

# Drenaje pluvial urbano en las avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo en La Habana

**Jorge Suárez García**

E-MAIL: jsuarezgarcia400@gmail.com

Dirección de Saneamiento y Electromecánica. Empresa Aguas de La Habana. La Habana, Cuba.

**Mailén Virgen Gutiérrez Herrera**

E-MAIL:

Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH). Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba.

**Andrea del Carmen Miranda López**

E-MAIL:

Dirección de Saneamiento y Electromecánica. Empresa Aguas de La Habana. La Habana, Cuba.

## RESUMEN

Con el incremento poblacional, la demanda de los servicios básicos de agua y alcantarillado aumenta, tanto en zonas rural como urbanas. El correcto funcionamiento de los drenajes pluviales posibilita evacuar las altas precipitaciones y evitar así, desbordes en el sistema de drenaje que se produce por la escorrentía superficial. La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria para todo el mundo. Esta investigación tiene como objetivo argumentar (desde la experiencia del autor principal de esta investigación y con la tutela de las otras dos autoras) la ejecución de las obras de construcción y/o mantenimiento realizado al sistema de drenaje pluvial urbano en las avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo del municipio Plaza de la Revolución en La Habana, que contribuyan al desarrollo de la infraestructura hidráulica, el ahorro de recursos, y la protección y conservación del medio ambiente. Para esto se combinaron diferentes métodos teóricos y empíricos. La idea inicial fue la rehabilitación del conducto de 300 mm, de la senda sur hacia la norte. A medida que se efectuaban estos trabajos, se percibió que era necesaria la ampliación de la obra; se recomienda la continuidad de investigaciones relacionadas con la captación y evacuación de las aguas de lluvia, en búsqueda de otras alternativas técnicas para la mejora de la calidad de vida de la población y la sociedad en general.

**PALABRAS CLAVE:** construcción, drenaje pluvial urbano, infraestructura hidráulica, mantenimiento, medioambiente

## Urban stormwater drainage on Carlos Manuel de Céspedes and Paseo avenues in Havana

### ABSTRACT

With population growth, the demand for basic water and sanitation services increases in both rural and urban areas. The proper functioning of stormwater drainage systems allows for the evacuation of heavy rainfall, thus preventing overflows in the drainage system caused by surface runoff. Water scarcity, poor water quality, and inadequate sanitation negatively impact food security worldwide. This research aims to justify (based on the experience of the lead author and with the guidance of the other two authors) the construction and/or maintenance work carried out on the urban stormwater drainage system along Carlos Manuel de Céspedes and Paseo avenues in the Plaza de la Revolución municipality of Havana. These works contribute to the development of hydraulic infrastructure, resource conservation, and environmental protection and preservation. To achieve this, various theoretical and empirical methods were combined. The initial plan was to rehabilitate the 300 mm pipe, from the southbound lane to the northbound lane. As these works were carried out, it became clear that the expansion of the project was necessary; further research related to the collection and evacuation of rainwater is recommended, in search of other technical alternatives to improve the quality of life of the population and society in general.

**KEYWORDS:** *construction, urban stormwater drainage, hydraulic infrastructure, maintenance, environment*

### 01 INTRODUCCIÓN

Con el incremento poblacional, la demanda de los servicios básicos de agua y alcantarillado aumenta, tanto en zonas rural como urbanas. El correcto funcionamiento de los drenajes pluviales posibilita evacuar las altas precipitaciones y evitar así, desbordes en el sistema de drenaje que se produce por la escorrentía superficial. La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria para todo el mundo. Para el 2050, al menos una de cada cuatro personas, probablemente viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce, por lo que se hace necesario el trabajo mancomunado de todos los sectores de la sociedad, no solo para garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua, sino, además, el saneamiento para todos (Naciones Unidas, 2018).

El desarrollo hidráulico en Cuba avanza de acuerdo con la Política del Partido y el Gobierno, lo cual responde a los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (en lo adelante Lineamientos). Las transformaciones en la sociedad cubana han respondido siempre a las necesidades de la sociedad derivadas del contexto económico, político y social de la época; de ahí que, en el lineamiento 180 se plantea: «Consolidar el Plan Hidráulico Nacional para la ampliación, rehabilitación y mantenimiento, con prioridad a los sistemas de riego, acueducto, alcantarillado, drenaje pluvial y al uso eficiente de la infraestructura de los sectores estratégicos» (PCC, 2021, p. 82).

Diversos estudios han demostrado que la gestión sostenible de las aguas pluviales requiere la integración de soluciones técnicas con criterios de ahorro de recursos y protección ambiental. Autores como de Horta Brito y Pino Plans (2021) y Huamani (2025) destacan la importancia del conocimiento sobre los procesos hidráulicos e hidrológicos que intervienen en los sistemas de drenaje pluvial urbano (SDPU) y enfatizan la disposición de herramientas tecnológicas que facilitan el análisis; todos coinciden en que la situación desfavorable de la red se debe principalmente, por el mal estado que posee y la falta de mantenimiento.

Estos antecedentes confirman que la problemática del drenaje pluvial urbano en Cuba requiere soluciones integrales que combinen obras de construcción y mantenimiento con criterios de sostenibilidad. El drenaje pluvial urbano (DPU) constituye uno de los pilares fundamentales de la infraestructura hidráulica en las ciudades contemporáneas, al garantizar la evacuación eficiente de las aguas de lluvia y prevenir afectaciones sociales, económicas y ambientales derivadas de inundaciones.

En La Habana, las avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo, pertenecientes al municipio Plaza de la Revolución, presentan deficiencias en sus sistemas de drenaje, lo que repercute en la movilidad, la conservación de las vías y la calidad de vida de la población. La pertinencia de este trabajo se justifica por la necesidad de contribuir con la captación y evacuación de las aguas pluviales en la zona antes mencionada, que favorezca el desarrollo de la infraestructura hidráulica, el ahorro de recursos y la protección y conservación del medio ambiente. A su vez constituyó el informe final para el Ejercicio de Culminación de Estudio del autor principal de esta investigación, en opción al título de Técnico Superior en Agua y Saneamiento, como graduado de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, CUJAE.

Las inundaciones por intensas lluvias en la avenida Carlos Manuel de Céspedes y avenida Paseo, en la calle Aranguren desde avenida Independencia hasta avenida Carlos Manuel de Céspedes, y en avenida Carlos Manuel de Céspedes y calle San Pedro, todas del municipio Plaza de la Revolución, provocaban afectaciones al tráfico vehicular y a la población, con repercusiones económicas al sector privado y estatal, y también a la empresa Aguas de La Habana.

Estas inundaciones producían roturas de equipos al entrar éstos, en el área inundada, y se generaban pagos por trabajos de recursos humanos fuera de los horarios habituales, además, empleos de equipos especializados y camiones de volteo para las recogidas de desechos sólidos, y traslado de la fuerza de trabajo, lo que provocaba como consecuencias un gasto adicional por concepto de salario y combustible.

En síntesis, todas estas afectaciones eran producidas, entre otras causas, por falta de capacidad de los SDPU; deterioro del sistema de evacuación de las aguas pluviales; unido al crecimiento demográfico, las migraciones del campo a la ciudad, y al cambio climático, donde las lluvias, son más intensas en un corto periodo, se produce el colapso de estos sistemas. En este sentido, el *objetivo* del presente artículo es argumentar (desde la experiencia del autor principal de esta investigación y con la tutela de las otras dos autoras) la ejecución de las obras de construcción y/o mantenimiento realizado al sistema de drenaje pluvial urbano en las avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo del municipio Plaza de la Revolución en La Habana, que contribuyan al desarrollo de la infraestructura hidráulica, el ahorro de recursos, y la protección y conservación del medio ambiente.

Para el desarrollo de esta investigación se combinaron diferentes métodos teóricos y empíricos. Los métodos teóricos empleados fundamentalmente fueron el analítico-sintético y el enfoque sistémico los que posibilitaron la obtención de información sobre los SDPU; las tendencias de desarrollo de estos sistemas a nivel internacional, y la propuesta de acciones para la mejora de la calidad de vida de la población.

Como métodos empíricos fundamentales se utilizaron el análisis de documentos, la entrevista a informantes clave, la observación participante y los estudios de casos; todo esto posibilitó un acercamiento a la problemática estudiada; obtener los datos e información sobre el estado de la evacuación de las aguas pluviales en la zona de estudio, los resultados de las acciones acometidas; y la constatación del problema para que su propuesta de solución favoreciera el desarrollo de la infraestructura hidráulica, el ahorro de recursos y la protección y conservación del medio ambiente.

Se utilizaron, además, otros materiales que facilitaron la recolección de la información de la zona de estudio, tal es el caso de: fotografías, y técnica de mapeo. La población (como unidad de análisis) se encuentra en cinco zonas de inundación distribuidas por cuadrantes en el municipio Plaza de la Revolución que abarca: de avenida Línea hasta avenida Malecón y de calle 24 hasta calle K; de calle San Pedro a calle Colón y de avenida Boyeros a calle Marino; de calle San Pedro a calle Pedro Pérez y de calle Ermita hasta Calzada de Ayestarán; en avenida Malecón, de calle K hasta avenida 23; y en avenida 23 de avenida Malecón hasta avenida Infanta.

La dificultad para el trabajo con esta población, unida a la riqueza de información demandó la selección de una muestra no probabilística de «casos-tipo» (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2023, p. 451). Se trabajó en las avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo.

La investigación respondió a uno de los problemas que tenía identificado el Departamento Técnico de Drenaje Pluvial, de la Subdirección de Saneamiento y Drenaje Pluvial perteneciente a la Dirección de Saneamiento y Electromecánica, de la empresa Aguas de La Habana, y se atendió específicamente uno de los planteamientos de la población en asambleas de rendición de cuentas del delegado de la circunscripción, que durante años se había acumulado, lo que perjudicaba, no solo a los vecinos del lugar, sino a transeúntes foráneos y extranjeros.

## 02 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO

Para el estudio de los SDPU a nivel internacional, constituyó un referente de obligada consulta los autores Villegas et al. (2019); éstos resumen que Estados Unidos, Canadá, Australia y algunos países europeos, en las últimas décadas, han desarrollado algunas estrategias para la gestión de las aguas pluviales; aprovechan este recurso para el uso de la ciudad y la arquitectura lo que conlleva a la eliminación de riesgos de inundaciones. En Europa (Dinamarca, Suecia, Bélgica, Suiza y Francia) han establecido estrategias relacionadas con la gestión de las aguas pluviales urbanas, con incidencia en el diseño urbano; es válido destacar que estos países se encuentran a la vanguardia en este sentido.

De igual forma, Australia se destaca por innovadoras propuestas de ciudades sensibles al agua, al ser un interés del gobierno federal y estatal; crean espacios públicos a cielo abierto que acopian, purifican y hacen uso de las aguas pluviales, de modo que aportan belleza y serenidad al paisaje urbano. Debe destacarse que, la urbanización de la Sabana de Bogotá (Colombia) durante el siglo XX, como parte del proceso de ordenamiento y planificación, alteró el paisaje sin tener en cuenta los sistemas de drenaje natural del territorio. En la actualidad, este último país comienza a ser valorado y vinculado a planes, programas y estrategias (Villegas et al., 2019).

Como resultado del análisis de documentos, se constató que, en el orden académico e investigativo, constituye un interés significativo la gestión de los SDPU. Lo anterior se pone de manifiesto en la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad del Rosario, y la Universidad de América; mediante proyectos investigativos analizan la viabilidad económica y técnica del aprovechamiento del agua de lluvia en el campus y su posible uso en función de su calidad. Si hoy no se ha implementado el resultado de estos estudios, obedece al poco interés de las políticas gubernamentales del país.

Por otra parte, en España es tratado como Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS); consisten en técnicas de gestión de aguas pluviales y planeamiento urbano que persiguen reproducir y/o restituir los procesos hidrológicos previos al desarrollo urbanístico; integran estratégicamente elementos de control de escorrentía en el paisaje urbano y prestan especial atención al impacto del cambio climático (CONAMA, 2018).

Los sistemas antes mencionados son compatibles con los tradicionales de gestión de aguas pluviales urbanas, y se alinean con los tres ejes básicos de la sostenibilidad: economía, medio ambiente y sociedad (CONAMA, 2018) y cuentan con una trayectoria de casi 50 años. En esta proyección se encuentra Nueva York, Philadelphia, Washington DC, San Francisco, Londres, París, Melbourne o grandes aglomeraciones chinas como Wuhan que han adoptado recientemente las estrategias denominadas «ciudad esponja», que va de la mano de las nuevas tendencias marcadas por la infraestructura verde.

La presencia de aguas pluviales en áreas urbanas donde los sistemas de drenaje son deficientes, se constituyen en causales para que las aguas provenientes de las lluvias se estanquen, instaurándose en una fuente de proliferación de bacterias y mosquitos causantes de muchas enfermedades infectocontagiosas, así como perjudicando el libre tránsito de personas y vehículos, por lo que la población no puede desarrollar sus actividades cotidianas con normalidad (Fernández, 2021).

En síntesis, entre los aspectos más importantes relacionados con los SDPU, en los países estudiados, se develó que: el poco accionar de los gobiernos eleva los riesgos de contraer enfermedades; las soluciones constructivas abren mejores alternativas para la gestión; el crecimiento demográfico, las migraciones campo-ciudad y las indisciplinas sociales atentan contra su correcto funcionamiento; el impacto en la construcción de las estructuras urbanas debe minimizarse; y la captación y evacuación de las aguas de lluvia tienen disímiles alternativa de solución en función de los tres ejes básicos de la sostenibilidad.

Después de estudiar los criterios y metodologías en otras latitudes, los autores analizan la realidad nacional, específicamente en una zona del municipio Plaza de la Revolución, en La Habana, con el objetivo de argumentar las acciones realizadas para la mejora de la calidad de vida de la población.

## 03 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DEL MUNICIPIO PLAZA DE LA REVOLUCIÓN EN LA HABANA

En La Habana existen 400 km de redes de drenaje pluvial urbano, con 30 481 tragantes asociados en 161 cuencas hidrográficas y dentro de ellas, existen 175 zonas de inundación, distribuidas en sus 15 municipios. En la parte centro-oeste de La Habana, existen 64 cuencas de drenaje, con 78 zonas de inundación en los municipios: Centro Habana, Cerro, Diez de Octubre, La Habana Vieja, Plaza de la Revolución, La Lisa, Marianao y Playa.

El este de la Capital consta de 29 cuencas, con 72 zonas de inundación, que abarcan los municipios: Habana del Este, Guanabacoa, Regla, San Miguel del Padrón y el Cotorro; en el sur se encuentran 68 cuencas con 25 zonas de inundación, ubicados en los municipios Arroyo Naranjo y Boyeros. De las 175 zonas de inundación, por penetraciones del mar se encuentran 20 asociadas al litoral norte habanero y 155 por intensas lluvias; se han realizado 20 estudios de proyecto que abarcan soluciones para 25 de estas zonas. Hasta el momento se ha ejecutado uno en la Tribuna Antimperialista y tres en proceso de ejecución los cuales son (Del Castillo, 2019): el drenaje de San Agustín; el Pontón, y Cueva del Indio.

El sistema de drenaje pluvial urbano del municipio Plaza de la Revolución en La Habana, está construido con tuberías de varios diámetros que van desde 200 mm a 2100 mm. Estas redes de drenaje pluvial tienen conductos de diferentes materiales como son: Polietileno de Alta Densidad (PEAD), tubería corrugada, barro, asbesto cemento y de ladrillos (estos últimos son los ubicados en calle J de calle Línea hacia la calle 23).

Este se construyó entre los años 1902 y 1908, al igual que el sistema de alcantarillado de La Habana, cuenta con 65,3 km de redes de drenaje pluvial urbano con 4151 tragantes asociados. Este municipio tiene 12 cuencas de drenaje, todas evacuan el agua hacia el litoral norte habanero, excepto una que lo hace al río Almendares. Cada una de estas cuencas se corresponden con un sistema de drenaje pluvial, por lo tanto, el drenaje se efectúa a través de estos conductos, dada la topografía del territorio también el drenaje pluvial se realiza de forma natural por escurrimiento superficial (Departamento de Drenaje Pluvial, Aguas de La Habana, 2019).

Para el mantenimiento del drenaje pluvial en el municipio, se cuenta con dos brigadas que realizan la limpieza de estos tragantes cada 28 días; una vez que éstas detectan roturas u obstrucciones, reportan las afectaciones con el objetivo de su solución. Como resultado del crecimiento poblacional del municipio, la acción antrópica y el desarrollo de la ciudad, ha afectado al drenaje pluvial. Áreas donde antes se producían drenajes naturales por infiltración y escurrimiento hacia el río o el mar hoy se han pavimentado y poblado, por lo que las aguas pluviales escurren hacia las zonas bajas y se originan afectaciones por inundaciones.

Uno de los objetivos fundamentales para lograr una mayor evacuación del drenaje pluvial urbano, está basada en los mantenimientos preventivos y correctivos en la época del periodo húmedo y en la temporada de huracanes, donde se refuerzan estos mantenimientos; en muchas ocasiones hay que ejecutar los mantenimientos correctivos debidos a la indisciplina social y estatal.

Este municipio cuenta con cinco zonas de inundaciones; en el litoral, estas se producen debido a la penetración del mar, a lluvias intensas y por la combinación de las fuertes lluvias con la pleamar. Hay proyectos para la disminución de sus efectos, un ejemplo de ello es la ejecución del proyecto de la Tribuna Antimperialista.

Dentro del banco de problemas de la empresa, se le asignó al autor principal de este trabajo (con la tutela de las otras dos autoras), la solución de algunos puntos de inundación en las áreas de:

1. Calle San Pedro desde avenida Carlos Manuel de Céspedes a calle Estancia.
2. Calle Aranguren desde las avenidas Independencia hasta Carlos Manuel Céspedes.

La primera tarea consistió en buscar los registros pluviométricos, en un periodo entre enero de 2018 y marzo de 2019, con la finalidad de identificar las posibles soluciones a esta problemática. La organización del trabajo a realizar por parte de los autores, apoyados en la entrevista a informantes clave, el análisis de documentos, fotografías y técnicas de mapeo, constó de las siguientes *acciones generales*:

1. Búsqueda de información técnica relacionada con el área.
2. Inspección visual del área.
3. Diagnóstico y evaluación del tiempo de evacuación de la escorrentía provocada por la lluvia.
4. Acciones constructivas y/o de mantenimientos:
  - Calle Independencia y calle San Pedro.

- Avenida Carlos Manuel de Céspedes y calle San Pedro.
- Calle Aranguren y avenida Carlos Manuel de Céspedes.
- Calle San Pedro y calle Marino.
- Avenida Paseo entre las avenidas Carlos Manuel de Céspedes e Independencia.
- Avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo.

#### 04 PARTICULARIDADES DE LAS ACCIONES DE CONSTRUCCIÓN Y/O MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA ZONA COLINDANTE A LA PLAZA DE LA REVOLUCIÓN

Como parte de la *primera acción* se procedió con la búsqueda de la documentación técnica, archivada en el Departamento Técnico de Drenaje, de la Subdirección de Saneamiento y Drenaje Pluvial en la empresa Aguas de La Habana, relacionados con estas áreas de inundación. Además, de la búsqueda en el Sistema de Información Geográfica - Geographic Information Systems (GIS), de las redes del sistema de drenaje pluvial. La *segunda acción* consistió en realizar recorridos en el área objeto de estudio; se analizaron los posibles lugares de ubicación de las nuevas captaciones. Así como, se determinaron las áreas de mantenimiento a los sistemas de drenaje pluvial, reparaciones y/o ampliaciones de diámetros de entronques, de los tragantes hacia el sistema.

Como resultado del análisis de documentos y la observación, se pudo constatar que, en el 2018 existían 21 registros de más de 20 mm de lluvias en el municipio Plaza de la Revolución, cuyo promedio fue de 38,2 mm, al ser el mes más alto el de diciembre, con un registro de 105 mm (todos los registros en 24 horas). Es de destacar que en los días que se presentaron inundaciones en estas zonas, los registros de lluvia estaban en 47 mm en 30 minutos de lluvia sostenida, de 52 mm en 40 minutos, y de 45 mm en 27 minutos, estos registros se usan como estrategia de trabajo en este territorio, ya que cuando hay lluvias intensas se producen inundaciones, una vez que comienzan estas las lluvias intensas, se toma el tiempo de duración y se realiza la medición del pluviómetro para dirigir las acciones de trabajo en las áreas de inundación, según se requieran.

En el año 2019 había 16 registros pluviométricos con lluvias en este municipio, cuyo promedio fue de 40,97 mm y los registros más altos fueron de 81 mm en el mes de enero. Se consideró esta última información como punto de partida para la solución del problema de investigación declarado.

Como consecuencia de lo anterior, se evidenció que la ocurrencia de estas avenidas, ocasionaban desplazamientos hacia estas áreas, de equipos y fuerza de trabajo fuera del horario laboral, por lo que representaban un gasto adicional (económico y de combustible) para la empresa. Posterior a esto se comenzaron a evaluar los SDPU del área de estudio: se realizaron recorridos, se revisaron estos sistemas en los lugares donde más se acumulaba el agua durante las propias avenidas y la demora de su evacuación; todo esto formó parte de la *tercera acción*. Para darle cumplimiento a las acciones constructivas y/o de mantenimiento (*cuarta acción*), se hizo necesario cumplir con lo estipulado en el Reglamento del Proceso Inversionista en Cuba, relacionado con los niveles de aprobación necesarios para la ejecución de las obras.

Se constató la existencia de la permisología legal (Licencia de Obra y compatibilización con los organismos implicados), que posibilitó el inicio de las acciones acorde con la legalidad socialista. Es válido aclarar que, debido a la dinámica que impone todo proceso constructivo y en el marco de la fecha conmemorativa del 500 Aniversario de la fundación de La Habana, además, se obtuvieron permisos de carácter expedito.

A continuación, se detallan las acciones realizadas en los puntos de inundación de las áreas mencionadas con anterioridad (Tabla 4.1).

Al comenzar este trabajo el autor principal de esta investigación, junto con la brigada que acometió la tarea, se percataron que había que profundizar y ampliar la obra, porque no coincidía la información técnica con lo real del sistema de drenaje. Es válido señalar que la idea inicial fue la rehabilitación del conducto de 300 mm, de la senda sur hacia la norte. Una vez iniciada las excavaciones, en lugar de un solo conducto, se dieron cuenta que existían dos del mismo diámetro en paralelo, el material era de asbesto cemento y que estos se encontraban empotrados en el cimiento central del puente, por lo que era imposible realizar la rehabilitación completa de los dos conductos encontrados (Fig. 4.4).

**Tabla 4.1.** Acciones realizadas en las avenidas y/o calles objeto de estudio.

| Avenidas y/o calles                                                     | Acciones realizadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avenida Independencia y la calle San Pedro                              | Se ejecutó mantenimiento a 530 m del sistema de drenaje pluvial urbano con diámetro de 600 mm. Se construyeron dos registros, ya que la distancia entre ellos era superior a 100 m, lo que dificultaba las acciones de mantenimiento preventivo o correctivo.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Avenida Carlos Manuel de Céspedes y la calle San Pedro                  | Se repararon tres tragantes combinados (dos modelos diferentes) y se sustituyó 24 m de entronque de drenaje, con diámetro de 400 mm, que se encuentra conectado al río San Pedro, el que está canalizado con cajones de 2 x 2 m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Calle Aranguren y la avenida Carlos Manuel de Céspedes                  | Se ejecutaron acciones de construcción para ampliar la captación y limitar el gasto hacia la parte baja del puente de la avenida Paseo. Se construyó una batería de seis tragantes y se ejecutó el entronque hacia el colector con diámetro de 315 mm. Se repararon y limpiaron nueve tragantes y se reparó un registro de 24", que forma parte del sistema de drenaje pluvial urbano que se encontraba bajo el asfalto. Además, se le ejecutó mantenimiento a 163 m de este sistema de drenaje pluvial urbano en la calle Aranguren. |
| Calle San Pedro y calle Marino                                          | Se construyó una batería de 14 tragantes con la reparación y limpieza de otros cuatro; se ejecutó el entronque de esta batería con tubería de diámetro de 315 mm (Fig. 4.1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Calle San Pedro y calle Estancia                                        | Se construyó una batería de siete tragantes y a su vez se instalaron dos entronques de 315 mm (Fig. 4.2).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Avenida Paseo e/ las avenidas Carlos Manuel de Céspedes e Independencia | Se ejecutó el mantenimiento a 100 m del sistema de drenaje pluvial urbano y se limpiaron un total de 12 tragantes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo                              | Esta obra es representativa de este trabajo investigativo; se diseñó para ejecutar, únicamente, el mantenimiento correctivo de las redes de drenaje pluvial (Fig. 4.3).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

[fuente: elaboración propia]



**Figura 4.1.** Construcción de una batería con 14 tragantes (elaboración propia).



**Figura 4.2.** Construcción de una batería de siete tragantes (elaboración propia).



**Figura 4.3.** Mantenimiento correctivo de las redes de drenaje pluvial (elaboración propia).



**Figura 4.4.** Existencia de dos conductos en paralelo (elaboración propia).

A medida que se efectuaban estos trabajos, se percibió que era necesaria la ampliación de la obra; también se ejecutaron acciones de mantenimiento donde se limpiaron 10 tragantes, cuatros registros en tuberías de 750 mm de drenaje (Fig. 4.5). Se sustituyeron cuatro registros Modelo 6 y un aro y tapa de registros de 24"; además se ejecutó el mantenimiento a 150 m del sistema de drenaje pluvial urbano hacia la calle Aranguren y 120 m hacia la calle Colón por la avenida Carlos Manuel de Céspedes.



Figura 4.5. Limpieza de tragantes (elaboración propia).

Lo anterior conllevó a repensar desde el conocimiento adquirido por los autores y por la pericia que los caracteriza, en una nueva forma de ejecución del trabajo, para el logro de un mejor nivel de servicio, y que generara a su vez, un valor para la empresa. Por lo que se propuso hacer el cambio del trazado (previa conciliación con el Departamento Técnico de Drenaje Pluvial y con la Dirección de Saneamiento y Drenaje Pluvial) dada la imposibilidad de rehabilitar completamente los dos conductos de 300 mm. Una vez autorizada la propuesta, se solicitaron los servicios de la comisión de topografía, con el objetivo de realizar el levantamiento del lugar y comprobar si la pendiente era favorable para el nuevo trazado.

Después de haber recibido el informe del levantamiento topográfico, se decidió ejecutar la obra que consistía en instalar 42 m de tubería con diámetro 630 mm, se construyeron tres registros; se repararon y se les dio mantenimiento a las dos líneas de drenaje de 300 mm, y se rehabilitaron los dos tramos en la senda sur que consistían en ocho metros de cada conducto de 300 mm y la reparación de dos tragantes.

## 05 BENEFICIOS ECONÓMICOS, AMBIENTAL Y SOCIAL COMO RESULTADO DE LAS ACCIONES REALIZADAS

Se muestra una tabla comparativa, donde se relacionan los principales materiales utilizados, y el ahorro económico, con las acciones oportunas de construcción y/o mantenimiento, realizada antes de la implementación del

Proceso de Ordenamiento Monetario como instrumento fundamental de las modificaciones del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista, a la infraestructura de drenaje pluvial urbano de la zona colindante a la Plaza de la Revolución, en La Habana (Tabla 5.1).

**Tabla 5.1.** Comparación de precios unitarios (solo materiales) antes y después del reordenamiento monetario en Cuba con el correspondiente ahorro económico total, del trabajo constructivo y de mantenimiento ejecutado oportunamente.

| Descripción                | UM             | Cantidad (U) | P. Anterior (CUP) | Total (CUP)     | P. Actual (CUP) | Total             |
|----------------------------|----------------|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| TAPA DE ALCANTARILLADO 24" | U              | 3            | 40,34             | 121,02          | 2 187,72        | 6 563,16          |
| ARO 24 REG. DE ALCANT. 24" | U              | 3            | 42,55             | 127,64          | 3 515,21        | 10 545,63         |
| MARCO DE REJA IRWING       | U              | 28           | 51,58             | 1444,13         | 1 376,82        | 38 550,96         |
| PARRILLA IRWING            | U              | 28           | 64,52             | 1806,56         | 2 593,28        | 72 611,84         |
| BLOQUE DE 20 CM            | U              | 650          | 0,99              | 643,50          | 8,00            | 53 300,00         |
| CEMENTO PP 350             | saco           | 90           | 5,71              | 513,90          | 121,60          | 10 944,00         |
| BARRA CORRUGADA 5/8" MN    | m              | 25           | 5,33              | 133,25          | 89,22           | 2 230,50          |
| ARENA LAVADA M.N           | m <sup>3</sup> | 8            | 24,44             | 195,52          | 308,91          | 2 471,28          |
| GRAVILLA MN                | m <sup>3</sup> | 12           | 13,34             | 160,08          | 241,06          | 2 892,72          |
| Tubería 315 mm             | m              | 24           | 47,38             | 1 137,12        | 468,81          | 11 251,44         |
| Tubería 630 mm             | m              | 42           | 81,23             | 3 411,66        | 595,79          | 25 023,18         |
| Manguito 315 mm            | U              | 3            | 6,18              | 18,54           | 222,58          | 667,74            |
| Manguito 630 mm            | U              | 5            | 39,57             | 197,85          | 457,59          | 2 287,95          |
| <b>Total</b>               |                |              |                   | <b>9 910,76</b> |                 | <b>239 340,40</b> |

Esto, sin lugar a dudas tuvo además, un beneficio social y medioambiental, evidenciándose: mayor integración paisajística; mitigación de los efectos adversos que la escorrentía urbana provoca al medio ambiente; disminución del encharcamiento por largos períodos; mejora la imagen urbana; mejora la infraestructura peatonal y vial; reducción de riesgos viales; mayor control de las inundaciones y se evitan enfermedades; se minimiza el impacto por inundaciones en las estructuras urbanas; reducción de futuras inversiones en las infraestructuras hidráulicas; menos afectación al espacio público; reducción del impacto de la acción del agua, sobre los ecosistemas; mayor compatibilidad con el contexto urbano; mejores condiciones de vida para los ciudadanos residentes en la zona y transeúntes, entre otros.

En síntesis, con la aplicación del conocimiento adquirido por el autor principal de esta investigación y con la tutela de las otras autoras, para la solución del problema identificado, se contribuyó, sin lugar a duda con el desarrollo de la infraestructura hidráulica, el ahorro de recursos, y la protección y conservación del medio ambiente, transformándose los resultados en riqueza económica, bienestar social y desarrollo humano.

## 06 CONCLUSIONES

Los resultados del análisis del tratamiento dado internacionalmente a los SDPU y la caracterización de la zona de estudio del municipio Plaza de la Revolución en La Habana, posibilitaron la identificación de acciones generales de construcción y/o mantenimiento a realizar de inmediato, para el beneficio social.

Como resultado de la ejecución de las obras de construcción y/o mantenimiento, del drenaje pluvial urbano en las avenidas Carlos Manuel de Céspedes y Paseo del municipio Plaza de la Revolución en La Habana, se argumentó (desde la experiencia del autor principal de esta investigación y con la tutela de las otras dos autoras) el trabajo realizado, donde se develó su contribución al desarrollo de la infraestructura hidráulica, el ahorro de recursos, y la protección y conservación del medio ambiente; se visualiza un ahorro económico de 229 429,64 CUP.

## 07 REFERENCIAS

- CONAMA. (2018). *Agua y Ciudad, Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible RUMBO 20.30*. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid, España.
- de Horta Brito, P. R., & Pino Plans, L. M. (2021). Simulación numérica de la red de drenaje pluvial de la cuenca Gancedo. La Habana. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental, XLII(4)*, 18-32.

- Del Castillo, S.** (2019). *Zonas de Inundación de Plaza de la Revolución*. Aguas de La Habana. La Habana, Cuba.
- Departamento de Drenaje Pluvial, Aguas de La Habana.** (2019). *Informe Anual del Drenaje Pluvial Urbano del Municipio Plaza de la Revolución*. Aguas de La Habana. La Habana, Cuba.
- Fernández, E. L.** (2021). *Análisis del impacto ambiental del sistema de drenaje pluvial en la Urbanización Campo Real, ciudad de Cajamarca 2021* [Tesis]. Universidad Privada del Norte.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. H. P.** (2023). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Huamani, L. H.** (2025). *Planteamiento de los SUDS en la eficiencia del sistema de drenaje pluvial urbano de la ciudad de Kimbiri* [Tesis de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Consultado el 1 de julio de 2026, desde <https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstreams/96bc5292-795f-48d1-b74e-eadc6052490/download>
- Naciones Unidas.** (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*. Naciones Unidas. Santiago, Chile.
- PCC.** (2021). *Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el período 2021-2026*. Partido Comunista de Cuba. La Habana, Cuba.
- Villegas, E., Sandoval, G., Casas, E. I., Cortés, O. A., & Molina, L. F.** (2019). *Gestión estratégica del recurso pluvial urbano*. Colombia.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

#### Contribución de los autores

**Jorge Suárez García** <https://orcid.org/0009-0000-1464-7735>

**Mailén Virgen Gutiérrez Herrera** <https://orcid.org/0000-0002-9319-0653>

**Andrea del Carmen Miranda López** <https://orcid.org/0009-0006-6422-243X>