
PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ALCANTARILLA PARA DISMINUIR LAS OBSTRUCCIONES POR RESIDUOS SÓLIDOS

Marisol Martínez, Lázaro Rico, Jesús Andrés Hernández Gómez, Jaime Romero González, Aide Aracely Maldonado Macías

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

Actualmente, una causa del azolvamiento de las calles ocasionado por la temporada de lluvias, es el diseño ineficiente del sistema de alcantarillado, este problema afecta negativamente a la población de Ciudad Juárez ocasionando problemas de tipo económico y de salud. Para enfrentar este problema, se propone en este proyecto de investigación una propuesta de diseño de una alcantarilla para disminuir obstrucciones por residuos sólidos. Con este proyecto de investigación, se espera que el sistema de alcantarillado funcione adecuadamente disminuyendo los azolvamientos en las calles de la ciudad y previniendo gastos públicos y de salud.

Palabras Clave: Alcantarillado, azolvamiento, diseño.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en Ciudad Juárez; la posición geográfica y dinámica poblacional de su región la ha convertido en un polo de atracción para la industria maquiladora. Estas características de la población, conllevan a un crecimiento del comercio y la industria, convirtiendo la región atractiva para los inversionistas y la generación de empleos.

La generación de empleos en Ciudad Juárez, ha sido fuente de emigración de trabajadores y sus familiares de diferentes partes del país, principalmente del Sur de este (fig. 1). Según el *IMIP (2002)*, se estima que el 32% de los empleados que trabajan en la maquiladora, provienen de otra parte de la república. La población en el año 2000 fue de 1, 218, 817 habitantes (*INEGI, 2000*) y en el año 2005 la población fue de 1, 555, 524 habitantes. Este crecimiento exponencial de

la población ocasiona serios problemas de asentamiento tal y como se discute en los siguientes párrafos.

Actualmente, estos asentamientos se dan de manera irregular, están ubicados en lugares peligrosos, como arroyos, diques, barrancos, entre otros. Uno de los problemas más importantes para enfrentar el crecimiento desmedido de los asentamientos en la ciudad es la dotación de infraestructura adecuada para el correcto desarrollo de los mismos, entre los que podemos citar agua, electricidad, pavimento y drenaje.

Con respecto al sistema de drenaje, se estima que el 79% de las viviendas del municipio poseen drenaje, 17% tienen fosa séptica o letrina y un 4 % carece del servicio de drenaje (*CEMA*). A pesar de que el 79% de las viviendas tienen drenaje, este presenta algunas deficiencias en el diseño de sus

alcantarillas tal y como se menciona en el

siguiente párrafo.

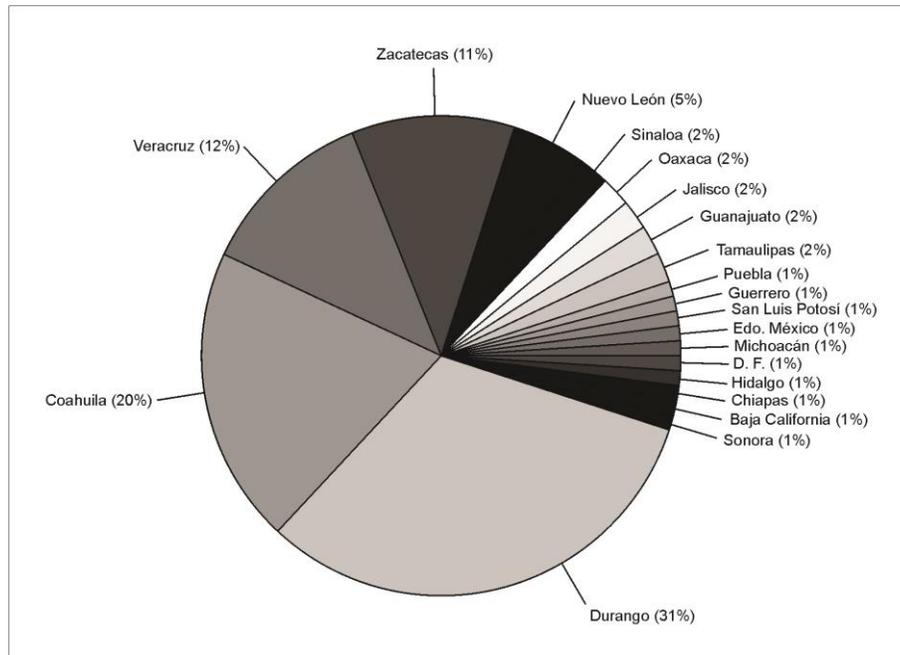


Fig. 1. Porcentaje de personas que viven en Ciudad Juárez provenientes de otros estados
Fuente: (INEGI, 2000).

En la actualidad, en Ciudad Juárez, el servicio de alcantarillado es solo para las aguas negras. No así para las aguas provenientes de las precipitaciones, esto es debido a que la ciudad carece de un diseño adecuado de sistemas de alcantarillado pluvial. Un sistema de alcantarillado está compuesto de: sistema de conductos y equipos que tienen como finalidad coleccionar y desalojar en forma segura y eficiente las aguas que se almacenan al momento de llover.

Uno de los principales problemas de los actuales sistemas de alcantarillado tanto para aguas pluviales como para aguas negras son los azolves, es decir, la acumulación de basura, tierra, grasas, aceites, entre otros, provocando taponamiento en las tuberías o rejillas de captación. Como consecuencia, las aguas

negras empiezan a emerger hacia la superficie por los brocales. Todo esto es foco de infección para la población Juarense.

Para enfrentar el problema anteriormente propuesto, se propone un nuevo diseño de alcantarilla independiente del alcantarillado de aguas residuales, el cual pueda disminuir la acumulación de material extraño. Con este nuevo diseño se podrá aprovechar el agua pluvial para el riego de áreas verdes y disminuir el problema de las inundaciones en la Ciudad.

MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo sobre las calles de las tres zonas más importantes de la ciudad, a continuación se detalla el procedimiento hecho.

Primeramente, usando encuestas y entrevistas se realizó un diagnóstico a través de una investigación documental y una investigación de campo para recolectar información relacionada con las características físicas del sistema actual de alcantarillado y la opinión poblacional acerca de los problemas ocasionados por el actual sistema.

Finalmente, se diseñó el dispositivo, este diseño se realizó a través de las siguientes fases: Análisis Técnico, Análisis de Mercado, Conceptualización del Diseño, Valorización de Solución, Memoria Descriptiva, Memoria Técnica, Elaboración de Planos y Fabricación del Modelo. En los siguientes párrafos se detalla brevemente cada una de las fases.

En el Análisis Técnico, se hizo un análisis de los materiales requeridos para la fabricación del dispositivo así como las tecnologías adecuadas y disponibles para la fabricación del mismo. En el análisis de Mercado, se investigaron los posibles consumidores del diseño propuesto así como los fabricantes actuales del mismo.

Con respecto a la Conceptualización del Diseño, fueron considerados aspectos tales como las restricciones, condicionantes

y directrices del diseño propuesto. En la valorización de la solución se analizaron las ventajas y desventajas de la propuesta. En la memoria descriptiva, se describió y justificó algunos atributos del modelo propuesto tales como forma, color, textura, acabados. Además, se justificaron cuestiones de tipo ergonómico y de mantenimiento.

En la memoria técnica, se llevó a cabo un listado de piezas que fueron diseñadas, maquiladas y las que fueron obtenidas del comercio. También, se describió y justificó los materiales, tecnologías y mecanismos empleados sobre el dispositivo propuesto. Finalmente, se desarrollaron los planos con sus respectivos detalles así como la fabricación del modelo propuesto. En la siguiente sección se discuten los resultados obtenidos en este proyecto.

RESULTADOS

A continuación, en la fig. 2 se muestran las quejas más frecuentes generadas por la población a las autoridades municipales cuando llueve. Según se indica en la gráfica, desviar el agua y removerla, representan los porcentajes más altos de quejas.

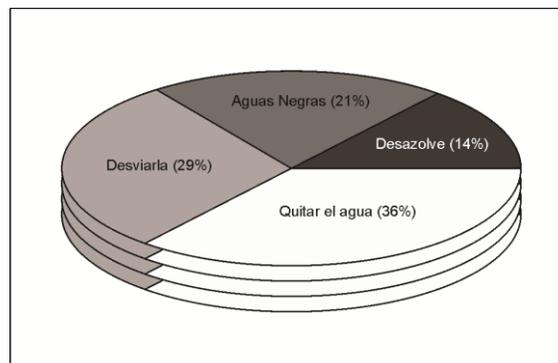


Fig. 2. Quejas frecuentes a las autoridades cuando llueve.
Fuente: (Personas Encuestadas).

Por otro lado, en la fig. 3, se muestran los problemas más frecuentes presentes en la ciudad cuando llueve, según la gráfica, el encharcamiento representa el 58% de los problemas ocasionados por las lluvias. Algunos otros problemas derivados de las inundaciones son: problemas viales,

alcantarillados azolvados, formación de baches, daños al interior de establecimientos comerciales y hogares, enfermedades debido al agua contaminada tales como tifoidea, cólera, gripa, alergias entre otras. Por último, los costos por inundaciones pueden alcanzar un costo de \$50,000.00

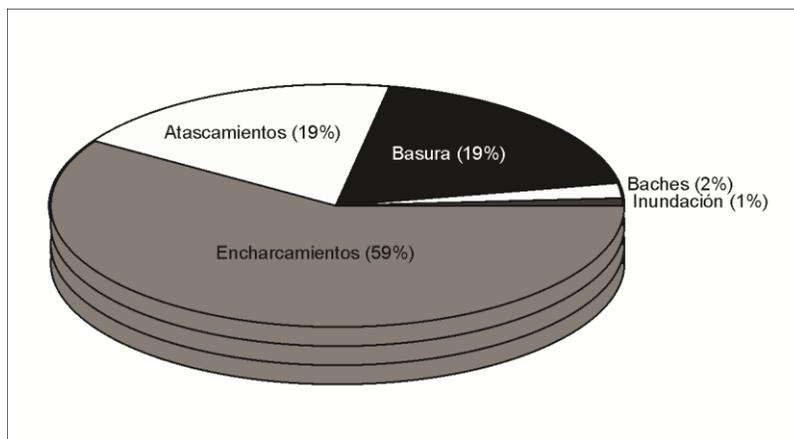


Fig. 3. Problemas en las calles cuando llueve
Fuente: (Personas Encuestadas).

Por otro lado, se solicitó a través de entrevistas y encuestas la opinión de expertos en el área de sistemas de drenaje y alcantarillado sobre qué medida se debe tomar para disminuir el problema de las inundaciones provocadas por las lluvias. De acuerdo a la Figura No. 4 el 37% de los encuestados y entrevistaron sostiene que una forma de disminuir el problema sin generar altos costos es cambiar el diseño o forma de la alcantarilla. En los siguientes párrafos se detalla el análisis técnico hecho sobre el dispositivo diseñado.

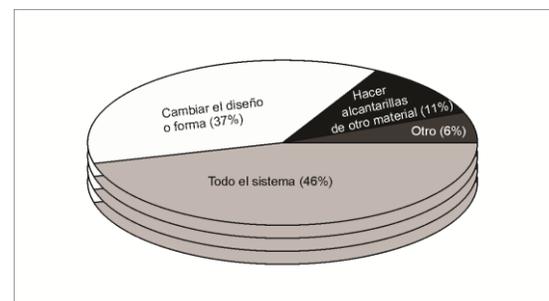


Fig. 4. Medidas en el alcantarillado para prevenir que se inunden las calles.
Fuente: (Personas Encuestadas)

Con respecto al análisis técnico, primeramente se lista los materiales

usados para el diseño propuesto (Tabla 1).

Tabla 1: Tamizado de Materiales.

Material	Can.	Nombre	Unidades	Dimensiones
Varilla redonda lisa	01	Gancho	Pieza	6 Mts.
Varilla redonda lisa	01	Centro	Pieza	6 Mts.
Varilla redonda lisa	01	Manija	Pieza	6 Mts.
Fierro vaciado	01	Soporte	Litros	Varia
Fierro vaciado	01	Reja	Litros	Varia
Lámina galvanizada	01	Arillo Inferior	Hoja	Calibre 19
Lámina galvanizada	01	Arillo Superior	Hoja	Calibre 19
Malla galvanizada	01	Base	Pieza	3 Mts.
Varilla redonda lisa	01	Asas	Pieza	6 Mts.
Malla galvanizada	01	Envolvente	Pieza	3 Mts.
Varilla de acero	01	Perno	Pieza	6 Mts.

Para la selección de los materiales, fue considerado el ambiente contaminado en el que estarán sujetos. A continuación, se detalla la memoria técnica del presente proyecto, así como algunos cálculos matemáticos llevados a cabo.

La lista de piezas diseñadas fue:

- ❖ **Envolvente**
- ❖ **Base**
- ❖ **Arillo Inferior**
- ❖ **Arillo Superior**
- ❖ **Asas**
- ❖ **Rejillas**
- ❖ **Soporte**
- ❖ **Perno**
- ❖ **Manija**
- ❖ **Alma**
- ❖ **Gancho**

A continuación, se detalla el funcionamiento de cada una de las piezas diseñadas.

Envolvente y Base: Estas piezas conforman el cilindro que da forma al recipiente. El material empleado fue malla electro-soldada galvanizada para resistir la corrosión y con aberturas de 25 por 25 mm. y calibre 10.5 (ver planos 03/19, 02/19 y 06/19 en anexos), esta malla se vende comercialmente y su principal función es retener la basura.

Arillo superior e inferior: Estas piezas, tienen la función de dar soporte al envolvente y base para mantener la forma cilíndrica del recipiente y aumentar su capacidad de carga. El material empleado para la fabricación de los anillos fue lámina galvanizada calibre 19. Ambos arillos se unieron al envolvente y base por medio de soldadura eléctrica. Las dimensiones del arillo superior son de 52 cm. de diámetro por 4 cm de ancho. El arillo inferior con dimensiones de 49 cm. de diámetro y 4 cm. de ancho (ver planos 07/19, 08/19, 09/19 y 10/19 en anexos).

Dos Asas: Estas piezas fueron unidas con soldadura eléctrica al arillo superior, su función es de facilitar la manipulación del recipiente. El material empleado para su elaboración es varilla redonda lisa de acero de 1.5 cm. de diámetro, esta se puede doblar de forma que tome la figura deseada. En el plano 04/19 se muestra la manija diseñada, esta tiene una longitud igual a 10 cm. y ancho de 6 cm.

Rejilla: Esta pieza fue elaborada con Hierro gris, por lo tanto es una pieza hecha por fundición. En general tiene una forma de un aro. En el interior del aro se alojan 12 deflectores que se distribuyen en forma radial, estos tienen una forma de arco que se desarrolla del centro hacia el exterior. Sus dimensiones son 6 cm., de diámetro y longitud de 24 cm. Por lo tanto los deflectores como el aro se funden como una sola pieza (ver plano 11/19 en anexos).

SopORTE: Esta pieza es usada como soporte de la rejilla y del recipiente. La rejilla se ajusta sobre este por medio de un perno. El recipiente pende de este. Tiene forma de aro con sección transversal muy específica de forma cilíndrica y está elaborada con hierro gris en una fundición. Sus dimensiones son de 75 cm. de diámetro (ver plano 12/19 en anexos).

Perno: Pieza fabricada con varilla de acero redonda lisa de 1.9 cm. de diámetro y 75 cm. de largo (ver plano 1/19 en anexos). Este fue usado para unir la rejilla y el soporte.

Manija: Esta pieza tiene una pequeña curvatura que se forma por medio de un escantillón y va unida a el alma y el gancho (estos se describirán posteriormente) por medio de soldadura eléctrica. Esta pieza fue fabricada con una varilla redonda de

acero lisa de 1.6 cm de diámetro y una longitud de 30 cm. (ver plano 17/19 en anexos).

Alma: Esta fue fabricada con una varilla de acero redonda lisa de 90 cm. de largo y 2.5cm de diámetro (ver plano 18/19 en anexos).

Gancho: Este fue manufacturado con una varilla de acero redonda lisa de 15 cm. de largo y 2.5 de diámetro (ver plano 19/19 en anexos). La manija, el alma y el gancho conforman el bastón y su principal función es sujetar la rejilla para facilitar su levantamiento.

La fig. 5 muestra el dispositivo final de la alcantarilla propuesta.



Fig. 5. Alcantarilla Propuesta.

A continuación, se detallan algunos cálculos, con respecto al diseño propuesto.

Rejilla

$$\text{Deflectores: } \Rightarrow \frac{\pi(0.03)^2}{4} = (7.0686 \times 10^{-4} m^2) \cdot (0.225m) = 1.5904 \times 10^{-4} m^3 \quad (12)$$

$$12 \text{ Deflectores: } \Rightarrow 1.5904 \times 10^{-4} m^3 \times 12 = 1.9085 \times 10^{-3} m^3$$

$$\text{Aro: } \Rightarrow 0.53\pi = (1.6650)(0.03)(0.03) = 1.4985 \times 10^{-3} m^3$$

$$= (0.09) (0.33)(0.03) = 0.891 \times 10^{-4} m^3$$

$$\sum V = 4.298 \times 10^{-3} m^3 \quad (7769.966 kg/m^3) = \mathbf{33.3953 kg \text{ Peso de Tapa}}$$

Gasto = Q

Volumen = V

$$Q = \frac{V}{t}$$

Tiempo = t

$$V_1 = 0.54m \times 0.50m \times 0.136m = 0.03672m^3$$

$$t = 9.56s$$

$$Q = 0.00384m^3/s$$

$$V_2 = 0.54m \times 0.50m \times 0.166m = 0.04482m^3$$

$$t = 11.64s$$

$$Q = 0.00385m^3/s$$

$$V_3 = 0.54m \times 0.50m \times 0.180m = 0.04860m^3$$

$$t = 12.97s$$

$$Q = 0.003747m^3/s$$

$$\text{Promedio} = 0.003812m^3/s \approx 3.81l/s \quad \times 12 = \mathbf{45.72l/s \text{ Volumen Total}}$$

Para tráfico pesado se tiene que:

$$S = \frac{P U}{0.9 fy} = \frac{1000kg}{0.9(1040kg/cm^2)} = 1068cm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(10.68)}{\pi}} = 3.68cm \approx 1\frac{1}{2}''$$

Para tráfico ligero se tiene que:

$$S = \frac{P U}{0.9 fy} = \frac{5000kg}{0.9(1040kg/cm^2)} = 5.34cm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(10.68)}{\pi}} = 2.61cm \approx 1\frac{1}{8}''$$

Con respecto al recipiente

$$V = \frac{\pi D^2}{4} h = \frac{\pi (0.5)^2}{4} (0.38) = 0.0746m^3 \quad V = 74.61l \text{ *Volumen total*}$$

$$\text{Envoltente: } \pi D = \pi (0.50) = 1.57 \times 0.38 = (0.60m^2)(5.1 kg/m^2) = 3.044kg$$

$$\text{Base: } \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi(0.49)^2}{4} = 0.19m^2(5.1 kg/m^2) = 0.96kg$$

$$\text{Arillo superior: } \pi (0.52) = 1.634(0.04) = 0.064m^2 \quad \Leftarrow \text{Área}$$

$$\text{Arillo inferior: } \pi (0.48) = 1.508(0.04) = 0.060m^2 \quad \Leftarrow \text{Área}$$

Conversión Kg/hoja

$$12.43kg = 1.665m^2$$

$$12.43kg = 1.665m^2$$

$$0.48kg = 0.065m^2$$

$$0.447kg = 0.060m^2$$

Asas: $0.24m(1.58 \text{ kg/m}) = 0.38kg$

Varilla $\Rightarrow 1.58 \text{ kg/m}$

$$\sum ((3.044) + (0.960) + (0.485) + (0.447) + (0.380) + (0.380)) \\ = 5.696kg \text{ *Peso neto del recipiente*}$$

Soporte:

Área: $138.50m^2$

Longitud: $\pi D = 3.1416(0.75) = 0.329868m$

$Vol. = A \times L = 138.50m^2 \times 0.329868m = 326.3337m^3$

$Vol. m^3 (7769.966m^3) = 122.6kg \text{ *Peso neto del soporte*}$

CONCLUSIÓN

Se espera que el diseño propuesto solucione el problema del azolvamiento del alcantarillado ocasionado por las lluvias de temporada y que además facilite el tratamiento del agua y obtener un re-uso más eficiente.

Finalmente, se recomienda poner en práctica la alcantarilla propuesta para monitorear su funcionamiento y realizar operaciones de control.

REFERENCIAS

CEMA. *Apuntes sobre el saneamiento básico y la calidad ambiental del Municipio de Juárez* Centro de Estudios del Medio Ambiente y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (En línea): <http://www.uacj.mx/Publicaciones/sf/vol3num1/Saneamiento.htm>. (Consultado): Abril 15, 2012.

CONAGUA. (1996) *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento* Comisión Nacional del Agua (MAPAS).

CONAGUA. (1998) *Manual de alcantarillado Pluvial* Comisión Nacional del Agua (MAPAS)

Gobierno municipal 2004-2007 *Características fisiográficas* (En línea):

<http://www.juarez.gob.mx/miciudad/caracteristicasfisiograficas.htm>. (Consultado): Abril 20, 2012.

IMIP. (2002). Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez Instituto Municipal de Investigación y Planeación Ciudad Juárez.

INEGI. (1999). *Estudio Hidrológico del Estado de Chihuahua*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. (2000). *INEGI - XII Censo General de Población y Vivienda 2000* Población total por municipio y tamaño de localidad 037 Juárez. (En línea):

http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp?t=abulado=tab_po03b&c=707&e=08 (Consultado): Mayo 5, 2012.

JMAS. (2005). *Proyecciones de población de 1999 a 2020*, Plan Maestro de JMAS, Ciudad Juárez, Chih. (En línea): <http://www.jmasjuarez.gob.mx/tecnica/agua.htm> (Consultado): Mayo 8, 2012.

JMAS. (2005). *Alcantarillado Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez* (En línea): <http://www.jmasjuarez.gob.mx/tecnica/agua.htm> Cd. Juárez 2005. (Consultado): Mayo 8, 2012.

Naquid. (1998). *Impacto Social y Ecológico de los Trasvases* La Academia, M. En: I. José Eduardo Naquid Lajud. (En línea): http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/academia/18/sec_10.htm (Consultado): Mayo 15, 2012.

SEMARNAT. (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (En línea):

<http://www.semarnat.gob.mx> (Consultado): Mayo 18, 2012.

ANEXO

