

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN POLÍGONO DE INSTRUCCIÓN ASOCIADO AL PROGRAMA AGUA Y SANEAMIENTO DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN INSTRUCTION POLYGON ASSOCIATED WITH THE WATER AND SANITATION PROGRAM**

**Autores:** Manuel Peña Casadevall

Oscar Brown Manrique

Yurisbel Gallardo Ballat

Jorge Fernández Infante

Pablo Fernández Chau

**Institución:** Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

**Correos electrónicos:** [casadevallscu@gmail.com](mailto:casadevallscu@gmail.com)

[obrown@unica.cu](mailto:obrown@unica.cu)

[gallardo@unica.cu](mailto:gallardo@unica.cu)

[jorgemfi@unica.cu](mailto:jorgemfi@unica.cu)

[pabloj@unica.cu](mailto:pabloj@unica.cu)

### **RESUMEN**

El presente artículo, persigue como objetivo socializar las ideas centrales en las que se ha sustentado el diseño y construcción de un polígono de instrucción dirigido a potenciar el programa de estudios del Técnico de Nivel Superior en Agua y Saneamiento en la Universidad de Ciego de Ávila, Cuba. Está dirigido a la comunidad científica universitaria y a profesores que prestan servicios al programa. La finalidad es que se comprenda el alcance de este valioso instrumento y se promueva su empleo a la luz de las nuevas tendencias internacionales de la formación especializada que hoy transita en la valiosa interrelación Universidad-Empresa.

**Palabras clave:** Agua y Saneamiento, Vínculo Universidad-Empresa.

### **ABSTRACT**

The objective of this article is to socialize the central ideas on which the design and construction of an instructional polygon has been based aimed at promoting the study program of the Higher Level Technician in Water and Sanitation at the University of Ciego de Ávila, Cuba. It is aimed at the university scientific community and professors who provide services to the program. The purpose is to understand the scope of this valuable instrument and promote its use in light of the new

international trends in specialized training that today transits the valuable University-Company interrelation.

**Keywords:** University-Enterprise Link, Water and Sanitation.

## INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2018, el Consejo de Estado de la República de Cuba, publicó en la Gaceta Oficial el (Decreto-Ley 359, 2018) que aprueba la institucionalización del nivel de Educación Superior de Ciclo Corto, reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), (UNESCO, 2018). En el mismo Decreto Ley, se designa al Ministerio de Educación Superior (MES) como su organismo rector.

En este contexto, considerando las experiencias acumuladas en la formación de ingenieros en la especialidad de hidráulica, la Dirección de Formación del Profesional del MES, designa a la Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila (UNICA) como Centro rector del programa de Ciclo Corto en Agua y Saneamiento que había sido solicitado por la Organización Superior de Dirección Empresarial (OSDE) Agua y Saneamiento, institución subordinada al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

Se creó una Comisión conformada por profesionales de la UNICA, la participación de nueve universidades del país y varios especialistas de diversas empresas nacionales. Directivos y especialistas de la OSDE, comenzaron a interactuar con la Comisión de Carrera y la máxima dirección de la UNICA aportando apoyo logístico, material y financiero en el proceso preparatorio del programa de estudios.

En marzo de 2020, tras un intenso trabajo de preparación y conciliación con los empleadores se realizó la defensa pública exitosa del programa en la Universidad de La Habana con la presencia de notables personalidades del Gobierno, el MES y el INRH.



Figura 1. Acto de defensa pública del programa. La Habana, marzo 7/2020.  
Fuente. Autores.

Durante el proceso preparatorio, atendiendo a la necesidad de que en la formación predomine un enfoque teórico-práctico, se exploró la posibilidad de construir, con apoyo material y financiero de la OSDE Agua y Saneamiento un polígono de instrucción dedicado a este tipo de formación.

## **MATERIALES Y METODOS**

### *Métodos para el diseño del polígono de instrucción*

Para conceptualizar adecuadamente el diseño, se estudiaron las tendencias internacionalmente aceptadas sobre la formación especializada profundizándose en el componente laboral (Guijosa, 2020). Las tendencias más actuales plantean que la especialización postmoderna se orienta hacia modelos flexibles y está caracterizada por: la intensificación de la vinculación universidad-empresa en forma de redes de colaboración; la flexibilización del currículum enfocado a normas de competencia y la formación de valores; el replanteamiento del modelo universitario en concordancia con la necesidad del mejoramiento medioambiental; la orientación de la formación y especialización por necesidad de contar con mano de obra calificada; el tutor que facilita el aprendizaje y la educación para la polivalencia y la multifuncionalidad (Hoyos, 2020).

Estas ideas y otras tendencias internacionalmente aceptadas han servido de guía conceptual, primeramente para la preparación del programa y posteriormente para la creación de facilidades para la instrucción bajo los principios de “aprender haciendo” lo cual es el propósito fundamental del polígono de instrucción, (Braslavsky, 2020); (EUROSTAT, 2019). En concordancia con estos preceptos, los fundamentos esenciales del programa aprobado por el MES para el Técnico de Nivel Superior en Agua y Saneamiento (TNSAYS) tomados en consideración para el diseño del polígono fueron los siguientes.

### *Importancia de la formación especializada en Agua y Saneamiento*

La gestión del agua y saneamiento es un problema de alta sensibilidad para la población cubana. Está relacionado con: el servicio de agua potable; la evacuación de residuales de origen antrópico; la salud humana y animal (Aguiar, Cepero y Coutin, 2000); la creación y conservación de bienes individuales y riquezas colectivas, el ahorro y preservación de recursos; el desarrollo sostenible del país y el

cuidado del medioambiente El objeto de trabajo es el agua limpia y el saneamiento. Las actividades profesionales que desarrollan los TNSAYS son: Construcción; instalación; operación; aprovechamiento; preservación; mantenimiento; reparación; contabilidad y control y Dirección de sistemas de agua y saneamiento.

La construcción del polígono de instrucción debe contribuir al objetivo de formar un técnico de nivel superior en agua y saneamiento, con conocimientos y valores que le posibilite la solución de problemas de mediana complejidad que se presentan en la sociedad, relacionados con el abastecimiento, la evacuación y tratamiento de agua residuales, sustentado por un alto compromiso social y patriótico, para la contribución al desarrollo de la infraestructura hidráulica, el ahorro de recursos, y la protección y conservación del medio ambiente, en un proceso de formación continua.

Tomando en consideración las actuales tendencias modernas de la formación especializada y las características esenciales del programa aprobado por el MES, se elaboraron las siguientes premisas para el diseño del polígono de instrucción que expresan las principales ideas conceptuales en las que se sustenta su diseño.

#### *Premisas para el diseño del polígono de instrucción*

1. Localizado dentro del campus universitario porque genera un ambiente perceptualmente favorable.
2. Diseño de obras a pequeña escala porque contribuye a la economía del diseño.
3. Adaptado a las condiciones económicas, sociales y culturales del país que incluya las tipologías de obras de agua y saneamiento de mayor utilización.
4. Empleo de las actuales tecnologías de punta y tecnologías limpias que se adquieren en el país para la gestión integral del agua y el saneamiento.
5. Montaje de tecnologías totalmente operativas porque garantizan el componente teórico-práctico bajo el principio de “aprender haciendo”.
6. Concebido para recircular o aprovechar el agua durante los ejercicios de prácticas.
7. Concebido para cubrir las necesidades en un elevado porcentaje de las tecnologías propias de la gestión integral de agua y saneamiento.
8. Sistema de tuberías de abastecimiento de agua flexible y configurable para diversos tipos de tipologías.

9. En armonía con el entorno con un enfoque identitario acorde a las esferas de actuación del egresado.

Se emplearon diversas fuentes bibliográficas especializadas en la gestión integral de sistemas de agua y saneamiento para realizar las propuestas de equipamiento, herramientas, dispositivos y tipologías de instalaciones acorde al contexto nacional. Se utilizaron herramientas de diseño asistido por computadoras para las tareas de diseño gráfico: paquetes AutoCAD civil 3D y REVIT.

#### *Materiales y métodos para la construcción del polígono de instrucción*

Para la construcción, se seleccionó un área de 0,0324 ha situado en las inmediaciones del departamento de ingeniería hidráulica. Se empleó maquinaria pesada para la limpieza y desbroce del terreno. Para la construcción de infraestructuras civiles del polígono, se emplearon materiales de construcción (cemento, áridos, acero corrugado, bloques, puertas, ventanas, grey cerámico, cerca perimetral prefabricada, pintura y otros recursos de electricidad).



Figura 2. Inicio del proceso constructivo del polígono de instrucción. Visita de coordinación de empresarios del país a la UNICA para hacer precisiones sobre la construcción del polígono. Fuente: Autores

Para el montaje de equipamiento se utilizaron tuberías de PEAD de diversos diámetros, accesorios, equipos de regulación y control del caudal y la presión, tanques elevados, dispositivos especiales e insumos para las instalaciones etc.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

El diseño del polígono quedó básicamente estructurado con los siguientes objetos de obra.

1. Una estación de bombeo operativa equipada con bomba sumergible PS2 (LORENTZ) de fabricación alemana de funcionamiento con paneles solares fotovoltaicos de 0,7 L/s y diámetro de salida de 25mm. Dispone de módulo generador FV, controlador PS2, sonda de pozo, sensor de nivel de pozo, sensor de pozo, sensor de nivel de tanque y sensor de sol. (Lorentz, 2020). Esta instalación permite el llenado de un tanque elevado que alimenta a la red de conducción y distribución configurable. En ella es posible el desarrollo de prácticas dedicadas al desarrollo de habilidades en la operación, monitoreo y control de estaciones de bombeo y solución de problemas sencillos de mantenimiento.
2. Tanque elevado de PVC y volumen de 3000 L.
3. Red de conducción y distribución operativa, flexible para diversos tipos de configuración de sistemas de tuberías, con diámetros de 75, 63, 50 y 16 mm adaptada a las tipologías de mayor uso en las condiciones de Cuba. Equipada con instrumentos modernos necesarios para la medición y control de los parámetros de funcionamiento (caudales, presiones, volumen de agua y otros), (CNA, 2017). Se construyeron registros de pitometría dedicados a realizar las observaciones de valores de caudales y presiones de operación. Al ser configurable, en esta red es posible realizar un elevado número de prácticas para reforzar habilidades sobre el manejo y operación de redes hidráulicas.
4. Punto de cloración operativo, equipado con la tecnología necesaria para inyectar dosis de cloro al agua de bombeo. (Bob, 2018). Esta instalación está dedicada a la realización de prácticas donde los estudiantes logran habilidades en la desinfección del agua de consumo.
5. Laboratorio completo de calidad del agua operativo, equipado con toda la tecnología necesaria para realizar los análisis de calidad y certificación de la calidad del agua para consumo. (Rivera, 2015); NC (827: 2017); (INRH, 2014). En esta instalación se pretende la realización de numerosas prácticas de calidad del agua para consumo humano acorde a las normas cubanas aceptadas para tales fines.
6. Planta potabilizadora modular operativa (portátil) donde se realizan todos los procesos necesarios para la potabilización de aguas de baja calidad para el consumo humano, (Catalán, Rueda y Ruiz, 2020); (Rodríguez, 2014). Esta



instalación permite el desarrollo de habilidades en la operación, manejo, control y mantenimiento de plantas potabilizadoras.

7. Planta desaladora de ósmosis inversa modular operativa (portátil). (DISEPROSA, 2020). Permite el desarrollo de prácticas profesionales de manejo, operación y mantenimiento a pequeña escala pero que reúne a todos los procesos que se realizan en medianas y grandes instalaciones desaladoras
8. Área demostrativa de tecnologías hidráulicas (bombas sumergibles, de eje horizontal y de eje vertical, tuberías y accesorios). Esta instalación permite el desarrollo de habilidades prácticas sobre el manejo y mantenimiento de equipos electromecánicos.
9. Área demostrativa de sistema de evacuación de residuales.

El proyecto incluye el reacondicionamiento de locales de trabajo. Se ha realizado una importante remodelación de un aula especializada para 35 estudiantes con una notable intencionalidad corporativa, mobiliario, clima y equipamiento de proyección de alta tecnología.



Figura 3. Vista frontal del polígono de instrucción. UNICA. Fuente. Autores

En la figura 3, a la izquierda se aprecia una vista exterior de la Estación de bombeo con paneles solares, punto de cloración y laboratorio de calidad del agua. A la derecha, la planta potabilizadora portátil y al centro la red de distribución configurable con registros de operación y control de parámetros de funcionamiento. En el diseño y construcción, se ha previsto que al realizar los ejercicios prácticos con los estudiantes, se producirán pérdidas de agua para lo cual se han construido

canteros para aprovechar esta en la producción de plantas medicinales y condimentos frescos lo cual confiere al proyecto un buen valor agregado.

En el polígono de instrucción, se pueden realizar prácticas en 15 asignaturas del programa de un total de 24 (63 %) incluyendo tres básicas. De las especializadas, que son 17, cubre el 80 %.

Algunas prácticas que se han previsto desarrollar en el polígono son las siguientes.

- Solución de problemas eléctricos sencillos.
- Monitoreo del funcionamiento de bombas
- Solución de problemas de llenado y vaciado de reservorios con el empleo de ecuaciones matemáticas simples.
- Punto de operación de sistemas de bombeo con diversas configuraciones
- Caracterización y comportamiento de tuberías en serie
- Evaluación de sistemas de bombeo con energía solar
- Caracterización y comportamiento de tuberías en paralelo
- Caracterización y comportamiento de tuberías con servicio en ruta
- Construcción de curvas de demanda de agua potable
- Hidrometría de redes
- Tecnología de construcción de redes
- Reparación y supresión de salideros
- Desobstrucción de redes de alcantarillado
- Mejoramiento de parámetros energéticos y de potencia de sistemas de bombeo
- Mejoramiento de redes a través de técnicas de sectorización
- Demostraciones de continuidad hidráulica
- Comportamiento energético de redes con empleo de software
- Análisis de redes a través de métodos numéricos. (N Raphson, teoría lineal, etc.)
- Construcción de líneas de energía en conducciones forzadas
- Determinación de pérdidas de energía en conducciones forzadas
- Cloración del agua
- Potabilización del agua y procesos asociados
- Desalinización del agua y procesos asociados
- Empleo de equipamiento de alta tecnología para monitorear la calidad del agua
- Observaciones de niveles estático y dinámico de pozos.
- Mantenimiento in situ de plantas potabilizadoras



- Construcción y montaje de redes.
- Evaluación de redes hidráulicas

## CONCLUSIONES

El polígono de instrucción constituye una herramienta de elevado valor para la formación del Técnico de nivel Superior en Agua y Saneamiento y un digno ejemplo de lo que se puede lograr con el vínculo Universidad-Empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR P.P.; CEPERO J., M. y COUTIN M., M. (2000). La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba, 1996–1997. *Revista Panamericana de Salud Pública* May 2000 DOI: 10.1590/S1020-49892000000500004. Source: DOAJ.
- BOB, R. (2018). Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud. (WEDC. OMS). Guía técnica No 11, revisión mayo, 2018. [www.lboro.ac.uk/wedc](http://www.lboro.ac.uk/wedc).
- BRASLAVSKY, C. (2020). Diez Factores para una educación de calidad para todos en el Siglo XXI. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. (2e). <http://www.rinace.net/arts/vol4num2e/art5.pdf>. Visitado en marzo de 2020.
- CATALÁN, P.C.; RUEDA, R. A. y RUIZ T.C. (2020). Estación Compacta de Tratamiento de Agua Potable. Tesis de maestría, España.
- CNA (2017). Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Manejo de equipo de hidrometría, México, [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx).
- Decreto-Ley 359 (2018). GOC-2018-650-EX59, Consejo de Estado de la República de Cuba.
- DISEPROSA (2020). Plantas de tratamiento de aguas. Manual técnico. España. Disponible en: [www.diseprosa.com](http://www.diseprosa.com) Visitado en febrero 2020.
- EUROSTAT. Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional y de (2019). Manual: ámbitos de la formación. Disponible en: [http://www.trainingvillage.gr/etv/Upload/Information\\_resources/Bookshop/31/5092\\_en.pdf](http://www.trainingvillage.gr/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/31/5092_en.pdf).
- GUIJOSA, C. (2020). Las 8 tendencias educativas de las aulas del futuro: Disponible en: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/8-tendencias-de-las-aulas-del-futuro-google-for-education>. Visitado en marzo de 2020.

- HOYOS, C. (2020). Tendencias mundiales en la educación Disponible en: <http://www.monografias.com.pdf>. Visitado en marzo de 2020.
- INRH (2014). Vicepresidencia del INRH: Procedimiento General para el Trabajo de la Red de Calidad del Agua (REDCAL y REDACU) y otras Normas e Indicaciones relacionadas con la Calidad del Agua. La Habana.
- LORENTZ (2020). The Solar Water Pumping Company. Manual for Installation and Operation. [www.lorenz.de](http://www.lorenz.de).
- NC (827: 2017). Agua potable — requisitos sanitarios, Oficina Nacional de Normalización (NC), Disponible en: [www.nc.cubaindustria.cu](http://www.nc.cubaindustria.cu)
- RIVERA, D., F. (2015). Agua Potable. Enfoques en el nuevo siglo. *Revista Voluntad Hidráulica*, No. 113. ISSN 0505-9461.
- RODRÍGUEZ, C., J. (2014). Acciones para Disminuir Vulnerabilidad en Instalaciones de Cloración. Encuentro de Directores Ingeniería GEAAL. Matanzas.
- UNESCO (2018). International Standard Classification of Education: ISCED-1997. Disponible en: [http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/isced/ISCED\\_A.pdf](http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/isced/ISCED_A.pdf). Consultado en diciembre 2018.