



Received: 31-05-2019  
Accepted: 12-06-2019

Anales de Edificación  
Vol. 5, Nº 2, 68-79 (2019)  
ISSN: 2444-1309  
Doi: 10.20868/ade.2019.4048

## Prototipos de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado en base al PVC. Reciclado Prototypes of sewer covers and lighting posts based on PVC. Recycling

Eddie Echeverría Maggi & Francisco Arturo Torres Macas

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador (echeverriam@ulvr.edu.ec, francisco\_torres12@hotmail.es)

**Resumen**— En la actualidad, dentro del panorama sostenible del planeta existe un conflicto en cuanto a la elaboración de productos de PVC (Policloruro de vinilo). Esto en base a su impacto en la salud humana y el medio ambiente, debido a que para su fabricación se utilizan metales pesados y cancerígenos, como por ejemplo el cadmio. Tanto esto, así como su degradación resulta en un drama ambiental, no exento de toxicidad. El reciclaje de plásticos es una opción muy útil para reducir los desperdicios sólidos, tales como el polietileno y el PVC que son los más comunes. La siguiente investigación consiste en la elaboración de dos elementos con PVC reciclado, como prototipos de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado. El desarrollo del PVC bajo el concepto de “nuevos productos” y del trabajo que significa imponer esta nueva tendencia en el uso del plástico, existen productos elaborados con materia prima reciclada, lo cual conlleva a hacer uso de la conciencia verde del reciclado y el cuidado del medio ambiente. Esta investigación está centrada en ámbitos que abarquen no solo el diseño del mobiliario, o el reciclado de materiales, sino que también abarquen otras raíces del diseño, como el industrial.

**Palabras Clave**— reciclaje; medio ambiente; contaminación ambiental; Policloruro de vinilo.

**Abstract**— At present, within the sustainable landscape of the planet there is a conflict regarding the production of PVC (Polyvinylchloride) products. This is based on its impact on human health and the environment, because heavy and carcinogenic metals are used for its manufacture, such as cadmium. Both this, as well as its degradation resulting in an environmental drama, without toxicity. The recycling of plastics is a very useful option to reduce solid waste, tales such as polyethylene and PVC that are the most common. The following investigation consists of the elaboration of two elements with recycled PVC, such as prototypes of sewer covers and lighting posts. The development of PVC under the concept of “new products” and the work that means imposing this new trend in the use of plastic, there are products made from recycled raw material, which implies the use of the green awareness of recycling and the care of environment. This research is focused on parameters that cover not only the design of furniture, or the recycling of materials, but also cover other design roots, such as industrial.

**Index Terms**— recycling; environment; environmental pollution; Polyvinylchloride.

### I. INTRODUCCIÓN

LA elaboración de prototipos de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado en base al PVC reciclado, surgió de la

necesidad de reducir la contaminación ambiental que este tipo de material provoca en el medio ambiente.

La contaminación ambiental es toda alteración del medio ambiente (suelo, agua, aire) y en particular de las propiedades físicas, químicas o biológicas de la biosfera, causada por algún

producto químico o sustancia producida por el hombre, que directa o indirectamente, presenta características nocivas o tóxicas al ambiente, al cual, es expuesto deliberadamente.

Estas alteraciones al medio ambiente provocan un daño irreversible, como resultado de la actividad industrial y los desechos que estos producen. Reciclaje es un proceso de fabricación de nuevos productos, partiendo de un producto que ha servido a su propósito original. Si estos productos utilizados son desechados de manera apropiada facilita y mejora el proceso de reciclaje.

## II. METODOLOGÍA

El presente estudio se basó en el trabajo de campo, como factor relevante del tema investigado con la finalidad de haber expuesto causas y efectos, interpretar su naturaleza e implicaciones. Este trabajo se ajustó a la investigación documental, a través de referencias de otros proyectos realizados con el mismo material, basándose en fuentes como: libros, revistas u otros documentos que facilitaron la revisión bibliográfica. Se ocupó la fase experimental, la cual, se determinó por el conjunto organizado de las actividades realizadas para conseguir la información y los datos necesarios sobre el tema investigado y el problema a resolver.

El presente proyecto de elaboración de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado en base al PVC reciclado, surgió por la necesidad de disminuir la contaminación ambiental, provocada por dicho material no degradable. El cual, lo encontramos en gran cantidad en construcciones como desperdicio, este proyecto tiene la finalidad de elaborar un estudio técnico para la reutilización de materiales perjudiciales al medio ambiente, tales como el PVC (Policloruro de vinilo), proponiendo un nuevo uso del mismo, luego de haber cumplido su vida útil, aplicando la sustitución gradual de los materiales actuales de las tapas de alcantarilla y postes de alumbrado, por el PVC. Enfocado en estudios previos y usos factibles como nuevo producto, fomentando la actividad del reciclaje sostenible.

## III. RESULTADOS

Se determinó que la tendencia al reciclaje de productos plásticos es importante para la disminución de desperdicios, su procesamiento y evaluación de propiedades determinarán sus otras posibles aplicaciones. En la actualidad diversas empresas han comenzado a desarrollar muchos productos elaborados con materiales reciclados, mediante el uso de productos considerados como desechos. En Ecuador, los productos hechos con PVC son de un alto consumo en varias áreas del mercado, tales como; construcción, medicina, mobiliario, entre otros. En este trabajo se determinaron las aplicaciones del compuesto que mejor se desempeñe en el aspecto mecánico, y adicionalmente, se desarrolló el diseño de una aplicación para la industria mobiliaria urbana, usando herramientas gráficas.

Los requerimientos exigidos en este proyecto fueron, la elaboración de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado, usando como materia prima el PVC reciclado, reduciendo su impacto negativo en el medio ambiente después de su vida útil. Se determinaron las propiedades físicas que debe tener la materia prima para la fabricación de estos prototipos.

Para empezar con la descripción de la elaboración del experimento, se estableció tres tipos de muestras; en la primera se utilizó PVC y resina; la segunda se fabricó sólo con PVC; y en la tercera demostración se agregó residuos de botellas plásticas (PET). A continuación, se describirá las etapas del proceso de trabajo para la obtención de los prototipos:

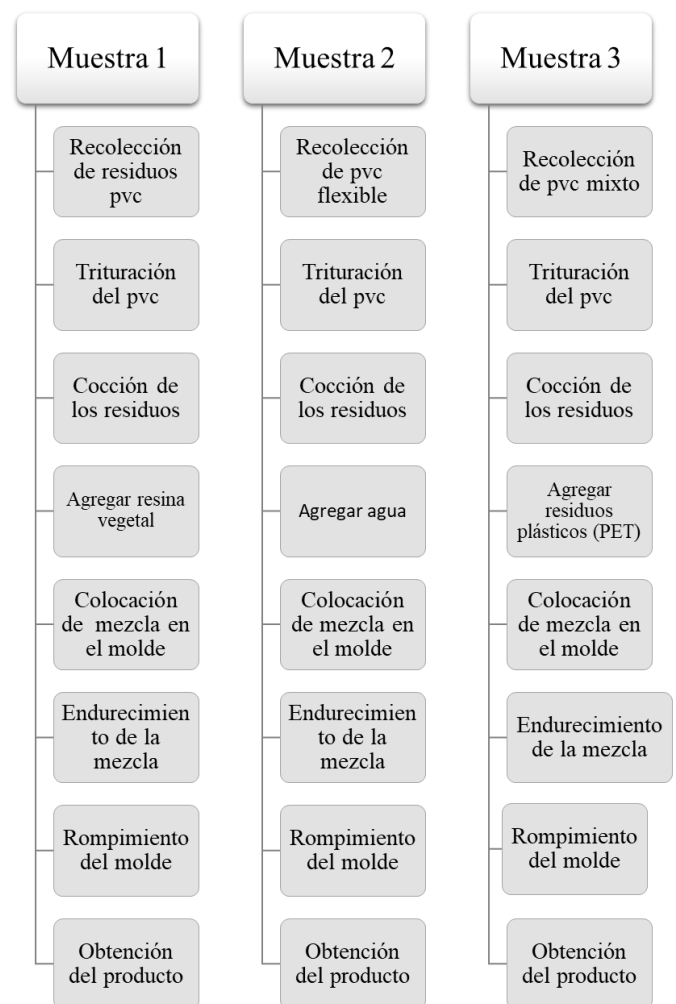


Fig. 1. Procedimiento para la obtención del producto. Elaboración: Torres Francisco, 2018.

## IV. MATERIALES Y EQUIPOS PARA MUESTRAS

### A. Materiales

- Tubos de PVC reciclados
- Agua
- Resina (para muestra 1)

- Residuos de botellas plásticas (PET) (para muestra 3)
- Cera desmoldante.



Fig. 2. Recolección del PVC. Elaboración: Torres Francisco, 2019



Fig. 3. Herramientas para la realización del prototipo. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

### Herramientas

- Sartén de hierro fundido
- Espátula
- Balanza digital
- Cocineta eléctrica
- Molde de acero

- Martillo de goma
- Varilla lisa de punta redonda
- Guantes

## V. PROCEDIMIENTOS

### A. Elaboración de muestra 1

1.- Recolección de PVC: En la primera muestra se usó PVC extraídos de tuberías semi-rígidas y flexibles, sacadas de escombros de construcciones de distintas partes de la ciudad, para esto se logró recopilar un saco de yute, con estos residuos, equivalente a 20 kg aproximadamente, para realizar todos los ensayos.



Fig. 4. Recolección de PVC. Elaboración: Torres Francisco, 2019

2.- Trituración: Después de recolectar las tuberías, se procedió a dirigir a uno de los centros de reciclaje del sur de la ciudad, para poder utilizar una máquina trituradora de plástico; cabe recalcar que en dicho lugar no se autorizó la captura de este proceso, más bien, solo se permitió hacer el uso de dichas máquinas trituradoras, en un proceso aproximado de una hora.

3.- Cocción de plástico: Luego de que se obtuvo el plástico molido, se procedió a someter al calor los trozos plásticos, reblandeciéndose desde los 160°C, mediante una cocineta y un sartén de hierro fundido, para esto se usó 456.2 gr de PVC y 2 onzas de agua, necesarias para que el plástico no se adhiriera en el sartén.



Fig. 5. Cocción de PVC. Elaboración: Torres Francisco, 2019

4.- Agregado de resina vegetal: Luego que el PVC triturado se haya derretido ligeramente, de inmediato se agrega 1lt de resina vegetal, y se lo remueve ligeramente en 10 segundos.



Fig. 6. Preparación de agregado. Elaboración: Torres Francisco, 2019

5.- Vertido de líquido en el molde: Se lo realizó de forma rápida, ya que expedía un olor fuerte, además de tratarse de una sustancia plástica de endurecimiento inmediato, tratando de que sea uniforme; vertida en tres partes, y cada vez que se va llenando el molde, se va hincando con la varilla lisa 25 veces alrededor de todo el diámetro de la probeta, con golpes periódicos sobre el molde con el martillo de goma, unas 10 veces, luego se rasa con la espátula humedecida, todo este proceso se lo realiza en 2 minutos máximos. Previamente, el molde se lo untó ligeramente de cera.



Fig. 7. Vertido en el molde. Elaboración: Torres Francisco, 2019

La misma mezcla, se vierte en el molde para las tapas de alcantarillas, en dos etapas y de la misma forma, hincando con la varilla lisa 25 veces, y ligeros golpes alrededor de todo el molde hasta 10 veces en cada fase, y finalmente se lo va rasando con la espátula; también, antes de introducir la composición, se untó de cera en el molde.

6.- Reposo del material: se deja reposar la mezcla en 20 minutos máximo, ya que el vertido endurece de inmediato e incide en la adherencia del prototipo al molde.

7.- Retiro del material del molde: Se realiza un corte a lo largo de la probeta, y se procede a desprender la muestra, es muy importante contar con guantes en este procedimiento, para tratar de no alterar el cilindro y para protección propia.



Fig. 8. Reetiro del molde. Elaboración: Torres Francisco, 2019

8.- Obtención del producto: Una vez sacado del molde el cilindro, se verifica mediante las pruebas de laboratorio, que la muestra es óptima para el uso deseado.

TABLA I  
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES MUESTRA 1

Muestra	PVC (gr)	PET (kg)	Resina vegetal (lt)	agua (oz)
Poste	456,20	-	1,00	2,00
Tapa de alcantarilla	456,20	-	1,00	2,00

Elaboración: Torres Francisco, 2019.



Fig. 9. Producto final, muestra 1. Elaboración: Torres Francisco, 2019

*Observaciones*

En esta primera muestra, se evidencia en primer lugar, las fisuras de entre 2 y 8cm que se presentan a lo largo del cilindro, éstas se disponen de forma vertical, horizontal, y en pequeñas dimensiones, de manera diagonal, además, en vista aérea, también se puede avizorar ciertas hendiduras. Por otra parte, se puede observar además que los residuos de PVC están en el fondo de la probeta, lo que demuestra que el conjunto no es homogéneo, al igual que en las tapas de alcantarillas, se evidencia que claramente que se divide los componentes, y el plástico se ubica debajo de la resina; en ambas pruebas, la apariencia se torna rojiza.



Fig. 10. Producto final, cilindro. Elaboración: Torres Francisco, 2019



Fig. 11. Producto final, tapas de alcantarillas. Elaboración: Torres Francisco, 2019

*B. Elaboración de muestra 2*

Paso 1 y 2: Al igual que en el ensayo anterior, se usó el PVC recolectado y posteriormente triturado, con tubos de estructura semi- rígida y flexible.



Fig. 12. Recolección de PVC. Elaboración: Torres Francisco, 2019

3.- Cocción de plástico: Luego de que se obtuvo el plástico molido, se procedió a someter al calor los trozos plásticos, reblandeciéndose desde los 160°C, mediante una cocineta y un sartén de hierro fundido, para esto se usó 907.2 gr de PVC y 4 onzas de agua, necesarias para que el plástico no se adhiriera en el sartén.

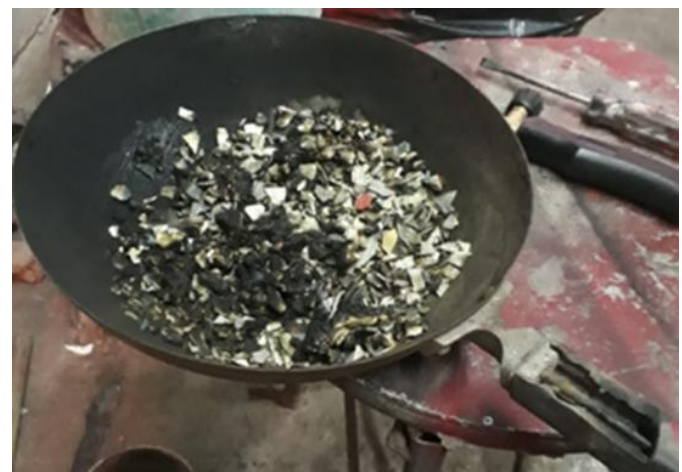


Fig. 13. Cocción de residuos. Elaboración: Torres Francisco, 2019

4.- Vertido de líquido en el molde: Se lo realizó de forma rápida, ya que expedía un olor fuerte, además de tratarse de una sustancia plástica de endurecimiento inmediato, tratando de que sea uniforme; vertida en tres partes, y cada vez que se va llenando el molde, se va hincando con la varilla lisa 25 veces alrededor de todo el diámetro de la probeta, con golpes periódicos sobre el molde con el martillo de goma, unas 10 veces, luego se rasa con la espátula humedecida, todo este proceso se lo realiza en 2 minutos máximos. Previamente, el molde se lo untó ligeramente de cera.

La misma mezcla, se vierte en el molde para las tapas de alcantarillas, en dos etapas y de la misma forma, hincando con la varilla lisa 25 veces, y ligeros golpes alrededor de todo el molde hasta 10 veces en cada fase, y finalmente se lo va rasando con la espátula; también, antes de introducir la composición, se untó de cera en el molde.



Fig. 14. Vertido en el molde. Elaboración: Torres Francisco, 2019

TABLA II  
 DOSIFICACIÓN DE MATERIALES MUESTRA I

Muestra	PVC (gr)	PET (kg)	Resina vegetal (lt)	agua (oz)
Poste	907,20	-	-	4,00
Tapa de alcantarilla	907,20	-	-	4,00

Elaboración: Torres Francisco, 2019.



Fig. 16. Producto final, muestra 2. Elaboración: Torres Francisco, 2019



Fig. 15. Vertido en el molde. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

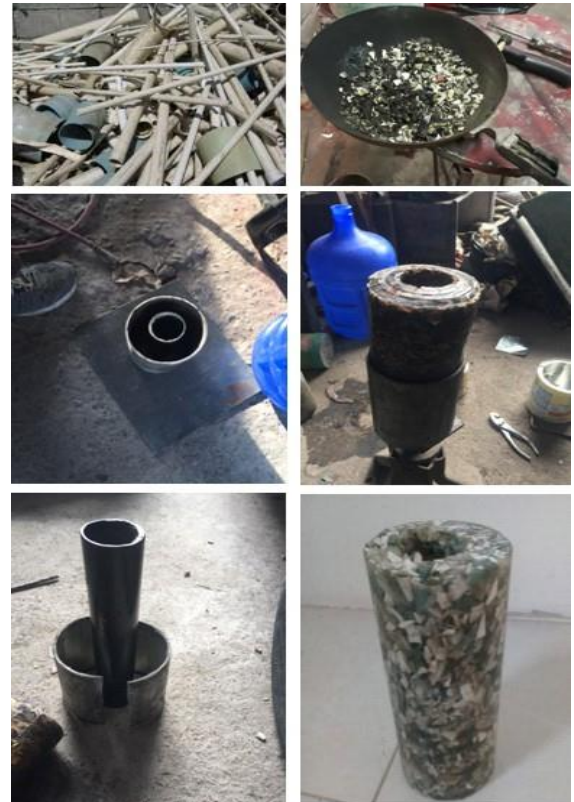


Fig. 17. Elaboración de muestra 2. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

5.- Reposo del material: se deja reposar la mezcla en 20 minutos máximo, ya que el vertido endurece de inmediato e incide en la adherencia del prototipo al molde.

6.- Retiro del material del molde: Se realiza un corte a lo largo de la probeta, y se procede a desprender la muestra, es muy importante contar con guantes en este procedimiento, para tratar de no alterar el cilindro y para protección propia.

7.- Obtención del producto: Una vez sacado del molde el cilindro, se verifica mediante las pruebas de laboratorio, que la muestra es óptima para el uso deseado.

#### Observaciones:

En los segundos ensayos, no se muestran fisuras ni en las pruebas de cilindros y ni en las placas; además se muestra un conjunto mucho mejor confinado que la primera vez, ya que no se evidencian espacios sin llenar de los residuos plásticos; por otra parte, en todas las muestras se presentan transparencias que dejan ver el color original de los desechos de PVC.



Fig. 18. Producto final muestra 2. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

En estos ensayos, al igual que en las muestras anteriores, no se muestran fisuras ni en las pruebas de cilindros y ni en las placas; además se muestra un conjunto mucho mejor confinado que la primera vez, ya que no se evidencian espacios sin llenar de los residuos plásticos; por otra parte, en todas las muestras se presentan transparencias que dejan ver el color original de los desechos de PVC; en definitiva visiblemente, ésta mezcla se propone como óptima por su aspecto, forma y manejabilidad a la hora de elaborar el ensayo.

#### C. Elaboración de muestra 3

1.- Recolección de PVC y botellas plásticas: en esta ocasión, además de recolectar tubos usados de PVC, también se lo hizo con botellas plásticas de gaseosas, que ayudarán a conformar la tercera mezcla.

2.- Trituración: Como se mencionó, las botellas plásticas también fueron sometidas a trituración, que se realizó en un centro de reciclado en el sur de la ciudad.

3.- Cocción de plástico: Luego de que se obtuvo el plástico molido, se procedió a someter al calor los trozos plásticos, reblandeciéndose desde los 160°C, mediante una cocineta y un sartén de hierro fundido, para esto se usó 680.4 gr de PVC, 226.8 gr de residuos de botellas plásticas, más 2 onzas de agua, necesarias para que el plástico no se adhiriera en el sartén.

4.- Vertido de líquido en el molde: Se lo realizó de forma rápida, ya que expedía un olor fuerte, además de tratarse de una sustancia plástica de endurecimiento inmediato, tratando de que sea uniforme; vertida en tres partes, y cada vez que se va llenando el molde, se va hincando con la varilla lisa 25 veces alrededor de todo el diámetro de la probeta, con golpes periódicos sobre el molde con el martillo de goma, unas 10 veces, luego se rasa con la espátula humedecida, todo este proceso se lo realiza en 2 minutos máximos. Previamente, el molde se lo untó ligeramente de cera.

La misma mezcla, se vierte en el molde para las tapas de alcantarillas, en dos etapas y de la misma forma, hincando con la varilla lisa 25 veces, y ligeros golpes alrededor de todo el molde hasta 10 veces en cada fase, y finalmente se lo va rasando con la espátula; también, antes de introducir la composición, se untó de cera en el molde.

6.- Reposo del material: se deja reposar la mezcla en 20 minutos máximo, ya que el vertido endurece de inmediato e incide en la adherencia del prototipo al molde.

7.- Retiro del material del molde: Se realiza un corte a lo largo de la probeta, y se procede a desprender la muestra, es muy importante contar con guantes en este procedimiento, para tratar de no alterar el cilindro y para protección propia.

8.- Obtención del producto: Una vez sacado del molde el cilindro, se verifica mediante las pruebas de laboratorio, que la muestra es óptima para el uso deseado.

TABLA III

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES MUESTRA 1

Muestra	PVC (gr)	PET (kg)	Resina vegetal (lt)	agua (oz)
Poste	680,40	226,80	-	2,00
Tapa de alcantarilla	680,40	226,80	-	2,00

Elaboración: Torres Francisco, 2019.



Fig. 19. Producto final, muestra 3. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

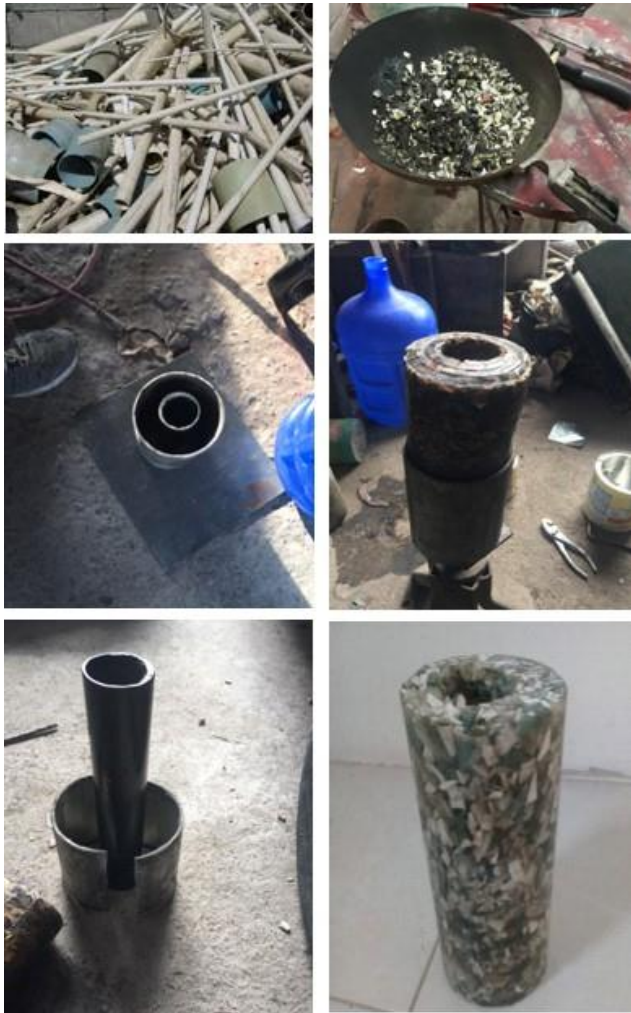


Fig. 20. Elaboración de muestra 3. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

#### Observaciones:

En los terceros ensayos, al igual que en las muestras anteriores, no se muestran fisuras ni en las pruebas de cilindros y ni en las placas; además se muestra un conjunto mucho mejor confinado que la primera vez, ya que no se evidencian espacios sin llenar de los residuos plásticos; por otra parte, en todas las muestras se presentan transparencias que dejan ver el color original de los desechos de PVC; en definitiva visiblemente, ésta mezcla se propone como óptima por su aspecto, forma y manejabilidad a la hora de elaborar el ensayo.

## VI. PRUEBAS DE LABORATORIO

### A. Humedad

Es necesario la realización de esta prueba de laboratorio, para observar la cantidad de humedad que puede llegar a absorber las muestras, se las realiza mediante la toma del peso húmedo de la muestra, previamente sumergido en agua durante 24 horas,

luego se lo ingresa al horno a 100°C, y con eso se obtiene el peso seco, y por ende el porcentaje de humedad de las probetas.



Fig. 21. Curado y secado de muestras. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

TABLA IV  
PORCENTAJE DE HUMEDAD POR PRUEBA

Muestra	Días	Absorción %
1	28	0,13
2	28	0,15
3	28	0,14
Promedio	28	0,14

Elaboración: Torres Francisco, 2019.

### B. Resistencia

Para la resistencia a la compresión, se realizaron las pruebas a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, a los tres prototipos elaborados; cabe recalcar que, para el desarrollo de esta prueba, en el caso de la tapa de alcantarilla, fue necesario cortarla en dimensiones de 18cm x 5cm, para poder ajustarlo en el tablero para el control de resistencia.



Fig. 22. Ajuste de probetas para control de resistencia. Elaboración: Torres Francisco, 2019.

Primero se expondrá la tabla de resultados de cada uno de los prototipos ensayados, seleccionando las muestras de cada uno de ellos para la elaboración de una media al porcentaje o carga portante de cada prototipo, para cada muestra se determinó la respectiva curvatura de resistencia desde el día cuatro hasta el veintiocho.





Fig. 23. Ajuste de probetas para control de resistencia. Elaboración: Torres Francisco, 2019

TABLA V  
RESULTADOS ENSAYOS

	Diám	Altura	Días	R. Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	% de Rotura
Muestra 1	10cm	15	28	294	104,99
Muestra 2	10cm	20	28	305	107,01
Muestra 3	10cm	20	28	311	112,04
Promedio	10cm	18,33	28	303,33	108,01

Elaboración: Torres Francisco, 2019.

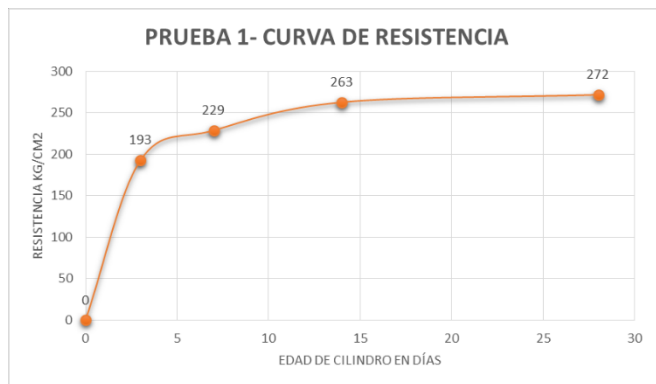


Fig. 24. Curva de Resistencia en muestra 1. Elaboración: Torres Francisco, 2019

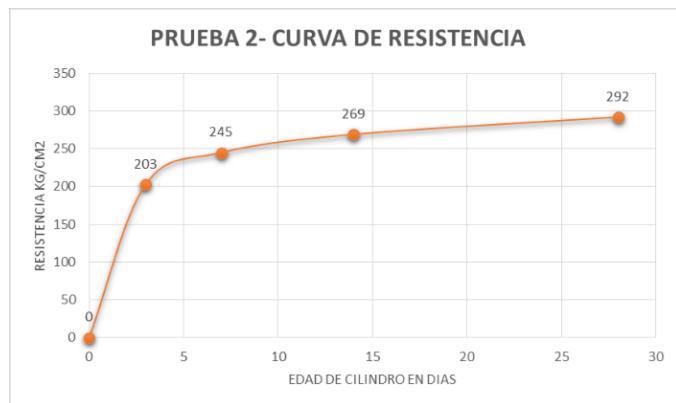


Fig. 25. Curva de Resistencia en muestra 2. Elaboración: Torres Francisco, 2019

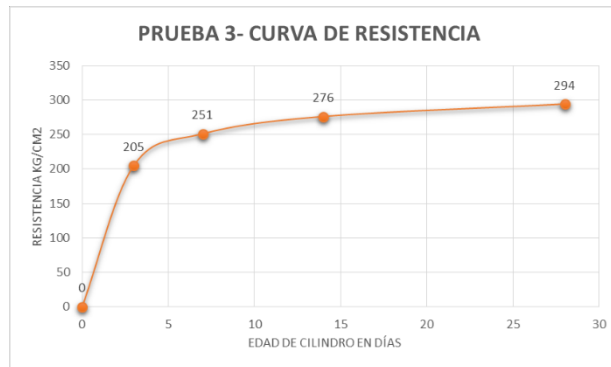


Fig. 26. Curva de Resistencia en muestra 3. Elaboración: Torres Francisco, 2019

VII. DISCUSIÓN

A continuación, se muestra la comparativa referencial sobre un presupuesto para alumbrado público metálico común, y el prototipo ofrecido por esta investigación; lo que concluye que el poste de alumbrado sugerido es de menor costo en comparación al metálico, debido al uso de reciclaje como criterio sostenible de diseño.

TABLA VI  
PRESUPUESTOS COMPARATIVOS DE POSTES

Presupuesto referencial de poste de PVC reciclado				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
Material reciclado	5	kg	\$ 0,64	\$ 3,20
Triturado	2	u	\$ 0,00	\$ 20,00
Suministro eléctrico	1	u	\$ 55,00	\$ 55,00
Mano de obra	8	u	\$ 3,34	\$ 26,72
Herramienta menor	2	Glob al	\$ 0,55	\$ 1,10
<b>Total</b>			<b>\$ 69,53</b>	<b>\$ 106,02</b>

Elaboración: Torres Francisco, 2019.

TABLA VII  
PRESUPUESTOS COMPARATIVOS DE POSTES

Presupuesto referencial de poste metálico común				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
Tubo circular metálico	3	ml	\$ 20,00	\$ 60,00
Suministro eléctrico	1	u	\$ 55,00	\$ 55,00
Mano de obra	12	u	\$ 3,34	\$ 40,08
Herramienta menor	2	Global Tot al	\$ 0,55	\$ 1,10
<b>Total</b>			<b>\$ 78,89</b>	<b>\$ 56,18</b>

Elaboración: Torres Francisco, 2019.

TABLA VIII  
PRESUPUESTOS COMPARATIVOS DE TAPAS DE ALCANTARILLAS

Presupuesto referencial de tapa de alcantarilla de PVC reciclada				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
Material reciclado	0,1	kg	\$ 0,64	\$ 0,06
Triturado	0,25	u	\$ 10,00	\$ 2,50
Mano de obra	1	u	\$ ,34	\$ 3,34
Herramienta menor	1	Global	\$ 0,55	\$ 0,55
		Total	\$ 14,53	\$ 6,45

Elaboración: Torres Francisco, 2019.

TABLA IX  
PRESUPUESTOS COMPARATIVOS DE TAPAS DE ALCANTARILLAS

Presupuesto tapa de alcantarilla común				
Descripción	Cantida d	Unida d	Precio unitario	Costo Total
Varilla corrugada	2,5	ml	1,20	3,00
			\$	\$
Mano de obra	2	u	3,34	6,68
Herramienta menor	1	Global	0,55	0,55
			\$	\$
		Total	5,09	10,23

Elaboración: Torres Francisco, 2019.

### VIII. CONCLUSIONES

Esta investigación determinó que el Policloruro de Vinilo (PVC), pudo recolectarse, en su forma más común en la construcción, es decir, tubería semi-rígida y flexible, con distintos diámetros, provenientes de residuos constructivos, tanto en obras en ejecución, como en sitios donde finalizan los desechos urbanos, para posteriormente ser reciclada y triturada para la elaboración de muestras de postes de alumbrado público y tapas de alcantarillas.

Otro punto importante que determinó este estudio, fueron las propiedades mecánicas de las pruebas, como el análisis de la resistencia a la compresión en la que fueron sometidas las seis probetas, que se asimila con un hormigón a 280 kg/cm<sup>2</sup>; en consecuencia, un poste de alumbrado hecho de PVC y una tapa de alcantarilla, podrían resistir esfuerzos comunes, propios de la variabilidad de los espacios públicos.

En cuanto a su propiedad física de absorción, se pudo comprobar que tanto el poste de alumbrado y la tapa de alcantarilla elegidas como óptimas, retienen muy poca humedad, lo que condiciona y favorece su mantenimiento, puesto que, al estar expuestos en espacios públicos, van a someterse a las condicionantes climáticas de la ciudad.

Un aspecto relevante en cuanto al alcance de la investigación es sobre el reciclado de PVC y uso en la elaboración de tapas y

postes de alumbrado, sobre esto, se puede rescatar la gran aceptación de profesionales que vieron de forma positiva un análisis que contemple un plan de reciclaje; varios de ellos afirman que, de ser puesto el proyecto en marcha, sería muy beneficioso tanto para el sector constructivo, como para la comunidad.

En la parte de la comparativa presupuestaria, también el poste de alumbrado público y la tapa de alcantarilla en base a PVC reciclado, representan un importante beneficio a la comunidad, ya que aportan significativamente en la reducción de costos de elaboración, en referencia a los elementos usados comúnmente en las calles de la ciudad, lo que además influye en la asequibilidad que condiciona a los proyectos basados en criterios de diseños sostenibles.

Con los puntos anteriores, se puede comprobar la hipótesis descrita en el primer capítulo, donde se afirmaba que los residuos de PVC pueden reciclarse para fabricar postes de alumbrado público y tapas de alcantarillas. Por consiguiente, el objetivo principal de la investigación fue cumplida, al realizar con éstos residuos, la elaboración de postes de alumbrado y tapas de alcantarillas, establecidos en tres muestras que designaron un prototipo óptimo para ser aplicado como bien público.

En definitiva, este proyecto determinó la gran importancia de establecer criterios sostenibles en el diseño del mobiliario urbano, permitiendo a su vez el desarrollo de producto similares, que contribuyan al cuidado del medio ambiente, mediante la utilización de desechos no degradables.

### ANEXO. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**PVC:** denominación por la que se conoce el Policloruro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (conocido como cloruro de vinilo), sus componentes derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo. El tiempo que tarda en degradarse es de 100 a mil años en el medio ambiente, siendo este uno de los materiales más contaminantes.

**Botellas de plástico:** Es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.

**PET:** Politereftalato de Etileno: es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático; usado en envases de bebidas y textiles.

**Termoplástico:** Los termoplásticos son un tipo de material plástico o deformable, que al calentarse pasan a un estado viscoso o fluido; y pasan a un estado vítreo, frágil al enfriarse suficientemente.

PEAD: Polietileno de Alta Densidad: es un polímero de adición, conformado por unidades repetidas de etileno, en el proceso de polimerización.

Aarr: Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable: es la institución cuyo sistema de evaluación de impactos ambientales ha sido acreditado ante el sistema único de manejo ambiental y que coordina el proceso de evaluación de impactos ambientales, su aprobación y licenciamiento ambiental dentro del ámbito de sus competencias.

Lejía: líquido corrosivo y transparente de olor muy fuerte, formado por la disolución de álcalis o sales alcalinas.

## REFERENCES

- Almeida, C. (2014). Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Alquienvas. (2016). Alquienvas medio ambiente. Obtenido de <http://www.alquienvas.com/>
- Argüello, F. (2015). Prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación SAP, caracterización de los Materiales, animación virtual) Argüello, 2015. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Asamblea Nacional. (2010). COPCI. Quito: Editora Nacional.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Editora Nacional.
- Bravo, A. (2009). Evaluación de polietilenos de alta densidad reciclados para aplicación en mobiliario urbano. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Castro, L. (03 de 2011). airdplastico. Recuperado el 15 de 07 de 2018, de <https://airdplastico.wordpress.com/2011/03/17/plasticos-serie-tecnica-el-pvc/>
- Center for Health, Environment & Justice. (2010). PVC, the Poison Plastic: Unhealthy for Our Nation's Children and Schools. Obtenido de Cherj: <http://chej.org/wp-content/uploads/110909%20PVC,%20the%20Poison%20Plastic.pdf>
- Congreso Nacional. (2004). Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y vida silvestre. Quito: Editora Nacional.
- Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. (07 de 2014). Red justicia ambiental. Recuperado el 15 de 07 de 2018, de <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guias-ambientales-sector-plc3a1sticos.pdf>
- EcoInventos. (19 de 07 de 2016). Eco Inventos Green Technology. Recuperado el 08 de 07 de 2018, de <https://ecoinventos.com/liter-of-light-una-farola-hecha-con-botellas-de-plastico/>
- Ecuador forestal. (26 de 10 de 2012). Recuperado el 06 de 07 de 2018, de <http://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/el-material-plastico-recolectado-en-cima-kids-sera-procesado/>
- El Universo. (2014 de 05 de 2014). Diario El universo. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2014/05/26/nota/3015671/plastico-reciclado-hacen-postes-cercas>
- Flores, J. (2016). Utilización del chip de plástico como material alternativo en la construcción de viviendas en Machala. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Giannuzzo, A. N. (2010). Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. Argentina: Facultad de Ciencias Forestales; Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Humplast. (17 de 10 de 2017). Humplast. Obtenido de <https://humplast.com/2017/10/17/origen-del-plastico/>
- INEC. (12 de Diciembre de 2011). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico: [http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com\\_content&view=article&id=112&Itemid=90&](http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=90&)
- INEC. (28 de Julio de 2015). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de Ecuador en cifras: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi\\_esGuayaquil\\_cifra\\_a\\_cifra.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf)
- Isan, A. (22 de 11 de 2017). Ecología Verde. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/por-que-el-pvc-es-toxico-y-contaminante-494.html>
- Lascano, S., & Narváez, L. (2010). Mejoramiento de la capacidad portante del CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) de una sub base granular con material proveniente de la provincia de Esmeraldas por medio de la adición de desechos de PVC. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Paz, E. (2014). Análisis de la determinación de las propiedades físico y mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado. Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- PETAMBÚS, PETABRICKS & ECO-LADRILLOS. (13 de 07 de 2014). Recuperado el 22 de 07 de 2018, de <http://petambus.economiabasadaenrecursos.co/2014/07/que-es-una-botella-pet.html>
- Polimer Tecnic. (06 de 04 de 2016). Polimer Tecnic. Obtenido de <https://www.polimertecnic.com/origen-del-plastico/>
- Quebakan. (07 de 2015). Quebakan. Recuperado el 01 de 07 de 2018, de <http://www.quebakan.com/v15/elaboran-postes-para-ganaderia-a-partir-de-envases-de-yogurt/>
- Romegialli. (s/f). Introducción a la toxicología ambiental. Chile.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). Transformación de la Matriz Productiva: Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano. Quito: SENPLADES.
- Tendencias. (31 de 03 de 2013). Tendencias 2009 wordpress. Recuperado el 12 de 07 de 2018, de <https://tendencias2009.wordpress.com/2013/03/31/bolardo-s-con-caucho-reciclado/>
- Urdaneta, A. S. (2014). Manejo de residuos sólidos en América

Latinay el Caribe.  
VirtualPro. (Febrero de s/f). Mitos y verdades sobre el PVC.  
Vivir sin plástico. (10 de 04 de 2016). Vivir sin plástico.  
Obtenido de <https://vivirsinplastico.com/plastico-se-puede-reciclar/>

Zavala, G. (2015). Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado. Santa Tecla: Escuela Especializada En Ingeniería ITCA – FEPADE.



**Reconocimiento – NoComercial (by-nc):** Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.