica de la carretilla en el Anexo No. 6.

Los elementos requeridos, se encontraban en obra. Sin embargo, estos se tuvieron en cuenta para el APU del molde, con precios reales por cada proveedor. Se detallan en la Tabla No. 17.

Tabla No. 17 . *Materiales requeridos para la fabricación del elemento*

Materiales elaboración Adoquín

DESCRIPCION

Concreto

Molde

ACPM

Nota. Los materiales anteriormente descritos corresponden a aquellos que fueron empleados en la elaboración del bloque adoquín (español y cuarto 26). Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.2.6 Maquinaria

Se identifica aquellos elementos que son necesarios mencionar, sin embargo, no fueron objeto de APU de las actividades de fabricación. Se identifican:

Según Figura No. 31, se requirió del Mixer (8m³).



Figura No. 32. Mixer 8m³

Nota general: Mixer de 8m³ que llega a obra con el concreto estructural. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

También, hizo parte integral el uso de a cortadora para obtener el polvillo de ladrillo. La cortadora Se encuentra en un encerramiento provisional. Figura No. 32.



Figura No. 33. Cortadora In Situ

Nota general: Elementos de construcción, cortadora, pulidora, entre otras. Cortadora, elemento esencial para el contexto de obra. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

5.3 CAPÍTULO III. Determinación de pruebas y ensayos al producto.

Se sometió a ensayos el producto adoquín español, con los siguientes determinantes con el fin de establecer el uso final del elemento.

5.3.1 Ejecución de Ensayos de laboratorio

Los ensayos realizados, fueron determinados por el laboratorio acreditado por ONAC (Organismo Nacional de Acreditación) bajo certificación No. 13-LAB-015. Los resultados de las pruebas se encuentran en Anexo No. 1.

Del anexo No. 1, se toma los valores referencia para los resultados de laboratorio, y a continuación se relacionan estos, según tabla No. 18.

Tabla No. 18. Resultados de laboratorio

Numero de Muestra	Fecha de Muestreo	Area (mm ²)	Carga Máx.	RESULTADO		Tipo de falla	Prom. Mpa	% alcanzado
				psi	Mpa			
CONCRETO								
CONCRETO CEMEXCOLOMBIA S.A.								
861	24/08/2019	8,227	253	4,47	30.8	5	31.2	152%
	Localización	8,095	257	4,61	31.8	4		
	Observación	8,075	251	4,51	31.1	5		
862	24/08/2019	8,060	160	2,88	19.8	4	20.2	98%
	Localización	8,067	167	3,000	20.7	4		
	Observación	8,091	163	2,910	20.1	4		
855	12/09/2019	8,060	130	2,340	15.1	4	16.1	78%
	Localización							

Nota General. Los resultados relacionados en la Tabla corresponden a los mencionados en el informe de resultados 5894-2019 del laboratorio SGS COLOMBIA. Referencia de acuerdo con el Anexo No. 1. Adaptado: SGS COLOMBIA.

5.3.2 Ejecución de Pruebas

Se realizó pruebas de presión a los adoquines, exponiéndolos a una volqueta de “35 toneladas”. Se muestra en la Figura No. 34.

El adoquín de color rojo no resiste el peso del automotor, por lo cual se descarta para tráfico pesado. Por lo tanto, sirve para senderos peatonales y de carga liviana.



Figura No. 34. Prueba adoquín rojo – T. Vehicular.

Nota general: Pasa volqueta sobre los dos adoquines rojos con un peso aproximado de 35ton. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

En la Figura No. 35, se muestra que el adoquín color gris pasa la prueba quedando en buenas condiciones y apto para instalarlo en vías.



Figura No. 35. Prueba adoquín rojo – T. Vehicular.

Nota general: Pasa volqueta sobre los dos adoquines gris con un peso aproximado de 35ton. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.



Figura No. 36. Adoquín en curado.

Nota general: Curado de los bloques junto con las muestras de concreto. Finalidad: Aumentar de manera porcentual la resistencia del elemento. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Se dejó algunos de los bloques adoquín español, como cuarto 26 en curado con las muestras de concreto, esto con la finalidad que el adoquín que tenía los agregados como el polvillo de ladrillo presentara una mayor resistencia y fuera óptimo para uso vehicular, mayor o igual a las 35ton a las que fue probado su antecesor. Lo anterior, se puede evidenciar en la Figura No. 36.



Figura No. 37. Prueba adoquín rojo - T. Vehicular.

Nota general: Pasa volqueta sobre el adoquín rojo curado con un peso aproximado de 35ton. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

En las siguientes ilustraciones se muestra el proceso reincidente de la prueba anteriormente hecha. Esto corresponde a los nuevos modelos de adoquín curados. Figura No. 37.



Figura No. 38. Prueba adoquín rojo – T. Vehicular. Proceso 2

Nota general: Pasa volqueta sobre el adoquín rojo curado con un peso aproximado de 35ton. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

En la Figura No. 38, pasa el vehículo de 35Ton por el adoquín español.



Figura No. 39. Adoquín rojo posterior de la prueba.

Nota general: El adoquín rojo curado no pasó la prueba sobre la carga aplicada por el vehículo de 35ton. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Como consecuencia el adoquín fraguado con las muestras de concreto, no presentó diferencia en su reacción frente a a prueba aplicada. Por tanto se descarta tener contemplado el uso de otro elemento de obra para adicionar a la mezcla de concreto estructural con finalidad de producir el adoquín. Figura No. 39.

Para las siguientes pruebas se determina qué tanto resistirá los diferentes tipos de adoquín fabricados en la Obra. En la Figura No. 40 al 46 se describe su debido proceso.

El elemento adoquín español gris pasó la prueba, según se muestra en la Figura No. 40.

Se dispone dos elementos cilíndricos que será las columnas soporte para poner el adoquín a prueba.

El tiempo de espera para determinar que es óptimo son de 5 minutos cada uno.

Peso promedio de los operarios 70Kg.



Figura No. 40. Adoquín español gris. T. Persona

Nota específica:

- Peso de operario (70 Kg), peso aproximados de los operarios que hicieron parte del ejercicio en obra.
- Altura de operación (0,15m), los cilindros utilizados para esta actividad contaban en su momento con esta altura específica.
- Distancias entre elementos (0,16m).

Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

El elemento adoquín español rojo pasó la prueba, según se muestra en la Figura No. 41.

Se dispone dos elementos cilíndricos que será las columnas soporte para poner el adoquín a prueba.

El tiempo de espera para determinar que es óptimo son de 5 minutos cada uno.

Peso promedio de los operarios 70Kg.



Figura No. 41. Adoquín español rojo. T. Persona

Nota específica:

- Peso de operario (70 Kg), peso aproximados de los operarios que hicieron parte del ejercicio en obra.
- Altura de operación (0,15m), los cilindros utilizados para esta actividad contaban en su momento con esta altura específica.
- Distancias entre elementos (0,16m).

Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

El elemento adoquín cuarto 26 gris pasó la prueba, según se muestra en la Figura No. 42.

Se dispone dos elementos cilíndricos que será las columnas soporte para poner el adoquín a prueba.

El tiempo de espera para determinar que es óptimo son de 5 minutos cada uno.

Peso promedio de los operarios 70Kg.



Figura No. 42. Adoquín cuarto 26 gris. T. Persona

Nota específica:

- Peso de operario (70 Kg), peso aproximados de los operarios que hicieron parte del ejercicio en obra.
- Altura de operación (0,15m), los cilindros utilizados para esta actividad contaban en su momento con esta altura específica.
- Distancias entre elementos (0,16m).

Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

El elemento adoquín cuarto 26 rojo pasó la prueba, según se muestra en la Figura No. 43.

Se dispone dos elementos cilíndricos que será las columnas soporte para poner el adoquín a prueba.

El tiempo de espera para determinar que es óptimo son de 5 minutos cada uno.

Peso promedio de los operarios 70Kg.



Figura No. 43. Adoquín cuarto 26 rojo. T. Persona

Nota específica:

- Peso de operario (70 Kg), peso aproximados de los operarios que hicieron parte del ejercicio en obra.
- Altura de operación (0,15m), los cilindros utilizados para esta actividad contaban en su momento con esta altura específica.
- Distancias entre elementos (0,16m).

Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

El elemento adoquín cuarto 26 rojo curado pasó la prueba, según se muestra en la Figura No. 44.

Se dispone dos elementos cilíndricos que será las columnas soporte para poner el adoquín a prueba.

El tiempo de espera para determinar que es óptimo son de 5 minutos cada uno.

Peso promedio de los operarios 70Kg.



Figura No. 44. Adoquín rojo posterior de la prueba.

Nota específica:

- Peso de operario (70 Kg), peso aproximados de los operarios que hicieron parte del ejercicio en obra.
- Altura de operación (0,15m), los cilindros utilizados para esta actividad contaban en su momento con esta altura específica.
- Distancias entre elementos (0,16m).

Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

El elemento adoquín cuarto 26 gris curado pasó la prueba, según se muestra en la Figura No. 45.

Se dispone dos elementos cilíndricos que será las columnas soporte para poner el adoquín a prueba.

El tiempo de espera para determinar que es óptimo son de 5 minutos cada uno.

Peso promedio de los operarios 70Kg.



Figura No. 45. Adoquín rojo posterior de la prueba.

Nota específica:

- Peso de operario (70 Kg), peso aproximados de los operarios que hicieron parte del ejercicio en obra.
- Altura de operación (0,15m), los cilindros utilizados para esta actividad contaban en su momento con esta altura específica.
- Distancias entre elementos (0,16m).

Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

A continuación, se muestra un corte correspondiente a la planta del proyecto. En él se detalla la instalación, puesta y distribución de los bloques de adoquín. Como se muestra en la Figura No. 49.

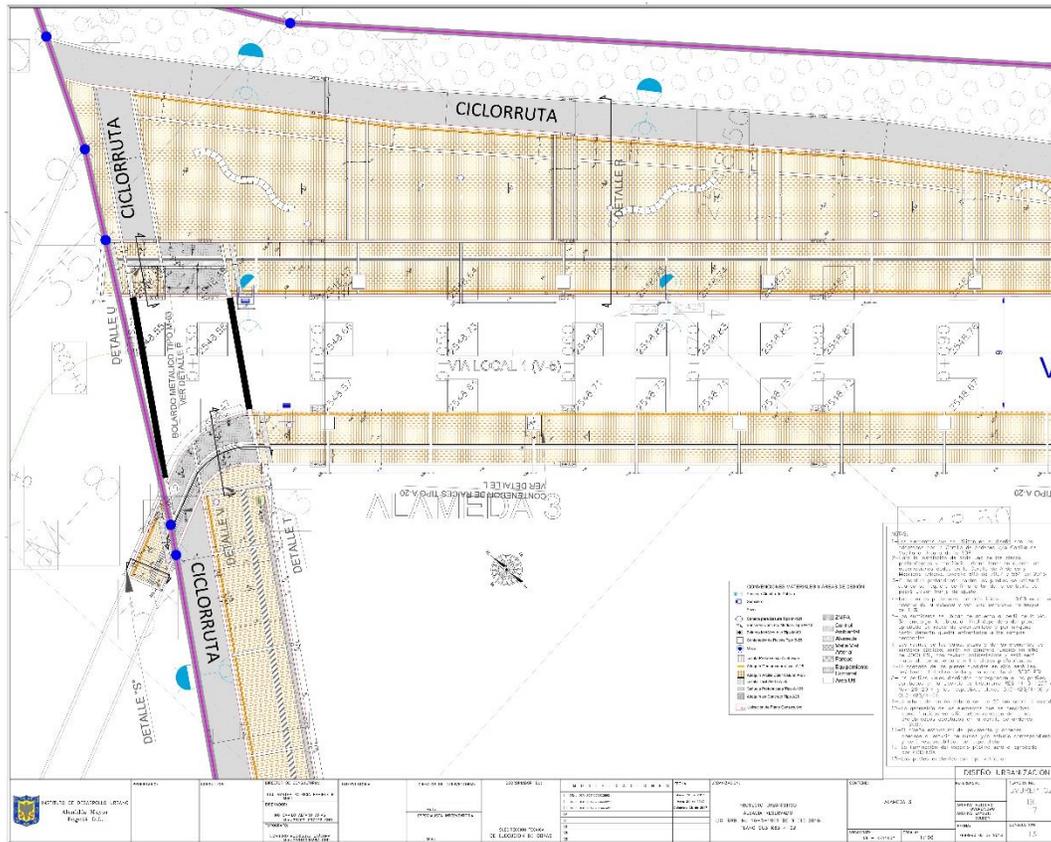


Figura No. 47. Plano de corte arquitectónico del proyecto La Ribera Alsacia

Nota General: El plano referenciado, corresponde a corte arquitectónico del proyecto La Ribera Alsacia. Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

Se referencia la anterior imagen, ya que a través de esta se puede inferir las zonas de urbanización, detalle de la actividad y distribución del bloque adoquín.

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN

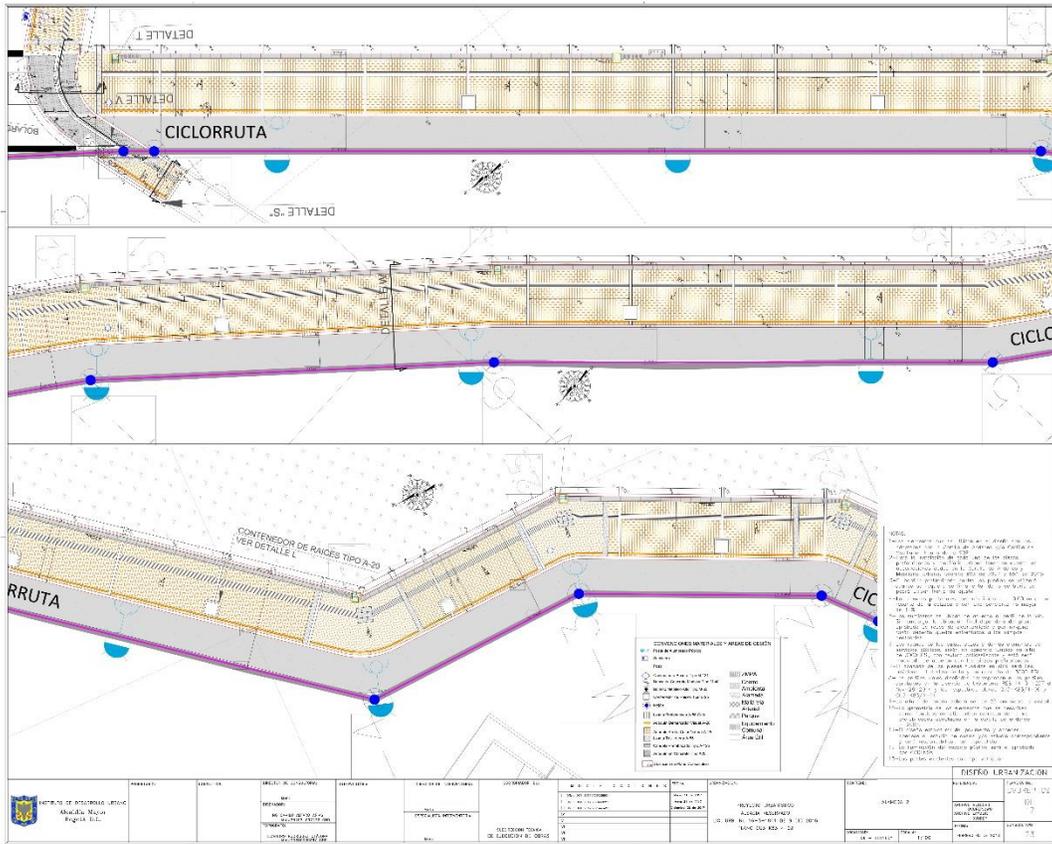


Figura No. 48. Plano de corte ciclorruta.

Nota General: El plano referenciado, corresponde a planta arquitectónica para la distribución del bloque adoquín en urbanización de ciclorruta. Estudio caso proyecto La Ribera Alsacia Elaboración Propia. Proyecto ADQN.

6 Conclusiones y Recomendaciones

En atención a la dinámica y propuesta ostentada en el presente estudio de caso La Ribera Alsacia, se determina que el desperdicio de obra para el concreto estructural es sumamente considerable en cantidad y costoso a la vez. Por tanto, para hallar viable la producción del bloque adoquín, se infiere en los resultados cuantitativos y característicos para su uso final.

Con base a los cálculos de cantidades de obra se determinó que existe una factibilidad económica para la elaboración del elemento, ya que se cuenta con un margen favorable de aprovechamiento y ganancia. Adicionalmente, cabe destacar que son actividades que al llevarse a cabo de forma continua y eficaz representarán para el inversionista un excelente lucro.

Actividades contempladas y que son necesarias para la ejecución integral como por ejemplo el retiro de escombros, un costo que está determinado por m^3 de concreto estructural, se convierte en un ítem dado por abolido. Justamente, en mención de costos directos del proyecto llama la atención el contraste dado, ya que es una sencilla solución que se encuentra al alcance de las obras de construcción.

Se ha enfocado en la reutilización del concreto para la fabricación del elemento no estructural, llámese adoquín español según el estudio de caso, la optimización del producto está condicionado a la medición de los resultados obtenidos en el presente proyecto basados en la normatividad según se describe en cada sección.

No obstante, dentro del proceso, pruebas y ensayos que se requirió para producir el elemento no estructural fue complejo, ya que, al someter el elemento a distintas pruebas en sitio, tendía a no tomar la suficiente resistencia durante un mínimo tiempo, también el elemento presentó algunas fallas si se le adicionaba más agua. Sin embargo, dentro del margen de producción y ensayos requeridos para inferir su uso final, el elemento no estructural es suficiente

También se infiere del proceso de fabricación y posteriormente las pruebas a las que se sometió el elemento estructural, que todo bloque adoquín si está o no con otro tipo de agregado de material que no se utilice en obra como es el caso del polvillo de ladrillo, por ejemplo, puede ser utilizado en el contexto uso peatonal. No obstante, hay limitaciones si se requiere fabricar bloque adoquín para uso vehicular, el cual está descrito en el presente documento.

No es recomendable utilizar elementos de desperdicio, sobrantes y/o aditivos a la mezcla de concreto estructural, ya que se demostró previamente que este tipo de acción genera un declive en la resistencia del elemento, se hará únicamente teniendo en cuenta que su disposición final sea uso peatonal. Importante, al momento de requerir cantidades para la fabricación del elemento con el concreto estructural, se deberá restar porcentaje correspondiente a las muestras cilindros. El valor por carretilla no es similar en todos los casos, este puede aumentar o puede disminuir, considerar variable.

Finalmente se concluye que el desperdicio generado en obra, cuyo caso se desarrolle su estructura en 9 meses pierde el valor total de un apartamento clase media en Bogotá 2019, (COP 342.377.369,68 si se trabaja con adoquín español, y COP 320.670.694,68 si se produjera adoquín cuarto 26).

Lista de Referencia

Adoquin español de 8 cm - trafico vehicular pesado. Ladrillera santafé. (2017). Recuperado de:

<https://www.santafe.com.co/wp-content/uploads/2018/08/FT-ADESP8-TP.pdf>

Alonso J. (2015-01-04). Los adoquines de Roma, de nuevo arma arrojadiza para políticos.

Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/cultura/20150104/54422998595/los-adoquines-de-roma-de-nuevo-arma-arrojadiza-para-politicos.html>

ASTM C143 / C143M-2015a (Extranjero Modificado)

ASTM C31 / C31M – 19. Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.

AZEK Building Products (2011). Recuperado de: <https://blog.is-arquitectura.es/2011/12/22/vast-adoquines-con-95-por-ciento-de-material-reciclado/> & <https://www.azek.com>

Beraikal. (2012). VAST: adoquines de material reciclado. Recuperado de:

<http://eraikal.blog.euskadi.eus/blog/category/mercado/nuevos-productos/page/28/?lang=eu>

Carolina. EFE. (2015). Los adoquines de Roma, de nuevo arma arrojadiza para políticos.

Recuperado de: https://www.eldiario.es/cultura/adoquines-Roma-nuevo-arrojadiza-politicos_0_342265917.html

Friedman. (2009). Soluciones ecológicas para la fabricación de ladrillos, bloques, adoquines y carreteras de materiales de desecho y suelos en sitio. Recuperado de:

<https://aggrebind.com/es/ladrillos/soluciones-ecologicas-para-la-fabricacion-de-ladrillos-bloques-adoquines-y-carreteras-de-materiales-de-desecho-y-suelos-en-sitio/>

Jan Bazant. (2014). Criterio General. Manual de Diseño Urbano.

NSR-10 CAPITULO C.5 - CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

NTC 1028:1994. Ingeniería Civil y Arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco método volumétrico.

NTC 1032:1994. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido fresco. Método de presión.

NTC 1926:1995. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para determinar la masa unitaria, rendimiento y contenido de aire por gravimetría del concreto.

NTC 3829:2004. Adoquín de arcilla para tránsito peatonal y vehicular liviano.

NTC 396 del 15 de enero de 1996. (1996) Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. [Tabla No. 2]. Recuperado de: NTC 396:1996

NTC 396 del 15 de enero de 1996. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

NTC 4017:2005. Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla.

NTC 454 del 19 de octubre de 2011. Ingeniería Civil y Arquitectura. Concreto Fresco. Toma de muestras.

NTC 5222:2003. Concretos. Métodos de Ensayo para medir el flujo libre restringido y segregación en concretos autocompactantes.

NTC 550 del 21 de junio de 2000. Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto
en obra

Revista de la Construcción y su Entorno. (2006) ARTE Y CEMENTO. ISSN 0212-8578

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN

77

Anexos

Anexo No. 1. Resultados de laboratorio.



Diagonal 24C # 96-85
Tel: 57-1-756 2656



ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE
ESTANDARIZACIÓN Y CONTROL DE
CALIDAD
ISO/IEC 17025:2017
13 LAB-013

INFORME DE ENSAYO 5894-2019
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES
CILÍNDRICOS DE CONCRETO Y GROUTING
NTC 673 - 2010

INFORME COMPRENDIDO

Fecha inicial: 2019-09-16
Fecha final: 2019-09-25

Cliente: MARVAL S.A
Proyecto: B-16076 LA RIOJA ALSACIA RESERVADO
Dirección: Calle 13 # 68 F- 25
Encargado: Ing. Jessica Garcia

Número de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia Nominal (MPa)	Asentamiento (mm)	Área (mm ²)	Carga Máxima (kN)	RESULTADO		Tipo falla	Promedio MPa	Porcentaje alcanzado	
								psi	MPa				
Concreto													
CONCRETO CEMEXCOLOMBIA S.A.													
861	2019-08-24	2019-09-21	28	20.6	152	8,227	253	4,470	30.8	5	31.2	152%	
	Localización: CARCAHO RAMPA SOTANO 2												
	Observaciones: 8,095 257 4,610 31.8 4												
862	2019-08-26	2019-09-23	28	20.6	114	8,060	160	2,880	19.8	4	20.2	98%	
	Localización: ESCALERA #4 A CUB. SALÓN COMUNAL												
	Observaciones: 8,075 251 4,510 31.1 5												
865	2019-09-12	2019-09-19	7	20.6	165	8,060	130	2,340	16.1	4	16.1	78%	
	Localización: ANDENES T1 Y T2												
	Observaciones:												

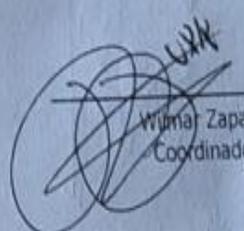
Los tipos de falla corresponden a los indicados en la norma NTC 673 figura 2 "Esquema de los Modelos de Fractura Típicos".

Según NSR 10: C.5.6.3.3 El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes: (a) Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a f'c. (b) Ningún resultado del ensayo de resistencia C.5.6.2.4) es menor que f'c. por más de 3.5 MPa cuando f'c. es 35MPa o menor; o por más de 0,10 f'c. cuando f'c. es mayor que 35 MPa.

C.5.6.2.4. Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c.

Para Grouting: D.3.8.2.1 Resistencia mínima. La calidad de la mampostería se considera satisfactoria si se cumplen simultáneamente que el promedio de los resultados de resistencia a la compresión de morteros de pega, morteros de relleno, unidades y muretes es mayor o igual a la resistencia especificada, y ningún valor individual es inferior al 80% de la resistencia especificada.

Aprobó:



Wilmar Zapata Palacios
Coordinador Técnico

--- Fin del Informe ---

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN
78

Anexo No. 2. Análisis Precios de producto : ARENA DE PEÑA

PARA FACTURA ELECTRONICA REF1: OG19009141		07/10/2019 7:48:24					
REF2: 19067482							
LOTE CLINICA LA PAZ							
ENTRADA ALMACEN No. 19067482							
Proveedor	1809697 OM TRANSPORTES Y MATERIALES SA	Proyecto	002079000000				
Identificación	901.161.870-1	Fecha de Entrega	07/10/2019				
Remisión No	2473	Orden de compra No.	19009141				
		Compañía	00101				
INSUMOS RECIBIDOS							
CODIGO	NOMBRE	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT	IMPORTE TOTAL	IVA	% IVA
442057	TRANSP. AREN PEÑA REZARANDEADA	M3	15,00	35.125,00	526.875		0
1030	ARENA DE PEÑA REZARANDEADA	M3	15,00	20.000,00	300.000		57.000 19,00
					826.875		57.000
					VALOR TOTAL		883.875

Anexo No. 3. Análisis Precios ACPM (Actual)

Precios de referencia por ciudades	ACPM (\$/gal)
Bogotá	9.283
Medellín	9.268
Cali	9.367
Barranquilla	9.009

Nota. Recuperado de Ministerio de Minas y Energía, <https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2019>

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN
79

Anexo No. 4. Análisis Precios de producto: ADOQUÍN ESPAÑOL

PARA FACTURA ELECTRONICA REF1: OG19000023
REF2: 19000113

21/10/2019 11:36:55

ADMÓN DELEG ORDEN HOSPIT
ENTRADA ALMACEN No. 19000113

Proveedor 2890 LADRILLERA SANTAFE S.A.	Proyecto 002968101000
Identificación 860.000.762-4	Fecha de Entrega 21/10/2019
Remisión No R00B09720	Orden de compra No. 19000023
	Compañía 00970

INSUMOS RECIBIDOS

CODIGO	NOMBRE	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT	IMPORTE TOTAL	IVA	% IVA
313010	ADOQUIN ESPAÑOL 20*10*6	UN	7840,00	635,00	4.978.400		0
					4.978.400		
VALOR TOTAL						4.978.400	

Anexo No. 5. Análisis Precios de producto: ADOQUÍN ESPAÑOL

PARA FACTURA ELECTRONICA REF1: OG19000023
REF2: 19000093

21/10/2019 11:36:55

ADMÓN DELEG ORDEN HOSPIT
ENTRADA ALMACEN No. 19000093

Proveedor 2897 HOLCIM COLOMBIA S.A.	Proyecto 002968101000
Identificación 860.009.808-5	Fecha de Entrega 02/10/2019
Remisión No 4970959	Orden de compra No. 19000110
	Compañía 00970

INSUMOS RECIBIDOS

CODIGO	NOMBRE	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT	IMPORTE TOTAL	IVA	% IVA
191029	CONCRETO 4000 1"	M3	11,00	334.162,00	3.675.786		507.926
	IMPERMEAB				2.673.296		507.926
VALOR TOTAL						3.581.222	

Anexo No. 6. Ficha Técnica de la carretilla utilizada.



En la Figura No. 51., se referencia la carretilla utilizada en obra La Ribera Alsacia.

Descripción Item	
Capacidad	7ft ³ (0.198218 m ³)
Tolva	Metálica color rojo
Estructura	Anatómica o Metálica Anatómica. Madera
Ruedas	Neumática, Maciza o Antipinchazo.
Soporte	Platina
Gancho de arrastre o de alzada.	
Platina delantera refuerzo de Tolva.	

Nota. Recuperado de <https://imsa.co/portafolio/carretillas/>. Copyright 2018. Reprinted with permission

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN
81

Anexo No. 7. Recogida de escombros

CONSTRUCTORA MARVAL S.A.											
Relación de Disposición de Viajes Correspondientes al mes de Junio											
Manifiesto	Fecha recolección	Vehículo (Placa)	Obra	PIN	Materia	m3	Sitio de Disposición	Fecha disposición	Valor unitario Ecolimpia	Vehículo	Valor Total
2544	25-jun	SPN180	La Ribera	15409	Cavación	7,00	CEMEX	25-jun	\$ 23.500	Ampliroli	\$ 164.500
2545	25-jun	WPL661				7,00	CEMEX	25-jun	\$ 23.500	Ampliroli	\$ 164.500
2546	25-jun	THY532				7,00	CEMEX	25-jun	\$ 23.500	Ampliroli	\$ 164.500
2547	26-jun	SVM373				7,00	CEMEX	26-jun	\$ 23.500	Ampliroli	\$ 164.500
2548	26-jun	SVM373				7,00	CEMEX	26-jun	\$ 23.500	Ampliroli	\$ 164.500
2696	27-jun	VDA369				15,00	CEMEX	27-jun	\$ 23.500	Ampliroli	\$ 352.500
2812	27-jun	VDB521				15,00	CEMEX	27-jun	\$ 20.000	Volqueta Sencilla	\$ 300.000
TOTAL											\$ 1.475.000

Anexo No. 8. Remisión 002968101000 del 30/08/2019

INFORMACIÓN DEL

REQ UERIMIENTO DESTINO

MATERIAL

Cód.	Insumo	UND	CANT.	Cód.	Insumo	OBSERVACIONES
313016	ADOQUIN	UN	852,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENESSANTAFE

INICIAR		TERMINAR		CREACIÓN Y MODIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS R-ING-067							
				FECHA APROBACIÓN: JULIO 3 2013				APROBÓ: COMITÉ TÉCNICO		VERSIÓN: 05	
COMPañÍA	DESCRIPCION	URBANIZACIÓN: CLINICA LA PAZ				RESIDENTE DE OBRA: camilo vargas castillo					
101	CLINICA LA PAZ	SUCURSAL PLANTA: 002968101000				ELABORÓ: camilo vargas castillo					
		OR - 01:				FECHA: 30 de agosto de 2019					
INFORMACION DEL MATERIAL				ESTANDAR			REQUERIM		DESTINO		
CÓDIG	INSUMO	UND	CANT/ V	# V/	# CANT TO	CANT	DESCRIPCION	JU/VI/	OBSERVACIONES		
313016	ADOQUIN	UN				852,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENES SANTAFE		
OBSERVACIONES											

APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN

82

Anexo No. 9. Remisión 002079000000 del 18/09/2019

INFORMACIÓN DEL MATERIAL			REQUERIMIENTO	DESTINO		
Cód.	Insumo	UND	CANT.	Cód.	Insumo	OBSERVACIONES
313016	ADOQUIN	UN	11.340,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENES
71004	ARENA DE PEÑA	M3	106,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENES
	TRANSPORTE					
442024	ARENA DE PEÑA	M3	106,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENES

INICIAR		TERMINAR		CREACIÓN Y MODIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS R-ING-067					
				FECHA APROBACIÓN: JULIO 3 2013		APROBÓ: COMITÉ TÉCNICO		VERSIÓN: 05	
COMPANÍA:	DESCRIPCIÓN:	URBANIZACIÓN: CLINICA LA PAZ			RESIDENTE DE OBRA: camilo vargas castillo				
101	CLINICA LA PAZ	SUCURSAL PLANTA: 002079000000			ELABORÓ: camilo vargas castillo				
		OR - 01:			FECHA: 18 de septiembre de 2019				
INFORMACION DEL MATERIAL			ESTANDAR			REQUERIM	DESTINO		OBSERVACIONES
CÓDIG	INSUMO	UND	CANT/ V	# VÍ	# CANT TO	CANT	DESCRIPCION	JUL/VII	
313016	ADOQUIN	UN				11.340,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENES
71004	ARENA DE PEÑA	M3				106,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENES
442024	TRANSPORTE ARENA DE PEÑA	M3				106,00	URB-OBRA EXT	800	ANDENES

OBSERVACIONES

**APROVECHAMIENTO DESPERDICIO DE CONCRETO PARA LA FABRICACIÓN
DE ELEMENTO NO ESTRUCTURAL - ADQN**
83

Anexo No. 10. Remisión 002968101000 del 18/09/2019

INFORMACIÓN DEL MATERIAL			REQUERIMIENTO	DESTINO		
Cód.	Insumo	UND	CANT.	Cód.	Insumo	OBSERVACIONES
313016	ADOQUIN	UN	50.490,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES PATRIMONIO
	ARENA DE					
71004	PEÑA	M3	102,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES PATRIMONIO

INICIAR	TERMINAR	CREACIÓN Y MODIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS R-ING-067							
		FECHA APROBACIÓN: JULIO 3 2013	APROBÓ: COMITÉ TÉCNICO		VERSIÓN: 05				
COMPañIA	DESCRIPCION	URBANIZACIÓN:	ADMINISTRACION DELEGADA	RESIDENTE DE OBRA:	camilo vargas castillo				
970	ADMINISTRACION DELEGADA	SUCURSAL PLANTA:	002968101000	ELABORÓ:	camilo vargas castillo				
		OR - 01:	18 de septiembre de 2019						
INFORMACION DEL MATERIAL		ESTANDAR		REQUERIM	DESTINO	OBSERVACIONES			
CÓDIG	INSUMO	UND	CANT/ V	# VÍ	# CANT TO		CANT	DESCRIPCION	JU/JV/JA
313016	ADOQUIN	UN				50.490,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES PATRIMONIO
71004	ARENA DE PEÑA	M3				102,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES PATRIMONIO
442024	TRANSPORTE ARENA DE PEÑA	M3				102,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES PATRIMONIO
OBSERVACIONES									

Anexo No. 11. Remisión 002968101000 del 29/08/2018

INFORMACIÓN DEL MATERIAL			REQUERIMIENTO	DESTINO		
Cód.	Insumo	UND	CANT.	DESCRIPCIÓN	JU/JV/JA	OBSERVACIONES
313016	ADOQUIN	UN	230.550,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES
71005	ARENA DE POZO	M3	418,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES
	TRANSPORTE					
442025	ARENA DE POZO	M3	418,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES

INICIAR	TERMINAR	CREACIÓN Y MODIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS R-ING-067							
		FECHA APROBACIÓN: JULIO 3 2013	APROBÓ: COMITÉ TÉCNICO		VERSIÓN: 05				
COMPañIA	DESCRIPCION	URBANIZACIÓN:	CLINICA LA PAZ	RESIDENTE DE OBRA:	camilo vargas castillo				
101	CLINICA LA PAZ	SUCURSAL PLANTA:	002968101000	ELABORÓ:	camilo vargas castillo				
		OR - 01:	29 de agosto de 2018						
INFORMACION DEL MATERIAL		ESTANDAR		REQUERIM	DESTINO	OBSERVACIONES			
CÓDIG	INSUMO	UND	CANT/ V	# VÍ	# CANT TO		CANT	DESCRIPCION	JU/JV/JA
313016	ADOQUIN	UN				230.550,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES
71005	ARENA DE POZO	M3				418,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES
442025	TRANSPORTE ARENA DE POZO	M3				418,00	URB-OBRAS EXT	800	ANDENES
OBSERVACIONES									