

**III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL
DE
EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020**

Título: Solución pluvial para un desarrollo sostenible

Temática a la que tributa el trabajo: IV Gestión ambiental desde iniciativas o proyectos para el uso racional y sostenible de los recursos naturales

Autor (es): M. Sc. Pedro Jorge Mollinedo Nodarse; M. Sc. Manuel Ángel Vázquez Falero; M. Sc. Alberto Pablo Ruiz

Dirección de correo electrónico: pedromn@uclv.edu.cu

Entidad laboral de procedencia: CUM “Mario Rodríguez Alemán”. UCLV “Martha Abreu”. M.E.S. Villa Clara.

Resumen

La ponencia Solución pluvial para un desarrollo sostenible expone la problemática relativa a los recursos hídricos de Cuba haciendo énfasis en el agua para consumo analizando desde la perspectiva de un desarrollo sostenible y la propuesta ingenieril de colectores y bajantes que unidos a canales sean capaces de recoger el volumen de agua para una lámina máxima de precipitación caída en el territorio evitando se humedezca el interior. Esta obra está conformada a partir de dos naves existentes y quedará ampliada por una tercera nave que unirá los locales anteriores para así conformar un solo edificio además propone la utilización del agua pluvial con vista a ahorrar. La solución propuesta tiene como conclusión que disponer de dos colectores independientes de 200 mm aéreos resulta el más adecuado evitando gastos innecesarios y cuatro bajantes de 75mm que unen la canal y el colector son suficientes para evitar un desborde de la canal, construir una cisterna para almacenar y ser utilizada para las oficinas y el riego de la instalación. Esta solución se ha previsto siempre con una finalidad de ahorrar un recurso tan preciado como el agua y que sea para un desarrollo sostenible tan necesario para nuestro país.

Palabras clave: colector, bajante, pluvial, precipitación, sostenible.

Abstract

The presentation Rainfall solution for sustainable development exposes the problems related to Cuba's water resources, emphasizing water for consumption, analyzing from the perspective of sustainable development and the engineering proposal of collectors and downspouts that together with canals are capable of collecting the water. volume of water for a maximum sheet of precipitation falling in the territory, avoiding the interior from getting wet. This work is made up of two existing warehouses and will be enlarged by a third warehouse that will join the previous premises to form a single building. It also proposes the use of rainwater with a view to saving. The proposed solution concludes that having two independent 200 mm overhead collectors is the most appropriate avoiding unnecessary expenses and four 75mm downspouts that join the channel and the collector are enough to avoid an overflow of the channel, build a cistern to store and be used for the offices and irrigation of the facility. This solution has always been



III ENCUESTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

planned with the aim of saving a resource as precious as water and that it is for a sustainable development so necessary for our country.

Key words: collector, downpipe, pluvial, precipitation, sustainable.

Introducción

El volumen de agua que existe en nuestro planeta tierra es considerablemente grande y consiste en alrededor de más de 1400 millones de km^3 , pero si nos dejamos llevar por el tamaño de la cifra pensaríamos que la tenemos en abundancia para su consumo pero nada más lejos de la verdad ya que solamente el 3 % es agua dulce y de ella cerca del 70% es hielo en los polos y los glaciares.

Es realidad que el agua utilizable para consumo humano y la conservación de los ecosistemas es solo del 0,7 % del volumen total utilizable y es aproximadamente unos 200 mil km^3 tanto de la superficial como la subterránea lo cual hace muy baja su disponibilidad. El agua en el planeta presenta una desigual distribución natural en las distintas regiones y en las diferentes estaciones. Existen indicadores que evidencian una crisis inminente del agua potable: algunos datos interesantes muestran que cerca del 40% de la población mundial vive en países con un índice de estrés hídrico entre moderado y severo, que la sexta parte de esta no posee forma constante de adquirir agua para consumo y que otro tanto no tiene forma de tratarla.

En nuestro país la reserva del preciado líquido alcanza los 38,1 km^3 , de ellos el 83% (aproximadamente unos 31,6) están contenidos en la aguas superficiales y el 17% en las subterráneas. Según datos (García 2007) del potencial solo son aprovechables 24 km^3 y de ellos están disponibles 13,6 km^3 , con una mayor incidencia en las aguas superficiales (67 %). El estado cubano ha venido progresivamente incrementando el desarrollo hidráulico posibilitando la utilización mediante una infraestructura técnica del recurso disponible y esto ha permitido ampliar la capacidad de embalse y por ello elevar a 92.4 % la población que dispone de acceso al agua potable.

Esta identificado en la estrategia ambiental nacional que la falta de agua para consumo es uno de los principales problemas ambientales de Cuba a pesar de la política trazada para el aumento de los embalses y la protección a los acuíferos subterráneos por lo que está concebido en los planes estatales el tratamiento a la problemática como un tema de seguridad nacional.

Factores naturales y humanos en su combinación hacen en Cuba que los recursos de agua potable, aumentado su estado crítico como consecuencia del cambio climático, son de primordial interés y un elemento determinante para el desarrollo sostenible del modelo nuestro.

Cabe mencionar que son muchos los factores naturales que afectan en la carencia de agua para consumo en el país, como podemos mencionar su geografía insular, el



III ENCUESTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

relieve, los ríos de pequeña longitud y caudal, cuencas hidrográficas de pequeño tamaño, la cercanía de los principales acuíferos subterráneos a la costa con graves peligros de intrusión salina y la ausencia de reservorios naturales de permanencia prolongada.

Es por ello que toda solución ingenieril en nuestro país deberá sopesarse desde el punto de vista sostenible pues de ello dependerá que tengamos más recursos en el mañana.

El objeto de obra en sí es un almacén que requiere una solución adaptada a la situación del cambio climático actual pero que sea funcional para la misión por la que será creada.

El almacén ferretería tiene como objetivo brindar un servicio más especializado al polo turístico ubicado en la península de Varadero. Para cumplirlo tiene la necesidad de poseer un local con la capacidad óptima para lo cual adquiere unos almacenes en la localidad de Guácimas, locales que por demás son edificios separados con la estructura en buen estado técnico y que necesitan ser remodelados para ser adaptados a la especificación del cliente.

El presente trabajo se centra en la solución pluvial de una edificación existente que será remodelada y que presenta una serie de rasgos que la hacen de una complejidad. El interior del inmueble se expondrá y almacenará materiales muy sensibles a la humedad.

El cliente necesita conservar la estructura existente y convertir el terreno entre las dos edificaciones en un espacio útil común. Debe conservarse lo mayor posible de la vieja edificación para abaratar los costos. El proyectista como solución da la unión de las dos estructuras colocando un techo a dos aguas en el espacio en crecimiento. Cambia los techos de asbesto-cemento a Zinc manteniendo la pendiente original de los techos existentes.

Cuba es una isla ubicada en el mar Caribe con un clima tropical, afectada por huracanes que pueden traer lluvias de gran intensidad; la evacuación de estas se hace imprescindible en edificaciones que tienen como objetivo almacenar productos.

La evacuación de la lluvia sobre los almacenes A y B estaba dada por un vertimiento libre desde los techos hacia el terreno. Esta condición cambia en parte al unir las dos estructuras existentes y convertirlas en una sola.

Debido a este cambio se hace necesario recoger el caudal producto de las precipitaciones que se forma en la unión de los techos entre las naves A-C y B-C (línea de lima hoy). Esto presenta una dificultad como resultado de la solución estructural escogida para la unión de las cubiertas ya que por las características del clima tropical de nuestra isla propensa al paso de fenómenos naturales con una abundante precipitación y al espacio existente para recoger en una canal las aguas pluviales resulta inadecuado; por lo que se hace necesario dar una solución ingenieril que evite el humedecimiento del espacio útil del inmueble.

Antes de dar solución a una problemática ingenieril debemos observar una premisa impostergable en nuestros tiempos que es conservar los recursos naturales limitados para las próximas generaciones sin dejar de desarrollarnos y en este sentido se puede hacer mucho.



III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

Debemos aprovechar aquello que podamos para ahorrar al máximo estos recursos que a su vez nos traerán ventajas financieras. El agua, a pesar de ser un recurso renovable y aparentemente abundante en el planeta, en nuestro archipiélago es un recurso limitado y escaso que debe ahorrarse al máximo y más en el polo turístico de Varadero que tiene una alta demanda.

También y en función de un desarrollo sostenible se propone almacenar el agua de lluvia en un depósito para utilizarla en el riego de las áreas verdes y la limpieza de los locales. El inversionista propone una solución que consuma el mínimo de energía y abarate los costos.

Desarrollo

El agua es una asignatura base y fundamental dentro del desarrollo sostenible del país, para mantener los ecosistemas saludables y la supervivencia de la especie humana. Esta constituye un recurso limitado e insustituible que resulta imprescindible para la actividad humana y es renovable solo bajo el concepto de una gestión eficiente. Por lo que el término de gestión sostenible del agua aplica en llevar a la par la satisfacción de las necesidades del sector humano y la conservación en buen estado de las aguas superficiales y subterráneas.

La propuesta de iniciativas por parte de nuestro gobierno para minimizar la vulnerabilidad ante la falta de agua son varias como apelar a la conciencia de la población sobre un uso responsable del recurso y su ahorro constante, fomentar la agricultura eficiente, captar y almacenar toda el agua de lluvia que sea posible, reutilizar toda el agua que por su condición sea factible, la utilización de plantas desalinizadoras de agua de mar y aumentar el acceso al agua potable con más regularidad.

La organización de las naciones unidas propone un objetivo global dedicado al agua, "Asegurando agua sostenible para todos", tratando de comprometer a todos los gobiernos con la premisa de que el agua y su infraestructura son los cimientos del desarrollo sostenible y que esto contribuirá a la reducción de la pobreza y al bienestar humano.

El término desarrollo sostenible hace referencia al desarrollo equilibrado entre medio ambiente, sociedad y economía. Ellos tres tienen que ir de la mano para que un crecimiento sostenido de la economía de un país sea armónico y perdurable. Esto conlleva a una serie de desafíos como es aumentar el número de habitantes en el término de buen vivir, es decir con acceso a agua, alimentos sanos y vivienda decorosa, proteger los ecosistemas vitales a partir de más inversión en estos temas fundamentales. Es necesario aplicar medidas para optimizar y almacenar el agua como son proteger reservas de agua como acuíferos subterráneos, ríos y demás embalses, mejorar las tecnologías para disminuir la contaminación y el desperdicio de agua y continuar ampliando la infraestructura para aumentar el almacenamiento.

Entre las formas de aumentar la disponibilidad de agua dulce esta la captación de agua de lluvia, la recarga de acuíferos, embalses, trasvase de cuencas, reutilización de agua servidas y desalinización de agua saladas.



III ENCUESTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

En nuestro caso el almacenamiento de agua de lluvia y la reutilización dentro de la edificación y en las áreas exteriores es una contribución a estas políticas.

Aunque sea una obra pequeña y el volumen de ahorro es poco significativo se puede hacer una gran empresa si entre todos asumimos nuestra responsabilidad y en cada una de las propuestas hacemos una pequeña contribución.

El uso de este recurso de forma sostenible consiste en utilizarlo de manera racional, protegiendo al medio ambiente de forma tal que las futuras generaciones puedan seguir disfrutándolo y utilizándolo, que significa tener un acceso constante y seguro. La armonía con el medio ambiente y su protección son factores que conducen a las naciones al crecimiento sostenible a mediano y largo plazo, es un factor importante de desarrollo y en la mejora de calidad de vida de la población. En esto interviene el uso que se le da a este recurso de manera que permita su recuperación, por ello la sostenibilidad es el desarrollo que tiende a satisfacer las necesidades del presente pero sin comprometer la capacidad de utilización de las futuras generaciones, buscando un equilibrio entre crecimiento económico, protección del medio ambiente y el estado de buen vivir de la población.

En Cuba el desarrollo sostenible es una cuestión de supervivencia como estado independiente y la única forma de proteger los recursos para las próximas generaciones, pero para eso debemos cambiar la forma de pensar tanto de la población en general como la de los empresarios y directivos o sea la de los decisores.

En el sector productivo no se ha interiorizado la necesidad de protección de todos los recursos naturales por ejemplo el consumo excesivo de agua en el de bienes y servicios es uno de los factores que influyen como actividad en la sostenibilidad de los recursos hídricos de Cuba. No se presta la atención debida a la reutilización del agua, ni de almacenaje propio de cada empresa, se confía mucho en las grandes obras estatales que se ven como el arca salvadora sin embargo para las medianas y pequeñas empresas esta agua representa erogación de grandes cantidades de dinero solvente para adquirir este producto; en cambio con una buena planificación y el empleo de la ciencia y la técnica podemos hacer cambiar esta situación con pequeños ajustes dentro del término sostenible.

Es curioso que a diferencia de la cultura energética desarrollada durante el periodo especial, no exista una cultura hídrica por parte de los decisores cubanos, con la excepción del sector turístico y la industria azucarera quienes tienen identificados sus consumos de agua en indicadores de producción y poseen planes de ahorro y de reutilización, aunque se podría añadir algo más también en lo referente a almacenamiento y conservación.

Es por eso que la hoja de ruta para un desarrollo sostenible del recurso agua en Cuba es elevar la reutilización y almacenamiento posible de las aguas en todos los sectores. Esto haría posible fortalecer y consolidar la gestión sostenible de los recursos hídricos y desarrollar una cultura general en el uso sostenible del agua.

Por lo que los investigadores y proyectistas deben proponer a los decisores proyectos donde el desarrollo sostenible de los recursos hídricos sea una meta apetecible y vista como una ganancia a mediano y corto plazo tanto económica como medio ambiental.



III ENCUESTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

Es por ello que en este trabajo nos proponemos mostrar como con una pequeña solución puede aportar tanto en este tema.

Empezaremos por exponer el contexto constructivo al cual nos adentramos. Esta obra está conformada a partir de dos naves existentes (A y B) y quedará ampliada por una tercera nave (C) que unirá los locales anteriores A y B para así conformar un solo edificio y ganar en espacio interior. La proyección de la obra está dada por las características de esta remodelación donde confluyen soluciones de arquitectura, estructura, eléctrica, mecánica e hidrosanitaria. En la parte de hidrosanitaria el desagüe pluvial se propone con el recogido de las aguas que tenían como destino el alcantarillado pluvial y encausarla de forma segura hacia un depósito con el fin de utilizarla ya que es de mucha preocupación el incremento de la demanda de agua ocasionado por el consumo urbano y de la industria turística del territorio y nos apoyamos en la premisa que lo que podamos ahorrar es un recurso que quedara para otros que los necesiten.

Solución pluvial y almacenamiento de la escorrentía.

Las instalaciones pluviales domiciliarias se les llaman así a las instalaciones ubicadas en un predio y abarca todo un sistema de elementos con los que allí se resuelve la conducción del agua de lluvia.

Los desagües pluviales recogen y canalizan las aguas de las precipitaciones que caen sobre los edificios para evitar inconvenientes a estos. Los volúmenes de agua a escurrir estarán en dependencia la zona y de la superficie del local.

El tratamiento y el proyecto de las aguas provenientes de las precipitaciones es tema muy importante en las instalaciones hidrosanitarias. Las aguas producidas por las lluvias deben ser conducidas con rapidez y eficiencia, evitando su anegamiento y las inundaciones.

Los eventos hidrometeorológicos extremos más importantes en el planeta lo componen las depresiones tropicales y las sequías, los que provocan grandes pérdidas materiales y económicas. En Cuba como promedio, las precipitaciones históricas anuales se encuentran en los 1 335 mm, concentradas en un 80 % en la estación lluviosa de mayo a octubre, y con una incidencia decreciente en las últimas cuatro décadas, aunque la tendencia es a tener fenómenos de bajas presiones con más frecuencia que pueden traer grandes volúmenes de lluvia en un corto periodo de tiempo, pero también tienen su origen en el calentamiento diurno, ocurriendo casi siempre en horas de la tarde en forma de episodios de corta duración. Estos volúmenes de lluvia significativos están asociados con algunos de los fenómenos meteorológicos que con más frecuencia ocurren que son las depresiones tropicales, frentes fríos, ondas tropicales. En cuanto a la presencia de sistemas meteorológicos de gran escala que pueden producir períodos de grandes lluvias, sobre todo en los meses de mayo - junio y septiembre - octubre. Estos fenómenos debe prestársele la mayor atención si son de gran intensidad por lo destructivos que son pero en cuanto a la lluvia, con una preparación eficiente, pueden resultar beneficiosos en su mayoría, ya que permitirán recargar nuestros acuíferos y aumentar los volúmenes útiles de los embalses.

Para esto los diseños de las obras deben tener en cuenta la mayor cantidad de datos y prever en los coeficientes de mayoración de alto rango para minimizar los riesgos.



III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

Los componentes de las instalaciones de desagüe pluvial son los techos planos que funcionan como embudos de lluvia, las superficies inclinadas o de pendiente cero es decir canaletas, los desagües verticales (bajantes) los desagües horizontales que son los conductos pluviales y por último los depósitos de almacenamiento.

La función principal de los sistemas de recolección de lluvia es proteger los cimientos de una casa o edificio, interiores y exteriores al canalizar el agua lejos de la propiedad o hacia depósitos, previniendo goteos, e incrementando la vida útil de otras partes como el techo, las paredes, los pisos de madera y el jardín. Hay que evitar la acumulación del agua en sistema las canaletas que estén desbordadas ya que pueden convertirse en el ambiente idóneo para el moho y los insectos que se reproducen en agua estancada, como los zancudos muy perjudiciales para el hombre y más en nuestro país tropical proclive al vector *Aedes Aegypti* transmisor de diferentes enfermedades.

Las formas de guiar las aguas pueden ser mediante desagües canalizados con escurrimiento superficial guiado, libre, por canaletas y por conductos cerrados.

En nuestro caso la solución propuesta es disponer de canales capaces de recoger el volumen de agua para una lámina máxima caída en el territorio. Como condiciones el arquitecto y el ingeniero estructural argumentan que deben ser conductos sin pendiente y con una reducida sección transversal.

Para cumplir con el objetivo dado se ha elaborado una red de desagüe que se conformara por las siguientes partes: primero una canal rectangular sin pendiente, segundo un colector principal que estará longitudinalmente debajo de las canales y por dentro de la instalación y tercero columnas bajantes.

Datos básicos para el cálculo:

Intensidad de la lluvia

Ubicación geográfica de la obra en occidente de la isla de Cuba, provincia de Matanzas, polo turístico de Varadero.

Según norma cubana de la construcción NC-4826 para el 1 % de probabilidad, con lamina de lluvia para el 20 % para la provincia de Matanzas en Cuba de 300mm (L) se tiene un tiempo de duración de 20 min (t).

Se calcula la intensidad de la lluvia (I) para el territorio

$$I = \frac{L}{t} \text{ en mm./min}$$

I=3mm/min

Área a drenar

Al existir dos partes de agua independientes (unión de la cubierta interior entre nave A-C y B-C) se creará dos sistemas por separado pero de diseño similar por especificar las mismas condiciones.

El área que comprende las cubiertas que concentran las precipitaciones en las lima hoyas resulta de medir dichas superficies en su largo y ancho expresándolas en hectáreas.



III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

A=0,048 ha

Velocidad mínima

La velocidad mínima debe ser considerada en un rango de $v \geq (0,7 \sim 0,9) \text{ m/s}$

Pendiente para el colector

$$0,004 \leq s \leq 0,006$$

Coefficiente de escurrimiento para techos

$$C = (0,75 \sim 0,95)$$

Calculo del caudal de diseño por el Método Racional

$$Q = 166,67 CIA$$

$$Q = 22,8 \text{ l/s}$$

Solución del sistema de desagüe:

Teniendo en cuenta la longitud del almacén (80metros) y su altura puede plantearse dos variantes de solución principales.

1ra sistema con colector soterrado con bajantes hasta por debajo de nivel de piso terminado (NPT).

2da sistema con colector aéreo colgante con bajantes.

Estas variantes a su vez tendrían dos posibles disposiciones finales.

- Como colector único con disposición final de descarga hacia el fondo del establecimiento.
- Como dos colectores independientes con descargas hacia el frente y fondo del establecimiento.

En el caso de la primera variante escogeremos la solución a) pues evita complicaciones con el vertimiento hacia el frente, aspecto a tener en cuenta ya que tendría que salir a la calle después de profundizar para pasar el cimientado en el caso de la b).

La segunda variante posibilita emplear de forma eficiente la solución b) presentando un ahorro de tubería y tener una disposición acertada y a nivel de terreno tanto en la parte frontal como posterior evitando costos adicionales al proyecto.

De estas condiciones se escoge como variante final el sistema con colectores colgantes independientes y bajantes hacia la parte posterior del edificio.

Calculo del colector por formula de la continuidad.

$$Q = vAQ = v \frac{\pi D^2}{4} D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad D=200\text{mm}$$

v= velocidad

A= área de la sección transversal

D= diámetro del colector



**III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL
DE
EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020**

Q= caudal

Comprobando velocidad por Manning $v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = 0,7 \text{ m/s}$ ok

R= radio hidráulico $R = \frac{D}{4}$

n = 0,015

Pendiente S=0,006

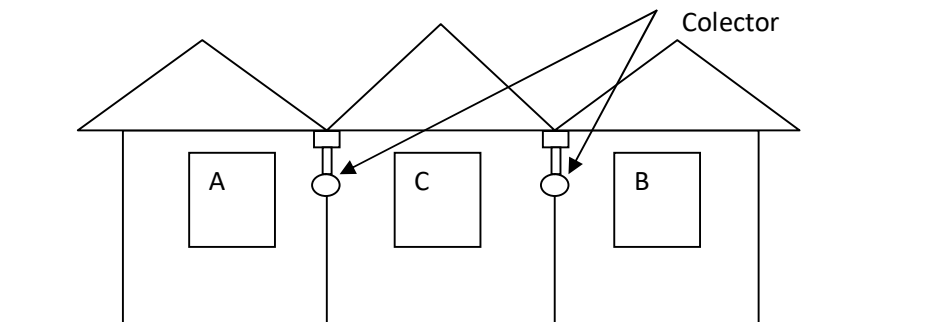
Resumen de los parámetros del colector (figura 3)

Diámetro: 200 mm

Caudal: 22.8 l/s

Velocidad: 0,7 m/s

Pendiente: 0.006



Calculo de los bajantes

Figura 3

Los bajantes serán conectados al canal con el colector (figura 4). El número de esta esta fijo para no producir cortes en la canal que es de acero galvanizado y evitar las soldaduras innecesarias que podrían deteriorar el material por oxidarse. El diámetro debe ser adecuado ni demasiado pequeño ni excesivamente grande pues la canal presenta un plato fijo de 300mm.

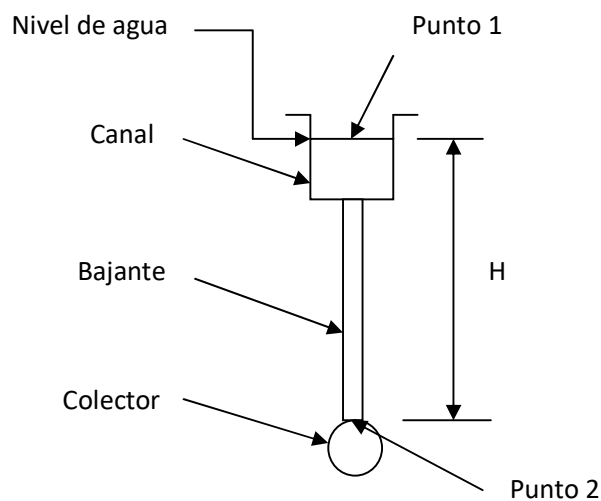


Figura 4

III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

Condiciones necesarias para el funcionamiento del bajante

- Evacuar el caudal con rapidez, evitando que se desborde la canal.
- Diámetro adecuado para evitar obstrucciones.
- $D(\text{colector}) > D(\text{bajante})$.

Datos

Números de bajantes= 4

Cauda de diseño= q

Distancia del bajante al colector= H

Tubería de PVC

Ecuación de Bernoulli

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + hf_{1-2}$$

Las cargas a presión y cinética son despreciables

$$z_1 = z_2 + hf_{1-2} \quad hf_{1-2} = z_1 - z_2 = H = 5,4m$$

Utilizando el nomograma de Willian-Hasen

Con $q=5,7$ l/s y $c=140$ $v=1,6$ m/s diámetro del bajante $d=1 \frac{1}{2}$ " = 38mm

Por ser un diámetro muy pequeño escogemos $d=75$ mm para evitar obstrucciones.

Solución de depósito

Una cisterna o aljibe es un depósito para almacenar agua de lluvia, río, manantial o sistema de acueducto.

Para el volumen de diseño de la cisterna emplearemos dos variables para riego y una para utilización en las oficinas. La demanda o dotación por persona es la cantidad de agua que necesita una persona al día para cumplir con las funciones físicas y biológicas de su cuerpo. Esta necesidad de agua puede variar de 25 litros por día (l x día⁻¹) por persona, como mínimo, hasta 80 litros x día⁻¹. Para uso de cálculo en el proyecto, la cantidad asignada por persona dependerá de la cantidad disponible de agua de lluvia caída y la capacidad de captación y almacenamiento que se propone usar y de la cuota a la cual pueda adaptarse. En diferentes regiones de acuerdo a la situación y con menos recursos, probablemente se asignará una cantidad mínima por persona en otras con más lluvia y recursos económicos, podrá asignarse un volumen mayor. En cuanto al consumo de riego que tenga lugar en el jardín se ha tenido en cuenta por el tipo de plantas a usarse en el jardín y de las condiciones climáticas de la zona como son la radiación solar, humedad, precipitación, evapotranspiración promedio y capacidad de campo del suelo.

El agua de lluvia es considerada potable técnicamente y fue utilizada y de hecho se utiliza en incontables zonas para consumo incluso directamente sin tratamiento, pero no se recomienda en la actualidad para beber directamente, ello se debe a que la situación mundial ha cambiado en los últimos tiempos producto de la industrialización y del crecimiento demográfico, en la atmosfera pueden existir contaminantes suspendidos



III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

que precipitan con las gotas de lluvia. Ante esta situación solo recomendamos utilizarla en actividades de limpieza, descarga de servicios sanitarios y sistemas de riego.

Para riego será de 2 litros /m² con una reserva de 5 días será de 1 m³

Para oficinas será de 90 litros/ persona/día con una reserva de 5 días será de 45 m³

En total será de 46 m³ en 5 días de reserva, que deberá alcanzar para cubrir la demanda de los días de trabajo y un régimen de lluvia bajo.

Tomando como tirante dentro de la cisterna 1,6 metros (m) y de ancho 3 m entonces el largo será de 9,4 m. el tipo de material a utilizar estará de acuerdo al presupuesto total de la obra pero pueden ser utilizadas diferentes variantes como son la construcción in situ de un depósito de hormigón reforzado o simplemente tanques de plástico. Su posición puede ser sobre o por debajo del nivel del terreno aunque se plantea que la solución más acertada sea por encima del terreno para aprovechar la gravedad ya que la altura de las edificaciones permite tener una carga óptima y no usar bombas para mantener el sistema lo que contribuirá al ahorro de energía.

Como detalle constructivo este deberá tener un rebozo o drenaje para evacuar los excesos de los volúmenes de lluvia en los días de máxima precipitación, este deberá estar conectado a la red de alcantarillado pluvial pública.

El beneficio que nos puede traer un sistema propio de abasto de agua es tener un autosuministro gratuito de un tipo de agua de gran calidad que permite obtener una independencia parcial o incluso total de las redes de suministro público, aliviando la demanda de estas redes contribuyendo a aliviar la presión en los consumos en épocas de escasez, supone un ahorro de gastos por compra de volúmenes de agua y un ahorro energético para los acueductos ya que el bombeo en zonas urbanas consume grandes cantidades de energía, supone en menor medida un alivio para las redes de drenaje pluvial en su momento pico, contribuye a la recuperación de los acuíferos o embalses superficiales y por supuesto a preservar el medio ambiente.

Conclusiones

Solo con un pensamiento en el desarrollo sostenible mantendremos un equilibrio entre medio ambiente, economía y bienestar social tan necesario para nuestro país. La eficiencia, el ahorro y la protección de los recursos hídricos, de conjunto con la educación ambiental y la comprensión de los decisores, son y serán el basamento esencial para lograr el uso sostenible del agua en Cuba.

Los sistemas de captación pluvial posibilitan recolectar agua de lluvia para reutilizarla en diversas labores; esta es una buena solución frente a la escasez de agua. La solución ingenieril de dos colectores independientes de 200 mm aéreos resulta el más adecuado evitando gastos innecesarios. Cuatro bajantes de 75 mm que unen la canal y el colector son suficientes para evitar un desborde de la canal.

La utilización de las precipitaciones permitirá abaratar los costos y contribuir a ahorrar el preciado líquido.

Bibliografía o referencias bibliográficas



**III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL
DE
EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020**

- Breña, A.F. y Jacobo, M.A. (2006). Principles and foundations of surface hydrology. Mexico: Autonomous Metropolitan University Editorial.
- Chanson, H. y Hill M. (2002). Hidráulica de flujo en canales abiertos. Bogotá, Colombia.
- Chow, V. T. (1959). Open Channel Hydraulic. La Habana, Cuba: Revolucionaria Editorial.
- Daugherty, R. L. y Franzini, J. B. (1970). Fluid Mechanics. La Habana, Cuba: Ciencia y Técnica Editorial.
- García J. M. (2007). "Aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integrada de los recursos hídricos. Aproximación al caso cubano", Voluntad Hidráulica, Año XLV, No. 99, pp. 2-17, ISSN 0505-9461, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), La Habana, Cuba.
- King, H. W. (1987). Manual de hidráulica, La Habana, Cuba: Revolucionaria Editorial.
- Rabinovich, E. Z. Hidráulica. Moscú, Rusia: Mir Editorial.
- Rouse, H. (1960). Hidráulica – mecánica elemental de los fluidos. Madrid, España: Dossat Editorial.
- Soto, L. y March, C. (1985). Temas de ingeniería hidráulica. La Habana, Cuba: Ministerio de Educación Superior ISPJAE Editorial.
- Steel, E.W. (1958). Abastecimiento de agua y alcantarillado. Barcelona, España: Gustavo Gili Editorial.
- Nanía, L. S. y Gómez, M. (2006). Hydrological Engineering. Barcelona, España: University Grupo Editor.
- Nanía, L. S., Ortiz, P. y Ortega, M. (2014). Solved problems of channel hydraulics. Barcelona, España: Técnica AVICAM Editorial.
- Villon, M. (2007). Hydraulic Engineering: Problems solved. Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica Editorial.
- Wisler, C. O. y Brater, E.F. (1966). Hidrología. La Habana, Cuba: Pedagógica Editorial.

