

# voluntad **HIDRAULICA**

ÓRGANO OFICIAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS

Humboldt No. 106 esq. a calle P. Vedado. Municipio Plaza de la Revolución. La Habana, Cuba. CP 10400.

Correo de Contacto: [revistahidraulica@hidro.gob.cu](mailto:revistahidraulica@hidro.gob.cu). Revista Trimestral.

La Habana, Octubre-Diciembre, 2017/No. 122/ISSN 0505-9461



# **LEY DE LAS AGUAS TERRESTRES**

*«LA LEY PRECISA LO QUE HAY QUE CUMPLIR, EL REGLAMENTO ES EL CÓMO SE HACEN LAS COSAS»*



#### ¿ALGO MÁS?

Sí. Hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Todos los trabajos premiados serán mostrados al público por diferentes medios de comunicación durante los días de la premiación y constituirán ideas para la realización de audiovisuales en la televisión para los niños, niñas y adolescentes del país.
- Los trabajos presentados que no tengan claramente los datos del autor o que no se ajusten al tema del concurso serán rechazados.
- Ningún trabajo será devuelto a los autores, siendo conservados por los organizadores como parte del archivo del concurso.
- El plazo de admisión vence el 6 de febrero de 2018.

*¡Esperamos  
y agradecemos  
desde ya  
tu participación!*



unicef



#### ¿QUIÉN CONVOCA AL CONCURSO?

El XX Concurso Nacional Infantil Trazaguas, organizado por el Grupo "Agua Amiga de las Niñas y los Niños" es convocado por el Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), en saludo al Día Interamericano del Agua (primer sábado de octubre) y al Día Mundial del Agua (22 de marzo).

#### ¿POR QUÉ SE HACE?

Porque aunque sabemos que el agua es importante para la vida y que es necesario protegerla y usarla racionalmente, a veces muchas personas lo olvidamos y no vemos el peligro que la escasez de agua y la sequía constituyen para la vida en la Tierra. Por eso este concurso se realiza cada año y porque creemos que es importante que las niñas, los niños y los adolescentes expresen lo que piensan y colaboren con el conocimiento y la toma de conciencia acerca del cuidado del agua.

#### ¿CUÁL ES EL TEMA?

Para el 2018, Trazaguas premiará a aquellos trabajos que muestren mejor las formas para hacer frente a la sequía en nuestras propias comunidades. Por tanto, debes conocer cuál es o era el problema de tu comunidad relacionado con el agua y cómo lo pueden resolver o cómo lo resolvieron. O sea, puedes contar cómo se hace para ahorrar el agua, cómo se hace para captarla, para protegerla o para distribuirla mejor, entre otras cuestiones relacionadas, pero siempre que sean propias de la comunidad en la que vives.

#### ¿CUÁLES SON LAS MODALIDADES? ¿CÓMO SE ACEPTARÁN LOS TRABAJOS?

Se puede participar en las siguientes modalidades. Lee aquí una síntesis de las normas para la presentación.

**AUDIOVISUAL:** El audiovisual debe ser un corto documental entre 1 hasta 5 minutos de duración en video o foto animación, realizado con una cámara fotográfica o de video o un medio digital móvil.

Se otorgarán 3 premios en cada manifestación por cada una de los grupos de edad.

**DIBUJO/PINTURA:** En cualquiera de las técnicas, los trabajos deberán presentarse en papel o cartulina y no deben exceder las dimensiones de 50 cm x 50 cm.

**FOTOGRAFÍA:** Se pueden presentar hasta 3 fotografías (independientes la una de la otra) o series de fotografía por autor. Pueden entregarse impresas en papel a un tamaño de 10 x 12 pulgadas, en blanco y negro o en color, o en formato digital impresas en un CD a 300 dpi de resolución.

**HISTORIETA:** Las historietas (serie de dibujos que constituyen un relato y que pueden tener texto o no) se aceptarán dibujadas en blanco y negro o en color, en papel o cartulina a tamaño carta (8 1/2 x 11 pulgadas) y no más de 2 cuartillas.

**JUEGO DIDÁCTICO:** Los juegos pueden ser maquetas o juegos completamente terminados, creados como juegos de mesa o como videojuegos.

Los juegos de mesa pueden ser dibujados a mano o impresos, con una dimensión no mayor de 50 cm x 50 cm y deben estar acompañados de una explicación con el objetivo del juego y las instrucciones para jugar.

Los videojuegos deben presentarse en una versión digital impresa en un CD/DVD/memoria

flash, acompañados de un documento con el objetivo del juego, las instrucciones para jugar y los requerimientos mínimos del soporte donde se debe copiar o instalar para que funcione.

**POESÍA, NARRATIVA Y OTROS TEXTOS EN PROSA:** Las obras se aceptarán mecanografiadas o manuscritas, siempre que la letra sea legible. En la narrativa se tendrá en cuenta el cuento, el relato y la fábula; en la poesía, cualquiera de sus formas; en otros textos en prosa se considerarán las composiciones y las reflexiones.

#### ¿QUIÉNES PUEDEN PARTICIPAR?

Pueden participar los niños, niñas y adolescentes en todas las manifestaciones divididos en los siguientes grupos de edad:

De 9 a 11 años

De 12 a 14 años

De 15 a 18 años

Pero en la manifestación de dibujo/pintura pueden participar también niños y niñas de 5 a 8 años.

#### ¿A DÓNDE SE ENVÍAN LOS TRABAJOS?

Los trabajos deben enviarse a las Delegaciones Provinciales de Recursos Hídricos o directamente a la siguiente dirección:

#### CONCURSO TRAZAGUAS

Instituto Nacional de Recursos Hídricos  
Humboldt no. 106 (5to. piso) esq. P,  
Plaza de la Revolución, Habana 4,  
CP 10400, La Habana  
Teléf. 8365571 al 79 (ext. 212 Y 214)

**... Y DEBEN ESTAR ACOMPAÑADOS DE LOS SIGUIENTES DATOS:** Título de la obra • Nombre y apellidos del autor • Edad • Grado escolar • Nombre de la escuela y su dirección completa • Dirección particular, teléfono, municipio y provincia.





La Habana, Cuba  
Año 55 de la Revista, Oct.-Dic. 2017

**ISSN 0505-9461**

La revista **Voluntad HIDRÁULICA** es una publicación periódica de carácter informativo con periodicidad trimestral. Posee el ISSN 0505-9461. Funge como el órgano oficial informativo del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de Cuba. La Revista se enfoca en el Manejo Racional de los Recursos Hídricos, la Ingeniería Hidráulica y otras disciplinas afines a este campo de la ciencia.

Está dirigida a investigadores, científicos, doctores en ciencias, ingenieros, másteres, técnicos, especialistas y trabajadores en general del área de los Recursos Hidráulicos y sus disciplinas afines, o a todas las instituciones que estén interesadas en el manejo racional de los Recursos Hídricos en Cuba y en otros países del mundo.

Objetivos de la revista  
**Voluntad HIDRÁULICA:**

1. Divulgar informaciones y resultados de trabajos generados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
2. Informar acerca de las últimas novedades en diversos tópicos relativos al manejo de los Recursos Hidráulicos.
3. Sensibilizar y desarrollar una cultura, mediante la información publicada en la revista, sobre el uso racional del recurso agua.

## **EDITORIAL | 3**

### **CIENTÍFICO TÉCNICO**

- *Algunas consideraciones sobre el diseño hidráulico de los aliviaderos de las presas (parte 1 de 5) / Dr. Ing. Eduardo Arturo Velazco Davis | 4*
- *Acueductos submarinos en el desarrollo perspectivo de polos turísticos costeros. Conductora de abasto al polo turístico Ramón de Antilla / Ing. Ramón Alonso Ramírez | 19*
- *Estrategias para el manejo integral de pérdidas de agua / MSc. Ing. Mario Ramos Joseph | 25*

### **NOVEDADES**

- *Soluciones de diseño y construcción de los registros de alcantarillado en la ciudad de Santiago de Cuba | 30*

### **COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL**

- *Trazaguas 20 años para respetar | 31*
- *Ley del Agua en la Gaceta Oficial | 32*
- *Cuba presente en reunión preparatoria del 8vo Foro Mundial del Agua | 33*

### **De esos héroes anónimos nuestros...**

- *Ángel Sánchez Tamayo: Un pilar del Aprovechamiento Hidráulico | 36*

### **Qué dice la prensa...**

- *Fidel inició una voluntad hidráulica permanente | 39*
- *Cauce para el ahorro y la eficiencia | 41*
- *En defensa de un patrimonio de todos | 44*
- *Hoy hay agua, pero se acaba de nuevo | 46*
- *Muestran las presas favorable nivel de llenado | 48*
- *Prevé Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos proceso de perfeccionamiento | 49*
- *Santiago de Cuba busca agua en el mar para enfrentar a la sequía | 50*

### **Noti jóvenes...**

- *Los jóvenes y la patria: un encuentro inolvidable | 51*
- *Jóvenes hidráulicos: centinelas de la historia | 54*
- *Estrategia juvenil | 60*
- *Actualidad del quehacer científico en el Centro de Investigaciones Hidráulicas de la CUJAE | 64*
- *Las BTJ muestran en la UCI aporte de jóvenes al desarrollo económico del país | 67*
- *Nuestros jóvenes alcanzando grandes metas | 68*
- *Normas para la presentación de trabajos | 69*



## CONSEJO EDITORIAL



**DIRECTOR** | Ing. Abel Salas García



**EDITOR EJECUTIVO** | Lic. Annalie Hernández Navarro



**EDITOR ASOCIADO** | Ing. Ana Lydia Hernández González

## CONSEJO TÉCNICO EVALUADOR



Dr. Juan  
Fagundo Castillo



Dr. Eduardo  
Velasco Davis



Ing. Alfredo  
Álvarez Rodríguez



Dr. Jorge Mario  
García Fernández



Ing. Amneris  
Carreras Rodríguez



Ing. Alberto  
Porto Varona

Israel de Jesus Zaldivar Pedroso | *DISÑADOR GRÁFICO*  
Fidel Sagó Arrastre | *FOTOS CONTRAPORTADA*  
Archivo INRH, Fidel Sagó Arrastre y Pepe Suq | *FOTOS PÁGINAS CENTRALES*

### Dirección Institucional de la revista:

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS  
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN  
Y LA TECNOLOGÍA

Humboldt No. 106 esq. a calle P. Vedado,  
municipio Plaza de la Revolución.

La Habana, Cuba. CP 10400

Teléfonos: 7 836 5571 al 79 (pizarra) ext. 178

Correo de contacto: [revistahidraulica@hidro.gob.cu](mailto:revistahidraulica@hidro.gob.cu)



SE PUBLICA este número de la revista Voluntad Hidráulica que contiene varios artículos científico-técnicos muy relacionados con la gestión del agua en cuencas, en su más amplia visión. Además, novedades y otros temas que de seguro, les serán interesante a una gran variedad de lectores. Ese es el propósito.

Llama la atención que en este año se conmemoraron varias fechas y momentos importantes que han tenido y tendrán correspondencia con el permanente quehacer de la revista: el 55to, aniversario (1962 – 2017) de la creación del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), en agosto; el 20mo aniversario (1997 – 2017) de la creación de los Consejos de Cuencas Hidrográficas en Cuba, en abril y la segunda versión de CUBAGUA, donde se realizó el Primer Taller de Cuencas Hidrográficas a 20 años de su creación.

Marca el año de manera distintiva el proceso de análisis de la propuesta de Ley de Aguas Terrestres que se presentó a la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP), máximo órgano legislativo del país, para su aprobación. Esta propuesta representa un reconocimiento sustantivo de la importancia y jerarquía de los recursos hídricos e hidráulicos para el desarrollo sostenible cubano.

Las evidencias del comportamiento del ciclo hidrológico en el archipiélago señalan cambios de diferente alcance y características. Varias publicaciones especializadas nacionales así lo indican. De ahí que los distintos programas que se han venido desarrollando por parte del INRH, en su calidad de máxima autoridad de las aguas terrestres, incluyan las medidas de adaptación y mitigación ante el impacto negativo del cambio climático.

La gestión integrada del agua en la cuenca hidrográfica, reconociendo que en ella ocurren las estrechas relaciones aguas superficiales y aguas subterráneas, deviene aspecto esencial de esas medidas de adaptación. La cuenca es el eje conductor e integrador de todos los procesos que se desarrollan en esa área.

Aunque solo alrededor del 15% de las cuencas superficiales cubanas tienen áreas superiores a los 200 km<sup>2</sup> y longitudes del río superiores a 40 km, la infraestructura hidráulica creada por la Revolución garantiza en lo fundamental la cantidad y calidad del agua para el desarrollo económico, social y la protección del medio ambiente del país.

Sin ella no hubiera sido posible gestionar la última crisis de disponibilidad física de agua debido a la permanente sequía que impactó todo el país, principalmente desde 2014 hasta septiembre – octubre de 2017.

Hace pocos días concluyó el período húmedo con un acumulado de lluvia, a nivel nacional, de mil ciento veintinueve mm, equivalentes al ciento doce por ciento del promedio histórico de mayo a octubre.

En estos seis meses en la región oriental faltó muy poco para que lloviera lo esperado, mientras en Centro y Oriente los acumulados superaron el ciento diez por ciento de las respectivas medias históricas.

Las lluvias municipales, clasificadas mediante el Índice de Precipitación Estandarizada, muestran predominio de los territorios incluidos en la categoría normal y en las categorías húmedas. Entre estos últimos se destacan dos zonas muy próximas: una desde La Sierpe hasta Alquizar, y otra desde Morón hasta Guáimaro. En condiciones secas aún resalta una pequeña extensión hacia el centro de Las Tunas.

Como se puede evidenciar una vez más, el efecto de la precipitación en la disponibilidad de agua está asociado no solo a los acumulados, ya sea de la temporada de lluvias o de todo un año, sino a todo el régimen de la precipitación que incluye la distribución espacial y temporal es decir, dónde y durante qué tiempo cae la lluvia. En este aspecto influye altamente la ocurrencia, con regularidad, de eventos ciclónicos que se caractericen por cubrir una gran extensión con altas láminas de lluvia en poco tiempo.

Las 11 cuencas de interés nacional, 48 de las 50 cuencas de interés provincial, así como otras 13 cuencas de interés para el INRH, 72 en total, concentran alrededor de los 7 800 millones m<sup>3</sup> planificados a emplear en este año que termina.

Los recursos de agua localizados en las cuencas superficiales y subterráneas se vinculan y están en estrecha y dinámica relación con la cobertura boscosa, la condición del suelo y la existencia de medidas de mejoramiento, conservación y control de la erosión, la diversidad biológica terrestre y acuática, el tratamiento y las descargas de residuales en la red hidrográfica, los viales, el desarrollo de los cultivos y de prácticas agrícolas, así como las industrias, los asentamientos poblacionales y muchos otros.

Es por todo ello que el aseguramiento de la cantidad y calidad del agua para el desarrollo económico, social y la protección del medio ambiente en Cuba, esencia misma de la misión que debe cumplir el sistema INRH, deviene un reto permanente, el que está muy estrechamente asociado a la visión originaria de Fidel, como creador e impulsor del desarrollo hidráulico cubano.

Consejo Editorial  
Revista Voluntad Hidráulica



# ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS ALIVIADEROS DE LAS PRESAS<sup>1</sup> (PARTE 1 DE 5)

 voluntad  
HIDRAULICA

CIENTÍFICO TÉCNICO

## RESUMEN

Se introducen y explican las definiciones de los distintos tipos de obras de conducción, y en especial, de los aliviaderos de las presas, las funciones que éstos realizan y su clasificación en atención a diversos criterios. En particular, se establecen las diferencias entre los aliviaderos de cauce y los de margen, y sus tipos respectivos, así como entre los superficiales y profundos, los abiertos y cerrados, y los automáticos y regulados, y en cada caso se aducen numerosos ejemplos de obras. Los conceptos anteriores se aplican coherentemente al exponer cómo se debe seleccionar en cada caso el tipo de aliviadero más adecuado, su ubicación y la variante de diseño, aspectos que se discuten de forma exhaustiva, incluyendo la detallada resolución de un ejemplo hipotético. La exposición se acompaña con múltiples ejemplos prácticos y referencias a aliviaderos construidos no sólo en Cuba, sino también en Venezuela, México, Nicaragua, los EE.UU., la antigua URSS, Rusia, Albania, Italia, Túnez, Argelia, Chile, Brasil, Ecuador, Francia, Sudáfrica, Malasia y otros países, e incluye referencias a 92 fuentes bibliográficas y de consulta, de las cuales 45 son debidas al autor y 5 al autor con colaboradores. Al final de cada una de las partes en que se publica el artículo, se relacionan las fuentes citadas en ella, conservando la identificación alfabética y cronológica que les corresponde en el conjunto total.

## 1. ASPECTOS BÁSICOS

**1.1** Por lo general, las presas que se construyen en los ríos contienen **obras de conducción** de varios tipos por las que el agua circula desde el embalse o el tramo de aguas arriba, hasta el tramo de aguas abajo, a lo largo de distancias relativamente cortas y empleando para ello aberturas de tipo especial, vertedores, canales o canaletas, tuberías, túneles y otros aditamentos y estructuras hidráulicas. La ubicación, composición y peculiaridades constructivas de las obras de conducción dependen de los gastos del agua que corra por ellas, de las cargas hidráulicas que las caractericen, de las particularidades topográficas y geológicas del relieve, así como de los requerimientos que se impongan a su ejecución y su explotación.

El concepto de **carga hidráulica** de una obra de conducción tiene un sentido eminentemente energético, y su valor característico o de cálculo representa generalmente la diferencia de altura entre la posición de la línea de energía total del flujo en una sección situada a la entrada de la obra y otra que se localice en su borde de salida o, si la salida del flujo se produce en condiciones de sumersión, en una sección aguas abajo de esta última, donde se pueda establecer la posición del nivel del agua.

<sup>1</sup> Dr. Ing. Eduardo Arturo Velazco Davis, Ingeniero Hidráulico, Doctor en Ciencias Técnicas, Investigador Titular, Profesor Auxiliar Adjunto, Especialista Superior de Proyectos e Ingeniería. Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de La Habana EIPHH, Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería GEIPI. 78641659, 78643811, 78642145, 78641020, 76485672; karina@ecologia.cu, agui@hidraulicos.cu.



Según el **objetivo** que cumplan, las obras de conducción de las presas se clasifican en los siguientes tres tipos:

- *Aliviaderos*, que evacuan los volúmenes de agua sobrantes que ingresen a los embalses o a los tramos de aguas arriba con el arribo de las avenidas, reintegrándolos a los ríos aguas abajo de las presas o entregándolos a otras cuencas vecinas;
- *Obras de toma*, que se destinan a servir el agua de los embalses o de los tramos de aguas arriba, a los tramos de aguas abajo de las presas o a canales o tuberías que se inicien directamente en el cauce o en las márgenes de los tramos de aguas abajo y que formen parte de sistemas de riego o de abasto de agua a la población o a la industria; y
- *Desagües*, que tienen como función principal el vaciado parcial o total de los embalses o de los tramos de aguas arriba en períodos de riesgo o de reparación, y que con mucha frecuencia se emplean también para evacuar el agua durante la construcción de las presas, así como para librarlas de parte de los sedimentos que durante la explotación se acumulen en sus embalses o tramos de aguas arriba.

Se infiere fácilmente que en determinadas circunstancias estas obras de conducción, además de asegurar sus misiones principales, pueden satisfacer en parte las funciones de otras de ellas, o llegar incluso a suplirlas. Así, los aliviaderos superficiales equipados con compuertas pueden servir también como obras de toma si por ellos se dejan pasar gastos que posteriormente sean captados aguas abajo, pueden cooperar decisivamente a iniciar el vaciado rápido de los embalses en situaciones de riesgo, aunque sólo sea en su parte más alta, y si forman parte de presas de baja carga pueden contribuir al lavado de los sedimentos. Por su parte, los desagües pueden aprovecharse durante la evacuación de avenidas y para entregar los gastos ecológicos a los tramos de aguas abajo de las presas, una función por la que también responden generalmente las obras de toma, mientras que estas últimas pueden participar adicionalmente en la evacuación de las grandes avenidas, y se pueden utilizar también para proceder junto con los desagües al vaciado de los embalses, motivo por el cual en muchas presas se opta por no construir obras de conducción de este último tipo.

**1.2** Por lo expuesto, los **aliviaderos** constituyen las obras de conducción llamadas a garantizar la evacua-

ción de las avenidas que arriben al embalse o al tramo de aguas arriba con relativa frecuencia, y en este mismo contexto, deben cumplir la vital función de evitar que con la llegada de las grandes avenidas, los niveles del agua se eleven al punto de provocar el rebose de la presa, que si es de materiales locales sufrirá por este motivo daños de gran consideración o llegará a colapsar totalmente. Para cumplir estos objetivos con eficacia y economía, los aliviaderos deben ajustarse lo mejor posible a las condiciones imperantes en la presa y en su entorno y mostrar en todas sus partes, y en su conjunto, un desempeño hidráulico eficiente y seguro durante la evacuación de *todas* las avenidas de explotación, y no sólo de las de diseño y de comprobación, aunque lógicamente se deba prestar una atención especial a estas últimas (Velazco 1996).

En Cuba, a partir de la reciente promulgación de la Norma Cubana *Presas, Diques de Protección, Canales y Obras Asociadas Categorías para Nuevos Proyectos o para el Rediseño de Estructuras Existentes en un Escenario Climático Cambiante* (Velazco, 2013a, 2013b, 2015), para definir la probabilidad de ocurrencia de cada **avenida de cálculo** asociada a una obra con una categoría dada, en lugar del criterio de Gasto Extremo se ha introducido el de Crecida Extrema Más Desventajosa, lo que permite incluir la importante influencia que en numerosos casos ejercen los volúmenes de las crecidas y las formas de sus hidrogramas, en especial de aquéllos que presentan más de un pico y que crean condiciones especialmente tensas para su evacuación por los aliviaderos. Al mismo tiempo, para determinar en cada categoría las probabilidades  $p$  de cálculo, los valores básicos de la Tabla 1A se han complementado con la consideración de las subcategorías definidas en la Tabla 1B, que permiten precisar las probabilidades definitivas de diseño y de comprobación estadística de las crecidas extremas, como en la Tabla 1C, tomando en cuenta no sólo la altura de la obra y la clase del cimiento, sino asimismo los factores en riesgo, entendiendo como tales la población, los objetivos sociales y económicos, las vías de comunicación y los entornos ecológicos o históricos de importancia que se asienten aguas abajo de las obras. Por otra parte, junto a la comprobación probabilística, en la Tabla 1A se ha incorporado la comprobación del funcionamiento de las obras cuando por ellas transiten las Crecidas Máximas Probables (CMP), que se evalúan a partir de datos sistematizados en el territorio.

**Tabla 1A. Probabilidades básicas  $p$  de superación de las crecidas extremas más desventajosas a evacuar por las estructuras de servicio de las presas y obras asociadas, de acuerdo con su categoría de proyección, según la Norma Cubana vigente**

Situación de cálculo	Probabilidad básica $p$ de superación de las crecidas extremas más desventajosas, en por ciento, en dependencia de la categoría de proyección				
	I	II	III	IV	V
Diseño	0,1%	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
Comprobación probabilística	0,01%	0,1%	0,5%	1,0%	2,0%
Comprobación con la Crecida Máxima Probable CMP	CMP	CMP	CMP	---	---



**Tabla 1B. Definición de las subcategorías**

Subcategoría	Altura o volumen	Factores en riesgo
1	mitad superior del rango de alturas o de volúmenes	con población y/o con objetivos en riesgo
2	mitad superior del rango de alturas o de volúmenes	sin población ni objetivos en riesgo
	mitad inferior del rango de alturas o de volúmenes	con población y/o con objetivos en riesgo
3	mitad inferior del rango de alturas o de volúmenes	sin población ni objetivos en riesgo

**Tabla 1C. Probabilidades de cálculo definitivas, modificadas por las subcategorías**

Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV	Categoría V
I: 0,1%; 0,01%	II-1: 0,1%; 0,01%			
	II-2: 0,5%; 0,1%	III-1: 0,5%; 0,1%		
		III-2: 1,0%; 0,5%	IV-1: 1,0%; 0,5%	
		III-3: 2,0%; 1,0%	IV-2: 2,0%; 1,0%	
			IV-3: 3,0%; 2,0%	V-1: 3,0%; 2,0%
				V-2: 4,0%; 2,0%

## 2. CLASIFICACIONES

**2.1** Con respecto a lo anterior, y en dependencia de la **carga hidráulica** que los caracterice en la situación que se haya adoptado para el diseño, se acepta generalmente que un aliviadero es:

- de carga baja, si en dicha situación la carga hidráulica es inferior a 12 m;
- de carga mediana, si está comprendida entre 12 m y 40 ó 60 m; y
- de carga alta, si es superior a 40 ó 60 m.

**2.2** Por otra parte, en atención a la **participación** que se les asigne en la evacuación de las avenidas de distintas magnitudes, los aliviaderos se clasifican en:

*Aliviaderos principales*, que en general responden por sí solos, por lo menos, por la evacuación íntegra de las avenidas con probabilidades de diseño y de comprobación.

*Aliviaderos auxiliares*, que en determinados casos se construyen para compartir con los aliviaderos principales la evacuación de las avenidas con probabilidades de diseño y sobre todo de comprobación, así como de otras que tengan menor probabilidad de ocurrencia.

*Aliviaderos de emergencia o de reserva*, que eventualmente pueden construirse para contribuir a la evacuación de las avenidas de comprobación, así como de aquellas que con carácter extraordinario puedan superar en magnitud a estas últimas.

Al mismo tiempo, se estipula que al analizar los procesos de transformación que tendrán lugar en los embalses o los tramos de aguas arriba, se considerará que en la evacuación de las avenidas de diseño participarán únicamente los aliviaderos principales y auxiliares, pero que en el análisis de los demás casos debe suponerse que junto a estos últimos y a los aliviaderos de emergencia con que

eventualmente cuente la presa, participará también toda otra obra de conducción que se pueda aprovechar al efecto. Por último, cuando se trate de un aliviadero regulable con compuertas, a los análisis se incorporará otro caso de comprobación que se tratará bajo los mismos principios de los casos de comprobación habituales, pero en el que se supondrá adicionalmente que una de las compuertas no podrá ser utilizada y permanecerá cerrada durante todo el tiempo que dure la evacuación de la avenida.

**2.3** Por su **ubicación**, los aliviaderos se clasifican en dos tipos principales (Figura 1):

- *de cauce*, si se construyen en algún punto intermedio del cierre de la presa; y
- *de margen*, si se localizan en una de las márgenes del embalse, que puede ser o no una de las márgenes del cierre, y en caso afirmativo, estar o no en contacto directo con uno de los hombros de la presa.

En su concepción más amplia, deben reconocerse como los aliviaderos de cauce más distintivos y notables, y con los mayores gastos de vertimiento, las *presas vertedoras*, cuyas longitudes y alturas son muy diversas y que en el caso más general no se extienden a todo el ancho de los cauces, sino que ocupan sólo una parte de éste. Cuando ese sea el caso, dichas *secciones vertedoras* pueden formar parte de presas de hormigón más largas o quedar insertadas en presas de materiales locales que se extiendan a uno o a ambos lados.

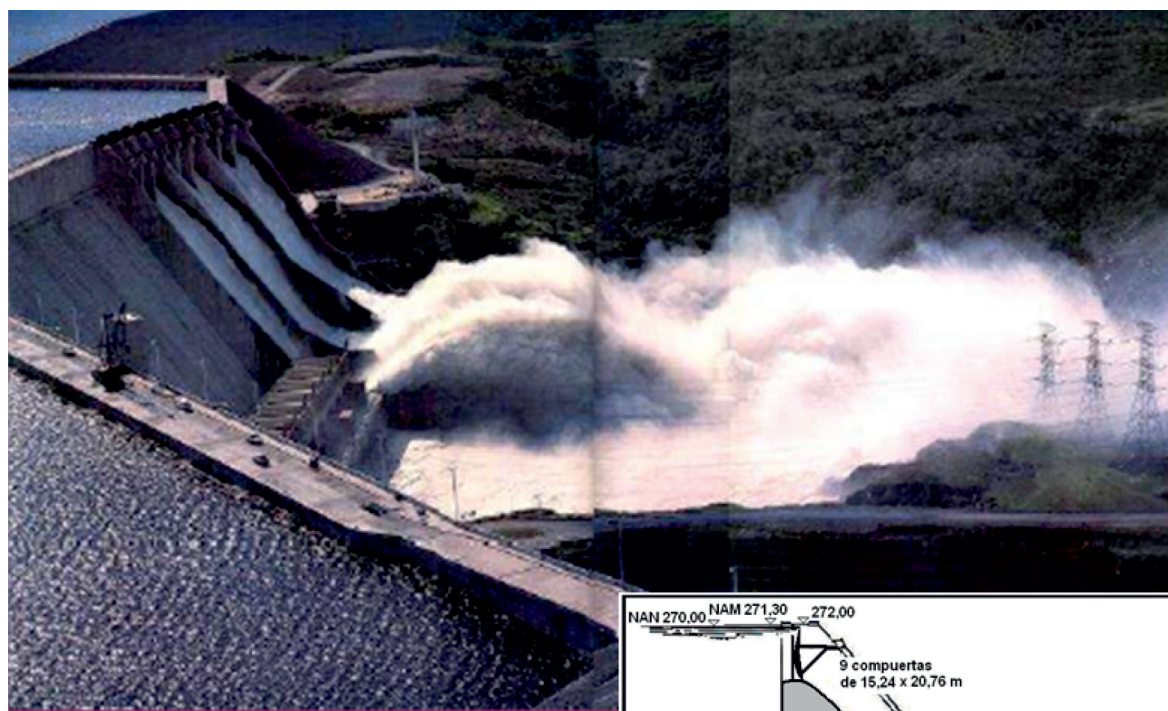
La Figura 2 brinda una vista general de un caso descolante de este tipo de aliviadero, la presa El Guri, en el Estado de Bolívar, Venezuela, cuya etapa final se concluyó en 1986. La obra se destina a la generación de electricidad y entre otros objetos de obra sobresalientes presenta una cortina que se levanta sobre el río Caroní con una longitud de 1242 m y 162 m de altura, y una sección vertedora compuesta por un total de nueve vertedores con



una longitud total de 183,76 m, equipados con compuertas de 15,24 m por 20,76 m agrupadas en tres vanos, y diseñados para evacuar en total 27 000 m<sup>3</sup>/s con un gasto específico de 260 m<sup>3</sup>/s.m, el más alto hasta la fecha (*Grandes Presas de Venezuela*, 1995; Marcano, 2011).



Figura 1. Aliviaderos de cauce y de margen en un modelo físico demostrativo.



**SECCIÓN VERTEDORA DE LA  
PRESA EL GURI (VENEZUELA)**  
**Q=27 000 m<sup>3</sup>/s**

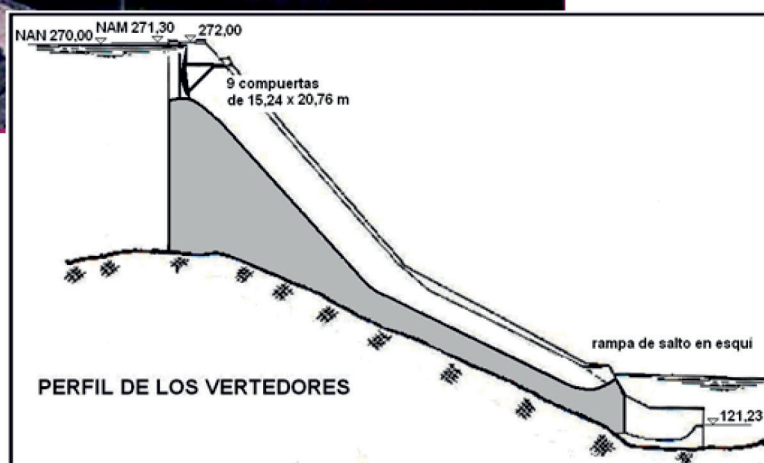
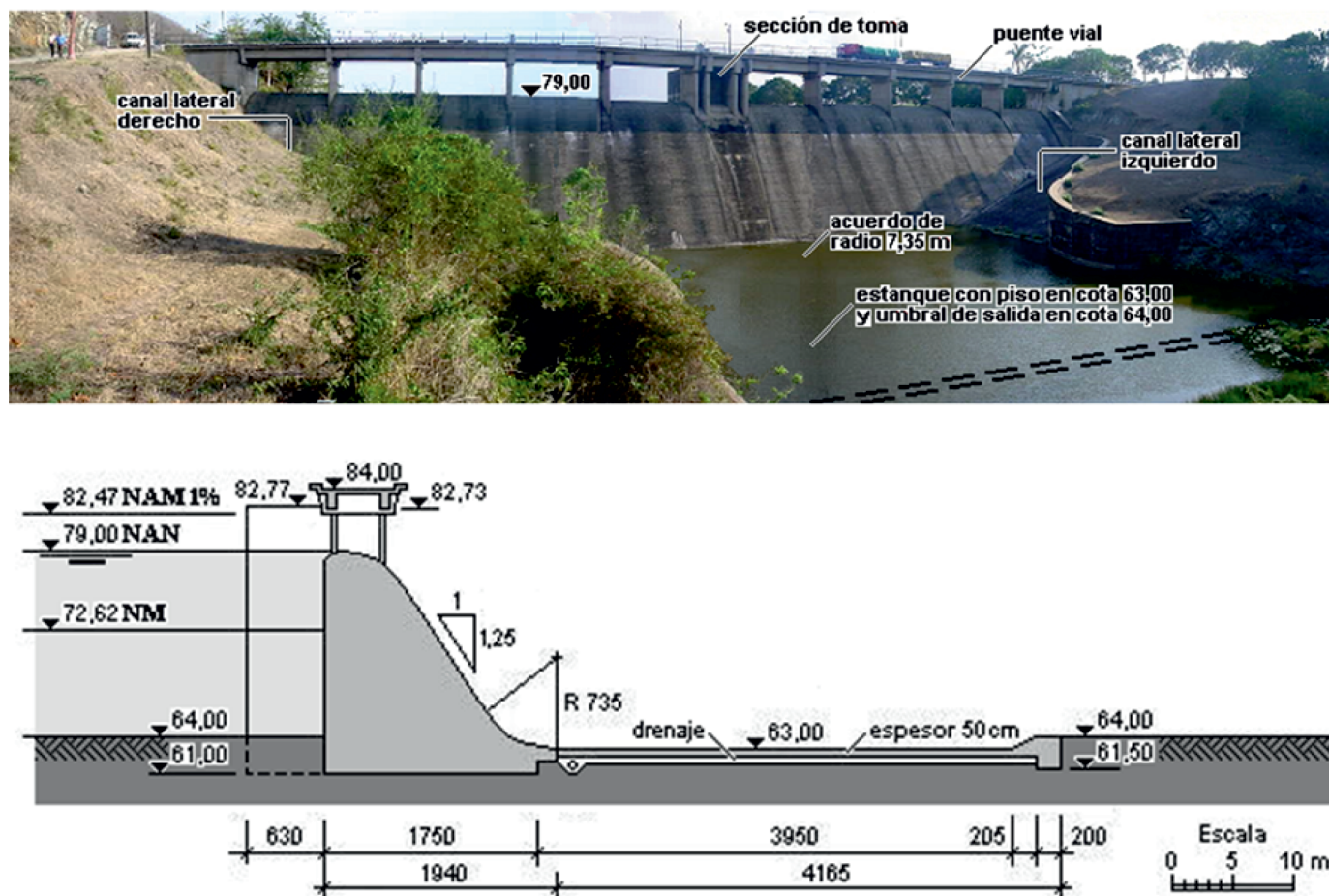


Figura 2.



Las Figuras 3a y 3b contienen otros dos ejemplos típicos de presas o secciones vertedoras, en este caso construidas en Cuba (*Embalses Cubanos*, 1988; Velazco, 2016-2017). La primera corresponde a la presa vertedora Cacuyugüín, a 11 km de Holguín, que se construyó en 1953 sobre serpentinitas de origen metamórfico, con dioritas y basaltos (Bethencourt y Martínez, 1952), y que según análisis actualizados (Velazco, 2005, 2008e), de sus 103,7 m de longitud destina 92,69 m, casi la totalidad, al vertimiento sobre un perfil de 15 m de altura diseñado para evacuar 1300 m<sup>3</sup>/s bajo una carga de 3,47 m. Por su parte, la presa Pontezuela, construida hacia 1930 a 21 km de la ciudad de Camagüey y que aún sirve al abasto de esta ciudad, es de materiales locales en su mayor parte, se asienta en aleurolitas y serpentinitas, así como en calizas y margas, y tiene una longitud total de 290 m, de los cuales 65 m corresponden a una sección vertedora diseñada para evacuar 170 m<sup>3</sup>/s con 1,20 m de carga y una altura de 10 m, medida sobre el firme del embalse. La foto insertada en la Figura 3b ilustra el recrecimiento reciente de su cresta.



## PRESA VERTEDORA CACUYUGÜÍN (CUBA)

**$L=92,69$  m,  $H_o=3,47$  m,  $Q=1300$  m<sup>3</sup>/s**

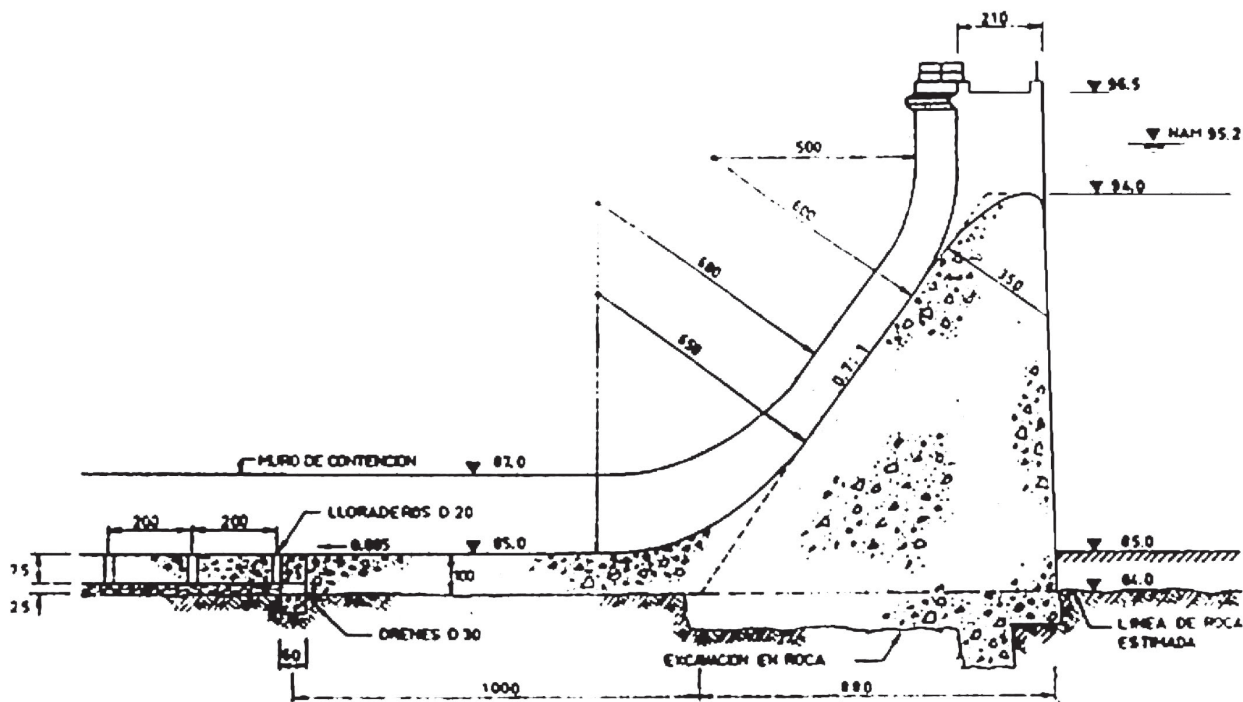
Figura 3a.

Además de los casos anteriores, los aliviaderos de cauce pueden construirse también en el cuerpo de las presas de materiales locales en la forma de:

- *aliviaderos de torre* de muy diversas configuraciones que entregan el agua a conductos de hormigón de grandes dimensiones apoyados firmemente en el cimiento de la cortina y que quedan soportados en todo su contorno por el material de su terraplén; o
- *secciones reforzadas* del terraplén de la cortina, donde tanto la corona como el talud de aguas abajo, que se construye con poca inclinación, se recubren con hormigón, con hormigón armado fundido *in situ* o prefabricado, con enrocamiento o con otro tipo de revestimiento que sea capaz de soportar sin dañarse la circulación de los gastos de excedencia.

Estos otros aliviaderos de cauce se adoptan cuando los cierres presentan márgenes poco firmes o inestables, cuando éstas son muy abruptas para insertar en ellas un aliviadero de otro tipo y aún en otras circunstancias. Entre los del primer tipo se cuenta el pequeño aliviadero de sifón de la Figura 4, insertado en el cuerpo de una micropresa construida





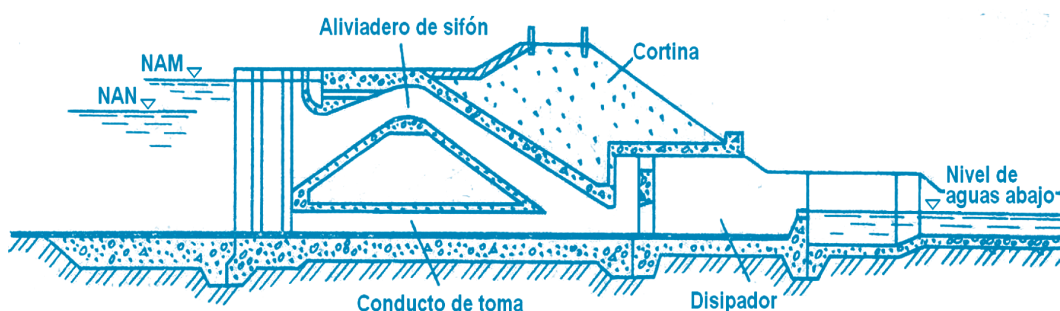
### SECCIÓN VERTEDORA DE LA PRESA PONTEZUELA (CUBA) L=65 m, $H_0=1,20$ m, $Q=170$ m<sup>3</sup>/s

NOTA: La sección superior corresponde al diseño original. La foto muestra el recrecimiento con planchas verticales que elevan el nivel NAN a 95,20 msnm.



Figura 3b.

sobre el arroyo Murinski en San Petersburgo, Rusia, que a su vez se ha combinado con un conducto de toma con el que comparte una estructura de disipación por impacto en la que el flujo es forzado a emerger por un orificio ubicado junto al piso, y que con gastos mayores lo obliga a verter también por encima del tabique divisor.<sup>2</sup>



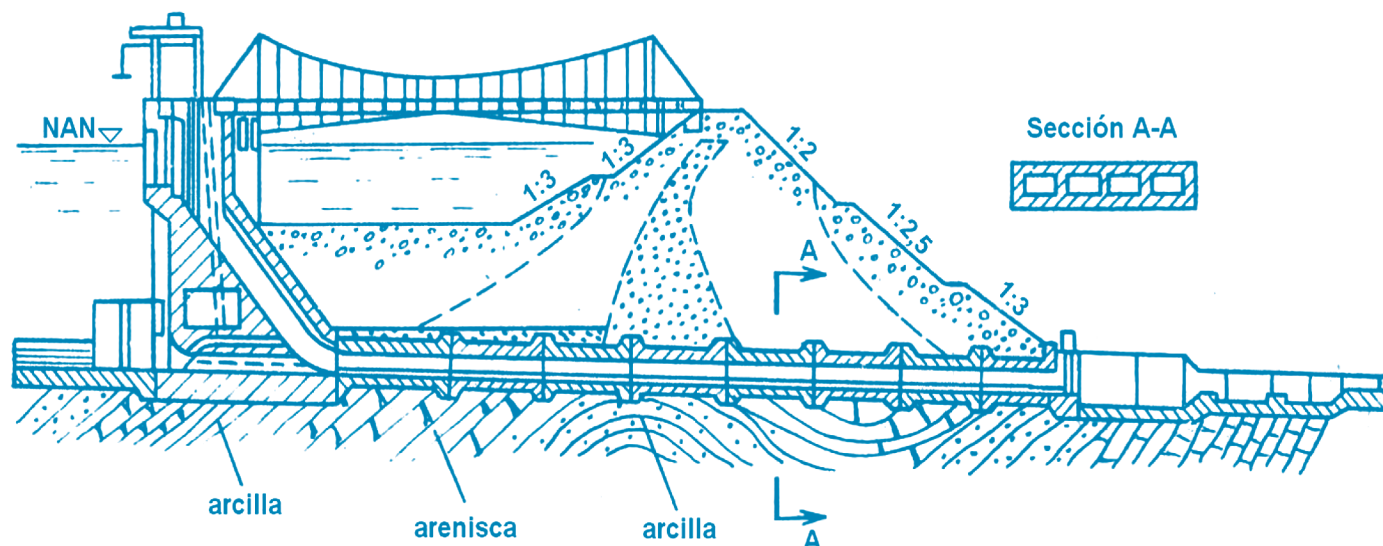
### ALIVIADERO DE SIFÓN COMBINADO CON CONDUCTO DE TOMA EN UNA MICROPRESA CONSTRUIDA SOBRE EL ARROYO MURINSKI, EN LOS ALREDEDORES DE SAN PETERSBURGO (RUSIA)

Figura 4.

<sup>2</sup> En Cuba, la obra de toma de la presa Laguna de Piedras, en la actual provincia de Artemisa, cuenta con una estructura de disipación similar caracterizada por el autor mediante cálculos teóricos y observaciones de campo (Velazco, 2009).

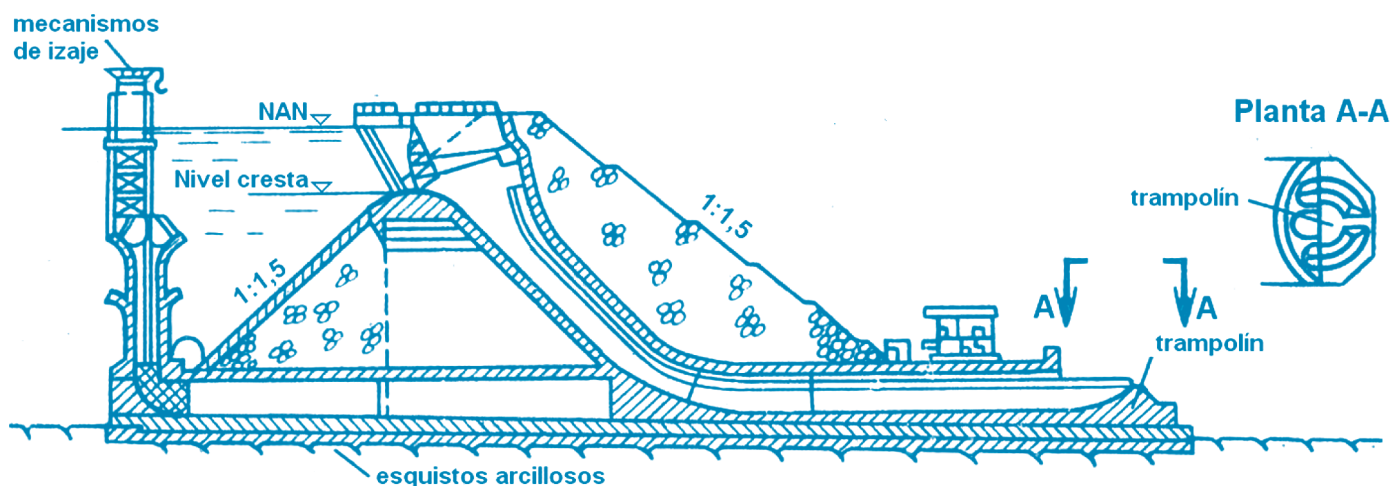


En un segundo ejemplo, el de la presa Minguechaurski, de la antigua Unión Soviética (Figura 5), el gasto es regulado por compuertas planas y la conducción está formada por cuatro orificios que ingresan en un estanque disipador con umbrales de salida colocados a dos niveles. Por último, en la presa Iril-Emdá, de Albania, el aliviadero es de torre y galería y de mucha mayor envergadura, y como muestra la Figura 6 controla los vertimientos mediante compuertas de segmento y cuenta a la salida de los conductos con trampolines de configuración compleja, concebidos para dividir el flujo simétricamente en dos partes y provocar un impacto casi frontal entre los chorros correspondientes, con la consiguiente disipación de energía.



### ALIVIADERO DE TORRE Y TUBERÍA DE LA PRESA MINGUECHAURSKI (ex-URSS)

Figura 5.



### ALIVIADERO DE TORRE Y TUBERÍA EN EL CUERPO DE LA PRESA IRIL-EMDÁ (ALBANIA)

Figura 6.

Entre los aliviaderos de cauce del segundo de los tipos mencionados anteriormente, que ocupan una parte del terraplén de la cortina, dos ejemplos sin duda peculiares son el de la presa Guaremal, en Venezuela, y el del aliviadero auxiliar de la presa Cauto El Paso, en Cuba. La primera, que se muestra en la Figura 7a, se terminó de construir en 1973, tiene una cortina de 450 m de longitud y destina 90 m de esta última a una sección vertedora que se localiza cerca de su centro y que consta de un vertedor con perfil sin vacíos que descarga 500 m<sup>3</sup>/s bajo una carga de 2,15 m, de una rápida prismática que descansa sobre el talud de aguas abajo, este último con un coeficiente de inclinación igual a 2,25, y de un pozo amortiguador que luego de una corta transición entrega los gastos al canal de evacuación, de 60 m de plato. El pequeño embalse es capaz de almacenar un volumen total de 1,53 hm<sup>3</sup>, tiene una superficie de 36,80 ha y su longitud máxima al nivel NAM es tan sólo de alrededor de 1 km.



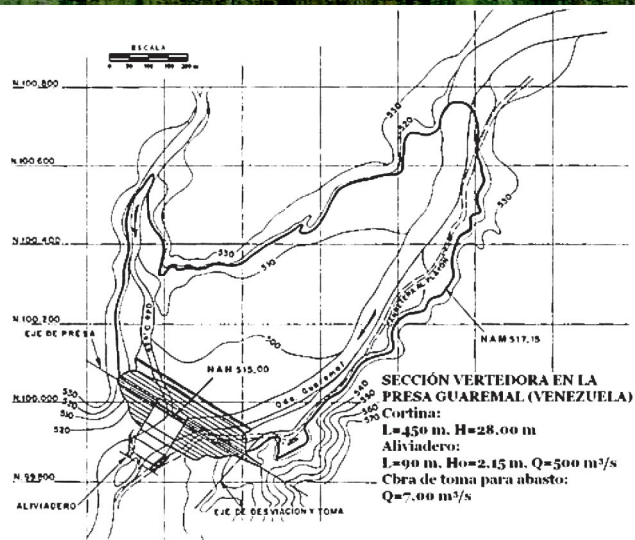


Figura 7a.

En cuanto a la estructura auxiliar del sistema de aliviaderos Cauto El Paso de la Figura 7b, diseñado por el autor (Velazco, 1986a) y construido en 1991, su solución es *sui generis* en muchos sentidos y sin antecedentes conocidos a nivel mundial, ya que se apoya sobre uno de los largos diques de esta presa y consta de un vertedor de perfil oval con vacíos con una altura de tan sólo 1,20 m y una longitud que se acerca a los 1500 m, y puede entregar con 1,20 m de carga un gasto de 5160 m<sup>3</sup>/s a un talud de inclinación 1:2,5 revestido de hormigón, y a una conducción que corre a lo largo del pie del dique, por lo que conduce un flujo de gasto variable y fue diseñada con un perfil escalonado basado en los principios del diseño de los aliviaderos de canal lateral (Velazco, 1977).

**2.4** Por otra parte, los aliviaderos de margen resultan apropiados especialmente:

- en las presas de carga baja, cuando los gastos de diseño no sean excesivamente grandes y se cuente con condiciones topográficas y geológicas favorables;
- en las presas de carga media o alta en las que se dificulte ejecutar y explotar con seguridad un aliviadero de cauce;
- cuando los cierres presenten cañones rocosos que obliguen a evacuar los gastos del período de construc-

ción mediante túneles que después se puedan convertir en partes de los aliviaderos; y

- cuando los cierres sean excesivamente estrechos.



**ALVIADERO AUXILIAR AUTOMÁTICO DE LA PRESA CAUTO EL PASO (PROV. DE GRANMA)**  
Extremo izquierdo del aliviadero con vertedor de perfil oval con vacíos:

$L_v = 1\,500\text{ m}$ ,  $H_{oNAM} = 1,20\text{ m}$ ,  $Q_{NAM} = 5\,160\text{ m}^3/\text{s}$

Figura 7b.

Pueden conceptuarse como los aliviaderos de margen más sencillos, no revestidos de hormigón, los de *dique natural*, los de *canal natural* y los de *badén*. Los primeros están constituidos por pequeños diques de poca altura que se levantan en depresiones naturales apoyándolos directamente en el suelo, y por encima de los cuales los gastos se vierten directamente a zonas más bajas del terreno, que así quedarán anegadas hasta tanto no se vacíen por la acción de su sistema de drenaje natural. Como estos tramos se dejan sin revestir, o se revisten únicamente en algunos puntos que sean especialmente vulnerables, cada vez que los diques naturales entren en funcionamiento en auxilio de un aliviadero principal o en una situación de emergencia, quedarán totalmente destruidos y deberán ser rehabilitados. Estas obras no deben ser identificadas ni confundidas con los *aliviaderos de fusible*, que, aunque también están destinados a ser destruidos por la acción del agua, son estructuras de mayor tamaño y complejidad, que se apoyan necesariamente sobre bases de hormigón y que por sus dimensiones están sujetas a procesos de erosión más complicados. Los fusibles se inscriben también por derecho propio entre los aliviaderos de margen, y por sus peculiares características merecerán más adelante un análisis diferenciado.

Por su parte, los aliviaderos de canal natural se proveen o no de tramos de acceso y tramos de salida, y entregan los gastos a vaguadas o a canalizos de poca profundidad, por lo que presentan semejanzas con los diques naturales. Las estructuras de estos tipos pueden funcionar de forma independiente, aunque se utilizan generalmente en calidad de aliviaderos auxiliares o de emergencia que contribuyen a la evacuación de las avenidas que sean mayores que las de diseño. Se emplean sólo en las presas de carga baja o media y contemplan la construcción de sec-



ciones de control constituidas por simples vertedores de pared delgada y pequeña altura fundidos de hormigón, como en las presas La Bija (Capitán Tomás) y Sitio Peña, de la provincia de Pinar del Río, en Cuba, con longitudes y gastos de 250 m y 239,73 m<sup>3</sup>/s, y de 315 m y 105 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, o de secciones formadas por umbrales más anchos y más bajos, con una geometría rectangular sencilla o a veces redondeada, como la del aliviadero de la presa Canasí, en Cuba, que con una longitud de vertimiento de 30 m deja pasar un gasto de diseño de 98 m<sup>3</sup>/s en el escenario climático actual (Velazco, 2008b). Los tramos de descarga de estos aliviaderos se dejan sin protección o con un recubrimiento muy ligero de vegetación que crea condiciones peculiares para el desempeño hidráulico de la estructura, y como en el caso anterior, cada vez que entran en funcionamiento deben ser reparados.

Las Figuras 8 y 9 permiten apreciar ejemplos representativos de los dos tipos anteriores de aliviaderos, el primero en Venezuela, representado por un dique natural con una longitud algo inferior a 100 m que se ha ubicado en una depresión del terreno a considerable distancia de la cortina de la presa El Médano, y el segundo en Cuba, donde en la presa Najasa 1 se ha construido un sistema de aliviaderos del cual forma parte uno de canal natural, situado sobre la margen izquierda del embalse.

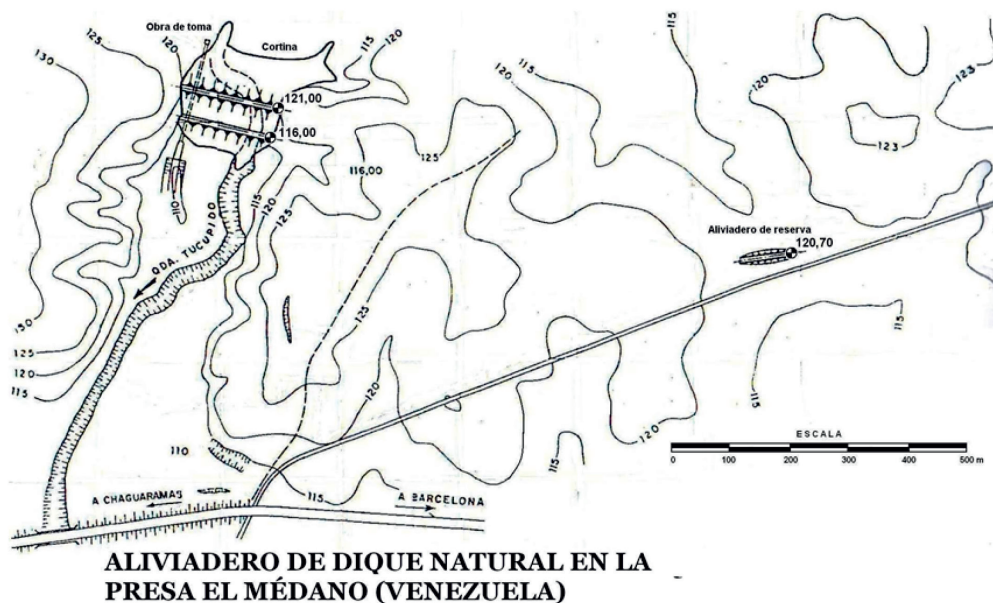


Figura 8.

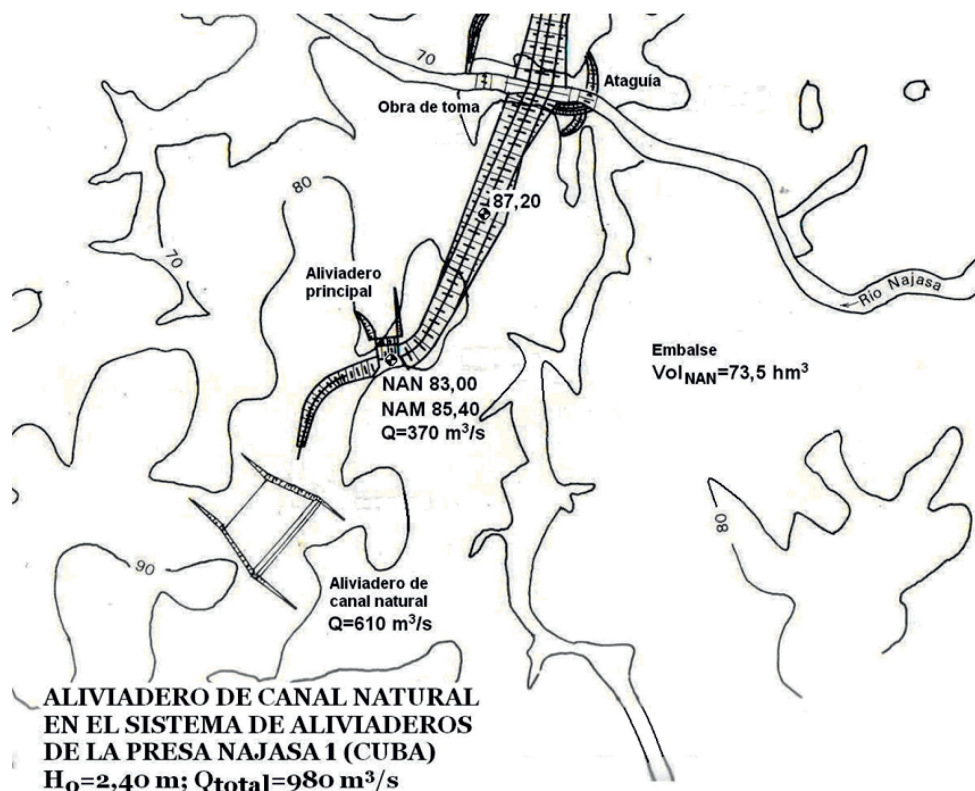
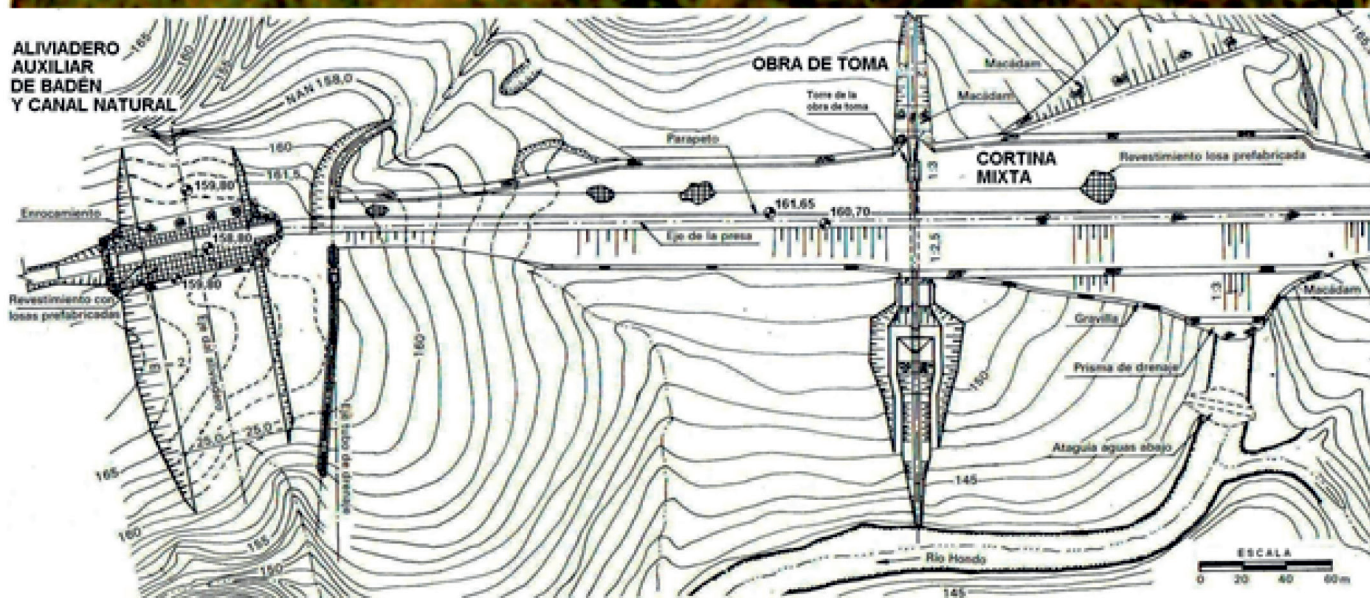


Figura 9.



Al mismo tiempo, para no interrumpir el paso de los vehículos, las secciones de control de los aliviaderos de canal natural se construyen con mucha frecuencia en badenes. Un caso típico es el de la presa El Salto, en Cuba, que se muestra en la Figura 10 y en la que concurre además la especial circunstancia, muy poco frecuente, de que el embalse puede asimilar totalmente el volumen de la avenida de diseño y sólo hay que prevenir la ocurrencia de avenidas que sean mayores que esta última, lo que se ha logrado precisamente construyendo esta estructura auxiliar. La foto superior de la figura permite apreciar cómo en este caso la sección de control se ha reforzado con losas de hormigón y con enrocamiento.



**UBICACIÓN DE LAS OBRAS DE LA PRESA EL SALTO (CUBA)**  
 Cortina:  $L=582$  m,  $H=21,70$  m (+ parapeto de  $0,95$  m)  
 Aliviadero de badén con canal natural:  $L=50$  m,  $H_0=1,50$  m,  $Q=136,5$  m<sup>3</sup>/s  
 Obra de toma con torre y galería:  $Q=6$  m<sup>3</sup>/s

Figura 10.

No todos los aliviaderos de canal natural con badén presentan sin embargo un diseño tan simple como el anterior. Así, el de la ya mencionada presa Laguna de Piedras de la provincia de Artemisa, en Cuba, que se muestra

en la Figura 11, se ha creado en un punto intermedio de una cortina que tiene  $540$  m de largo,  $6,0$  m de altura y una peculiar planta en herradura, y consiste en un badén que funciona como un vertedor de umbral ancho de  $18$



m de longitud, por el que se evacuan 27 m<sup>3</sup>/s bajo una carga de 1,00 m. La obra ha sido rematada al pie con un corto zampeado que entrega las aguas a un canal recubierto con vegetación (Velazco, 2008d), y por su concepción presenta características distintivas propias que permiten clasificarla como un *aliviadero de badén*.



### ALIVIADERO DE BADÉN DE LA PRESA LAGUNA DE PIEDRAS (CUBA)

**Cortina:**

**L=540 m, H=6 m**

**Aliviadero:**

**L=18 m, H<sub>0</sub>=1,00 m, Q=27 m<sup>3</sup>/s**

Figura 11.

## 3. SELECCIÓN DEL TIPO DE ALIVIADERO

**3.1** La selección del tipo de aliviadero responde en general a un gran número de factores, entre los que se encuentran los indicadores hidroeconómicos del embalse o tramo de aguas arriba de la presa; las condiciones topográficas y geológicas del cierre, incluyendo las propiedades geotécnicas de su cimiento; el tipo de presa; la carga de diseño; las condiciones en que se deberá llevar a cabo la evacuación de los gastos durante el período de construcción; y los requisitos que imponga la organización de la construcción. Es evidente que la multiplicidad de los factores que se acaban de enumerar, su carácter local y las interacciones que se establecen entre varios de ellos,

hace que en cada caso la elección del aliviadero más apropiado sea el resultado de un proceso creativo que en rigor es único e irrepetible. No obstante, la experiencia ha permitido establecer determinadas clasificaciones y pautas que son de apreciable ayuda a la hora de hacer dicha elección.

Así, los aliviaderos se clasifican en *superficiales* o *profundos*, en dependencia de la altura relativa a la que se ubiquen sus estructuras de entrada. Los primeros, como su nombre lo indica, presentan una entrada superficial, que cuando no se producen vertimientos se mantiene por encima de la superficie del agua en el embalse o tramo de aguas arriba, o queda muy cerca de ella, mientras que los aliviaderos profundos se diseñan para que sus entra-



das siempre queden cubiertas por el agua y contienen conductos o túneles que pueden funcionar a superficie libre, a presión o de forma combinada. Cuando la entrada de los aliviaderos profundos se localiza junto al lecho del embalse o del tramo de aguas arriba, se les denomina aliviaderos *de fondo*.

**3.2** Las propiedades de las secciones transversales de los aliviaderos permiten clasificarlos a su vez en *abiertos*, si dichas secciones no se cierran en su parte superior; *cerrados*, si en la mayor parte de la estructura las secciones son abovedadas, y *combinados*, si a lo largo presentan secciones de uno y otro tipo. Por su esencia, los aliviaderos abiertos son siempre superficiales, como las presas o las secciones vertedoras de cauce, que en su parte más baja se rematan con estanques amortiguadores, con estructuras que recuerdan las rampas que se emplean para realizar los saltos en esquí (como en el caso de la presa El Guri de la Figura 1) (Briguetti, 2004) o con soluciones de otros tipos, y si son de margen, se construyen generalmente como conducciones que funcionan a superficie libre y se proveen de escalones múltiples (una solución que en los últimos años se viene potenciando cada vez más) o con rápidas que terminan en estanques amortiguadores o en trampolines o rampas que proyectan el agua libremente a la atmósfera o por debajo del nivel de restitución, y que se ejecutan en voladizo o fundidos contra el terreno. Los aliviaderos cerrados, sin embargo, pueden ser superficiales o profundos.

En dependencia de sus peculiaridades constructivas y geométricas los aliviaderos abiertos pueden ser, como ya se estableció, de *dique natural*, de *canal natural* o de *badén*, que no se revisten de hormigón, los aliviaderos *fusibles*, que presentan sólo algunos elementos de este material, y los aliviaderos *revestidos*, que atendiendo a las características de sus tramos de entrada pueden ser *frontales*, *rectos* y *prismáticos* (Velazco, 1986b); *rectos con estrechamiento de paredes rectas convergentes*, con la formación de un salto hidráulico y un régimen de entrada subcrítico (Shevchenko, 1968a, 1968b; Kiseliy, 1972) o sin salto hidráulico y con un régimen de entrada supercrítico (Ippen, 1951; Alegret y Rosete, 1996; Rosete, 2005); *rectos con estrechamiento de paredes curvas convergentes de doble curvatura* (Emtsev, 1967; Sliski, 1979; Velazco, 1988a, 1988b); de *arco con estrechamiento de paredes curvas convergentes de curvatura simple*, con la formación de un salto hidráulico y de un régimen de entrada subcrítico (Velazco, 1980c) o sin salto hidráulico y con un régimen de entrada supercrítico (Velazco, 1987; Blanco, 1996); con vertedores formados por *segmentos rectos* (como en el aliviadero de la presa Ramírez, en Cuba); de *abanico* (Alegret y Porto, 1975; Porto, 1975; Vega, 1976; Sánchez, 1979; Velazco, 1983b; Alegret, 1984), de *semiabanico* (Velazco, 1980d, 1981a, 1981b, 1981c), de *semiabanico con vertedor en arco* (Velazco, 1981e, 1983c) y de *semiabanico y trinchera* (como en las

presas Jaibo y Gota Blanca); de *trinchera o canal lateral* (Velazco, 1977); de *laberinto* (con sistemas de trincheras poligonales en planta), y de otros variados tipos. Estas diferenciaciones se extienden también a los aliviaderos cerrados, entre los que se encuentran los aliviaderos de *tubería* o de *túnel*, tales como los aliviaderos de *pozo*, de *margarita* o de *torre*, los aliviaderos con entradas que se denominan indistintamente como de *batea*, de *bañera* o de *cucharón*, los de *vórtice*, los de *sifón* y otros

**3.3** Por último, los aliviaderos pueden ser *automáticos* o estar *regulados* mediante compuertas de distintos tipos, e *individuales* o formando parte de *sistemas* constituidos por aliviaderos de iguales o diferentes categorías, ubicados en una misma margen del embalse o en márgenes diferentes, a veces en puntos muy distantes entre sí.

Los casos de estudio y ejemplos empleados para la presente exposición se han seleccionado expresamente para ilustrar las clasificaciones establecidas anteriormente.

**3.4** Cuando un flujo desciende de un nivel a otro libera una potencia  $N$  que se expresa como:

$$N = \gamma Q T_0 \quad (1)$$

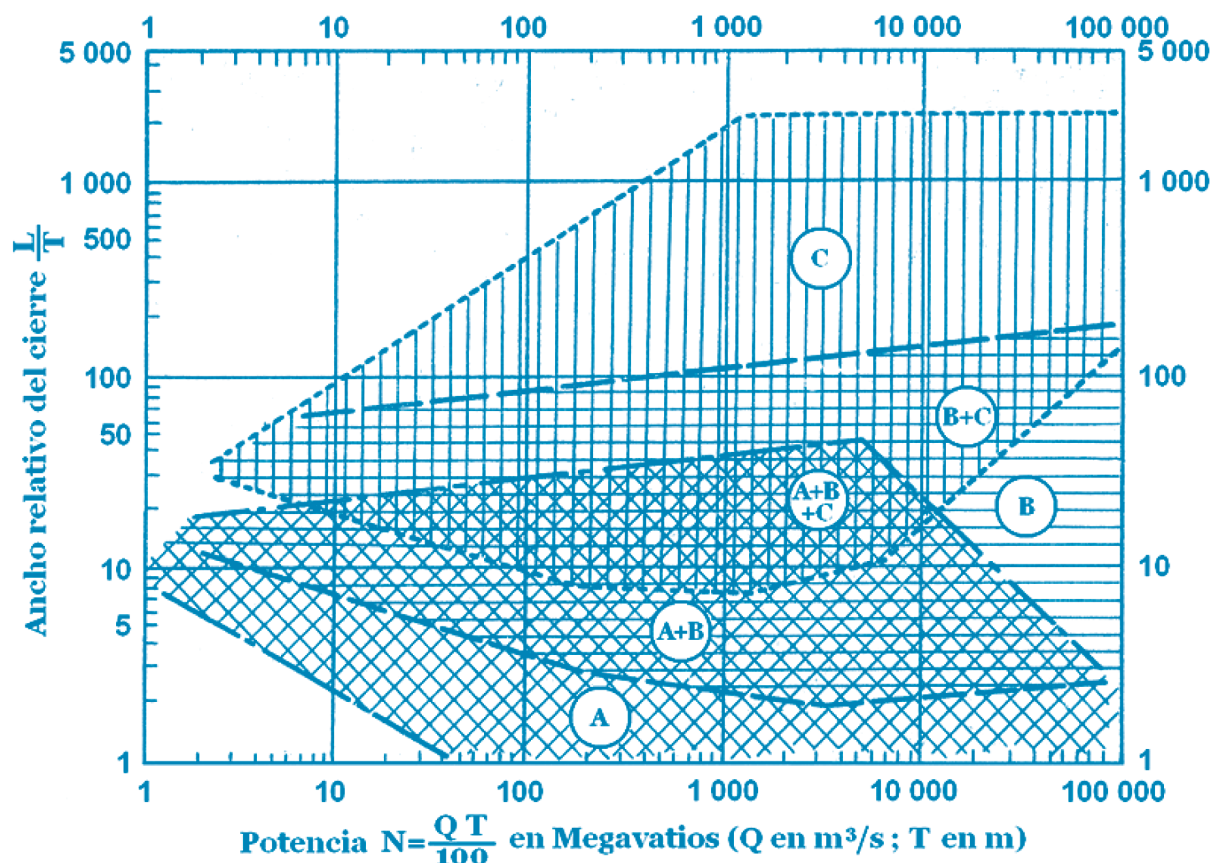
y que es por lo tanto directamente proporcional al peso volumétrico  $\gamma$  del líquido (en kg/m<sup>3</sup>), al gasto  $Q$  que circula (en m<sup>3</sup>/s) y a la diferencia  $T_0$  de energía entre las dos secciones (en m). Si como es habitual, las componentes de energía cinética en una y otra sección son del mismo orden, y si se desprecian las pérdidas de carga, el valor de  $T_0$  se puede reducir a la simple diferencia de nivel  $T$  entre ambas secciones (Kiseliy, 1972).

Aceptando esta conveniente simplificación, e introduciendo para el agua la conversión de unidades 1 kg.m/s=9,81 vatios, la fórmula anterior permite expresar la potencia en Megavatios como:

$$N = 0,00981 QT \approx \frac{QT}{100} \text{ Megavatios} \quad (2)$$

Mediante el análisis de varios centenares de diseños exitosos, Semenov logró confeccionar los útiles gráficos de las Figuras 12 y 13 (Rozanov, 1985; Rumiantsev y Matsey, 1988; Lappo *et al.*, 1988) y evidenciar que los tipos fundamentales de aliviaderos que se utilizan en las presas de materiales locales, así como en las presas de hormigón, presentan campos específicos en los que su aplicación resulta más ventajosa, y que ello depende del valor de  $N$  determinado como ya se explicó, donde  $T$  se debe interpretar como la diferencia entre el nivel de diseño en el embalse o tramo de aguas arriba, y el nivel del agua en el cauce natural del tramo de aguas abajo, así como del ancho relativo del cierre o cociente  $L/T$  entre su ancho y la altura  $T$ , que en muchos casos coincide aproximadamente con el cociente entre la longitud y la altura de la presa.

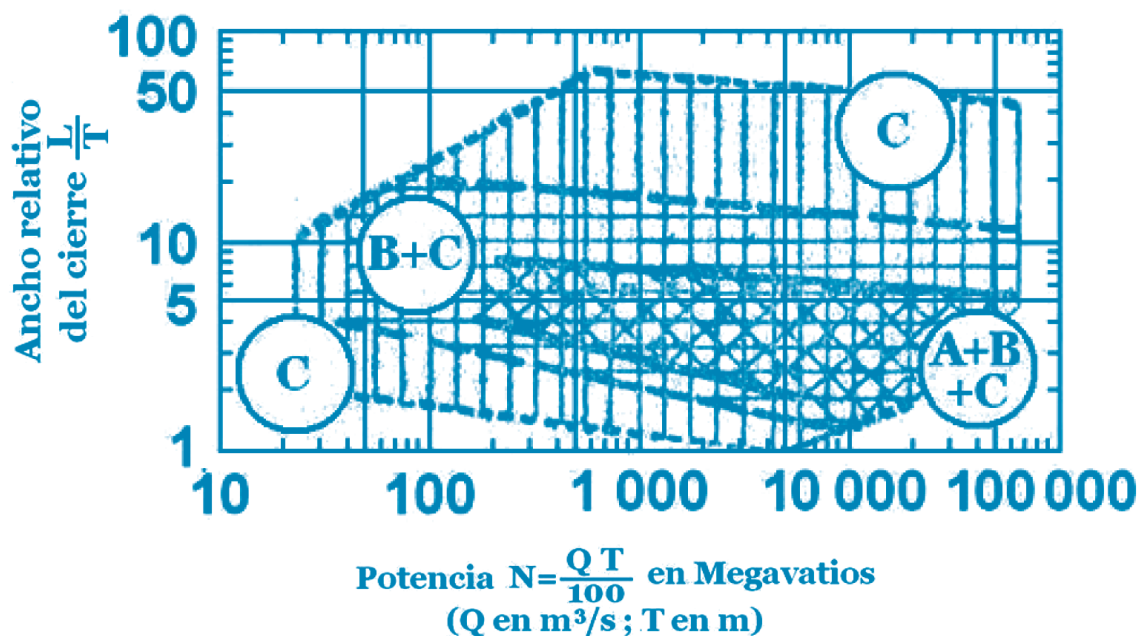




Campos de aplicación ventajosa de los aliviaderos de los tipos principales, que formen parte de las presas de materiales locales (según V. M. Siemenkov):

A. aliviaderos de túnel; B. aliviaderos de margen superficiales o profundos; C. presas vertedoras de cauce con vertimiento superficial y orificios profundos

Figura 12.



Campos de aplicación ventajosa de los aliviaderos que formen parte de las presas de hormigón:

A. aliviaderos de túnel; B. aliviaderos de margen superficiales o profundos; C. presas vertedoras de cauce con vertimiento superficial y orificios profundos

Figura 13.



El análisis de estos gráficos conduce a interesantes conclusiones. Así, por ejemplo, en el caso de las presas de materiales locales se hace ostensible que según la experiencia práctica:

- en la mayor parte de los casos se ha hecho aconsejable el empleo de aliviaderos superficiales;
- cuando los cierres han sido estrechos y la potencia del flujo de evacuación ha sido relativamente pequeña, se ha preferido construir aliviaderos de cauce superficiales, pero cuando el flujo ha sido capaz de liberar una gran potencia, ha resultado más ventajoso emplear aliviaderos de margen superficiales;
- los aliviaderos de túnel se han hecho ventajosos fundamentalmente en los cierres relativamente estrechos, y con frecuencia han formado también parte de sistemas en los que han intervenido otros tipos de aliviaderos, tanto de cauce como de margen.

(Continúa en la Parte 2).


## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su reconocimiento a todos los que han colaborado de una u otra forma con el acopio de la información que se brinda en la presente contribución, así como con el desarrollo de las investigaciones, estudios, proyectos y otros resultados que se exponen en ella.

## BIBLIOGRAFÍA DE LA PARTE 1

- **Alegret, E. (1984)** *Generalización de la experiencia de la investigación y la explotación de los aliviaderos superficiales y automáticos del tipo de abanico*, Tesis de Doctorado, Instituto de Aprovechamiento Hidráulico de Moscú MGMI, Moscú.
- **Alegret, E. y A. Porto (1975)** *Resultados de las investigaciones sobre los aliviaderos mexicanos*, Voluntad Hidráulica, Año XII, no.33, pp.6-12, La Habana.
- **Alegret, E. y L. Rosete (1996)** *Rugosidades artificiales en transiciones lineales*, Memorias del XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Guayaquil, Ecuador, oct.
- **Bethencourt, D. y S. Martínez (1952)** *Proyecto de presa y planta de bombeo en el río Cacuyugüín para el Acueducto de Holguín*, Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros, vol.LII, no.6, pp.70-99, La Habana.
- **Blanco, J. (1996)** *Entradas supercríticas de aliviaderos radiales, con influencia de la fricción*, Tesis de Maestría, Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”, La Habana.
- **Briguetti, G. (2004)** *Cráteros para o dimensionamento de extravasores com salto de esquí*, Memorias del XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, São Pedro, Brasil.
- **Embalses Cubanos (1988)** Colectivo de autores. Instituto de Hidroeconomía, La Habana, dic.
- **Emtsev, B. (1967)** *Flujos supercríticos bidimensionales*, Energía, Moscú.
- **Grandes Presas de Venezuela (1995)**, Ministerio del Ambiente y los Recursos Hidráulicos Renovables, Caracas, ago.
- **Ippen, A. (1951)** *Mechanics of supercritical flow*, High-velocity flow in open channels: A symposium, Transactions, American Society of Civil Engineers, vol. 116, pp.268-295.
- **Kiseliov, P. (1972)** *Manual de cálculos hidráulicos*, Leningrado.
- **Lappo, D. et al. (1988)** *Cálculos hidráulicos de las obras hidrotécnicas de aliviaderos*, Energoatomizdat, Moscú.
- **Marcano, A. (2011)** *El problema de cavitación en el aliviadero de la presa de Guri y su solución*, X Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica y VI Seminario Internacional sobre el Uso Integral del Agua, Holguín, sept. a oct.
- **Porto, A. (1975)** *Determinación del gasto transformado para aliviaderos mejicanos*, Voluntad Hidráulica, no.36, La Habana.
- **Rosete, L. (2005)** *Metodología para el diseño de transiciones supercríticas lineales convergentes utilizando rugosidades artificiales*, Tesis de Doctorado, ISPJAE, La Habana.
- **Rozanov, N. (1985)** *Construcciones hidráulicas*, Ed. Agropromizdat, Moscú.
- **Rumiantsev, I. y V. Matseya (1988)** *Construcciones hidráulicas*, Ed. Agropromizdat, Moscú.
- **Sánchez, J. (1979)** *Behavior of spillways in Mexican dams; contribution to the XIII International Congress on Large Dams, New Delhi 1979*, México, Universidad Nacional Autónoma.
- **Shevchenko, A. (1968a)** *Investigación del movimiento del agua en el tramo de entrada con estrechamiento de un aliviadero*, Tesis de Doctorado, Instituto de Viales de Kiev.
- **Shevchenko, A. (1968b)** *Salto hidráulico en un cauce con estrechamiento*, Hidráulica e hidrotecnia, no.6, Kiev.



- **Slisski, S. (1979)** *Cálculos hidráulicos de las obras hidrotécnicas de gran carga*, Energía, Moscú.
- **Vega, M. (1976)** *Evolution of fan spillways in Mexico*, 12do. Congreso del Comité Internacional de Grandes Presas, vol. IV, pp.799-806.
- **Velazco, E. (1977)** *Investigaciones de los aliviaderos de trinchera*, Tesis de Doctorado Instituto de Melioración Hidráulica de Moscú MGMI.
- **Velazco, E. (1980c)** *Diseño de aliviaderos de planta curva*, Foro Científico Técnico del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Habana.
- **Velazco, E. (1980d)** *Diseño hidráulico e investigación experimental del aliviadero Vicana*, Instituto de Hidroeconomía, La Habana.
- **Velazco, E. (1981a)** *Diseño hidráulico por analogía del aliviadero San Andrés*, Instituto de Hidroeconomía.
- **Velazco, E. (1981b)** *Diseño hidráulico e investigación experimental del aliviadero de semiabanico Chambas*, Instituto de Hidroeconomía, La Habana.
- **Velazco, E. (1981c)** *Peculiaridades del diseño del aliviadero Chambas*, Revista Ingeniería Hidráulica, La Habana.
- **Velazco, E. (1981e)** *Diseño hidráulico e investigación experimental del aliviadero de semiabanico modificado Las Canoas, en la República de Nicaragua*, Instituto de Hidroeconomía, La Habana.
- **Velazco, E. (1983b)** *Los aliviaderos del Conjunto Hidráulico Melones, en la República de Cuba. Su diseño hidráulico*, Serie "Reportes de Investigación", no. 2, Instituto de Hidroeconomía, La Habana.
- **Velazco, E. (1983c)** *Diseño hidráulico del aliviadero de abanico Chambas II*, Instituto de Hidroeconomía, La Habana.
- **Velazco, E. (1986a)** *Diseño hidráulico de los aliviaderos principal y auxiliar del Conjunto Hidráulico Gauto El Paso*, Dirección de Proyectos, Instituto de Hidroeconomía, La Habana.
- **Velazco, E. (1986b)** *Diseño hidráulico e investigación experimental del aliviadero San Pedro, con vertedor de cresta circular y salto transicional*, Instituto de Hidroeconomía, La Habana.
- **Velazco, E. (1987)** *Diseño hidráulico analítico de aliviaderos radiales supercríticos*, Revista Voluntad Hidráulica, no.74, La Habana.
- **Velazco, E. (1988a)** *El diseño analítico de los ensanchamientos y estrechamientos graduales con régimen supercrítico*, Revista Voluntad Hidráulica, La Habana.
- **Velazco, E. (1988b)** *Ensanchamientos y estrechamientos graduales en régimen supercrítico: un enfoque analítico*, XIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, La Habana.
- **Velazco, E. (1996)** *El SADHI: un sistema que sabe a donde va*, Rev. Voluntad Hidráulica, año XXXIII, no.86, La Habana, pp.17-22.
- **Velazco, E. (2005)** *Diseño hidráulico del recrecimiento del aliviadero de la presa Gacuyugüín*, Informe Técnico, Centro de Hidrología y Calidad de las Aguas, La Habana.
- **Velazco, E. (2008b)** *Actualización aliviadero presa Canasí*, Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana, La Habana, jun.
- **Velazco, E. (2008d)** *Actualización aliviadero presa Laguna de Piedras*, Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana, La Habana, sept.
- **Velazco, E. (2008e)** *Informe-Resumen de las Actualizaciones de los Aliviaderos de las provincias Ciudad de la Habana y Habana*, Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana, La Habana, dic.
- **Velazco, E. (2009)** *Calibración obra de toma presa Laguna de Piedras*, Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana, La Habana, ene.
- **Velazco, E. (2013a)** *Norma Cubana Presas, Diques de Protección, Canales y Obras Asociadas Categorías para Nuevos Proyectos o para el Rediseño de Estructuras Existentes en un Escenario Climático Cambiante*, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
- **Velazco, E. (2013b)** *La Primera Norma Cubana para la Categorización del Diseño o la Remodelación de las Obras Hidráulicas, en un Escenario Hidrometeorológico Cambiante*, Ponencia al Forum de Ciencia y Técnica, La Habana.
- **Velazco, E. (2015)** *Acciones para la Protección de Nuestras Presas contra el Cambio Climático: Retos, Soluciones, Generalizaciones y Perspectivas*, Ponencia al Forum de Ciencia y Técnica, La Habana.
- **Velazco, E. (2016-2017)** *Un acercamiento a los aliviaderos en Cuba (Partes 1, 2 y 3)*, Revista Voluntad Hidráulica, Nos.116, 117 y 118, La Habana. 



# ACUEDUCTOS SUBMARINOS EN EL DESARROLLO PERSPECTIVO DE POLOS TURÍSTICOS COSTEROS. CONDUCTORA DE ABASTO AL POLO TURÍSTICO RAMÓN DE ANTILLA<sup>1</sup>

 voluntad  
HIDRAULICA

CIENTÍFICO TÉCNICO

## RESUMEN

En el trabajo se describe la solución adoptada y las particularidades del diseño de estos tramos submarinos. Además se investigan las condiciones naturales del emplazamiento y se realiza un análisis estructural de la conductora. Se propone un proceso tecnológico de ejecución de estos tramos.

## DESARROLLO

La península El Ramón de Antilla fue objeto de detallados estudios, creando expectativas sobre las potencialidades en cuanto al desarrollo turístico como soporte económico, tanto para la provincia de Holguín como para nuestro país. El presente trabajo se centra en la proyección de la conductora de abasto al polo turístico Ramón de Antilla en su segunda etapa (tramos marinos) teniendo en consideración el plan de ordenamiento territorial realizado para este Polo, así como los criterios propios de diseño de este tipo de obra desde el punto de vista constructivo, económico y medioambiental. Después de un análisis de posibles fuentes de abasto encaminado a dar solución a este Polo, se concluye que el abasto será a partir del estudio de las fuentes ubicadas en la terraza del río Levisa (pozos). Quedó definido diseñar desde el punto de vista hidráulico como primera etapa, una conductora cuyo gasto satisfaga las demandas de los hoteles de sol y playa (con **8680** habitaciones), pero que permita conducir alrededor de 340 L/s manteniendo los tramos de cruce submarino por las bahías de Levisa y Nipe y dentro de la península de El Ramón para la segunda etapa, que comprenden las habitaciones asociadas al Golf e inmobiliarias (**10 470**) y la Marina con **550** habitaciones; resultando en **19 700** habitaciones para El Ramón de Antilla y **2 400** en Cayo Saetía. El trabajo aborda todo lo relacionado con la segunda etapa de diseño, es decir, la parte de dimensionamiento de los tramos marinos de esta conductora de abasto al polo propiamente dicho.

Las conductoras submarinas son conducciones subacuáticas, en general de gran diámetro y longitud, que funcionan a presión y se utilizan para la conducción final de aguas residuales previamente tratadas, para la conducción de aguas saladas (salmueras) y también como medio de captación (toma) de agua de mar. Desde la introducción y usos de tuberías de PEAD en nuestro país se han realizado varios estudios y proyectos con fines de abasto y tratamiento de residuales urbanos e industriales. La experiencia cubana en el proceso de diseño e instalación de conductoras submarinas viene desarrollándose desde hace varios años; ya se cuenta con un personal altamente preparado de acuerdo a las tendencias constructivas y metodologías más

<sup>1</sup> Autor: Ing. Ramón Alonso Ramírez / [ramon.alonso@hlg.hidro.cu](mailto:ramon.alonso@hlg.hidro.cu). EIPHH.  
Tel (24) 465914 Fax 462676. CP 80100.



actuales de diseño, construcción y explotación de este tipo de obras. Para la elaboración de este proyecto se ha consultado la literatura especializada, proyectos realizados en nuestro país y en América Latina y el Caribe. Es válido decir que para la realización de este proyecto se partió de un análisis de varias variantes de abasto, todas discutidas en Consejo Técnico Asesor del GEIPI, como parte del proceso de diseño, donde se aprobó como variante más atractiva ésta que se desarrolla.

Las investigaciones marinas que sirvieron de base para la realización de este proyecto se relacionan a continuación:

1. Estudios batimétricos (sondeos hidrográficos, métodos de posicionamiento y determinación de las profundidades).
2. Caracterización de la dinámica marina en la zona donde se ubican ambas terrazas marinas. (Oleaje, análisis habitual y extremal de los vientos)
3. Estudios de corrientes marinas. Distribución frecuencial y su interacción con la obra.
4. Estudios geológicos y geofísicos para determinar los espesores de los estratos del lecho marino y su capacidad portante para asimilar la obra.

Estos tramos tienen una especial importancia, condicionada por la particularidad de su diseño y su posterior ejecución. Las cuestiones específicas en las que se basan estos cruces submarinos son de carácter hidráulico y estructural, además de definir los caudales, presiones de trabajo y pérdidas de carga. La tubería debe ser capaz de dar respuesta en cuanto a:

- Resistencia en la zona de rompientes.
- Debe resistir a la inestabilidad de los fondos marinos.
- Capacidad de utilización de uniones mecánicas para conectar los distintos tramos y mantener la continuidad estructural de la conductora en la dirección longitudinal.
- Capacidad de adaptar lastres o pesos muertos, acordes con la profundidad y características del lecho marino.
- En relación a lo antes expuesto, cabe señalar que para este proyecto se ha consultado la literatura especializada en las cuales se marcan las tendencias más actuales de diseño para este tipo de obra, donde la tubería de PEAD es ampliamente utilizada con excelentes resultados debido principalmente a:
- Gran flexibilidad y bajo peso de las tuberías de PEAD.
- Posibilidad de conectar tramos largos a partir de uniones mecánicas.
- Facilidad de acopio y transporte de los tramos de tubería.

- Notable capacidad de adaptación de la tubería a los posibles cambios del lecho marino, haciendo posible su instalación bajo ciertas condiciones en que los materiales convencionales no podrían diseñarse desde el punto de vista técnico y económico.

Los cruces submarinos de la conductora, tendrán sus propias características, por ejemplo, la bahía de Levisa tiene poca profundidad, en la mayoría de los casos y de acuerdo con la batimetría realizada las profundidades no exceden los 12 m. En tal situación se planteará posterior al zanjeado, el enterramiento de la tubería con sus lastres instalados, lo que permitirá la protección de todo el tramo bajo acciones del oleaje y las mareas.

Para el cruce por la bahía de Nipe teniendo en cuenta que las profundidades llegan incluso a superar los 50 m se preverá la protección de dicho tramo teniendo en consideración la zona de rompientes del oleaje y las fuerzas hidrodinámicas, compuestas por la fuerza de sustentación que ejerce presión sobre la tubería y la fuerza de arrastre, condicionada por el efecto de las corrientes marinas como resultado de la fluctuación de las mareas.

#### Tramo marino bahía de Levisa

Ø 630 x 536.6 mm PN-12.5 PEAD PE 100	L = 800.00 m
Ø 630 x 555.2 mm PN-10 PEAD PE 100	L = 1587.61 m
TOTAL	L = 2387.61 m
SDR (Relación estándar de dimensiones)	PN 12.5 = 13.6
SDR (Relación estándar de dimensiones)	PN 10 = 17

#### Tramo marino bahía de Nipe

630 x 536.6 mm PN-12.5 PEAD PE 100	L = 1105.00 m
Ø 630 x 555.2 mm PN-10 PEAD PE 100	L = 196.34 m
TOTAL	L = 1301.34 m
SDR (Relación estándar de dimensiones)	PN 12.5 = 13.6
SDR (Relación estándar de dimensiones)	PN 10 = 17

#### Diseño Hidráulico

Dentro de las características técnicas de las tuberías de PEAD para la realización de los cálculos hidráulicos necesarios para el proyecto en cuestión debe partirse de las propiedades mecánicas esenciales de este tipo de conducto como son:

$E_o$  = módulo de elasticidad en tiempo de carga cero y baja carga (MPa)

$E_c$  = módulo de fluencia, tiempo  $> 0$ , esfuerzo  $\sigma > 0$  y constante (MPa)

$E_r$  = módulo de relajación, tiempo  $> 0$ , deformación  $\varepsilon > 0$  y constante (MPa)

$\sigma_o$  = resistencia a los reventones en tiempo cero (MPa)

$\sigma_c$  = resistencia a la fluencia en tiempo  $> 0$  (MPa) (también denominado resistencia a los reventones)

$\nu$  = Índice de Poisson

$\varepsilon_l$  = tracción en dirección axial

$\epsilon r$  = deformación circunferencial  
 $\alpha$  = expansión térmica ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

Se deben evaluar además los coeficientes de seguridad (C) que de acuerdo con la literatura varían de país en país en el orden de los 1.25 a 1.6. En el proyecto se determinaron una serie de parámetros desde el punto de vista de dimensionamiento hidráulico de ambos tramos marinos de la conductora, los principales se relacionan a continuación:

### Modelación hidráulica del sistema

Para la modelación hidráulica del Sistema se utilizó el software EPANET avalado internacionalmente, ampliamente difundido y utilizado en nuestro país. Es un programa orientado al análisis del comportamiento de sistemas de distribución de agua potable y el seguimiento de la calidad del agua en los mismos.

### Golpe de ariete

Se determinó para el caso más crítico, en toda la longitud de la conductora los tramos de más baja presión nominal, por eso se escogió PN 8 para tubería de 630 mm Di 570 mm espesor de pared 3 cm. La metodología utilizada es la que plantea la **NC 969 2013: Tuberías presurizadas de polietileno – especificaciones para el cálculo, diseño, transporte, manipulación, almacenamiento y colocación**.

### Cálculo de la velocidad de onda a través del agua contenida en la tubería

El módulo  $a = 133.8$  m/s depende del módulo de elasticidad del PEAD y del espesor de la pared de la tubería.

### Tiempo de circulación de la onda

$T = 24.57$  s. A partir de este tiempo se determina junto con la velocidad de la onda, la longitud, y en función de la longitud que dé, se define por cual de las ecuaciones se determinará la presión crítica. En nuestro caso la longitud de impulsión es larga y el golpe es directo contra la válvula de cheque. La presión crítica ( $P_c$ ) se calcula por Allievi.

La presión crítica arrojó un valor de 18.14 m, y la presión máxima de sobrepresión es igual a la presión crítica más el punto crítico del Sistema que generalmente coincide en la salida del bombeo, pero en nuestro caso hay que analizar la presión que ejerce una profundidad de 54 m, que también debe considerarse como punto crítico del Sistema. Existen dos puntos críticos, uno a la salida del bombeo 115 m de carga y el otro en el canal de entrada en la bahía de Nipe a 129 m, o sea que la presión máxima de sobrepresión es de 147.14 m en la bahía de Nipe y a la salida del bombeo 133.14 m. En estos tramos se utilizaron tuberías de PEAD PN- 12.5. De acuerdo con la prueba hidráulica estos tramos deben probarse a 1.5 veces la

presión nominal o de trabajo, es decir  $12.5 \times 1.5 = 18.8$  mca. En resumen, el tubo debe resistir estos esfuerzos de sobrepresión, no obstante, puede evaluarse la instalación de un dispositivo antiarriete para la conductora y de protección en las estaciones de bombeo (pozos).

### Cálculo de la presión máxima de vacío

Está relacionado con el momento de inercia, módulo de elasticidad del material SDR de la tubería.  $P_{\text{máx}} = 0.63$  m.

### Lastres de Hormigón

Uno de los principales fallos en tuberías submarinas de PEAD es el anclado incorrecto de lastres o pesos muertos. En el presente proyecto los arrastres son atenuados, ya que de acuerdo con la literatura especializada se recomienda enterrar el conjunto a profundidades inferiores a los 10 m para protegerla contra los efectos del oleaje, corrientes marinas y de fondo. De ahí que el tramo en la bahía de Levisa sea enterrado en su totalidad ya que la profundidad de esta Bahía no supera los 12 m. Por otro lado, la bahía de Nipe se protegerá considerando el mismo criterio de profundidad. La selección adecuada del peso, dimensiones y distribución de los lastres cobra una importancia vital para la estabilidad del conjunto y la viabilidad de la ejecución de la botadura, posicionamiento y hundimiento de la tubería. Teniendo en cuenta las características flexibles del PEAD los conductos toleran mejor que los de cualquier otro material, los movimientos verticales y horizontales impuestos por las acciones de olas y corrientes o por asentamientos.

Para el dimensionamiento del lastre se emplearon dos criterios fundamentales: Flotabilidad y Hundimiento. La literatura recoge un porcentaje de cargamento de la tubería que oscila entre un 30 y 60%. Es conveniente poner el peso máximo de lastres sin sacrificar la flotabilidad de la tubería. Las expresiones básicas se definen en la siguiente imagen:

$$K = \frac{S(W_p + W_s) + W_A}{S.V.W_m + W_A.W_m / W_c}$$

$$W_A = \frac{S(K.V.W_m - W_p - W_s)}{1 - K.W_m / W_c}$$

Donde:

$W_A$ : Peso total de cada lastre emergido (Kg)

$W_s$ : Peso unitario del contenido de la tubería (Kg/m)

$W_p$ : Peso unitario de la tubería (Kg/m)

$W_m$ : Densidad del agua de mar ( $\text{Kg/m}^3$ )

$S$ : Distancia entre lastres (m)

$V$ : Unidad de volumen externo de la tubería por unidad de longitud ( $\text{m}^3/\text{m}$ )

$W_c$ : Densidad del hormigón ( $\text{Kg/m}^3$ )

$K$ : Factor de hundimiento.

Imagen No 1 ecuaciones para el cálculo de los lastres.



Se diseñó un lastre rectangular compuesto por dos piezas o elementos con dimensiones de 1130 x 500 mm, de hormigón armado de una  $R'_{bk}$  de 30 MPa. El recubrimiento del acero de refuerzo es de 75 mm considerando la agresividad del medio alta. Para la unión de ambas piezas se previeron espárragos parcialmente roscados de acero inoxidable con una longitud de 1020 mm, con dos arandelas planas por cada extremo y atornilladas por dos tuercas hexagonales, una por cada extremo. Éstos se colocarán en un orificio pasante de  $\varnothing$  25 mm ubicado en el borde del elemento. Para atenuar los efectos de las presiones internas y las tensiones térmicas (efecto de la temperatura) de la tubería se previó una junta de goma que se ubicará entre el lastre y el tubo de PEAD. (Ver detalles en el plano estructural) Las dos piezas que conforman una unidad de lastre se fijarán a través de espárragos de acero inoxidable. La prefabricación del lastre está prevista que se realice en planta centralizada. Las piezas del lastre a construir (2 unidades) presentan las siguientes dimensiones:

Largo: 1130 mm

Alto: 500 mm

Ancho: 420 mm.

El hormigón a utilizar es armado, con una  $R'_{bk}$  = 30 MPa, y un peso de 420 kg por unidad. El encofrado puede ser de madera o metálico según las condiciones que el constructor disponga en el taller. A tal efecto, en cualquiera de las dos variantes se debe lograr una superficie pulida del elemento, para su posterior aplicación de pintura epóxica sobre los perímetros de contacto con el agua. Se empleará acero estructural  $\varnothing$  12,7 mm en la armadura del elemento. Se recomienda proteger el acero con un tratamiento anticorrosivo previo a su colocación, así como el hormigonado del lastre, para evitar o retardar la corrosión al estar el elemento de forma continua en contacto con la salinidad. La pieza de hormigón está diseñada con un radio de 315 mm que le permitirá en la unión con la pieza inferior abrazar el tubo  $\varnothing$  630 mm de PEAD. Durante el hormigonado del elemento se dejarán 2 ranuras de 25 mm de profundidad en la zona de contacto con la tubería de PEAD, para la posterior colocación de una junta de goma entre ambos elementos (tubo y lastre).

### **Estabilidad del conjunto lastre-tubo**

Las fuerzas hidrodinámicas que genera el oleaje sobre los conductos submarinos pueden producir desplazamientos, tanto horizontales como verticales, que en algunos casos provocan daños y/o fallas en las tuberías submarinas. Por lo anterior, fue necesario profundizar en el estudio de las variables, tanto hidrodinámicas como geotécnicas, que interactuaban en este evento, para así optimizar algunos de los criterios aplicados en el diseño de líneas submarinas. Para garantizar la estabilidad de las tuberías, se llevó a cabo el cálculo del lastre de concreto, que determina el peso sumergido necesario para conseguir su estabilidad. La estabilidad de la tubería en el fondo marino, está defini-

da como el equilibrio entre las cargas hidrodinámicas y las fuerzas de resistencia del suelo actuando sobre la tubería. Las cargas hidrodinámicas son originadas por la interacción entre las corrientes de agua que genera el oleaje y la tubería. La inestabilidad es causada por los efectos del oleaje y la corriente. El procedimiento general de diseño adoptado correlaciona las fuerzas hidrodinámicas con las fuerzas de penetración en el lecho marino, para resistir las fuerzas de sustentación entre el suelo y el peso sumergido de la tubería. De acuerdo con las investigaciones marinas realizadas se tomaron las velocidades significativas de los vientos de acuerdo a los eventos meteorológicos extremos con una persistencia de tres horas. A partir de esta información los investigadores realizaron una modelación de la propagación del oleaje y se determinaron para ambas bahías las alturas del oleaje transformado. Para la revisión de la estabilidad del Sistema se utilizó un huracán categoría 5 que tiene un período de retorno de 100 años y se analizó el comportamiento del oleaje transformado y las fuerzas hidrodinámicas que genera este oleaje, determinándose enterrar la tubería en una trinchera, lo que permitirá que la magnitud de las acciones del oleaje sean poco significativas. En bahía de Levisa se enterrará el tramo completo, considerando las características del oleaje y la zona de rotura de éste. En Bahía de Nipe se enterrará la tubería hasta salir de la zona de rotura del oleaje, es decir hasta los 10-12 m de profundidad. Fuera de la influencia del oleaje quedaria analizar las solicitaciones provocadas por las corrientes marinas que en la bahía de Nipe son las más significativas llegando hasta 106.6 cm/s en dirección **Este** con una velocidad máxima de 106.6 cm/s y un 45 % de ocurrencia hacia este rumbo, o sea que la fuerza que ejercerá influencia en el tramo marino apoyado en el lecho a partir de una profundidad de 10-12 m será la fuerza de arrastre determinada por la siguiente expresión:

$$\text{Fuerza de arrastre: } F_a = C_a \cdot \rho_a \cdot U_a^2 \cdot D/2$$

$$\text{Fuerza de elevación: } F_e = C_e \cdot \rho_a \cdot U^2 \cdot D/2$$

Donde:

$C_a$ : Coeficiente de arrastre (0.9-1.1)

$C_e$ : Coeficiente de elevación (1.25)

$\rho_a$ : Densidad del agua de mar (1025 kg/m<sup>3</sup>)

$U_a^2$ : Componente normal de la velocidad y aceleración. (En este caso se adopta la velocidad máxima de la corriente).

**D**: Diámetro exterior del conducto.

Debe tenerse en cuenta además, la fuerza de reacción del suelo. Se usa la fricción de Coulomb. El coeficiente de fricción se obtiene con pruebas de deslizamiento. Se recomienda de 0.3 a 1.0, para incluir las incertidumbres utilizándose un factor de seguridad de 1.1. De manera concluyente los cálculos relacionados con las fuerzas de arrastre y elevación considerando las solicita-

ciones de corrientes marinas no son significativas y se puede afirmar que el conjunto es estable.

## **Modelación de los asentamientos**

Para el análisis del Sistema se partieron de las siguientes premisas:

- La distancia entre lastres no debe ser muy grande (se escogió por literatura 5 m) ya que entre ellos la tubería se comportará como una viga sometida a las solicitudes derivadas del peso de los mismos durante el flotamiento, el remolque de las tuberías, las fuerzas hidrodinámicas de corrientes y el hundimiento de los lastres en un lecho suave.
- Para estimar la presión ejercida se puede modelar la tubería entre dos lastres como una viga simplemente apoyada, cargada uniformemente con una unidad de carga que tenga en cuenta el peso de la tubería y el peso del volumen que ocupa en el tramo analizado.
- El modelo constó de un tramo de tubería apoyada en el lecho marino con lastres a una distancia de 5 m.
- Se determinó el peso del lastre y el área de apoyo del mismo y se asignaron las cargas a las cuales iba a estar sometido, es decir peso propio, peso de la tubería y el peso del volumen de agua en el tramo analizado.
- De acuerdo con los resultados del informe de laboratorio referidos a los ensayos geotécnicos se utilizaron los valores promedios recomendados. El material es una arena limosa con características de muy baja cohesión,  $17.1 \text{ kN/m}^3$  de densidad y 28 KPa de módulo de deformación para tratar de acercar el modelo a las condiciones reales.
- Los asentamientos determinados están en el orden de los 20 cm, hecho que permite, conociendo las características de la tubería de PEAD en relación a su buen comportamiento a las deformaciones, una solución viable para este sistema de anclaje.

## **FASES DE FONDEO DE LOS TRAMOS MARINOS**

Durante el transporte y fondeo de la conducción a instalar, ésta sufre una serie de tensiones y esfuerzos que pueden llegar a colapsarla. Para estudiar y evaluar dichos esfuerzos en cada una de las fases por las que pasa el tubo es necesario ejecutar un proyecto de fondeo que indique las precauciones a tomar para garantizar una instalación segura de la conducción sobre el fondo marino. Cada estudio se realizará teniendo en cuenta el diámetro de la tubería, SDR, longitud del tramo a instalar, profundidad máxima de la instalación y porcentaje de lastrado. Hay que tener en cuenta que el proyecto de fondeo debe realizarse en base a lo que realmente se va a ejecutar en obra, que puede o no coincidir con el proyecto de construcción inicial, es decir, deberá con-

templar la realidad de la obra como es el porcentaje real de lastrado colocado, la longitud final de cada uno de los tramos a instalar, los medios de los que se dispone para la instalación, el tipo de flotadores que se van a utilizar (en el caso de que se utilicen), etc. En el proyecto de fondeo se definirá cada una de las etapas que experimenta la tubería durante el fondeo describiendo los medios a utilizar y las precauciones a tomar. Entre estas precauciones se encuentran:

- La utilización de flotadores que minimicen los esfuerzos a los que se verá sometida la conducción, describiendo la disposición de los mismos, tipología y sistema de funcionamiento, es decir, si trabajan a volumen constante (flotadores rígidos) o bien si van reduciendo la flotabilidad a medida que avanza el fondeo (flotadores inflables).
- El posicionamiento del lastrado de fondeo que permita la entrada de agua en el extremo que se vaya a hundir en primer lugar y la salida de aire por el extremo opuesto. Con ello evitaremos que, por un insuficiente hundimiento de este extremo la acción del oleaje produzca que, el agua llegue a zonas de la tubería no deseables produciendo que el tramo a hundir cabecee por ambos extremos formando una bolsa de aire en la parte central.
- Los medios materiales recomendados a utilizar como pueden ser compresor para inyección de aire en un momento determinado, bomba de agua que permita acelerar el proceso de fondeo, etc.
- El estado de apertura de las válvulas de admisión de agua y salida de aire que equilibran las presiones internas y externas.

Aún elaborado el proyecto de fondeo, se comprobará una vez se esté fondeado el primer tramo para, en caso necesario, optimizarlo al resto de la obra.

## **Diseño de las tapas de fondeo**

Éstas servirán para evitar la entrada de agua en el interior de la conducción durante el remolque, así como para controlar en todo momento las diferentes fases por las que pasa el tubo durante el hundimiento. Para ello deberán tener el espesor adecuado como para soportar los empujes de agua a las que van a estar sometidas y disponer de válvulas de admisión de agua y salida de aire. Importante tener en cuenta la disposición y tamaño de dichas válvulas, así como el número a instalar en cada tapa. Por tal motivo y considerando el equipamiento del constructor, se previeron válvulas de bola (de 20 mm y 50 mm respectivamente) que irán conectadas por medios de niples y éstos soldados a la brida ciega en cada extremo del tramo a fondear. Esto permitirá la entrada de agua y salida de aire garantizando el equilibrio de las presiones internas dentro del conducto.

De acuerdo con la literatura especializada en trabajos de fondeo de este tipo de tuberías, se aconseja disponer de dos válvulas enfrentadas en cada tapa. Las



ventajas que ofrece la instalación de dos válvulas son las siguientes:

- La disposición de una válvula de admisión de agua en la mitad inferior de la conducción y siempre por debajo del nivel del mar, permitirá realizar la entrada de agua al inicio del fondeo sin necesidad de traccionar o empujar la tubería.


- Si el fondo marino estuviera compuesto por arenas, (como es el caso), pudiera producirse la obstrucción de la válvula inferior de admisión de agua por succión del material, en este caso, disponer de una válvula superior evitaría tener que paralizar el proceso de fondeo.

- La instalación de válvulas enfrentadas servirá para solucionar posibles problemas de almacenamiento de aire en el tramo a hundir en zonas no deseables ya que esta disposición permite equilibrar mejor las presiones.

- Aumento de la velocidad de hundimiento en el momento en el que se encuentren las dos válvulas de admisión de agua abiertas.

Otro factor importante durante la ejecución de los trabajos es la seguridad del buceador que se encuentre manipulando la válvula de entrada de agua. Puede ocurrir que, durante la manipulación, se produzca la succión de alguna parte del cuerpo o del equipo, para evitar esto, bastaría con instalar un elemento que funcione como prolongador y que aleje la zona de succión de agua de la válvula a manipular.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Nacional del Agua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Guía para el diseño de emisores submarinos. México. Diciembre de 2007. ISBN: 978-968-817-880-5.
2. Guide for Building and Classing Subsea Pipeline Systems. American Bureau of Shipping (ABS). State of New York. USA. March 2008.
3. Krisnald, I. Calculation of Concrete Ballast Requirement for Sub-Sea HDPE Pipeline. Journal Infrastructure and Built Environment. Vol. IV No. 2, December 2008.
4. García, L; Cots, R; Fuster, J. Metodología de Fondeo y Conexión de Tuberías PEAD de Pared Maciza. Mediterráneo Servicios Marinos S.L, International Symposium on Outfall Systems, Mar del Plata, Argentina, 2011.
5. Mendonça, A; Vegas, R. Tubos de Polietileno (pe) de Gran Diámetro para Emisarios Submarinos. Informe Técnico No 14. Plomylem.
6. Norge, P. Manual Técnico para instalaciones submarinas con tuberías de polietileno. AS, Noruega, 2010.
7. Salas, H. Emisarios Submarinos. Enfoque General, Conceptos Básicos de Diseño y Requerimiento de datos para América Latina y el Caribe. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Noviembre 2000. 



## USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA

# ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE PÉRDIDAS DE AGUA<sup>1</sup>

voluntad  
HIDRAULICA

CIENTÍFICO TÉCNICO

## RESUMEN

El problema del agua no es aún suficientemente valorado, sobre todo si se tiene un fácil acceso a la misma. Sin embargo, cuando se entra en conflicto por el agua o por el acceso a la misma, los seres humanos comprenden y reconocen cuánto dependen de este importante recurso natural, fundamentalmente para llevar a cabo todas las actividades de la sociedad moderna.

En la presente contribución se reporta la búsqueda de soluciones al abasto de agua al municipio de La Habana Vieja, en la capital de todos los cubanos, fundamentalmente a la conocida como Habana intramuros, un problema que por más de 100 años no ha alcanzado una solución definitiva. A este efecto, con la aplicación de la herramienta de la Sectorización, se obtienen favorables resultados de facturación en los clientes medrados en todo el sector, lo que permite valorar el efecto de su implementación a corto, mediano y largo plazos, como parte de un conjunto de estrategias orientado a resolver definitivamente el abasto de agua a dicho municipio.

**Palabras claves:** pérdidas de agua, pérdidas reales, balance de agua, sectorización.

## 1. INTRODUCCIÓN

El problema del agua no se valora suficientemente cuando se posee un fácil acceso a la misma. Pero si surgen conflictos por el agua, o por el acceso a la misma, entonces se comprende y reconoce la dependencia que los seres humanos tienen de este importante recurso natural, fundamentalmente para ejecutar todas las actividades de la sociedad.

Ya hoy es una realidad la existencia de grandes grupos poblacionales con dificultades para el acceso al agua. Éstas aparecen asociadas a problemas geográficos, y también al crecimiento de la población, a la incidencia de este crecimiento alrededor de las grandes ciudades y al propio desarrollo económico, lo que implica un mayor consumo de agua vinculado a la actividad humana. A esto se debe añadir que en el planeta "Azul" sólo el 0,4 % del agua es potable y apta para el consumo humano. Lo anterior permite concluir que definitivamente el recurso es limitado, tal como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1. Disponibilidad de agua dulce - Recursos hídricos internos renovables**

Continente / Región	Recursos de agua dulce internos renovables		
	Volumen Anual (Km³)	En % de los recursos de agua dulce del mundo	Por habitante en 2003 (m³)
Mundo	43 002	100	6 383
África	3 931	9,1	4 007
Asia	12 413	28,9	3 042
América del Sur	12 380	28,8	32 165
Centroamérica y el Caribe	781	1,8	9 654
América del Norte	6 077	14,1	13 401
Oceanía	892	2,1	33 469
Europa	6 548	15,2	8 941

Fuente: FAO, 2010. AQUASTAT Base de datos. [Http://www.fao.org/ag/aquastat](http://www.fao.org/ag/aquastat)

<sup>1</sup> MSc. Ing. Mario Ramos Joseph. Empresa Aguas de La Habana. Fomento y Recreo, Cerro. Tel. 76434950, ext. 316, 502. Email [mramos@ahabana.co.cu](mailto:mramos@ahabana.co.cu)



A partir de estas consideraciones, se puede afirmar que la gestión eficiente de los sistemas de abasto es una piedra angular para la garantía del suministro, y para lograr la sustentabilidad en el manejo de este último. Dentro de esta gama de acciones, la gestión integral de las pérdidas de agua ocupa un lugar predominante como solución a un uso racional y eficiente de los sistemas de abasto, que cumpla, además, con los estándares medioambientales.

La empresa Aguas de La Habana no se encuentra exenta de presentar valores apreciables de pérdidas de agua, por lo que anualmente invierte recursos de todo tipo en el manejo de las mismas. En un trabajo anterior (Ramos, 2011), el autor ha propuesto una Metodología para gestionar las pérdidas de agua, que consta de varias etapas o pasos fundamentales. Por su importancia, en la presente contribución se hará hincapié en las etapas 2 y 3 de la Metodología propuesta, y se presentará un caso de estudio que permitirá valorar la conveniencia de aplicar los pasos previstos. En lo esencial, el objetivo del presente reporte consiste en mostrar en un caso de estudio la aplicación de la etapa denominada *Definición de cambios impostergables*, dentro de la Metodología de Gestión de Pérdidas.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el mencionado artículo (Ramos, 2011) se expusieron consideraciones sobre los conceptos que sustentan las etapas 2 y 3 de la Metodología en cuestión. Al respecto, conviene hacer constar que la etapa 2 es la que establece la *Comparación de indicadores y definición de objetivos de trabajo*, y constituye un complemento de la etapa 1, en la que se trata el análisis obtenido a partir del balance de agua. En este artículo no se hace hincapié en la misma.

Al mismo tiempo, por su importancia en el caso de estudio que se presenta, a continuación, se enfatizará en el concepto implícito en la etapa 3, o *Definición de cambios impostergables*. En efecto, esta fase implica un estudio exhaustivo de las características del Acueducto en cuestión, que comprende no solamente su historia, financiamiento y parámetros históricos de gestión, sino también las influencias sociales, económicas y políticas de la población abastecida. Consiste en enfocar el acueducto inmerso dentro de la madeja social que es una ciudad, para tratar, en función de esas características, todos los factores internos y externos que han permitido la existencia y duración de las pérdidas en el tiempo, y propiciando el manejo de aquéllos que se puedan y deban cambiar.

A partir de esta definición, la Metodología se aplicará a un caso de estudio con énfasis en la etapa 3, con lo que se demostrará que no existe un orden preconcebido para la aplicación de sus etapas, y que lo realmente necesario es que se cumplan todos los pasos previstos.

## 3. DESARROLLO Y APLICACIÓN. CASO DE ESTUDIO

### 3.1. Reseña histórica

El caso de estudio que se presenta para la aplicación de la Metodología es la mejora del servicio de abasto al municipio de La Habana Vieja que, desde principios del siglo pasado, y con el aumento de su población, ha experimentado una degradación gradual en los principales parámetros del servicio de acueducto. En este caso de estudio la aplicación de la Metodología se inició por la etapa 3 descrita anteriormente.

En lo que respecta a la historia del Acueducto, se debe consignar que el abasto de agua al Municipio tiene una larga tradición que se inicia con la construcción de la Zanja Real, a la que después se sumó el acueducto de Fernando VII, y posteriormente el de Albear, inaugurado en 1893. Se debe reconocer que ya en fecha tan temprana como en los años comprendidos entre 1908 y 1914, se realizaron los trabajos conocidos como la Primera Ampliación del Acueducto de Albear, que entre otras obras incluyeron la construcción de una maestra de hierro fundido, con diámetros de 42", 36", 30" y 24", desde Palatino, y por las calles Cristina, Corrales y Monte, hasta Zulueta. En esta etapa se duplicó también el caudal de abasto, alcanzándose la capacidad total de conducción del Canal de Albear, para una población ascendente a medio millón de habitantes, y se realizaron estudios de todo tipo con el objetivo de abastecer una población futura de 1 300 000 habitantes (Fernández Simón, 1950).

A esta maestra de hierro fundido, que se extiende desde Palatino hasta Monte y Zulueta, se le conoce como la 42" Nueva, aunque ya tiene más de 100 años de instalada. En los últimos 50 años esta conductora ha sido gestionada fundamentalmente con el objetivo de entregar agua hacia el municipio de La Habana Vieja. En éste se han suprimido los salideros visibles detectados a todo lo largo de la misma y se han sustituido aquellos elementos de la red que según se ha detectado, por diversas causas no cumplen con los requisitos para los que fueron diseñados. La población abastecida en La Habana Vieja se ha acostumbrado a recibir el servicio diario, fundamentalmente en el intervalo comprendido entre las 5 ó 6 p.m. y las 2 ó 3 a.m., en función de la altura alcanzada en los tanques de Palatino, los cuales actúan como un regulador. El Canal de Albear abastece estos tanques de Palatino, y determina, de acuerdo con la altura que se logre en los mismos, las épocas del año (seca y húmeda) y la duración de las sequías operacionales.

Dado que las dos conductoras de 42" se alimentan de los tanques de Palatino, que a su vez lo hacen del Canal de Albear, y que en dependencia de múltiples factores este último mantiene los niveles con una altura que determina la época de sequía operacional o de bonanza hídri-

ca –que no siempre es bien aprovechada para mejorar el servicio –, los habitantes de la Habana Vieja ya están preparados para recibir el líquido en el horario nocturno en las épocas de crisis, o sea, cuando en el Canal se logra poca altura (a partir de 0.9 hasta 0.6m, siendo este último un valor muy crítico para la operación), en cuyo caso se les envía el agua en carros cisternas.

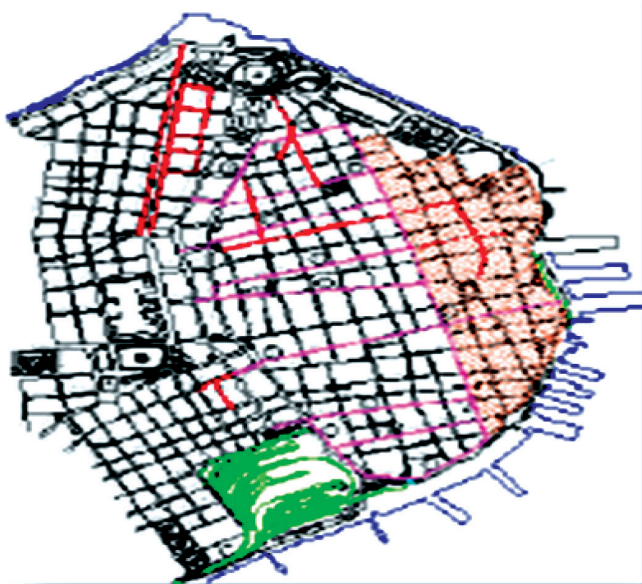
### 3.2. Antecedentes

Desde que comenzaron las operaciones de la empresa Aguas de La Habana, sus directivos y especialistas han tenido la mejora de la calidad del servicio en La Habana Vieja como una prioridad estratégica, en función de lo cual se han realizado numerosos esfuerzos. Entre ellos, los principales han sido:

**Año 2001:** Se realizó un estudio de factibilidad que finalmente permitió concluir que era necesario rehabilitar 7.4 km en el casco histórico y 21 km en el Consejo de Jesús María.

**Año 2006:** A partir de un acuerdo del Grupo de Agua y Saneamiento, se realizó un estudio que definió la necesidad de renovar por barrido las redes desde la calle Cuba hacia abajo, y el tipo de tecnología a utilizar, que en este caso debió ser el topo, dadas las características de la zona de gestión, que se observan en la Figura 1.

**CENTRO HISTÓRICO HABANA VIEJA**



**Figura 1.** Propuesta del año 2006.

### 3.3. Trabajos actuales

En el año 2011 se creó el Comité Técnico de Sectorización de La Habana Vieja, que tiene como objetivos fundamentales los siguientes:

- Mejorar el abasto de agua al Municipio.
- Lograr un mayor conocimiento de la red y de su operación actual.

- Diagnosticar las principales dificultades que afectan el abasto y ofrecer soluciones para las mismas.

Para cumplir con los objetivos del Comité, la herramienta propuesta ha sido la aplicación de la **Sectorización** (Farley y Trow, 2003), como una medida orientada a controlar los sectores y sus consumos y definir las pérdidas de agua. El citado Comité fue conformado por las principales direcciones de la Empresa, tales como la Dirección Técnica, Explotación, Comercial, Atención al Cliente y Aseguramiento, lo que constituye una premisa indispensable para poder aplicar la sectorización de las redes (Fanner, Thornton, Liemberger y Sturm, 2007).

Al acometer el estudio, los primeros pasos se orientaron a dividir el Municipio en sectores hidrométricos, a partir de tres criterios fundamentales:

- los pisos de presión,
- la cantidad de acometidas y
- la distribución óptima de la infraestructura existente.

Esto posibilitó determinar los 9 sectores que se muestran en la Figura 2.



**Figura 2.** Propuesta de sectores en el año 2011.

Con los sectores ya definidos, se procedió a establecer el Balance de Agua, para lo cual se establecieron las siguientes prioridades o tareas fundamentales:



1. Instalación de macromedidores a lo largo de la conductora 42" Nueva, para lo cual se realizó el estudio y verificación de todas las salidas que tenía dicha conductora en su recorrido hasta llegar a la Habana intramuros, y se tomó la decisión de macromedir todas aquellas salidas que no estaban metradas en el recorrido de la misma hasta llegar a La Habana Vieja.
2. Comprobación y establecimiento de los límites realizados mediante un levantamiento de las válvulas límites de los sectores y la comprobación de su estado operativo, sustituyendo las que se encontraban en mal estado e instalando las faltantes.
3. Detección y localización de las fugas que, en esta etapa, y en función de los Balances de Agua realizados, implicó la búsqueda y supresión de fugas en los distintos tramos y sectores.

## 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos se pueden enunciar como sigue:

- Como resultado de la macromedición llevada a cabo a lo largo de la conductora 42" Nueva, se logró realizar el Balance de Agua de la misma, y obtener los resultados que se han plasmado en la Tabla 2 en que se muestran los consumos por tramos.

**Tabla 2. Balance de consumos a lo largo de la maestra 42" Nueva**

	Dirección	Caudal que se reparte en ruta hacia cada municipio L/s						
		E P	Cerro	10 Oct.	C.Hab	S. M. Padrón	Hab Vieja	A N R
Ier Tramo	Salida 42 Nueva	1700						
	Serafines y Vega		75.0					
	Hptl. La Dependiente		7.0					
	Pata Sur 10 Oct.			60				
	Pata Norte 10 Oct.		45.0					
	Luyano			211				
	Ramón Pinto						1.5	
	Este					7.5		
	Puerto I						18.4	
	San Joaquín y Cristina		11.6					
	Cristina y San Joaquín						12.8	
	Callejón de Concha						40.4	
	Concha y Cristina						26.5	
	Fernandina		65.4					
	ANR del tramo							17.9
II Tramo	Cristina y Matadero	1100						
	Termoeléctrica						50	
	Monte y Figura				90			
	Gloria y Ángeles				16			
	Amistad y Monte				50			
	Monte y Cienfuegos						90	
	Tramo de Vives						100	
	Tramo de Gloria						170	
	Tramo de Corrales						104	
	Salida de Gloria	430					36	
	Salida de Corrales						94	

Como se muestra en la misma, de la 42" Nueva sale, a partir de los tanques de Palatino, un caudal de 1700 l/s como promedio, que se va distribuyendo a los municipios del Cerro y de Diez de Octubre antes de llegar al municipio de la Habana Vieja. Definidos estos consumos, se identificó un remanente de Aguas No Registradas (ANR) de 17,9 l/s, que es sobre el que se debe trabajar.

- Se detectaron tramos de red con incrustaciones que imposibilitan cumplir con los parámetros hidráulicos para los que fueron diseñados, y trazados de la red que se encuentran por debajo de la cota cero, lo que dificulta la detección de fugas.
- Del análisis del Balance de Agua se evidencia la necesidad de implementar varias estrategias que cumplen con los requisitos que se consignaron anteriormente para la etapa de cambios impostergables, que

en este caso representan fundamentalmente los cambios necesarios en la operación de los principales circuitos.

- Se detectaron aumentos apreciables en la facturación de los principales clientes de La Habana Vieja, y se disminuyeron los viajes pipas al Sector.

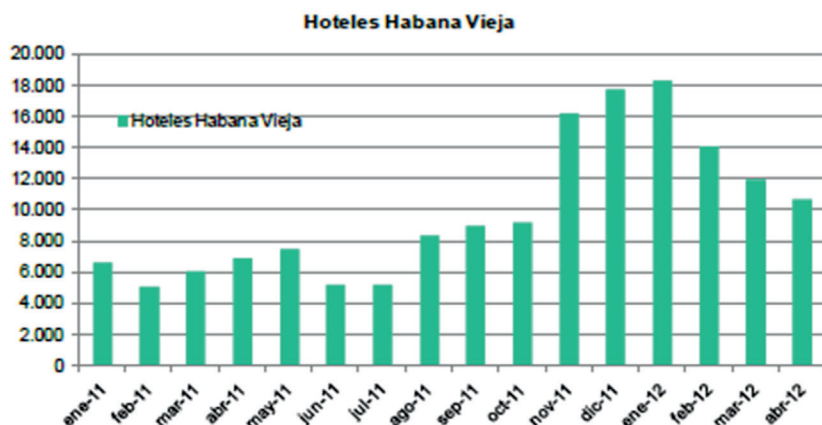
## 5. VALORACIÓN ECONÓMICA

El aumento logrado en la facturación correspondiente a los principales clientes del Municipio (hoteles, otros clientes en divisas y sector estatal metrado) se aprecia en las Figuras 3 y 4.

El conjunto de los consumos de los pequeños restaurantes y otros clientes en divisas, sumados a los clientes estatales del Municipio (los que facturan en CUP) aportan el beneficio de la gestión, y se pueden contrastar con los gastos realizados tal y como se muestran en la Tabla 3, y el recuadro de la Figura 5.



**Figura 3.** Localización de los hoteles del municipio con aumentos en el consumo.



**Figura 4.** Evolución del consumo en los hoteles (en metros cúbicos), de enero del 2011 a abril del 2012.

**Tabla 3.** Gastos en los que se ha incurrido hasta mayo del 2012

Acción	Gasto	
	cuc	cup
Instalación, sust. De válv. y obra civil (rehabil.)	2359.76	12455.06
Instalación y Cambio de Válvula (metraje)	4549.58	1896.15
Instalación y Cambio de Válvula (metraje)	181.99	534.34
Tomas Pitométricas	237.22	306.41
Instalación de Macromedidor y Toma Pitométrica	6863.54	5452.23
	2461.17	1800.06
	6592.06	4226.79
	1669.73	1455.88
	3661.63	4539.43
<b>subtotales</b>	<b>28,576.68</b>	<b>32,666.34</b>

<b>CUC</b>	<b>67,195.6</b>
<b>CUP</b>	<b>20,131.5</b>

**Figura 5.** Beneficios por facturación, obtenidos por las acciones realizadas.

Debe destacarse que en estos beneficios no se han incluido las toneladas de combustible en viajes pipas mensuales que se ahorran en el Municipio (que en julio del 2011 llegó a consumir 48 ton y actualmente consume 15 ton). Otro beneficio que no se ha podido contabilizar debidamente, es el de todos los clientes del sector que no están metrados y que evidentemente han experimentado un aumento apreciable del volumen de agua recibido en el período analizado de mayo del 2011 a mayo del 2012.

## 6. CONCLUSIONES

- Se aplicó la etapa propuesta de la Metodología de Gestión Integral de Pérdidas a un caso de estudio, obteniéndose resultados satisfactorios.
- Se comprueba nuevamente que la Sectorización puede ser aplicada a la realidad de los sistemas de abasto, con resultados alentadores.
- Se demuestra que la Empresa ha recibido un beneficio casi inmediato por concepto de la facturación del Municipio en cuestión.

## 7. RECOMENDACIONES


Se recomienda continuar aplicando las restantes fases de la Metodología propuesta al caso de estudio, y continuar los trabajos en La Habana Vieja, con el objetivo de recuperar la confianza de sus habitantes en la gestión del servicio de Acueducto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fanner, Paul. Thornton, Julian. Liemberger, Roland. y Sturm, Reinhard. (2007) *Evaluating Water Loss and Planning Loss Reduction Strategies*. Ed. Awwa Research Foundation. ISBN 158321531X, 9781583215319, 289 pag.
- Farley, Malcolm y Stuart Trow (2003) *Losses in Water Distribution Networks*. IWA. London. ISBN 1900222 11 6.UK.
- Fernández Simón, Abel (1950) *Memoria Histórica Técnica de los Acueductos de la Ciudad de La Habana*. Impresoras Ucar García. La Habana.
- Ramos Joseph, Mario (2011) *Estrategias para el manejo integral de pérdidas de agua. El balance de agua*. Disponible en internet: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj4vdrNu6jYAhWD4iYKHeMVD-WEQFggoMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FMario\\_Joseph%2Fpublication%2F321837533\\_Estrategias\\_para\\_el\\_Manejo\\_Integral\\_de\\_Perdidas\\_de\\_Agua\\_El\\_Balance\\_de\\_agua%2Flinks%2F5a3447c-80f7e9b10d842b246%2FEstrategias-para-el-Manejo-Integral-de-Perdidas-de-Agua-El-Balance-de-agua&usq=AOvVaw2ETHzYxYlwRqsZQ-Qi3r2](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj4vdrNu6jYAhWD4iYKHeMVD-WEQFggoMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FMario_Joseph%2Fpublication%2F321837533_Estrategias_para_el_Manejo_Integral_de_Perdidas_de_Agua_El_Balance_de_agua%2Flinks%2F5a3447c-80f7e9b10d842b246%2FEstrategias-para-el-Manejo-Integral-de-Perdidas-de-Agua-El-Balance-de-agua&usq=AOvVaw2ETHzYxYlwRqsZQ-Qi3r2)



# **SOLUCIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS REGISTROS DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CUBA<sup>1</sup>**

El sistema de alcantarillado forma parte de la infraestructura hidráulica y tiene gran importancia en la sociedad; no se puede concebir una red de alcantarillado sin presencia de registros, éstos son elementos esenciales para el adecuado funcionamiento de las redes. En la actualidad existe gran diversidad de parámetros que influyen en las soluciones de diseño y construcción de los registros de alcantarillado, sin embargo, no se cuenta con información actualizada en el país, que oriente a los especialistas; sólo existe un catálogo de “Detalles típicos de instalaciones hidráulicas y sanitarias exteriores” editado en el año 1981 por el Departamento Editorial de la Construcción. Dada la ausencia de información actualizada y a la necesidad de obtener soluciones de diseño y construcción que respondan a las normas vigentes y técnicas actuales; surge un estudio que da respuesta al Proyecto de Rehabilitación del Alcantarillado de la ciudad de Santiago de Cuba, con el objetivo general de analizar y agrupar de forma racional los parámetros de diseño y obtener herramientas de trabajo actualizadas que generen beneficios económicos en las etapas de proyecto y construcción. Las herramientas constituyen el aporte de la investigación y se mencionan a continuación: Procedimiento para el análisis estructural de los registros de alcantarillado en la ciudad de Santiago de Cuba, Modelo Estructural tridimensional (STAAD Pro) y Hojas de cálculo (EXCELL). 

<sup>1</sup> Autores: Msc. Ing. Isabel Mercedes Hilarión Agüero e Ing. Lucy Fundora Rojas.  
Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, Camagüey. INRH. Correo:  
isabel@eipi.cmg.hidro.cu



# TRAZAGUAS 20 AÑOS PARA RESPETAR<sup>1</sup>

**voluntad  
HIDRAULICA**


**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL**



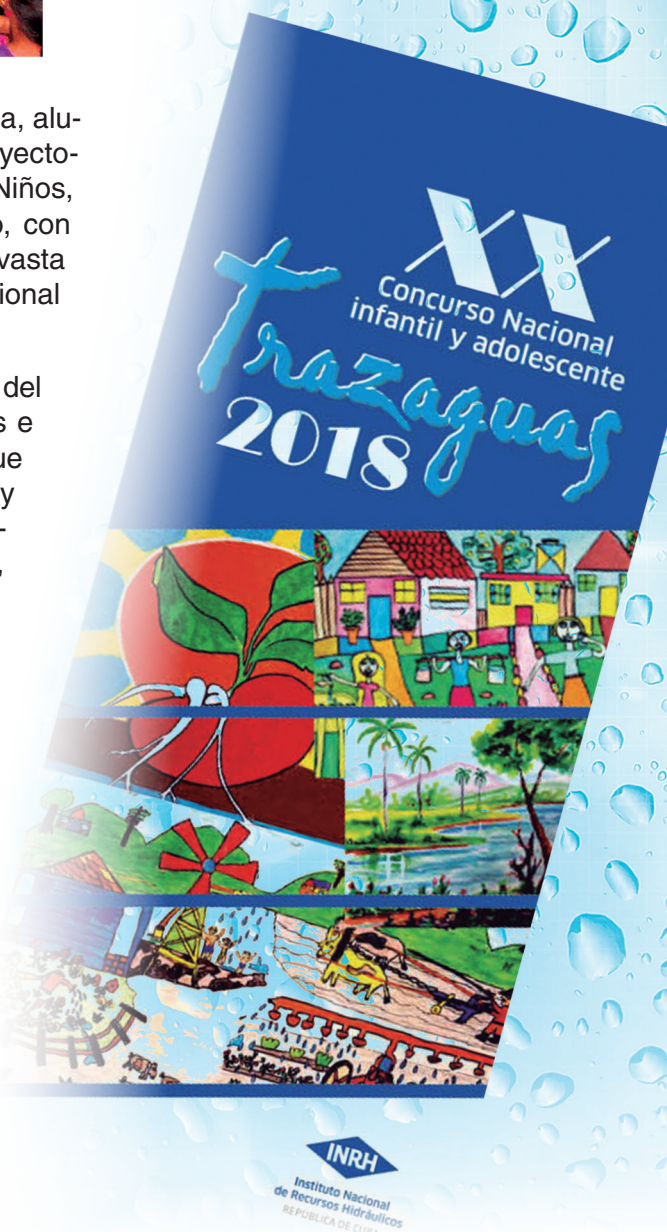
Esa expresión axiomática relativa a que veinte años no es nada, aludida al cantor argentino Carlos Gardel, no armoniza con la trayectoria socio-técnica del Proyecto Agua Amiga de las Niñas y los Niños, surgido en 1998 y que transita para su vigésimo aniversario, con el entusiasmo multiplicado de los primeros acordes, y una vasta experiencia acrecentada tras cada edición del Concurso Nacional TRAZAGUAS.

Precisamente este último sábado aconteció la XX convocatoria del evento en la sede central de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC), encuentro que contó con una nutrida representación de “pequeños príncipes”, y estuvo presidido por el Ingeniero Bladimir Matos Moya, vicepresidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), entidad que organiza el Concurso, junto al Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

El llamamiento de TRAZAGUAS aflora anualmente en el contexto de la celebración del Día Interamericano del Agua, el primer sábado de octubre, mientras que sus sesiones de premiaciones irrumpen en el ámbito de los festejos por el Día Mundial del Agua, el 22 de marzo.

Audiovisual, dibujo/pintura, fotografía, historieta, y juego didáctico constituyen las modalidades en las que podrán participar los interesados en la vigésima edición del Concurso, en tanto, los grupos de edades concebidos van de 9 a 11 años, de 12 a 14, y de 15 a 18 años, con la salvedad de que en la manifestación de dibujo/pintura se admitirán trazos provenientes de niñas y niños comprendidos entre los 5 y 8 años de edad. 

<sup>1</sup> Fidel Sagó Arrastre. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).  
Email: fidel@hidro.cu





# LEY DEL AGUA EN LA GACETA OFICIAL<sup>1</sup>

**voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL**

La Gaceta Oficial de la República de Cuba, Extraordinaria, No. 51, recoge hoy el contenido de la Ley 124 de las Aguas Terrestres, aprobada en julio último, en el IX Período Ordinario de Sesiones de la VIII Legislatura de la Asamblea Nacional del Poder Popular.


El cuerpo de Ley lo integran 13 títulos, 15 secciones, 29 capítulos y 127 artículos, destacándose un anexo contentivo de un glosario de términos para su mejor comprensión.

La Gaceta Oficial también recoge el Reglamento de la Ley No. 124 de las Aguas Terrestres, promulgado por el Consejo de Ministros de la República de Cuba. Tanto la Ley como su Reglamento entrarán en vigor noventa días después de su aprobación.

A propósito de esa revelación, Inés María Chapman Waugh, presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), en encuentro sostenido con representantes de medios de la prensa nacional, subrayó la trascendencia que encierra este hecho para el organismo rector del agua en Cuba, responsabilizado con la implementación expedita de la letra y el espíritu expresado en el documento.

Chapman Waugh también integrante del Comité Central del Partido y del Consejo de Estado de la República de Cuba, resaltó la importancia del Reglamento que acompaña La Ley, instrumento básico que establece el cómo hacer, la concreción del campo práctico del cuerpo jurídico.

Significó que el Instituto se ha venido fortaleciendo su dependencia de inspección estatal, el sistema de regulaciones y fiscalizaciones, así como una serie de herramientas encaminadas a la capacitación y educación de la población, con miras a respaldar el cumplimiento de lo estipulado en la Política Nacional del Agua, la Ley del Agua y su Reglamento.

Junto a la Presidenta del INRH, asistieron al intercambio con la prensa los compañeros Rolando Calzado Cano, director de Planeamiento Hidráulico del INRH; Eulalia López Álvarez, asesora de la presidencia del organismo; y Edilberto Pérez Blanco, asesor jurídico del INRH. 



<sup>1</sup> M.Sc. Fidel Sagó Arrastre. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)  
Email: fidel@hidro.cu



# CUBA PRESENTE EN REUNIÓN PREPARATORIA DEL 8vo FORO MUNDIAL DEL AGUA<sup>1</sup>

voluntad  
HIDRAULICA

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL



Francia, 19 de diciembre. La UNESCO fue sede la semana pasada de la primera reunión del Comité Preparatorio del Proceso Político del 8vo Foro Mundial del Agua, la cual estuvo presidida por el Viceministro de Relaciones Exteriores de Brasil, Embajador Jose Antonio Carvalho y la Directora de la División del Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, Sra. Blanca Jiménez Cisneros.

La reunión fue un primer acercamiento al Foro, que se desarrollará del 19 al 23 de marzo de 2018, en la ciudad de Brasilia (Brasil), con el propósito de “promover la concientización, construir un compromiso político y activar la acción sobre cuestiones críticas del agua a todos los niveles, para facilitar la conservación, protección, desarrollo, planificación, gestión y uso eficiente del agua en todas sus dimensiones, sobre una base ambiental sostenible para el beneficio de toda la vida en la Tierra”, mandato -entre otros- del Consejo Mundial del Agua, organizador del evento junto al gobierno brasileño.

Temas de gran impacto en el desarrollo como el clima, la población, la urbanidad, los ecosistemas y el financiamiento para las inversiones innovadoras en este ámbito, estarán en el centro de la agenda del encuentro, donde se esperan acuerdos que permitan contribuir a la implementación de la Agenda 2030, en particular, el ODS-6 relativo al Agua.

Durante el debate, Cuba reafirmó la importancia que otorga al tema y reconoció la positiva labor desarrollada por la UNESCO en la materia, destacando de manera especial la relevancia de ser esta la única en el sistema de NNUU, que cuenta con un programa intergubernamental dedicado a la investigación, la educación y el fortalecimiento de capacidades en materia de Hidrología.

La reunión contó con una amplia participación de países miembros de la UNESCO y personal de su Secretaría. La delegación cubana estuvo representada por la Embajadora Dulce Buergo Rodríguez, Delegada Permanente ante la UNESCO y la Tercera Secretaria Laura Morfiña. Cuba es miembro activo del Comité del PHI desde 2015, año en que fue electa por la 38 Conferencia General hasta 2019. 💧

<sup>1</sup> Delegación Permanente de Cuba ante la UNESCO. Institución Nacional de Relaciones Internacionales INRI





HO





# RECORRIDO ALGUÍN - SANTIAGO DE CUBA





# ÁNGEL SÁNCHEZ TAMAYO: UN PILAR DEL APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO<sup>1</sup>

**voluntad  
HIDRAULICA**

**de esos héroes  
anónimos nuestros...**



Ángel Sánchez Tamayo atesora una de esas memorias de vida insoslayable del entorno hidráulico cubano

La cantera de historias de vidas de protagonistas singulares sobre cuyos hombros descansa parte de las raíces y los frutos de la Hidráulica Cubana resulta inagotable. Al preguntar en la provincia de Granma por una de esas memorias insoslayables, la respuesta fue casi instantánea, y por consiguiente fuimos a develar motivaciones intrínsecas del Ingeniero Agrónomo Ángel Sánchez Tamayo, quien en junio del 2018 cumplirá 40 años de pasión por el agua.

Natural del actual municipio de Pílon, en la costa sur de la provincia de Granma, Sánchez Tamayo vio la luz el 4 de septiembre de 1954, como fruto de la relación entre Georgina Tamayo Reyes, y Ciro Sánchez Cisneros, ama de casa la madre y oriunda de Niquero, y combatiente del Ejército Rebelde el padre, respectivamente.

Con la ayuda de su progenitora, de forma autodidacta desbrozó sus primeros números y letras el niño Ángel, quien con casi nueve años de edad hizo una prueba para vencer el tercer grado primario y salió airoso, tras ingresar en la Ciudad Escolar Camilo Cienfuegos, en el Caney de las Mercedes, donde convergieron en los estudios descendientes de combatientes del Ejército Rebelde, a principios de la década de 1960.

<sup>1</sup> M. Sc. Fidel Sagó Arrastre. Correo: fidel@hidro.cu INRH / Fotos: Del autor.



Más adelante, los vaivenes de la vida llevan a Sánchez Tamayo para La Habana, donde concluye la etapa de la Escuela Primaria, y posteriormente obtiene una beca para el Instituto Tecnológico de Riego y Drenaje Sierra Maestra, ubicado en la zona del Calvario.

En 1969 la enseñanza técnica que cursaba pasa al régimen militar, y Ángel continúa su preparación como especialista en exploración artillera, hasta que más tarde es desmovilizado de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR), y ya para 1973 termina la carrera de Técnico Medio en Riego y Drenaje.

La vida de estudiante de Sánchez Tamayo fue muy activa. Estuvo entre los fundadores de la Federación Estudiantil de la Enseñanza Media (FEEM), siendo presidente de la organización en su Instituto, y participando como delegado en el primer y segundo congresos de la organización estudiantil.

Por otro lado, desde los 14 años integraba las filas de la Unión de Jóvenes Comunistas (UJC), con cargos de dirección en esta formación. Seis participaciones como machetero permanente en zafras azucareras, así como otras incursiones sembrando café y frutales en el Cordón de La Habana, destacan entre las encomiendas asumidas por aquellos años.

Una vez vencida la etapa estudiantil en la capital del país, Ángel retorna a su tierra natal, y cumple el servicio social en la Agrupación Ceba Norte del Cauto, en la otrora provincia de Oriente, hasta que en 1977 pasa a la Empresa de Cultivos Varios de Vequitas, dirigida entonces por el Capitán del Ejército Rebelde José Arteaga, a la sazón integrante del Comité Central del Partido Comunista de Cuba.

### ***Tránsito a la Hidráulica: un nexo de casi cuatro décadas***

Con sentida pasión, Ángel Sánchez Tamayo recuerda el cinco de junio de 1978. Ese día se incorporó al Instituto de Hidroeconomía, en la Región 5-3, de la provincia de Granma, y así comenzó su tránsito por la rama hidráulica, nexo que el próximo calendario anual cumplirá 40 años.



Sánchez Tamayo con en compañía de parte de la familia más allegada. De izquierda a derecha en la imagen aparecen: Danieyis Sánchez Fonseca, Ángel, su esposa Lorenza González, y Yakelín Hernández González.



Un tiempo antes, mientras trabajaba, Sánchez Tamayo había iniciado la carrera de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Holguín, donde coronó cinco curso de la especialidad, y el último año lo realizó en Bayamo, cabecera provincial en la cual alcanzó el nivel superior en 1980.

Ya con la condición de Ingeniero y desempeñándose como especialista de Hidroeconomía asume responsabilidades más complejas. Por ejemplo, forma parte de la Comisión Nacional para la formulación de los denominados Complejos Hidráulicos, dependencia que encabezaba el finado Ingeniero Elías Suárez Matos.

Por un lustro, entre 1982 y 1987, Sánchez Tamayo se desempeña al frente de un Complejo Hidráulico. En este período realiza diversos cursos de superación, entre ellos la Escuela Superior de Cuadros existente entonces en el Guajay, y en 1988 es designado Vicedirector de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos de la provincia de Granma.

A consecuencia de la reestructuración del sistema de los Recursos Hidráulicos implementado en 1989, Ángel es nombrado director del Centro Provincial de Perforación y Construcción, responsabilidad en la que se mantiene hasta 1992, cuando retorna como subdirector de la Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos.

Un nuevo perfeccionamiento de la rama hidráulica se gesta a inicios del siglo XXI, y Sánchez Tamayo emerge como director técnico de la Empresa de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, en el 2001, con la creación de esta entidad, subordinada al Grupo Empresarial de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (GEARH) del INRH.

En esa misión estuvo hasta el 2010. Son años de intenso bregar. La vigilancia hidrológica de los embalses, la contienda por el mantenimiento y conservación de los parámetros técnicos de las presas, e ingentes esfuerzos en la preparación de más de 30 instalaciones con vistas a su reconocimiento como Obras Excelentes, consumen gran cantidad de energías físicas y mentales en este período.

Cumple encomiendas en Venezuela entre el 2010 y el 2011, y al regreso por poco más de seis meses dirige la Unidad Empresarial de Base (UEB) de Mantenimiento Constructivo de la Empre-


sa de Aprovechamiento Hidráulico de Granma, para luego volver para Venezuela hasta mayo del 2012.

Finalizado el encargo en Venezuela, retorna al puesto de director técnico de la entidad de Aprovechamiento Hidráulico en el territorio granmense, hasta diciembre del 2015, que es liberado por presentar problemas de salud. Sin tiempo para la inactividad, Sánchez Tamayo arranca el 2016 como especialista en manejo de los recursos hidráulicos de esta entidad.

### ***Tonadas de honor***

La fructífera trayectoria de Ángel Sánchez Tamayo ha sido merecedora de innumerables distinciones. Sobresalen en este ámbito el reconocimiento por más de 25 años en funciones de dirección, lapso en el cual por varias ocasiones ha resultado seleccionado como Cuadro Destacado. Merecen mencionarse igualmente su condición de Profesional de Alto Nivel concedido por la Unión Nacional de Arquitectos de Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC), y la medalla Armando Mestre, otorgado por el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Construcción (SNTC), por su larga y provechosa permanencia en el sector.

Por añadidura, desde 1984 es miembro del Partido Comunista de Cuba, organización en la cual fue seleccionado como precandidato a miembro del Comité Central en ocasión del V Congreso por la actitud mantenida en toda su trayectoria, recibiendo el reconocimiento y la felicitación de la más alta dirección de dicha organización política en el país.

Para contribuir a la formación de las nuevas generaciones, y transmitir la vasta experiencia acumulada en cerca de cuatro décadas de bregar en el contexto hidráulico, Sánchez Tamayo, entre otras intervenciones, ha prestado su contribución como profesor de la Escuela Municipal del Partido, y en el Centro Nacional de Superación “Máximo Gómez Báez”, conocido como la Escuela del Dátil, perteneciente al INRH, ambos centros ubicados en Bayamo, una forma de ensanchar su “reposo turbulento” y proseguir alimentando las mieles de pertinentes narraciones, para el bien personal, familiar, del entorno hidráulico y de toda la sociedad. 

# **FIDEL INICIÓ UNA VOLUNTAD HIDRÁULICA PERMANENTE<sup>1</sup>**

**voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
QUÉ DICE LA PRENSA**



El huracán Irma, que, en los primeros días de septiembre de este calendario, castigaba con fuertes vientos a todo el litoral norte de Cuba, dejó a su paso abundantes precipitaciones que representaron una suerte de alivio para los embalses de la mayor de las Antillas.

## ***Del ciclón Flora al huracán Matthew***

Fue ese el mayor beneficio que proporcionó el potente meteoro: un aumento en los acumulados de varias presas sedientas, luego de una intensa sequía que asolaba a la nación desde hacía poco más de dos años.

<sup>1</sup> Autor: Lisandra Romeo Matos. Publicado el 5 de diciembre de 2017.



La mayoría de los 242 embalses administrados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) contaban con la capacidad para recibir el agua que traía Irma; algunos, incluso, estaban bajo vigilancia ante posibles vertimientos.

Tal panorama resultó diferente en octubre de 1963, año en el que el poderoso ciclón Flora arrasó la zona oriental de Cuba, dejando inundaciones, mil 126 personas muertas y cuantiosas pérdidas materiales.

Fue a raíz de aquel huracán que devastó a las actuales provincias de Las Tunas, Granma, Holguín y Camagüey, cuando el Comandante en Jefe Fidel Castro -desaparecido físicamente hace un año-, enunció la necesidad de construir obras hidráulicas que garantizaran el control de los grandes volúmenes de agua provenientes de las intensas precipitaciones.

Resultaba urgente contar con la infraestructura necesaria para almacenar el líquido y asegurar su disponibilidad en caso de extensos períodos de sequía, como la que se ensañó con la Isla en los años 1961 y 1962.

Surgía entonces, impulsada por Fidel, la Voluntad Hidráulica para desarrollar ese recurso y convertirlo en patrimonio común en función del abastecimiento a la población, la agricultura y la industria, además de la prevención ante embates de fenómenos naturales.

La triunfante Revolución cubana de 1959 había heredado la precariedad de un sistema hidráulico que se correspondía con las condiciones de subdesarrollo económico en las que estaba sumido el país.

Sólo 13 pequeños embalses distribuidos en los hoy territorios de Camagüey, Villa Clara, Holguín y Santiago de Cuba, daban cuenta de la poca capacidad de almacenamiento de agua existente.

Gracias a las acciones previsoras de Fidel, actualmente se localizan en toda la geografía nacional más de dos centenares de presas, capaces de acumular en su conjunto más de nueve mil millones de metros cúbicos de agua, además de una red de canales, conductoras y otras infraestructuras para garantizar su distribución.

También ha aumentado significativamente la cantidad de personas que reciben el vital líquido por acueducto, y se incrementan los esfuerzos e inversiones destinadas a mejorar ese sistema de abasto, a la par de la toma de medidas para su ahorro.

No menos importante ha sido la formación, durante estos años, de miles de ingenieros hidráulicos y técnicos, dotando a la nación de fuerza especializada y capacitada para la elaboración de los proyectos, la creación de normas cubanas y a fin de garantizar la continuidad y preservación de lo construido.

Tal desarrollo hidráulico, avizorado por el Líder, está considerado uno de los logros más sobresalientes que muestra hoy gran vitalidad, al lado de relevantes conquistas de la Revolución como la educación y la salud, además de resultar determinante para minimizar los impactos negativos del cambio climático.

El propio Comandante en Jefe, en su discurso por el segundo aniversario del INRH, el nueve de agosto de 1964, se preguntó:

### ***¿Quiénes nos enseñaron a tener una conciencia hidráulica?***

Su respuesta fue clara, contundente: “Las sequías y los ciclones; las sequías y las inundaciones, (...) de manera que a nosotros los fenómenos naturales nos enseñaron y nos formaron la conciencia de la necesidad de crear una voluntad hidráulica”. 💧

## CAUCE PARA EL AHORRO Y LA EFICIENCIA<sup>1</sup>

Sin agua no existiría la vida, y esta sería poco grata de no asegurar el Gobierno, como lo ha hecho en casi seis decenios, el avance del programa hidráulico del país.

Desde hace más de una década no cerrábamos el año con una alta disponibilidad de agua en los embalses, si bien mantenemos la política de ahorro y uso eficiente del líquido, subraya Inés María Chapman, presidenta del INRH.

Por eso, una vez más, fue buena la noticia de que el Parlamento aprobara en la Ley del Presupuesto para el 2018, un financiamiento cercano a los 500 millones de pesos, en aras de que el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) cumpla con su encargo estatal, sustentado en la Ley de Aguas Terrestres, suscrita en julio último.

Ese monto, que significa más de lo asignado en el año precedente, tiene entre sus fines seguir mejorando los servicios de abasto de agua potable y de saneamiento, la instalación de hidrómetros, de plantas desalinizadoras y potabilizadoras, de tratamiento de residuales, declaró en exclusiva a Trabajadores la ingeniera Inés María Chapman Waugh, presidenta del organismo.

A pesar de atrasos por situaciones objetivas, este año terminamos casi 280 kilómetros de redes y más de 200 kilómetros de conductoras, y concluimos 168 obras, de estas 133 con valor de uso, de lo cual se han beneficiado más de 1 millón 624 mil personas por mejoras en los servicios de abasto, y 168 mil por los relacionados con el saneamiento, fundamentalmente en La Habana, Santiago de Cuba y Camagüey.

### ***¿Se mantiene el plan de rehabilitación de redes y conductoras?***

Sí. Al igual que el de mantenimiento de presas y la construcción y rehabilitación de lagunas de oxidación.

### ***Cesaron los momentos tensos provocados por la sequía. ¿Cuál es la situación actual en la disponibilidad de agua?***

Antes de Irma los embalses solo alcanzaban un 40 % de su capacidad y ahora es el 83 por ciento. Hay provincias con mejor situación que otras y por eso más de 60 presas están vertiendo. Cerramos el año con buena captación de agua.

<sup>1</sup> Publicado el 24 diciembre, 2017 • Por Vivian Bustamante Molina.  
Periódico Trabajadores



### ***¿Desde cuándo no teníamos tales resultados?***

Desde hace más de una década Irma trajo beneficios en pluviosidad y durante octubre y noviembre siguió lloviendo en algunas zonas, principalmente de provincias orientales, que por ende se recuperaron. Tal es el caso de Santiago de Cuba, cuyos embalses están por encima del 70 % de su posibilidad de llenado. Sobre todo, es muy beneficioso el acumulado de los que abastecen a la ciudad capital.

En general se crece en más de 300 millones de metros cúbicos, lo cual garantiza disponibilidad de agua para el 2018 con destino a la población, la agricultura, la industria y los demás objetivos económicos.

### ***¿Con mayores reservas de agua en qué lugar queda el ahorro?***



Aliviadero-del-Cayaján

Sigue siendo prioridad. Ahora que existe el recurso es cuando debemos preservarlo y emplearlo de manera eficiente. Con la Política del Agua y la Ley de Aguas Terrestres y su reglamento aprobados tenemos que hacerlos cumplir.

El INRH está en fase de elaboración de directivas de obligatorio cumplimiento para el ahorro del agua.

***Un impedimento en el ahorro efectivo de agua es la limitación financiera para adquirir en el exterior los hidrómetros o metros contadores. ¿Qué tiene previsto el organismo?***

En el segundo semestre del próximo año debemos contar con el primer lote de esos equipos producidos en Cuba. Reanudamos su elaboración con la industria nacional empleando una tecnología de punta. Eso nos permitirá avanzar en el metraje y hacer sostenible este programa.

### ***¿Qué otros planes mantendrán prioridad en el 2018?***

El de construcción de plantas desalinizadoras, la mejor alternativa para lugares aislados y ante posibles fenómenos de sequía.

Asimismo, el de edificación y reparación de plantas potabilizadoras, con vistas a mejorar la calidad del agua y el tratamiento de residuales, con la mirada puesta en la necesidad de reusar ese preciado líquido en la industria, y el riego agrícola y de áreas verdes como en los campos de golf, un programa con perspectivas de notable ascenso, a partir de los crecimientos previstos en instalaciones turísticas y su infraestructura.

### ***Sin embargo, el saneamiento sigue retrasado...***

Se han acometido algunas acciones puntuales, que solo representan un 20 % de lo acordado. En La Habana, por ejemplo, trabajamos en el área de la Tribuna Antimperialista y en el municipio de La Lisa, mientras, para el 2018 se sumarán varias zonas de Playa. También están planificadas obras en otros territorios como en Holguín y Santiago de Cuba.

Pero debe haber un aumento en los próximos cinco años. El organismo presentó un proyecto para adquirir financiamiento externo dirigido a elevar el nivel de ejecución de ese tipo de obra sin detener las de abasto. Sería tecnología de avanzada, como equipos de excavación que hacen las zanjas por debajo de las calles, lo cual nos libra de romperlas.

La ejecución de obras de alcantarillado y saneamiento resultan más costosas. Las excavaciones son a cinco o siete metros de profundidad, por debajo de las conductoras de agua potable y si al menos evitamos cortar las vías no solo ganamos en eficiencia sino, además, evitamos molestias a la población.

### ***El mantenimiento cobra más relevancia***

Sí. Lo priorizamos como principal fuente de solución a los problemas de la infraestructura actual en todo el país. Una muestra es que al cierre de octubre habíamos ejecutado más de 185 millones de pesos en esta actividad, el 114 % de lo previsto hasta la fecha. Los principales gastos se destinaron a acciones de acueducto y saneamiento.

### ***¿Puede decirse que el programa hidráulico es infinito?***

Falta mucho por ejecutar y siempre habrá que mantener lo construido. En todos los años de Revolución se han invertido miles de millones de pesos y este programa conserva su prioridad no obstante las limitaciones financieras y de recursos materiales.

Ello nos compromete a ser cada vez más eficaces en los procesos inversionistas, a la mejor preparación de trabajadores, cuadros y funcionarios. También a seguir gestionando proyectos de inver-

sión extranjera, créditos externos a largo plazo y donativos que permitan ejecutar algunos proyectos, con lo cual se complementa la mayoritaria asignación presupuestaria del Estado y, por supuesto, disminuir la carga financiera que presuponen las inversiones de infraestructura a la economía.

### ***¿Qué papel desempeña el INRH en la Tarea Vida?***


Muchos de nuestros servicios e inversiones responden a esa importante política, pues somos responsables de garantizar más agua potable y con calidad, y del saneamiento, actividades que se multiplican, porque tenemos que asegurar esos servicios en las nuevas comunidades donde son reubicados quienes habitaban en zonas vulnerables cercanas a la costa.

Es fundamental el programa de obras de protección contra la intrusión salina e inundaciones, que incluye inyectar agua para reducir el contenido de sales en los suelos y cuya continuidad está garantizada para el venidero año. Un gran paso fue la rehabilitación este 2017 del Dique Sur y los trabajos iniciados en Ciego de Ávila. Lo mismo ocurre con la explotación de los pozos y la preservación de sus áreas de seguridad para evitar la contaminación.

### ***¿Qué está previsto con los acueductos en comunidades y bateyes que pertenecían a los ministerios de la Agricultura y del Azúcar?***

Dentro del proceso de perfeccionamiento aprobado para el INRH se encuentra el reordenamiento de los acueductos, lo cual ya está refrendado en uno de los Lineamientos del VII Congreso del Partido. Lo asumirá la Organización Superior de Dirección Empresarial de Acueducto y Alcantarillado. Será de manera gradual porque va más allá de administrar esa actividad, en tanto tiene que colocar esas obras en condiciones para cumplir su cometido.

### ***¿Algún mensaje para los trabajadores de la rama?***

Que siempre piensen en la responsabilidad que guarda cada una de las tareas a su cargo, relacionadas directamente con el bienestar de la población. Que mantengan y multipliquen acciones y actitudes como las asumidas antes, durante y luego del paso del huracán Irma. Así lo reconocieron hace pocos días los diputados de la comisión permanente de industria, construcciones y energía del Parlamento y esa confianza no podemos defraudarla. 



# EN DEFENSA DE UN PATRIMONIO DE TODOS<sup>1</sup>

 **voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
QUÉ DICE LA PRENSA**

La Gaceta Oficial publica hoy la Ley de las Aguas Terrestres, que fue aprobada por la Asamblea Nacional del Poder Popular en su sesión ordinaria del mes de julio de este año, y su Reglamento.

El agua es un recurso esencial no solo para la vida, sino también para el desarrollo de cualquier sociedad, es por ello que, a protegerla, darle un uso adecuado y sostenible se han dirigido en los últimos años no pocos esfuerzos, urgidos también por los cambios del clima y su incidencia en el régimen de precipitaciones.

De este imperativo surgió, en el 2012, la Política Nacional del Agua y, más recientemente, fue aprobada en el Parlamento la Ley de las Aguas Terrestres, que publica hoy la Gaceta Oficial junto a su Reglamento.

«La Ley precisa lo que hay que cumplir, el Reglamento es el cómo se hacen las cosas –comenta a la prensa Inés María Chapman Waugh, presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)–. Por ejemplo, si usted va a solicitar una concesión, cómo se solicita la concesión, a dónde hay que dirigirse, quién autoriza. Si usted va a dar prioridad al tema del recurso agua ante una circunstancia meteorológica como la sequía, cómo se hace, cómo es el reglamento del balance de agua. Si va a pedir una autorización para perforar un pozo, a dónde se dirige, a quién hay que consultar, bajo qué requerimientos, qué debe llevar. Si usted va a inscribir en el Registro, que es uno de los elementos nuevos, hacia dónde se dirige, quién es el responsable del Registro».

Todos estos aspectos se detallan en el Reglamento, explicaba la Presidenta, quien también hizo alusión a que el mismo recoge otros asuntos como las definiciones sobre los servicios de acueducto y alcantarillado, y hasta dónde llega el trabajo que tienen que realizar los que proveen estos; algo muy demandado por la población y discutido en el análisis del proyecto de ley.

«Se regula, asimismo, el tema de los permisos, pues el INRH es un organismo de consulta, cómo se realizan, a quién hay que dirigirse, con qué términos de tiempo. Todo ello se recoge en el Reglamento, que es el instrumento que junto con la Ley hay que utilizar para hacer las cosas, por eso es tan importante que se estudie mucho», enfatizó.

Sobre este particular, Edilberto Pérez Blanco, asesor jurídico del INRH, consideró que este nuevo periodo tiene justamente el reto de la capacitación, el análisis de la Ley, y la implementación de cada uno de los aspectos que recoge.

«Para nosotros es muy importante que se incorpore la necesidad, en la conciencia jurídica del país, de que esta es una ley medioambiental, de que forma parte del derecho de cada

<sup>1</sup> Karina Marrón González. Correo [karina@granma.cu](mailto:karina@granma.cu) / 15 de noviembre de 2017.

uno, pero que el agua es un recurso natural, finito y muy importante para la sociedad», argumentaba.

«Nosotros tenemos también la misión de educar, a las instituciones estatales, a la población, detallaba Chapman Waugh.

Un aspecto novedoso es el del Registro, donde queda recogido todo el patrimonio de las aguas terrestres, y esto también hay que explicarlo, educarlo».

En este sentido, se ha trabajado en la preparación del personal del Instituto y se continúa en ello —comentaba la presidenta—, pues no solo se trata de un marco legal nuevo, sino que se incorporan nuevas generaciones de trabajadores que igualmente deben estar capacitadas para sus funciones.

Los inspectores estatales, por ejemplo, son una fuerza en la que se ha hecho énfasis, en tanto son los encargados de hacer cumplir la legislación. Se ha fortalecido esta dirección, que está presente en todas las provincias y se subordinan a la presidencia del INRH.

«Esta es una labor permanente, pues los más de 34 900 trabajadores del INRH tienen la obligación de hacer cumplir la Política, la Ley y el Reglamento», dijo.

La Ley de las aguas terrestres tiene en su contenido aspectos relacionados con el abastecimiento de agua potable, los servicios de alcantarillado, el saneamiento de las fosas y tanques sépticos, que tienen un impacto en la población, señaló Edilberto Pérez Blanco. Asimismo, recoge el uso y el reciclaje del agua, el planeamiento hidráulico, el fortalecimiento del llamado balance, que es el equilibrio que se establece entre la demanda y la oferta para la distribución a partir de los distintos usos en la sociedad.

«El agua debemos ahorrarla cuando la tenemos, hay que hacer un uso eficiente y racional de la misma», evaluaba Rolando Calzada Cano, director de planeamiento hidráulico del INRH, quien se refirió, además, a la significación de este recurso en el plan de desarrollo económico y social hasta el 2030.

Este es sin dudas un eje estratégico, afirmaba, ya que estamos encargados del abasto seguro de agua potable tanto a la población como a las demandas que impone todo el desarrollo económico y social de la nación, e igualmente somos responsables de adaptar la gestión integral del agua a los efectos del cambio climático.

## ¿SOLO EDUCAR?

Si bien es preciso educar a las personas naturales y jurídicas para hacer uso óptimo del agua, también en ocasiones se hace necesario aplicar sanciones a los incumplidores. Al respecto Edilberto Pérez Blanco, asesor jurídico del INRH, explicó que aún cuando las contravenciones (multas, sanciones) relacionadas con el sector no están detalladas en la Ley o su Reglamento, pues el país trabaja en una norma única, continúan vigentes las existentes hoy y se aplican por las autoridades que tienen facultades para ello.

De igual modo recordó que hay conductas que están recogidas en el código penal, como la contaminación de las aguas terrestres y de la atmósfera.

Por su parte Inés Chapman se refirió a la labor que se está desarrollando desde hace cinco años en la detección de incumplimientos de la Política —a lo cual se sumará ahora la Ley y su Reglamento— particularmente en los chequeos que se realizan durante los recorridos por el país. En ellos no solo se exponen los problemas, sino que se establecen plazos de tiempo para su solución o se aplican las contravenciones aprobadas, añadió.

Comentó que entre las principales violaciones se encuentran la contaminación, a partir del vertimiento de los residuales, y los salideros en las instituciones estatales.

La presidenta insistió en la importancia de educar a las instituciones, pero también a la población, para que se convierta en garante del cumplimiento de lo establecido no solo denunciando las deficiencias que observa en la calle, sino enfrentando en su centro laboral las conductas inadecuadas o aplicando en su propio hogar medidas de ahorro. 💧

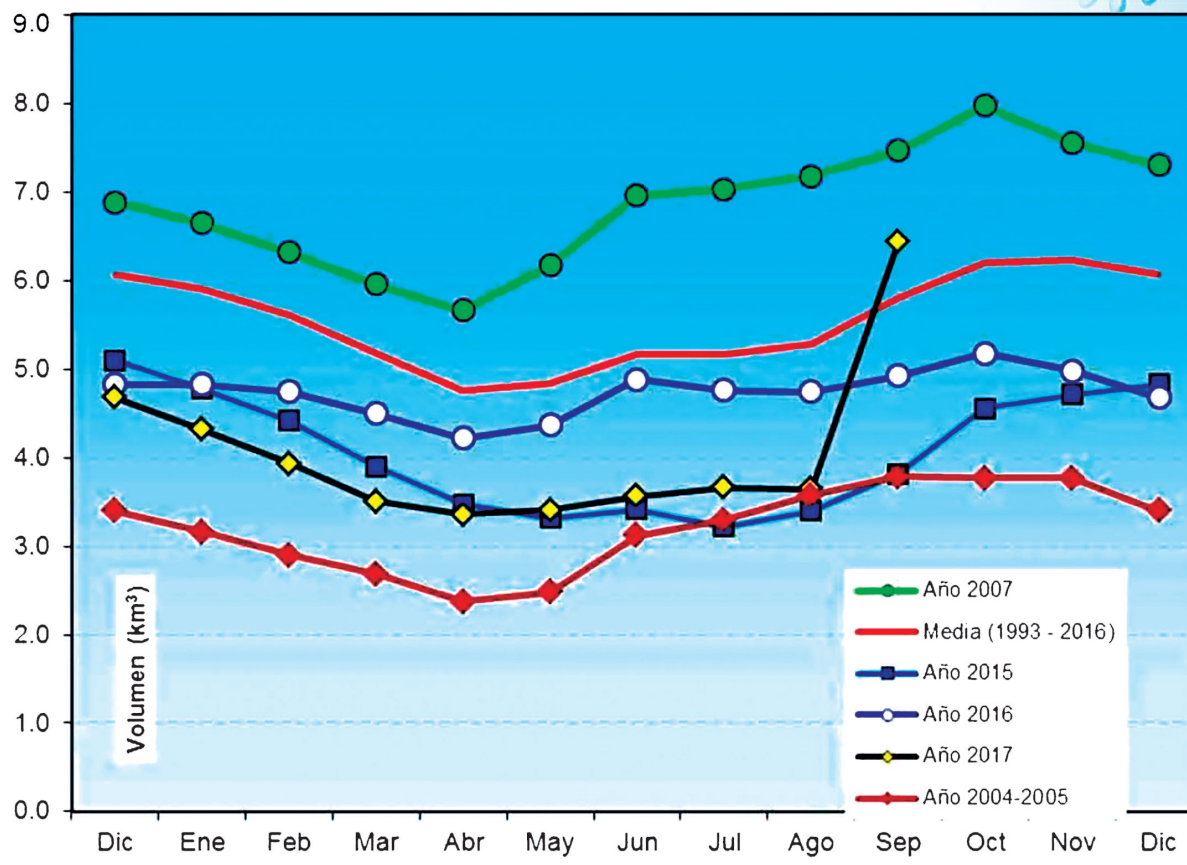


# HOY HAY AGUA, PERO SE ACABA DE NUEVO<sup>1</sup>

voluntad  
HIDRAULICA

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
QUÉ DICE LA PRENSA

Tras tres años de sequía, la mayoría de las presas y las cuencas subterráneas del país salen de números rojos.



Las lluvias en septiembre fueron como una cascada. Desde hace diez años no teníamos tanta disponibilidad de ella en nuestros embalses, que el pasado miércoles 11 de octubre acumulaban alrededor de 73,6 por ciento de la capacidad total de llenado que tiene el país.

En Santiago de Cuba, donde desde hace años la población se las estaba viendo «secas», y antes del paso del huracán Irma un grupo de circuitos recibían agua cada 12 o 13 días, ahora se está proponiendo que les «entre» diariamente.

Será una fiesta. Si este redactor viviera por allí, uno de estos días se metería bajo la ducha media hora entera. Sé que no está bien –ahora que hay, hay que ahorrarla–, pero un «gustazo» tras tanto tiempo bañándose «a jarrito», vale la pena.

Al cierre de septiembre, las 242 presas que administra el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) acumulaban unos 6 446 millones de metros cúbicos de agua, el 71 por ciento de la capacidad. No pocas están vertiendo. Y de las cien principales cuencas subterráneas, 96 estaban ascendiendo, una se mantenía estable y solo tres estaban en descenso.

<sup>1</sup> Autor: René Tamayo León. Publicado el 12 octubre 2017.

El agua en las presas superaba la media histórica para la fecha en 638 millones de metros cúbicos. ¡Qué bueno! Pero no nos llamemos a engaño. Un mes antes (o de otra manera, tras cuatro meses de período lluvioso, que se extiende de mayo a octubre), los embalses solo estaban al 40 por ciento.

## UNA NOTA ESCÉPTICA

Tras Irma se han sucedido una serie de eventos lluviosos, incluido la tormenta tropical Nate, que han continuado dando precipitaciones. En mi criterio –y me disculpan los expertos el «libretazo»–, después del huracán que azoló el Caribe con categoría cinco, lo que están ocurriendo son «réplicas».

Soy escéptico. Tras tres años dándole seguimiento mensual como reportero a la sequía que hasta ahora nos afectó, me resisto a creer que terminó el desasosiego. Dentro de 20 días empieza el período poco lluvioso (noviembre-abril). Veremos qué pasa entonces y luego cómo se comporta la primavera. Nada está dicho aún para abrir las pilas a tutiplén.

Para muestra un botón: hoy hay varias localidades que se mantienen bajo sequía hidrológica, y en cuatro provincias las presas están por debajo del 50 por ciento de llenado, según informaban la víspera los especialistas y directivos del INRH en sus habituales reuniones con la prensa.

Otro ejemplo: de enero a septiembre, «el territorio nacional acumula un promedio de 1 138,9 milímetros de precipitación, lo cual, con relación al acumulado histórico de similar período, representa el 107 por ciento», señalaba el ingeniero Fidel Zamora Vidal, especialista del Servicio Hidrológico y disponibilidad de la Dirección de Uso Racional del Agua del INRH.

Las lluvias, o sea, solo están por encima de la media en siete por ciento. Han sido favorables en las tres regiones

(oriente, centro y occidente), pero la mayor cantidad cayó en septiembre. «Saque usted sus propias conclusiones».


## IRMA POR TUBERÍA

Las mayores afectaciones que se produjeron en el servicio de acueductos a causa del huracán Irma fueron por falta de fluido eléctrico. Recuérdese que el Sistema Electroenergético Nacional (SEN) cayó a cero. Los daños a la red de abasto fueron mínimos si se comparan con su tamaño y complejidad.

Además de agua, el ciclón dejó buenas lecciones. Una, que nuestros sistemas de acueducto son cada vez más eficientes –y resistentes–. No es casual. Constituye una consecuencia –considera el redactor– de las cuantiosas inversiones que se han realizado en esa infraestructura durante los últimos años, y de la calidad con que se han hecho esos trabajos.

Las lluvias de septiembre –que por suerte han seguido en lo que va de octubre– también permitieron recuperar, de entonces a acá, 233 fuentes asociadas a acueductos, con una población vinculada de 755 551 habitantes. «Se recuperaron 56 acueductos que estaban paralizados por sequía total», comentaba a la prensa el ingeniero Yosvani Rubí, director de Ingeniería del Grupo Empresarial de Acueductos y Alcantarillados.

Según las estadísticas del INRH, el 7 de septiembre pasado había en el país 330 fuentes de abasto de agua afectadas por la sequía de forma parcial o total, para una población perjudicada de 847 308 personas. Sin embargo, el 4 de octubre solo estaban afectadas 97 fuentes y 91 757 personas.

La mayoría de la población y de las entidades económicas ha sido beneficiada por las lluvias y por el servicio de acueducto. No obstante, deberíamos mantener la máxima de que: «sí, ahora hay agua, pero se acaba de nuevo si no la ahorramos». 





# MUESTRAN LAS PRESAS FAVORABLE NIVEL DE LLENADO<sup>1</sup>

**voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
QUÉ DICE LA PRENSA**

Tras varios años con acumulados de precipitaciones por debajo de lo habitual, el periodo húmedo del 2017 rompió la desfavorable tendencia al registrarse entre mayo y octubre un promedio nacional de 1 121 milímetros, equivalente al 112 % de la media histórica de esa etapa del calendario

Tras varios años con acumulados de precipitaciones por debajo de lo habitual, el periodo húmedo del 2017 rompió la desfavorable tendencia al registrarse entre mayo y octubre un promedio nacional de 1 121 milímetros, equivalente al 112 % de la media histórica de esa etapa del calendario.

Según los datos ofrecidos por el máster en Ciencias Argelio Omar Fernández, especialista de la Dirección de Uso Racional del Agua del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), en la región occidental cayeron 1 251,2 mm (112 %), mientras centro y oriente reportaron 1 251,4 (122 %), y 858,0 mm (98 %), respectivamente.

En 131 municipios del país los acumulados pluviales estuvieron por encima de los valores normales del semestre, y en ninguno fue inferior al 50 % del promedio.

Las abundantes precipitaciones ocurridas sobre todo en septiembre y octubre propiciaron una notable recuperación de los embalses, que al finalizar el décimo mes almacenaban 7 015 millones de metros cúbicos de agua, el 77 % de la capacidad total.

Dicha cantidad representa 1 838 millones más que en igual fecha del pasado año, y supera en 812 millones el promedio histórico de llenado para la época en las 242 presas administradas por el INRH.

Igualmente, los 15 acuíferos de categoría 1 vinculados al abasto de agua a las principales ciudades y polos turísticos de la nación se encuentran en estado normal, 13 de ellos ascendiendo. 💧



<sup>1</sup> Autor: Orfilio Peláez | [orfilio@granma.cu](mailto:orfilio@granma.cu) Publicado el 14 de noviembre de 2017.



# PREVÉ INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS PROCESO DE PERFECCIONAMIENTO<sup>1</sup>

**voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
QUÉ DICE LA PRENSA**

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) tiene previsto desarrollar un proceso de perfeccionamiento que favorecerá la estructura, el funcionamiento y la eficacia de las gestiones inherentes a ese organismo.

Inés María Chapman Waugh, presidenta del INRH y miembro del Consejo de Estado, en un encuentro con delegados e invitados a la Primera Conferencia Nacional del Sindicato de Trabajadores de la Construcción (SNTC), efectuada en La Habana, explicó detalles del programa concebido al respecto y las implicaciones que tendrá en el mejoramiento de la labor y los resultados en toda la infraestructura.



De igual manera detalló el Programa Hidráulico Nacional, concebido desde el 2015 y hasta el 2030, el cual constituye la base para el desarrollo de ese sector en el país.

Está previsto que en el primer quinquenio se ejecuten un grupo numeroso de inversiones en el abasto, el saneamiento, los trasvases y las presas y el equipamiento. “El Estado cubano reconoce la importancia del agua para el desarrollo”, afirmó la directiva.

Precisó también que continuará la rehabilitación de los acueductos en varias ciudades del país. Será Baracoa, en la provincia de Guantánamo, la primera en la que finalizarán las labores.

Apuntó que el INRH es el organismo que más planteamientos de la población recibe, lo cual constituye un reto que requiere la mejor atención posible, y agregó que como lo más importante es el factor humano, ese organismo mejora las condiciones de vida y de labor de los trabajadores.

Los delegados e invitados hicieron un grupo numeroso de planteamientos sobre temas diversos, los cuales fueron abordados por la presidenta del Instituto y los principales directivos de las Organizaciones Superiores de Desarrollo Empresarial. 💧

<sup>1</sup> Publicado el 16 noviembre, 2017 Autor: Ramón Barreras Ferrán.



# SANTIAGO DE CUBA BUSCA AGUA EN EL MAR PARA ENFRENTAR A LA SEQUÍA

**voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
QUÉ DICE LA PRENSA**

Santiago de Cuba (Xinhua).- Obligada por una dura sequía que sacude al país de manera cíclica, la oriental ciudad de Santiago de Cuba, la segunda en importancia de la isla, busca soluciones en el mar.

A unos 20 kilómetros al suroeste de la urbe y al pie de la mítica Sierra Maestra, está en fase de pruebas, para ajustar los equipos y verificar la calidad del agua, una moderna planta desalinizadora que favorecerá a más de 34.000 personas a las que entregará unos 50 litros por segundo.

El verde intenso de las montañas parece que va a llenar todo el espacio circundante, pero el azul brillante del mar, donde se refleja un sol intenso, se combina para hacer un entorno espectacular en la entrada de la Ensenada de Cabañas.

En ese lugar está la planta erigida con tecnología italiana tras una inversión gubernamental de unos 20 millones de dólares.

Todo comenzó cuando la sequía provocó el agotamiento casi total de la presa Parada, lo que dejó sin servicio de abastecimiento a la población dependiente de un circuito hidráulico ubicado al oeste de Santiago de Cuba.

‘La severidad de la sequía hizo que el abastecimiento de agua a algunos puntos de la ciudad se realizara cada 22 días’, comentó la ingeniera hidráulica Janet Triana, delegada del Instituto Nacional de Recurso Hidráulicos (INRH), el ente gubernamental que controla el uso del agua en el país.

Triana, una mujer rubia y menuda de 43 años, dirige con firmeza, desde mayo de 2013, todo el sistema de abastecimiento de agua en la provincia de Santiago de Cuba, ubicada a 860 kilómetros al oriente de La Habana y donde viven casi medio millón de personas que se sirven de cinco presas.

La ingeniera, quien maneja con soltura y seguridad todos los entresijos de su labor, explicó que la nueva planta tiene cuatro pozos de entre 16 y 18 metros de profundidad para tomar el agua del mar y someterla a un proceso de filtrado y ósmosis inversa que apenas dura 20 segundos.

Para preservar el medio ambiente, toda la salmuera sobrante, mediante una conductora submarina, se vierte a 620 metros de la orilla, donde está la plataforma continental.

El agua obtenida de ese proceso tiene una alta pureza y es bombeada hasta

grandes tanques de 10.000 litros de la potabilizadora de Parada, a unos 11 kilómetros de distancia.

En ese lugar se mezcla con el agua allí procesada, desde donde se envía a la población sin necesidad de realizarle ningún otro tratamiento.

‘Con sus 50 litros por segundos, conectada al sistema Parada, contribuye a un sistema que demanda 270 litros por segundo, y permite garantizar la distribución y acortar los ciclos de distribución’, aseguró Triana.

Al lado de la planta se construye otra con tecnología española, que garantizará el uso del agua en el proceso industrial de la cercana Termoeléctrica Antonio Maceo, que suministra electricidad a la ciudad y a buena parte de la zona oriental de la isla.

Esta es la primera vez que la isla apela a este tipo de instalación para abastecer a la población, pero las autoridades también recurren a la cooperación internacional para enfrentar la crudeza de la sequía, por eso están en marcha varios proyectos con financiamiento externo.

‘En este momento, en nuestra provincia estamos llevando a cabo tres proyectos de colaboración internacional que nos apoyan en el enfrentamiento a la sequía’, dijo otra ingeniera, Leti Domenech, quien desde el INRH se encarga de la cooperación externa.

La Unión Europea (UE), mediante su agencia de ayuda humanitaria, financia los proyectos ‘Pon tu ficha’, que hace alusión al juego de dominó muy gustado en Santiago de Cuba, y ‘Resiliencia a la sequía’, que educa a las familias que sufren de la falta de agua.

Otro proyecto, llamado ‘Suma tu gota’, involucra al Programa Mundial de Alimentos (PMA), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef), que de manera conjunta implementan un acercamiento integral y multisectorial al tema de la sequía.

Pequeñas plantas potabilizadoras, equipamiento para la medición de los caudales y de la calidad del agua, tanques



o semillas más resistentes a la sequía, son garantizados a través de esos tres proyectos.

‘Es una serie de equipamientos que fortalece la gestión del agua en la provincia y permite aplicar medidas alternativas a realizar en caso de extrema sequía, como bombeos de mano o cosecha de agua de lluvia’, señaló Domenech.

Un centro de operaciones de la Empresa de Acueducto Agua s Santiago controla las necesidades de la ciudad, además de determinar el caudal y el tiempo de bombeo para cada zona de la ciudad.

Muy cerca de la Loma de San Juan, en las afueras de la urbe, un área con ocho pozos suministra el agua a unas 55.000 personas, pero por la cercanía del mar tiene que ser controlada con regularidad para evitar una eventual contaminación.

Los pozos tienen unos 30 metros de profundidad y su bombeo depende de las necesidades de la población, pero sobre todo de la disponibilidad de las aguas subterráneas.

‘Ahora es cuando hay que ahorrarla’, dicen casi al unísono los técnicos Fernando Frómata y Ángel Milanés, quienes forman parte del equipo que trabaja en los pozos, ahora con ciertos niveles de recuperación tras las lluvias reportadas en las últimas semanas.

Lo cierto es que, en Santiago de Cuba, durante los últimos 40 años las lluvias se han mantenido por debajo del promedio histórico, y por eso el gobierno local no ha dudado en recurrir a todas las soluciones a la mano, aunque haya que sacar agua del mar.



# LOS JÓVENES Y LA PATRIA: UN ENCUENTRO INOLVIDABLE<sup>1</sup>

Entre los días del 11 al 13 de diciembre viajó a la ciudad de Holguín una pequeña representación del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) integrada por los funcionarios Jorge Elías Franquiz Acosta (Secretario de Atención al Trabajo Político-Ideológico del Comité del PCC), Ivette Alfonso Cordero (Secretaria General del Comité del PCC), y algunos jóvenes del Centro, para dar cumplimiento a la jornada Encuentro con la Patria.

De acuerdo con lo previsto en el programa de actividades, se realizó la visita al sitio histórico de Birán (el 12 de diciembre), lugar donde nació nuestro Comandante Fidel Castro Ruz el 13 de agosto de 1926. Durante el recorrido por la finca, múltiples lugares sobresalieron, entre ellos: el hotelito, la escuela pública, la tienda, la valla de gallos, el correo, la panadería, el batey, donde los haitianos vivían, personas laboriosas y muy sufridas que sin lugar a dudas se impregnaron en el sentir de nuestro Comandante, entre otros (es hoy un sitio histórico declarado Monumento Nacional). Según afirmaciones del especialista que realizaba el recorrido, “el campo era el centro vital para Fidel, era el ambiente tranquilo de los animales y de las personas que atendían los trabajos”. Era el lugar más fresco y seguro para vivir.

Fue en este sitio donde el Comandante pasó su infancia y realizó sus primeras travesuras. Aquí encontró el momento adecuado para buscar su libertad, defender los sentimientos de justicia, y rebeldía. Paulatinamente fue integrándose a la política interna de la escuela.

Merece destacar que, en la formación y desarrollo del pensamiento de Fidel, fueron claves el ideario de los héroes mambises, la obra independentista y antimperialista de José Martí, su admiración por la Revolución Francesa, al mismo tiempo que heredaba el modelo de autonomía universitaria de Julio Antonio Mella. El

**voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
NOTI JÓVENES**



<sup>1</sup> Autoras: Lic. Evelyn Garriga Arias y Lic. Leaner O. Ramírez Sifontes. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) Email: [evelyn.garriga@hidro.gob.cu](mailto:evelyn.garriga@hidro.gob.cu) y [leaner.sifontes@hidro.gob.cu](mailto:leaner.sifontes@hidro.gob.cu)





fuerte sentido de la ética, fue durante estos primeros instantes lo más significativo de su pensamiento.

Es bueno enfatizar además que, durante todo el recorrido, estuvo presente la lluvia, elemento natural que en su momento jugó un papel determinante en la vida rural de la finca, y sirvió para almacenar el agua en los tanques, así como para otros usos. Para beber se traía el agua de un manantial que provenía del río Sojo, un pequeño arroyo, que por aquel entonces gozaba de prestigio. Como se ha podido observar, el recurso agua estuvo presente en el ecosistema de la granja, y no cabe dudas que quien hoy recorra este lugar se debe percatar que Birán es un sitio clave que inspira a los cubanos.

En la actualidad, Birán es uno de los museos más conocidos y visitados del país, arraigado en la tradición patriótica de todas las generaciones de cubanos. Visitar este sitio, en el que naciera el Comandante permite al visitante dialogar con la Historia de Cuba y con la memoria histórica del país. Esta casa histórica es motivo de orgullo y honra de la ciudad que lo vio nacer porque permite conocer con mayor profundidad la vida y obra su destacado líder político e intelectual, a la vez que constituye un apreciable legado para los valores patrióticos y humanistas con que se forman las nuevas generaciones de cubanos, herederos de los próceres de la independencia.

Ese mismo día, se visitaron varios lugares trascendentales y de gran importancia tales como: la obra hidráulica TRASVASE ESTE-OESTE, magistral obra de la ingeniería



cubana, donde se aprecia la Presa Mayarí, el aliviadero y la pequeña hidroeléctrica, lo cual es un nuevo paso en el aprovechamiento de fuentes renovables de energía. Junto al historiador de la ciudad de Holguín, Irán Pérez Concepción, que con una pequeña excursión maravilló a todos los presentes con sus conocimientos en la historia de los principales lugares y parques, cada uno con sus particularidades, como por ejemplo El parque de Las Flores, que se llama oficialmente: Julio Grave de Peralta, se construyó en los años 1719 - 1720 para dar acceso a la Parroquia San Isidoro, el Patrono de la Ciudad de Holguín. El Segundo Parque es el Calixto García fue el segundo Asiento de Brazos de dicha ciudad, también creado en 1720, para que se usara en las celebraciones, ferias y mercados. En 1898 se le nombró Parque Calixto García Iñiguez, como llega hasta nuestros días. Y el tercero es el Parque San José pero que su nombre oficial es: Carlos Manuel de Céspedes, no obstante, para todas las personas es El Parque San José. De 1838 a 1848 este Asiento



sirvió de Mercado provisional. Fue el Tercer Asiento en la segunda mitad del siglo XVII, en 1752. Seguidamente se hizo una visita que es casi obligatoria para todo aquel que visite la ciudad: La Loma de la Cruz, que, con sus 468 escalones, emergiendo a 261 metros sobre el nivel del mar se deleita un maravilloso paisaje a gran escala de toda la Ciudad, éste ha sido declarado Monumento Histórico-Arqueológico Colonial de nuestro país. También hubo un conversatorio muy interesante con el Presidente de Gobierno de la Provincia Julio César Estupiñán Rodríguez y se disfrutó de la buena compañía del delegado provincial de Recursos Hidráulicos y demás compañeros, que nos acogieron calurosamente.



Fue un gran placer visitar a la Ciudad Héroe: Santiago de Cuba, la cual es sin dudas, una ciudad excepcional, en la que se combinan múltiples valores que permiten al visitante entrar en contacto con la idiosincrasia de su gente, la cultura e historia del lugar, mientras se disfruta de la naturaleza exótica. Durante el recorrido por el Complejo Histórico Segundo Frente “Frank País”, la cual fue una visita que impresiona por las transformaciones experimentadas, la belleza natural imperante, basta para constatar esa historia de la cual se enorgullecen tanto los combatientes que tan valiosa contribución dieron a la victoria, como sus actuales pobladores. Se conoció en pequeña escala a la ciudad, pues posee una maravillosa Maqueta que muestra gran parte de dicha urbe. Además, se visitó el Cuartel Moncada, una visita imprescindible, donde se vio y se sintió de cerca ese pedazo de historia y sin lugar a dudas el momento más emotivo fue el encuentro con los mayores próceres de la Patria: Carlos M. de Céspedes, Mariana Grajales, José Martí, Frank País y con el Comandante Fidel, en el cementerio Santa Ifigenia, con la convicción de que los jóvenes constituyen la Vanguardia e inspirados en sus ejemplos.



Por último, no es posible terminar esta crónica sin antes señalar que hoy Holguín ha logrado avances en lo que respecta al sector hidráulico, gracias a los esfuerzos de Fidel y su voluntad hidráulica, aún en marcha. Con el triunfo de la revolución en 1959 los recursos hidráulicos se convirtieron en patrimonio común al servicio de toda la Provincia, en función del desarrollo industrial y agrícola, del abastecimiento del agua potable a toda la población, así como de la prevención de los embates de la naturaleza.

Cuba hoy enfrenta ante el mundo su mayor desafío, la actualización del modelo económico y social junto al paulatino proceso de cambios que impulsan cada día el reto de transformar el escenario cubano. La realidad internacional que hoy nos rodea es muy compleja y cambiante. Esta rapidez de los cambios ha puesto en cuestionamiento los enfrentamientos de los seres humanos que luchan por sus intereses, en un presente que cada vez se hace más manipulable, y un futuro algo distante, pero predecible, el cual los jóvenes tendrán la posibilidad de modificar. Con esta idea como punto de partida se debe intentar en cada trabajo y con cada perspectiva identificarnos con el legado de Fidel, y de esta manera mantenerlo. 💧





# JÓVENES HIDRÁULICOS: CENTINELAS DE LA HISTORIA<sup>1</sup>

En consonancia con el legado intelectual del Premio Nobel de literatura, el colombiano Gabriel García Márquez, la realidad suele ser más poderosa que la imaginación. A juzgar por los acontecimientos, en esa órbita se inserta la correlación de las expectativas que rodearon al Encuentro con la Patria, efectuado por un grupo de jóvenes del Nivel Central del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), entre el 11 y el 14 de diciembre de 2017, y las demostraciones evidenciadas durante la realización del periplo.

Temprano en la madrugada del día 11 comenzaron los trajines con la recogida de los participantes, operación en la cual se contó con el apoyo de los conductores Tomás Vergara Rubí, y Lázaro Antonio Valdés Campuzano, como parte del borde delantero en el aseguramiento logístico aportado por la Dirección Administrativa del nivel central del organismo.

Las satisfacciones de la travesía fueron creciendo con el abordaje al ómnibus de la Empresa Transtur que serviría de recinto rodante a través de cientos y miles de kilómetros de la geografía nacional. Las primeras palmas se las llevaron integrantes de la Dirección de Recursos Hidráulicos en la provincia de Sancti Spiritus que garantizaron el almuerzo de carretera.

## Enhorabuena Holguín

Ya entrada la noche del primer día de travesía, se arribó a la provincia de Holguín. La calurosa bienvenida estuvo encabezada por el Ingeniero Eudelio Ricardo Mondeja, delegado del INRH en el territorio; Nailín Leyva Rodríguez, primera secretaria del Comité Provincial de la Unión de Jóvenes Comunistas (UJC); Beatriz Guevara Hernández, subdelegada económica; Yalenis Pérez Montero, secretaria general de la organización de la vanguardia juvenil en la Delegación; Francisca Cruz Rodríguez, más conocida como Maité o Teté Puebla, secretaria general de la Sección Sindical; y Yanet Domínguez Jiménez, comunicadora institucional, entre otros integrantes de un diligente comité de recepción.

Sentidas palabras en las cuales se resaltó la trascendencia de la actividad concebida fueron expresadas por varios representantes de la parte anfitriona, cuyas manifestaciones centrales estuvieron a cargo de la Primera Secretaria del Comité Provincial de la UJC.

Ivett Alfonso Cordero, directora de Inspección Estatal del INRH y secretaria general del Comité del Partido en el organismo central, de la comitiva visitante, reciprocó tales declaraciones y subrayó la importancia que entrañaba para cada integrante de la delegación, a nombre de la cual ella dialogaba en esta oportunidad, la posibilidad de entrar en contacto directo y conocer un poco más sitios gloriosos de la historia nacional, así como palpar en vivo obras emblemáticas de la rama, como el Trasvase Este-Oeste, orgullo del talento de los especialistas hidráulicos cubanos.

## Lluvias: una perenne compañía

Quizás para hacer más inolvidable el Encuentro con la Patria de los jóvenes hidráulicos del Instituto, la naturaleza aportó su cuota de contribución. Una pertinaz llovizna y a veces abundantes precipitaciones acompañaron gran parte del recorrido realizado. En Birán, por ejemplo, en la casa de la familia Castro Ruz, cuna de Fidel y Raúl, Comandante en Jefe y máximo líder de la

 **voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL**  
**NOTI JÓVENES**

## NOMBRES DE LOS JÓVENES PARTICIPANTES

Yasmani Acosta González: Departamento de Tesorería de la Dirección de Economía.

Yudisleydy Feitó Cabrera: Departamento Independiente de Infocomunicaciones.

Dayan García González: Área de Seguridad Informática de la Dirección Administrativa.

Limay López Polledo: Dirección de Planeamiento Hidráulico.

Allans Pons Lestape: Área de Soporte Técnico de la Dirección Administrativa.

Inés María Grave de Peralta Valdivia: Dirección de Relaciones Internacionales y Comercio Exterior.

Evelyn Garriga Arias: Dirección de Relaciones Internacionales y Comercio Exterior.

Alejandro Arias Ramírez: Departamento de Contabilidad de la Dirección Administrativa.

Roger A Arguello Rente: Dirección de Gestión de la Innovación y la Tecnología.

Osmany Orduñez López: Dirección de Gestión de la Innovación y la Tecnología.

Leaner O Ramírez Sifontes: Dirección de Gestión de la Innovación y la Tecnología.

Yamilka Izquierdo Valdés: Dirección de Infraestructura Hidráulica.

Sheyla Ortiz Barreal: Dirección de Infraestructura Hidráulica.

Jessie Fernández Pérez: Dirección de Organización, Planificación e Información.

Geydi Carrera Cuenca: Departamento Independiente de Infocomunicaciones.

Integraron la comitiva, además:

Ivett Alfonso Cordero: Directora de Inspección Estatal del INRH y secretaria general del Comité del Partido en la sede del organismo central.

General de Brigada © Pedro José Astráin Rodríguez: Asesor de la presidencia del INRH.

Jorge Elías Franquiz Acosta: Secretario del Comité del Partido del INRH.

Fidel Sagó Arrastre: Periodista del INRH y secretario general del núcleo número 3 del Comité del Partido del INRH.

<sup>1</sup> M. Sc. Fidel Sagó Arrastre. Correo: fidel@hidro.cu INRH / Fotos: Del autor.



Revolución, y General de Ejército y presidente de los Consejos de Estado y de Ministros de la República de Cuba, respectivamente, las secuelas de las lluvias impidieron acceder a los interiores del recinto, y solo se pudieron observar las áreas exteriores de la instalación, gracias a la comprensión y benevolencia del capitán Jeovel García Proenza, para colaborar con una juventud que había viajado centenares de kilómetros, desde la capital del país, para apreciar parte de genuinos cimientos de la Revolución Cubana.

Con el agua de inseparable compañera se cubrió el trayecto entre Birán y la sede social de la Empresa de Servicios Ingenieros, Dirección Integrada de Proyectos (DIP) Trasvases, radicada en el municipio holguinero de Mayarí, donde el compañero Roberto Pupo Verdecia, director de la entidad, junto a su consejo de dirección y una representación de los trabajadores del centro, dispensaron un cordial recibimiento a los jóvenes participantes en el Encuentro con la Patria.

Las pioneras Irina Tamayo Blanco y Yesica Ramírez García, en una muestra fehaciente del más lozano y portentoso talento local mayaricero, tuvieron a su cargo la pincelada cultural de bienvenida, mientras Niurka Sánchez Valle, quien fungió como presentadora de la actividad, protagonizó un cierre espectacular con un majadero son cubano en su melodiosa voz.

Pupo Verdecia presentó una pormenorizada explicación sobre la millonaria inversión, con precisiones sobre su valor de uso y repercusiones económicas y sociales vinculadas a la agricultura cañera, a otros renglones agrícolas, y a la población, solo superada por el impacto descomunal generado con la permanencia “in situ” en la cortina de la presa Mayarí, en su aliviadero, así como en el faraónico túnel de entrada y en la sala de máquinas de la Pequeña Central Hidroeléctrica (PECHE) de la margen derecha del embalse más alto de Cuba, con 85 metros.

En la noche del día 12, el Licenciado Hirán Pérez Concepción, historiador de la urbe holguinera, expuso una amplia ilustración sobre la significación intrínseca de las más insospechadas esquinas o monumentos de la Ciudad de los Parques, fructífero intercambio que se coronó con el ascenso a la Loma de la Cruz, un esfuerzo físico extremo para algunos, que requiere rebasar más de 450 escalones, pero que vale la pena franquear para divisar una impresionante vista panorámica de la urbe.

Sin cambios en las condiciones meteorológicas se inició el tercer día del periplo, con un extenso viaje entre Holguín y el municipio santiaguero de Segundo Frente, localidad en la cual se yergue el solemne Mausoleo de los Mártires del Segundo Frente Oriental “Frank País”, inaugurado por el Comandante en Jefe, el 11 de marzo de 1978, en ocasión del vigésimo aniversario de la creación del Frente, fundado por el entonces Comandante Raúl Castro Ruz.



El grupo de jóvenes hidráulicos fue objeto de un emotivo recibimiento a su llegada a Holguín.



La arrancada en Holguín vaticinó la provechosa retroalimentación que matizó cada ejercicio del Encuentro con la Patria.



Bajo una pertinaz llovizna, los jóvenes apreciaron las áreas exteriores de la casa de la familia Castro Ruz en Birán.



Directivos y trabajadores de la DIP Trasvase dispensaron una cálida bienvenida a los jóvenes del Instituto.





La intervención de la pionera Irina Tamayo Blanco constituyó una auténtica expresión del portentoso talento artístico local mayaricero con el cual interactúa la DIP.



Desde la cima de Loma de la Cruz se aprecia una impresionante vista panorámica de la Ciudad de los Parques.



El Mausoleo del Segundo Frente Oriental Frank País devino una parada insoslayable del periplo.



El Llamamiento leído en el Segundo Frente deviene una manifestación de compromiso emocional.

Hasta las estribaciones de la legendaria elevación de Mícara, a más de mil kilómetros de La Habana, llegaron los jóvenes del Instituto para tributarles honores a los que ofrendaron sus vidas por la liberación de la Patria. Teniendo como entorno las Califas rojas o Crotos que simbolizan la sangre derramada en las montañas, se le dio lectura a un documento conocido como Llamamiento, dirigido a todos los trabajadores del INRH del país, devenido una manifestación de compromiso emocional en aras de la consolidación de la obra hidráulica, en una perspectiva inmediata y mediata.

La Presidenta de la Asamblea Municipal del Poder Popular de Segundo Frente, Oralmis Samé Sout, tuvo la deferencia de intercambiar impresiones con los integrantes de la comitiva, ejercicio que contribuyó a profundizar los conocimientos adquiridos en el Mausoleo, de la mano del subdirector técnico del complejo histórico, Ángel Leonides López, y del especialista Erdel Fernández León, así como a incrementar el acercamiento a la dinámica política, económica y social de esta demarcación.

Más adelante, en el cementerio patrimonial Santa Ifigenia, en la ciudad de Santiago de Cuba, bajo la certera guía de la Licenciada Idalmis Ruíz Izaguirre, se recorrió el denominado “Altar de la Patria”, donde convergen en un área contigua el Mausoleo erigido al Héroe Nacional cubano, José Martí, la piedra que atesora los restos mortales del Comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz, así como las tumbas escultóricas consagradas al “Padre de la Patria”, Carlos Manuel de Céspedes, y a la “Mater Patria, la Madre de la Patria”, Mariana Grajales, la progenitora del Titán de Bronce, el Mayor General Antonio Maceo, y del resto de sus hermanos, participantes en la gesta independentista por la libertad de Cuba, iniciada el 10 de octubre de 1868.

Y en ese entorno se hallan los panteones dedicados a los caídos en gestas internacionalistas, el de los mártires del 26 de Julio de 1953, y el de los combatientes muertos en la insurgencia revolucionaria. También en el camposanto santiaguero están los restos mortales de otros insignes patriotas, como 30 generales de la guerra de independencia, y los de Frank País y su familia, por solo mencionar algunos ejemplos.

Sin lugar a dudas, la estancia en el cementerio Santa Ifigenia y la subsiguiente colocación de flores en lugares sagrados de la Patria por parte de jóvenes del INRH, bien se inserta en esa órbita señalada por el Doctor Eusebio Leal Spengler, cuando exhortó en el discurso pronunciado **en el acto político y ceremonia militar de inhumación de los restos de Carlos Manuel de Céspedes y Mariana Grajales, el 10 de octubre de 2017** a: “conmemorar dignamente cada acontecimiento, desempolvar cada documento, dar brillo al mármol de las tumbas y de los mausoleos que, como en Santa Ifigenia, heroína del panteón griego y cristiano, aparezca al fondo un bosque de banderas cubanas sobre la tumba de cada mártir, de



cada heroína, de cada héroe, que florezcan y crezcan las palmas bellas de Cuba”.

El peregrinaje por la Ciudad Héroe prosiguió por las instalaciones del otrora Cuartel Moncada, hoy Ciudad Escolar 26 de Julio, recinto que fue asaltado el Día de la Santa Ana, en julio de 1953, por la Generación del Centenario, encabezada por Fidel, para mantener vivo al Apóstol. Continuó luego por la Galería Arte Soy, enclavada a un costado del Moncada, para apreciar la Exposición Retrato Íntimo, del fotógrafo Alex Castro, inaugurada en ocasión de cumplirse el sábado 25 de noviembre último el primer aniversario de la partida a la inmortalidad del Comandante en Jefe de la Revolución Cubana, Fidel Castro Ruz. Y sin tiempo para más, el andar santiaguero se cerró con el deleite instructivo proveniente de la Maqueta de Santiago de Cuba, una gran obra de arte expuesta en un inmueble de la calle San Tomás, entre San Basilio y Santa Lucía, donde se representa el área urbana de la urbe, con una extensión de 91 kilómetros cuadrados.

### **Despedida de Holguín**

El colofón de la tercera jornada marcó la despedida de la Ciudad de los Parques, suceso pletórico de regocijo que incluyó un intercambio de estremecimientos, en una especie de teleconferencia, desde la delegación provincial del INRH, con la presidenta del organismo, Inés María Chapman Waugh, en su oficina en La Habana. Consignó, asimismo, un encuentro con jóvenes colegas pertenecientes a las diferentes entidades del sector hidráulico en el territorio, así como el saludo personal del compañero Julio César Estupiñán Rodríguez, diputado al Parlamento cubano y presidente de la Asamblea Provincial del Poder Popular.

### **Retorno dinámico**

Aún el retorno a la capital atesoró dinamismo e interrelaciones útiles. El tránsito por la provincia de Camagüey devino ocasión propicia para entrar en contacto con el alentador desempeño del Centro Integrado de Tecnología del Agua (CITA), creado en 1995 y convertido en un surtidor de alternativas para el abasto de agua, y promotor de diversas acciones de capacitación. Punto y aparte merece el Filtro para la obtención de agua segura producido en este centro, con probado impacto en escenarios estatales y por parte de la población.

### **Huellas indelebles**

Más allá de las narraciones precedentes, el Encuentro con la Patria de los jóvenes hidráulicos del Instituto deja ciertas huellas que parecen intangibles, al menos a ojos vista, pero que, en una dimensión más reposada, adquieren una resonancia incalculable. Basten dos coordenadas:



La impronta de Vilma Espín Guillois presente en el Mausoleo del Segundo Frente.



Alejandro Arias Ramírez, conmovido frente a la historia.



La Presidenta de la Asamblea Municipal del Poder Popular de Segundo Frente, Oralmis Samé Sout, tuvo la deferencia de intercambiar impresiones con los jóvenes hidráulicos.



El Cementerio Patrimonial Santa Ifigenia, de Santiago de Cuba, constituyó una parada obligada en el itinerario del Encuentro con la Patria.



## LLAMAMIENTO

“...Si salgo, llego; si llego entro; si entro, triunfo...” Fidel Castro Ruz, México, noviembre de 1956.

A todos los trabajadores Hidráulicos de Cuba.

Desde las montañas invictas y rebeldes del Segundo Frente Oriental Frank País, conmovidos por el ejemplo impecable de Vilma Espín Guillois y de todos los mártires que reposan en la tierra cubanísima de Mayarí Arriba, aquí, en el Mausoleo que perpetúa el heroísmo y el coraje del Ejército Rebelde, nosotros, integrantes de la delegación de trabajadores de la sede central del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), con convicción profunda “de que no existe fuerza en el mundo capaz de aplastar la fuerza de la verdad y las ideas”, imbuidos en nuestros ideales patrióticos, convocamos a cada directivo, ingeniero, técnico, especialista y obrero que laboran en el frente importantísimo de la gestión agua, a cumplir con calidad, eficiencia y alta responsabilidad técnica-profesional, nuestras tareas y actividades concretas en cada dirección en todos los niveles, en cada inversión y obra constructiva, y en cada puesto de trabajo donde se empeñe el pensamiento, la acción y la vocación del trabajador hidráulico, haciendo realidad el cumplimiento de las normas y la disciplina tecnológica, el aprovechamiento al máximo de la jornada laboral, convirtiéndonos en enérgicos enemigos de la chapucería, el despilfarro y de todo tipo de negligencias. Cada cubana y cubano necesita que nuestro esfuerzo, sudor y consagración lleve el sello de calidad a que nos convoca la Voluntad Hidráulica manifestada por nuestro querido Comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz. De Fidel aprendimos que “Sí se puede” hacer la tarea bien, de que Sí podemos cumplir con eficiencia y elevada responsabilidad nuestros deberes funcionales y con esa eficacia dar cumplimiento a la Política Nacional del Agua y a la Ley de Aguas Terrestres, aprobada recientemente por la Asamblea Nacional del Poder Popular.

¡Que cada acueducto, presa, estación de bombeo, cada red hidráulica, base de logística, que cada Unidad Empresarial de Base (UEB) y Grupo Empresarial, que cada empresa independiente, que cada directivo, ingeniero, profesional y técnico, que cada trabajador de nuestro Instituto, sea expresión cotidiana del “Sí se puede”, al que nos convocara también en el VII Congreso de nuestro Partido, el compañero General de Ejército, Raúl Castro Ruz, Primer Secretario del Comité de nuestro Partido!

¡Cuba espera de nosotros esa actitud de victoria!

“Porque de rodillas nos pondremos solo una vez, y una vez inclinaremos nuestra frente y será el día que lleguemos a tierra cubana que guarda veinte mil muertos para decirles: hermanos la Revolución está hecha, vuestra sangre no cayó en vano”.

**¡VIVA FIDEL! ¡VIVA RAÚL! ¡VIVA LA REVOLUCIÓN CUBANA!**

Firmado: Delegación de trabajadores de la sede central del INRH. Mayarí Arriba,  
13 de diciembre de 2017, “Año 59 de la Revolución”

En diversas oportunidades había escuchado conferencias, intervenciones y relatos concernientes al General de Brigada ® Pedro José Astraín Rodríguez, hombre de una larga y prolífica trayectoria, de quien pensaba erróneamente que era oriundo de la provincia de Holguín. Muy reveladora resultó la confrontación cara a cara con Astraín durante varios días y en el transcurso de incontables horas. Significativo fue conocer que nació en Pinar del Río, advertir trazos de sus primeros rastros por Vueltaabajo, y asimilar algunas venturas de su amplia lámina de competencias.

Entretanto, a bordo del Transtur escuché una especie de disertación sobre el rol de la familia como célula básica de la sociedad, y la impostergable necesidad de asegurar la sostenibilidad de los principios y valores que forman a las nuevas generaciones, protagonizada por Jorge Elías

Franquiz Acosta, secretario del Comité del Partido del INRH, y la joven Jessie Fernández Pérez, especialista de la dirección de Planificación, Organización e Información del INRH. Argumentos como los defendidos por el dúo de referencia alimentaron la travesía y se multiplicaron de forma sucesiva y creciente.

### ***Imágenes para “empujar” la historia***

Un axioma de la comunicación reza: “una buena imagen vale más que mil palabras”. Por lo tanto, no habrá mejor pieza para interpretar la realidad que se intenta describir que acompañar este texto con la mayor cantidad posible de instantáneas realizadas por el autor para testimoniar la estela del Encuentro con la Patria efectuado por un grupo de jóvenes del Nivel Central del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. 💧

## POEMA INSPIRADO EN EL HEROÍSMO DE TODOS LOS MÁRTIRES DEL SEGUNDO FRENTE ORIENTAL “FRANK PAÍS”<sup>1</sup>

### “HEMOS VENIDO”

Hemos venido al Mausoleo  
Del Segundo Frente “Frank País” para que  
el rocío de la montaña nos moje el pensamiento  
para conocer la forja de la entereza  
al levantarse la rebeldía  
sobre la muerte haciéndose posible  
más luz en la aurora.

Hemos venido desde muy lejos  
para darles a nuestros mártires las gracias  
por nuestras alegrías.

Hemos venido porque nuestra gratitud  
hacia nuestros héroes no tiene límites,  
porque en nombre también de nuestros hijos,  
de nuestros padres, de nuestros hermanos  
y ancianos estamos aquí.

Hemos venidos ante ustedes,  
Para tomarnos de las manos  
transitar la serranía, percibir el olor de  
la pólvora, para escuchar y obedecer  
la orden del Jefe exigente que nunca dejó  
de ser ejemplo de mambí ni solícito amigo.

Hemos venido para renovar nuestro juramento  
como soldados de la Patria.

Caminamos en silencio en este altar de la  
gloria combativa, recitando vuestros nombres.

Hemos venido a besar las manos  
de Vilma Espín, hermana inseparable  
de Frank País. Eternamente Vilma,  
inolvidable compañera  
de todos los cubanos dignos.

Hemos venido junto al bailarín  
miliciano cubano de la danza irrenunciable,  
que nos trajo de España  
su Maestría Flamenca.

Hemos venido para forjar  
el acero de nuestro tesón  
y darle a la mariposa en vuelo,  
el polen que multiplica la voluntad hidráulica  
del pensamiento visionario de  
nuestro Comandante en Jefe  
Fidel Castro Ruz.

Hemos venido a la Comandancia Rebelde  
del “sí se puede” para hacer y vencer,  
para retar todos los desafíos,  
todos los miedos, todas las angustias,  
todos los cercos del odio y de muerte.

Hemos venido para desde aquí  
junto a todos los trabajadores hidráulicos  
de nuestra Cuba, combatiente y heroica,  
exclamar a los cuatros vientos:  
¡COMANDANTE EN JEFE! ¡ORDENE!



“Honor a quien honor merece”,  
se patentiza en el panteón al Héroe  
Nacional Cubano, José Martí.



El legado de la Madre de la Patria, Mariana  
Grajales, se simboliza en el cementerio de Santa  
Ifigenia en una imponente escultura del artista  
santiaguero Alberto Lescay Merencio



Las flores depositadas en el “Altar de la Patria” en Santa Ifigenia bien se insertan en el sendero instado por Eusebio Leal: “desempolvar cada documento, dar brillo al mármol de las tumbas y de los mausoleos”. En la imagen Ivett Cordero Alfonso ofrece una ofrenda en el nicho de Frank País García y su familia.

<sup>1</sup> Jorge Elias Franquiz Acosta. 12 de diciembre de 2017.



## ESTRATEGIA JUVENIL<sup>1</sup>

La Estrategia Juvenil de la empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos Occidente (ESIHO) se elaboró el 1º de noviembre de 2016, en el seno del núcleo del Partido, ideada para funcionar en estrecha relación con todos los factores de la empresa, dígame administración, PCC, Sindicato y BTJ. Su objetivo fundamental es potenciar la integración de los jóvenes a lo interno y entre los jóvenes del sector hidráulico a través de la participación en las actividades organizadas por la Empresa y convocadas por nuestro organismo rector, el INRH. Se caracteriza por la iniciativa, la creatividad y la aportación de los jóvenes que la hacen posible.

La ternura de enseñar. Círculo de Interés en la escuela primaria "Adalberto Gómez Núñez".

Los últimos jueves de cada mes, durante siete meses (diciembre-julio/ 2017), tres jóvenes de la Empresa, sembraron conocimientos y cosecharon las sonrisas de los pioneros del aula 2doA a través del círculo de interés Pioneros amigos de la ESIHO. A partir de un contacto inicial donde se recogieron los temas de interés para los pioneros, se prepararon e impartieron 4 clases teóricas y una clase práctica, con el apoyo de las TICS. Los temas que despertaron mayor interés fueron ¿Cómo llega el agua a las casas? y ¿Cómo se contamina y des-contamina el agua?

Incluyó la convocatoria al concurso de dibujo Forjando Hidráulicos a partir de las clases impartidas, cuya sencilla premiación se efectuó en la mañana del 5 de julio, con la presencia de los padres. También contamos con la participación de los pioneros en dos actividades político-culturales efectuados en la Empresa con motivo del natalicio de nuestro Héroe Nacional y la desaparición física del Comandante Camilo Cienfuegos.



CIRCULO DE INTERÉS ESCUELA PRIMARIA "ADALBERTO GÓMEZ NÚÑEZ"



HOMENAJE A LA DESAPARICIÓN FÍSICA DE CAMILO CIENFUEGOS

<sup>1</sup> Ing. Yureici Piñeiro Salmón. Especialista Principal del Grupo de Desarrollo de la Dirección Técnica. ESIHO | Correo: yuri@dip.hidro.cu | Fotos cortesía del ESIHO



Recientemente, el círculo de interés se incorporó al Proyecto Agua amiga de las niñas y los niños, dirigido por Amneris Carreras y auspiciado por el UNICEF, ampliando su accionar y la participación de los pioneros en mayor número de actividades como el concurso Cero Derroche en pos de la protección de los recursos hídricos y el medio ambiente, en general.

**Yuri (31 años, Especialista de la Dirección Técnica):** Cuando los visitamos o nos honran con su participación en las actividades de nuestra empresa, siempre nos preguntan cuándo comienzan las clases. Recuerdo que el día que impartimos la primera clase querían que regresáramos al día siguiente, los tres nos asombramos mucho, pero fue una motivación tremenda. Aunque implica un sacrificio de nuestra parte porque es una tarea adicional a nuestro contenido laboral, decidimos continuarla, incluso

con los mismos pioneros. Ahora que ya cursan el tercer grado están ansiosos por comenzar el círculo de interés.

**Pedro Enrique (27 años, Especialista de la UEB de Ingeniería y Colaboración):** Con el círculo de interés esperamos contribuir a que los pioneros cuiden este preciado recurso y quizás hasta se conviertan en un futuro ingeniero hidráulico o en un trabajador del sector.

**Mario (23 años, Especialista Económico de la UEB de Ingeniería y Colaboración):** La verdad, es una actividad de suma importancia y muy reconfortante porque gracias a nuestro aporte en los círculos de interés se despierta el interés por la hidráulica en los niños. Agradezco la oportunidad de apoyar un poco a mis compañeros y espero que nuestro trabajo pueda ampliarse mucho más para seguir sembrando interés por la hidráulica en los más pequeños y jóvenes que son el futuro.

## Turismo Técnico, una oportunidad para la integración juvenil desde la experiencia profesional

Con el objetivo de fortalecer el conocimiento de los jóvenes especialistas en materia de obras hidráulicas y propiciar su integración mediante el intercambio de criterios a partir de las experiencias profesionales, surgió la iniciativa de realizar el Primer Turismo Técnico. En la madrugada del viernes 20 de octubre, ocho jóvenes de la ESIHO, iniciaron su periplo hacia la UEB de Servicios Ingenieros de Matanzas.

Se trató de una actividad integral donde los jóvenes tuvieron la oportunidad de conocer elementos de la historia hidráulica en el acueducto de Cárdenas, donde observaron la huella del devastador Huracán Irma sobre el tanque antiguo del acueducto. Desentrañaron los misterios de la Cueva, con su singular arquitectura y cristalinas aguas.

## 1er Turismo Técnico

13 de octubre de 2017



EQUIPO DE JÓVENES DE ESIHO EN LA UEB MATANZAS





#### CANAL DRENAJE MATANZAS

En el marco de la actividad se visitaron las obras que se ejecutan en Cárdenas en el contexto del proceso inversionista, fundamentalmente la rehabilitación de redes de acueducto y alcantarillado. Se observó en el terreno, el trabajo de los constructores instalando acometidas y construyendo el drenaje.

La actividad propició el intercambio de criterios entre los jóvenes y de éstos con los trabajadores de la UEB sobre los trabajos observados, especialmente su calidad. Fue una jornada de especial utilidad para aquellos que se desempeñan en otras funciones, como económicos e informáticos ya que tributó a su capacitación como trabajadores de la Empresa.

También tuvimos la oportunidad de conocer y conversar con el Delegado Guillermo de la Caridad Cue Lugo y el Subdelegado de Inversiones de la Provincia Julio González Abreu.



#### CANAL DRENAJE MATANZAS

**Giselle (27 años, Especialista Dirección Técnica):** El turismo técnico es una actividad necesaria para los jóvenes, donde se conocen las unidades empresariales y se visitan las obras más importantes de la UEB. En este caso conocimos del desempeño y la labor que realizan los trabajadores de la UEB Matanza. Se trata de un encuentro tanto profesional ingeniero como de confraternización donde se incrementa la unidad laboral y el



compromiso con la empresa, es además un estímulo por parte de ésta a los jóvenes, propongo que se realice periódicamente.

**Daymel (27 años, Supervisor UEB Habana):** Fue un recorrido bonito e interesante porque permitió ampliar los conocimientos mediante la visita a las obras hidráulicas del pasado y de las que se ejecutan actualmente. Profesionalmente permitió ganar en experiencia como supervisores. Además sirvió para estrechar las relaciones con los compañeros de la Oficina Central y de la UEB. Soy el uno para la próxima visita.

## Participación en actividades convocadas

Una representación de nuestros jóvenes participó activamente en el encuentro convocado por la Presidenta del INRH, Inés María Chapman Waugh, donde expresaron sus criterios e ideas con franqueza.

Con entusiasmo, los jóvenes apoyaron la celebración del Balance de Base y Municipal de las BTJ y las actividades efectuadas en el contexto de éstos.

También participaron en la visita planificada por el INRH al Monumento El Cacahual en conmemoración al natalicio del Titán de Bronce y la visita a la ENAST, donde compartimos con los jóvenes del Instituto y de la EIPHH.

Igualmente organizaron y desarrollaron un encuentro deportivo con los colegas de la EIPHH. Se contó con el aseguramiento logístico de nuestra empresa. En la actividad participaron trabajadores y familiares. La participación de los jóvenes implicó un sacrificio pues muchos se incorporaron al trabajo al concluir el Evento. 💧



REPRESENTACIÓN DE LOS JÓVENES EN ENCUENTRO CON LA PRESIDENTA DEL INRH



ENCUENTRO DEPORTIVO CON LOS COLEGAS DE LA EIPHH.



VISITA AL MONUMENTO EL CACAUAL



Los jóvenes junto al Delegado y subdelegado de Inversiones. Director UEB Matanzas y Especialista.



## Resumen

Se realiza un compendio de los aspectos relevantes de artículos publicados en la revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental, del Centro de Investigaciones Hidráulicas de la CUJAE, durante el año 2017. Esta publicación internacional pertenece al Grupo 2, es considerada de gran impacto y referenciada en bases de datos de prestigio, entre ellas Scielo. Los trabajos abarcan casos de estudios nacionales, poniendo de relieve la pertinencia y actualidad de la ciencia que se desarrolla en torno a la ingeniería hidráulica en Cuba.

## Introducción

La actividad científica que se desarrolla en el Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH) de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), beneficia numerosos campos de aplicación de la ingeniería hidráulica en Cuba. Los principales resultados tienen espacio de divulgación en la revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental (IHA), que nace en el propio CIH, alcanza visibilidad internacional y es clasificada por la comunidad científica como de gran impacto (Grupo 2). Los artículos publicados en la revista IHA apuntan a la interpretación y solución de problemas hidráulicos de interés nacional e internacional.

A continuación, se exponen los aspectos esenciales de los artículos de interés fundamentalmente nacional, publicados en las temáticas de tratamiento y calidad del agua para uso o consumo humano, consumo animal y riego, estudios de hidráulica marítima asociados a la solución del problema de inundaciones costeras y mitigación del impacto del cambio climático, operación de embalses y modelación de acuíferos subterráneos. En el marco de la elaboración de nuevos planes de estudios para las carreras de ciencias técnicas en Cuba, en particular la Ingeniería Hidráulica, se atiende a la formulación del modelo del profesional hidráulico cubano y la impartición de disciplinas de la carrera en el pregrado.

Por razones de espacio, no se incluyen aquí los trabajos enfocados a casos de estudio internacionales y problemas relacionados indirectamente con la ingeniería hidráulica, que ascienden a un total de 10 artículos científicos adicionales.

Principales publicaciones en la revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental (<http://riha.cujae.edu.cu>), de alcance o interés nacional, en el año 2017.

Modelación hidráulica de humedales artificiales de flujo sub-superficial horizontal. Se presentan los estudios realizados mediante pruebas de trazadores para caracterizar el comportamiento hidráulico de un humedal con flujo sub-superficial horizontal para el tratamiento de aguas residuales. La aplicación de diferentes modelos para el estudio del flujo dentro del reactor mostró la importancia de incorporar en las metodologías de diseño los elementos geométricos e hidráulicos que aseguren el comportamiento del flujo a esperar y por tanto las eficiencias en la remoción de contaminantes. Palabras clave: comportamiento hidrodinámico, humedales artificiales, modelos de flujo, modelo de tanques en serie, modelo de Wolf-Resnick.

Tratamiento de residuales líquidos de tenerías utilizando membranas. Se evalúan dos alternativas de tratamiento del residual líquido de pelambre de una tenería. Estas consisten en dos etapas: una de reducción de la materia orgánica empleando sulfato de aluminio como coagulante, y la otra dirigida a la disminución de sulfuros evaluando el empleo de membranas vítreas y zeolíticas. Como resultado se obtienen remociones de la carga orgánica y del contenido de sulfuros de 99 %, aunque, en el caso de la DQO, no cumple con lo establecido en la Norma Cubana para los cuerpos receptores terrestres Clase A, por lo que se hace necesario un tratamiento posterior. Para este fin se determinó que el contenido de óxido de zinc presente en las membranas influye de manera significativa en la remoción del contenido de sulfuros. Palabras clave: membranas, residuales de pelambre, sulfuros.

Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. Los microorganismos eficientes han sido reportados como una alternativa para solucionar los problemas de contaminación hídrica. Ellos pueden utilizar los compuestos contaminantes presentes en las aguas como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento; de ahí que esta investigación tuviera como objetivo monitorear cambios físicos, químicos y

microbiológicos que se producen en las aguas tras la aplicación del producto Versaklin (constituido por estos microorganismos) en 10 puntos ubicados en una zanja del municipio de Güines, provincia Mayabeque, Cuba. Se realizaron muestras a las 0 h, 24 h y 48 h posteriores a su aplicación. Se concluyó que la mayor eficiencia en la remoción de los distintos parámetros estudiados se alcanzó a las 24 h de aplicado el Versaklin, disminuyendo la presencia de microorganismos propios de las aguas contaminadas. Palabras clave: microorganismos eficientes, remoción, Versaklin, zanja.

La fitoremediación para el tratamiento de aguas de piscinas. Los métodos biológicos de fitoremediación o bioremediación han sido muy aplicados en el tratamiento de las aguas para piscinas de usos tanto recreativos como deportivos. La modalidad más empleada de fitodepuración de las aguas de piscinas son los humedales artificiales, principalmente los de flujo vertical. Aquí se presenta la evaluación de un humedal artificial de flujo vertical sembrado con la planta vegetal *Typha Domingensis*, para el tratamiento de aguas de piscinas a escala de laboratorio para las condiciones climáticas de la provincia de Santiago de Cuba. Para evaluar el efecto real de dicha planta vegetal, se utiliza en paralelo un sistema sin ella. Palabras clave: fitoremediación, humedales artificiales, piscinas biológicas.

Empleo de semillas de *Moringa oleífera* en el tratamiento de residuales líquidos. El tratamiento de residuales líquidos es prioridad para el sistema de salud en Cuba. Los altos precios de los coagulantes químicos y la escasez de materias primas para producirlos nacionalmente propician el empleo de las semillas de la especie vegetal *Moringa oleífera* como alternativa para la sustitución de coagulantes químicos. En este trabajo se utilizó el residuo después de la extracción de aceite para el tratamiento de agua residual de una planta municipal, determinando parámetros indicadores de calidad de los residuales líquidos. La demanda química de oxígeno obtenida fue de 80 mg/L con una dosis de coagulante de 69,70 mg/L, lográndose una reducción superior al 90 %. Se analizó el contenido de sólidos, dureza, alcalinidad y fósforo. Con la uti-

lización del producto evaluado se obtuvieron ventajas ambientales, económicas y sociales. Palabras clave: coagulantes, semillas de Moringa oleífera, tratamiento de residuales líquidos.

Visualización científica de datos geodésicos en presas de tierra, caso Embalse Palmarito. Se realiza una propuesta de interpretación de las bases de datos geodésicas de los desplazamientos horizontales y verticales medidos de una presa de tierra mediante la utilización de varias herramientas y técnicas computacionales como la visualización científica, sistemas de información geográfica, geoestadística, métodos numéricos y algunos elementos de la lógica difusa. La interacción múltiple de estas herramientas y técnicas en el procesamiento y análisis de los datos facilitó abordar el fenómeno de estudio con un mínimo grado de simplificación durante un proceso de visualización de los resultados en el cubo espacio-temporal vinculado con una escala de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo asociado con la distribución geoespacial de los datos en la estructura. Palabras clave: base de datos, cubo espacio-temporal, deformaciones, geodesia, geoestadística, lógica difusa, presas de tierra, sistemas de información geográfica.

Política de operación óptima de un sistema de embalses mediante modelos HEC-ResPRM y RK3. Se muestra la aplicación conjunta de los modelos HEC-ResPRM y RK3 para establecer una política de operación óptima en el sistema de embalses del Sistema Noroeste de abasto de agua a la ciudad de Santiago de Cuba. El modelo HEC-PRM se aplica para obtener las entregas mensuales óptimas a realizar desde cada embalse para satisfacer la demanda de cuatro usuarios. El modelo RK3 se utiliza para obtener gráficos de despacho que permitan realizar la operación conjunta de los embalses en función del estado de los mismos. Como resultados de interés se determinan los déficits mensuales y anuales en la entrega de agua en cada usuario y se propone un plan de entrega para los embalses que garantiza el 90 % de la demanda anual de todos los usuarios. Palabras clave: déficit, embalse, operación, optimización, usuarios.

Interacción entre playas y rompeolas emergidos: comparación con rompeolas sumergidos. Conocer el comportamiento de la interacción entre el oleaje y las estructuras de protección costera, como alternativa a emplear para la recuperación de playas, adquiere cada día mayor

importancia. Aquí se evalúa la capacidad del modelo matemático XBeach de simular la interacción oleaje-rompeolas emergido, evaluando el comportamiento de un conjunto de variables tanto hidrodinámicas como morfológicas. Se compara el desempeño funcional de estas obras con el de los rompeolas sumergidos. Palabras clave: modelación matemática, procesos morfológicos, rompeolas emergidos y sumergidos.

Modelación matemática de procesos morfológicos en playas con rompeolas sumergidos. El incremento y desarrollo de las inversiones asociadas al turismo de sol y playa, unido al aumento de la población en la zona costera a nivel mundial, hacen que cada día cobre mayor importancia conocer el comportamiento de la interacción entre el oleaje y las estructuras de defensa costera, unido a la necesidad de pronosticar de forma rápida y correcta los procesos morfodinámicos que ocurren ante situaciones extremas. Se evalúa la capacidad del modelo matemático XBeach de simular la interacción oleaje-rompeolas sumergidos, simulando el comportamiento de un conjunto de variables tanto hidrodinámicas como morfológicas, lo que pone a prueba la capacidad del modelo para reproducir los fenómenos que ocurren en las playas ante la presencia de rompeolas sumergidos. Palabras clave: modelación matemática, procesos morfológicos, rompeolas sumergido.

Modelo numérico de intrusión salina con dispersión hidrodinámica. Se presenta un modelo numérico de intrusión salina con dispersión hidrodinámica, por lo que se considera la densidad del fluido como variable en función de la concentración de sal. El modelo matemático está formado por la ecuación de flujo y la ecuación del agua salada en el plano vertical. Se aplica el Método de los Elementos Finitos con triángulo lineal para la discretización en el espacio, y el Método de las Diferencias Finitas para la discretización en el tiempo. Se comprueba el algoritmo de cálculo, utilizado en el modelo, con ejemplos reportados en la literatura obteniéndose buen ajuste en cuanto a los resultados de las curvas de nivel de las cargas y de las concentraciones. Palabras clave: dispersión hidrodinámica, intrusión salina, método de los elementos finitos, modelo matemático.

Cálculo experimental de la eficiencia hidráulica en sumideros de aguas pluviales. Este estudio experimental, realizado en el laboratorio de Hidráulica de la Universidad Técnica de Ambato, utilizó una

plataforma experimental de sumideros en media vía para diferentes caudales a escala reducida 1:4. Se consideraron dos casos para analizar su eficiencia hidráulica. Caso 1: un solo sumidero ubicado en la calle (caso de referencia). Como alternativa experimental Caso 2: dos sumideros en serie ubicados en la calle. Se trabajó con una variación de 2 y 4 % en la pendiente trasversal de la vía (bombeo) y de 0,5 a 12 % en la pendiente longitudinal. Los resultados muestran la necesidad de ubicar uno o dos sumideros en dependencia de la eficiencia de captación hidráulica que se desee; igualmente, se estudia la influencia de las pendientes trasversales y longitudinales en la eficiencia hidráulica. Palabras clave: aguas pluviales, eficiencia hidráulica, sumideros.

Evaluación de la doble porosidad en acuíferos cársicos. Los acuíferos cársicos presentan porosidad primaria asociada con la matriz de la roca y porosidad secundaria asociada con la presencia de fracturas, fisuras, canales de disolución y vóculos. El desarrollo de metodologías de interpretación aplicadas a registros geofísicos ha permitido avanzar en la caracterización de estos sistemas de doble porosidad logrando clasificar el medio poroso en porosidad de baja capacidad de flujo y porosidad de alta capacidad de flujo. Se muestran los resultados de aplicar algunas de estas metodologías para caracterizar el sistema poral de las rocas y evaluar cualitativamente la permeabilidad del acuífero cársico de la Cuenca Hidrogeológica Septentrional de la provincia de Matanzas, Cuba. Esta información es muy útil para optimizar la explotación de los acuíferos así como en estudios de migración de contaminantes en las aguas subterráneas. Palabras clave: acuíferos cársicos, aguas subterráneas, doble porosidad, registros geofísicos de pozo.

El modelo del profesional para la formación del ingeniero hidráulico en Cuba. Este trabajo explica los cambios en el modelo del profesional como punto de partida del diseño curricular para la formación del ingeniero hidráulico en Cuba. Se destaca la importancia de su elaboración teniendo en cuenta las demandas de la sociedad y el desarrollo científico-tecnológico alcanzado, los que repercuten en los modos y esferas de actuación. Se analizan sus particularidades en función de cuatro etapas, lo que permitió identificar los saltos cualitativos y la definición de sus componentes, así como sus relaciones; el criterio de corte fueron las transformaciones esenciales que dieron



origen a nuevos planes de estudios para la formación de este profesional. Por esta razón el objetivo es develar las particularidades en la evolución del modelo del profesional para la formación del ingeniero hidráulico en Cuba. Palabras clave: esferas de actuación, ingeniero hidráulico, modelo del profesional, modo de actuación, transformaciones.

Obras hidráulicas y enseñanza de esta especialidad en tiempo y espacio cubanos. A partir de un recuento histórico de dos aspectos fundamentales de la ingeniería hidráulica: la construcción de obras y la enseñanza de ella en el entorno cubano, se puede apreciar cómo la evolución de la primera ha conllevado a la evolución de la segunda. También se evidencia cómo la formación de los especialistas ha repercutido en la complejidad del primer aspecto. Varios de los diversos factores que han influido en estos procesos son mencionados, estableciendo de esta manera una memoria histórica, que ha sido dividida en cinco etapas, abarcando más de cinco siglos. En cada una son presentadas la construcción de las obras hidráulicas y la enseñanza de esta especialidad, estableciendo el vínculo lógico – histórico entre ellos. Palabras clave: construcciones, Cuba, enseñanza, historia, ingeniería hidráulica.

Caracterización de precipitaciones diarias en el municipio de Ciego de Ávila, Cuba. La investigación analizó una serie de 30 años de precipitaciones diarias del municipio Ciego de Ávila en el periodo 1983-2012. Se consideraron 43800 datos correspondientes a los pluviómetros CA-87; CA-102; CA-722 y CA-894. Los resultados demostraron que la pluviometría anual es de 1243,5 mm y los mayores valores se presentan en junio y septiembre con 228,9 mm y 221,3 mm respectivamente. El tipo de lluvia predominante es la inferior a 50 mm en 24 horas las cuales suceden en 86 días en el año. Los meses muy húmedos van de mayo a octubre, los normales de enero a abril y noviembre. Diciembre es el único mes con categoría de muy seco. El valor promedio del coeficiente de concentración de la precipitación diaria es de 0,64 (alto). Palabras clave: coeficiente de concentración de la lluvia, coeficiente de persistencia, número de días con lluvias, persistencia de la lluvia, rachas lluviosas.

Diseño agronómico en máquinas de pivote central, rendimientos, ahorro de agua y energía. Se realizó el diseño agronómico para riego de papa con máquinas de pivote central, evaluando coeficiente de uniformidad (CU), uniformidad de dis-

tribución (UD), eficiencia de aplicación (EA), coeficiente de variación (CV), consumo de agua y energía y la influencia de la velocidad y dirección del viento sobre calidad del riego en varias entidades de la provincia Ciego de Ávila. Las máquinas se evaluaron para vientos entre 2 km/h y 27 km/h. Los valores medios obtenidos fueron: CU=75,4 %, UD=59,8 %, EA=75,3 %, CV=37,8 % y rendimientos medios en máquinas con diseño agronómico de 28,6 t/ha, sin diseño agronómico de 20,13 t/ha, con ahorro de 137192,4 m<sup>3</sup> de agua y 54718,5 kWh de electricidad en la Empresa Agropecuaria La Cuba, el rendimiento medio en 20 máquinas con diseño agronómico en la provincia fue de 27,09 t/ha. Palabras clave: ahorro de agua, diseño agronómico, energía, máquinas de riego, rendimiento.

## Conclusiones

En el año 2017, los artículos contenidos en la revista IHA atendieron las temáticas nacionales de tratamiento y calidad del agua, hidráulica marítima, operación de embalses, modelación de acuíferos, modelo y formación del profesional hidráulico cubano y aprovechamiento del agua para riego, entre otros de alcance internacional. Estas publicaciones son el resultado del quehacer científico del CIH de la CUJAE, y apuntan fundamentalmente a la solución de problemáticas de la Ingeniería Hidráulica en el ámbito nacional e internacional. Se hace extensiva la invitación a la comunidad de profesionales hidráulicos y afines a esta ingeniería, a publicar sus trabajos en IHA.

## Referencias Bibliográficas

- Aguiar, Y., S. Rodríguez, E. Fernández, E. Cabrera. (2017). Tratamiento de residuales líquidos de tenerías utilizando membranas. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (1), p. 113-127.
- Álvarez, M., L. Álvarez, R. Vázquez. (2017). Visualización científica de datos geodésicos en presas de tierra, caso Embalse Palmarito. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (1), p. 86-100.
- Brown, O., Díaz, R; Gallardo, Y; Valero, J. (2017). Caracterización de precipitaciones diarias en el municipio de Ciego de Ávila, Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (2), p. 44-58.
- Camejo, L.E.; Duarte, L; Guerra, G (2017). Diseño agronómico en máquinas de pivote central, rendimientos, ahorro de agua y energía. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (2), p. 3-16.
- Córdova, L.F., K. Hernández, H. Benítez. (2017). Interacción entre playas y rompeolas emergidos: comparación con rompeolas sumergidos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (1), p. 72-85.
- Córdova, L.F; Hernández, K; Benítez, H. (2017). Modelación matemática de procesos morfológicos en playas con rompeolas sumergidos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (1), p. 59-71.
- Gutiérrez, M.V; Juan, D.T; Martínez, Y; Cordiez, A (2017). El modelo del profesional para la formación del ingeniero hidráulico en Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (3), p. 78-87.
- Larriva, J.B; González, O.A. (2017). Modelación hidráulica de humedales artificiales de flujo sub-superficial horizontal. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (1), p. 3-16.
- Marón, D.E., O.C. Herrera, Y. Fernández, L.C. Ramos, A.O. Hernández. (2017). Modelo numérico de intrusión salina con dispersión hidrodinámica. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (2), p. 31-43.
- Pazmiño, F., R. Hechavarría, F.B. Morales, J. León. (2017). Cálculo experimental de la eficiencia hidráulica en sumideros de aguas pluviales. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (3), p. 17-29.
- Pérez, F., Y. Guardia, S. Rodríguez. (2017). La fitoremediación para el tratamiento de aguas de piscinas. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (3), p. 101-113.
- Recio, I.A., J.B. Martínez, J.L. Soto. (2017). Política de operación óptima de un sistema de embalses mediante modelos HEC-ResPRM y RK3. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (1), p. 44-58.
- Romero, T. y D. Vargas. (2017). Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (3), p. 88-100.
- Rondón, M., Y. Díaz, S. Rodríguez, B. Guerra, E. Fernández, D. Tabío. (2017). Empleo de semillas de *Moringa oleífera* en el tratamiento de residuales líquidos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (2), p. 87-101.
- Torres, R. (2017). Obras hidráulicas y enseñanza de esta especialidad en tiempo y espacio cubanos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (1), p. 101-112.
- Valcarce, R.M. y J. González. (2017). Evaluación de la doble porosidad en acuíferos cársicos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. 38 (3), p. 30-40.

# **LAS BTJ MUESTRAN EN LA UCI APORTE DE JÓVENES AL DESARROLLO ECONÓMICO DEL PAÍS<sup>1</sup>**

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) fue sede de la XI Conferencia Nacional de las Brigadas Técnicas Juveniles (BTJ), la XV Exposición Forjadores del Futuro y el XI Foro Ambientalista EcoJoven, que se desarrolló del 9 al 12 de noviembre de 2017.

Miguel Díaz-Canel Bermúdez, primer vicepresidente de los Consejos de Estado y de Ministros, asistió al acto de premiación del evento, que tuvo lugar en el teatro del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), ubicado en La Habana.


Díaz-Canel reconoció la contribución de las BTJ en la generalización de las acciones de jóvenes investigadores, obreros y técnicos, en función de elevar los resultados productivos, disminuir gastos y sustituir importaciones.

El también miembro del Buró Político del Partido Comunista de Cuba los exhortó a ser fieles al formidable e insustituible legado del Comandante en Jefe Fidel Castro, fundador hace más de cinco décadas de este movimiento juvenil de vanguardia, que trabaja para lograr el sueño de hacer el futuro de Cuba con hombres de ciencia, por el bien de la Patria, de la Revolución y del Socialismo.

En otro momento del encuentro, Susely Morfa González, primera secretaria del Comité Nacional de la Unión de Jóvenes Comunistas, destacó que los asistentes a la cita, constituyen «lo mejor de la vanguardia científica cubana», la base donde nacen los grandes proyectos que impulsan el país.

A la plenaria también asistió la miembro del Buró Político del Partido, Marta Ayala Ávila, vicedirectora general del CIGB.

Por su parte, Ricmar Rodríguez Gutiérrez, presidente nacional de las BTJ, informó que las brigadas están compuestas por trabajadores de 18 a 35 años, y cuenta con cerca de 90 000 jóvenes agrupados en 8 700 estructuras de base, desde donde trabajan con la motivación por el intercambio de saberes en función de la solución a problemáticas que atañen al país.

Durante el encuentro fueron entregados lauros a investigadores destacados de toda la Isla; se confirieron 20 menciones, diez premios nacionales, seis premios especiales y tres reconocimientos. 

<sup>1</sup> Nancy Pérez Medina. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

 **voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
NOTI JÓVENES**

 **EXPOSICIÓN  
FORJADORES DEL FUTURO**





# NUESTROS JÓVENES ALCANZANDO GRANDES METAS

voluntad  
**HIDRAULICA**

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
**NOTI JÓVENES**

Una de las Menciones Nacionales otorgadas fue dirigida al Ing. Alexei Hernández Pérez perteneciente a la Empresa Aguas de La Habana quien presentó un trabajo titulado: Embalse regulador con pozos de recarga como solución a las inundaciones y recarga de acuíferos. A continuación, se presenta un resumen del trabajo realizado.

## Resumen

El crecimiento de las ciudades con la disminución de sus áreas verdes, así como las frecuentes violaciones a planificación física trae consigo problemas recurrentes en la gestión urbana de las empresas de acueducto, saneamiento y drenaje pluvial. Si a lo antes mencionado le sumamos que desde hace varios años venimos enfrentando escases hídrica el problema se agrava un poco más.

Las estrategias para minimizar estas contingencias se hacen indispensables para la sostenibilidad del recurso agua y la seguridad poblacional. Única alternativa viable para el desarrollo.

El presente trabajo da solución a dos caras opuestas de problemas en nuestra empresa, una es prevenir inundaciones por medio de un embalse regulador y la otra es ayudar a elevar los niveles estáticos y dinámicos de acuíferos a través de recargas artificiales.

Con la construcción de esta obra se podrán eliminar muchas de las inundaciones que ocurren en reiteradas ocasiones en la zona de estudio. El aporte de las aguas superficiales proveniente de esta cuenca, permite almacenar agua en los acuíferos, la cual perderíamos con cualquier otra variante de conducción con descarga a un medio receptor superficial. 💧





# NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

## Amigo Lector,

Nuestra revista se encuentra abierta a la recepción de contribuciones de autores nacionales y extranjeros que contribuyan al cumplimiento de la misión de la misma y que acepten y respeten las normas y procedimientos que se han establecido como Política Editorial. **Se aceptan las siguientes contribuciones:**

- **Artículos informativos de divulgación científico-técnica:** Con resultados o nuevos aportes para ser difundidos y del área temática de la revista; no deben exceder las 10 páginas incluyendo el resumen, las tablas, las figuras, mapas y las referencias bibliográficas.

## Normas de presentación:

Los artículos informativos de divulgación científico-técnica deben ser originales o inéditos, no deben estar postulados para publicarse en otras revistas, deben estar en concordancia con el perfil temático de la revista y sus objetivos y cumplir además con las orientaciones que se dan a continuación:

1. Los autores que postulen ceden los derechos de difusión de estos contenidos a la revista *Voluntad Hidráulica*, con permiso de reproducir sus contenidos en conferencias, congresos, talleres científicos, en la página Web de la institución y en otras actividades docentes o académicas.
2. Presentación y estructura:

## Tipo de letra y espaciado

En el cuerpo del texto se empleará el tipo de letra Arial, puntaje 12, texto justificado y con un interlineado de 1,5 simple espacio, a excepción de los títulos de las contribuciones que se escribirán en mayúsculas, centrados y con el tipo de letra Arial, puntaje 14.

## Los epígrafes y sub-epígrafes

Los epígrafes y sub-epígrafes serán numerados de manera ordenada y consecutiva hasta el tercer nivel de agregación, se empleará la negrita en cada caso. Ejemplo:

### 1. Desarrollo

#### 1.1. Los acueductos en las zonas costeras

##### 1.1.1. Fuentes de contaminación

A partir del tercer nivel los sub-epígrafes se enunciarán en negrita y sin numeración.

## Normas de estructuración del contenido del trabajo

**Título:** No excederá de 20 palabras, debe ser conciso, evitar las siglas, y expresar la idea central del trabajo.

**Datos de los autores:** De cada autor se debe enunciar nombres y apellidos completos, la institución a la que pertenece, correo electrónico, ciudad y país. En caso de que los autores pertenezcan a la misma institución no es necesario repetirla, se debe colocar en cada nombre del autor un superíndice y solamente al autor principal se le enunciará la institución.

**Resumen:** El resumen tendrá una extensión entre 75 y 150 palabras, no será estructurado y se escribirá a un solo párrafo, empleando la tercera persona y de manera impersonal. Debe exponer el objetivo, los métodos/procedimientos generales empleados, los resultados y conclusiones principales.

**Palabras claves:** Se escribirán separadas por un guión, deben ser como mínimo 4 y como máximo 7.

**Introducción:** Debe reflejar el problema y los objetivos del trabajo, así como la importancia del aporte que presenta el autor/es.

**Desarrollo:** Es la sección donde se presentan los procesos/técnicas empleadas, así como los resultados con sus respectivos análisis.

**Conclusiones:** Se expondrán las contribuciones científicas o resultados obtenidos y deben estar en correspondencia con los objetivos planteados en la introducción.

**Bibliografía:** Las referencias bibliográficas se realizarán siguiendo la norma **NC 1: 2005 "EDICIÓN DE PUBLICACIONES NO PERIÓDICAS. REQUISITOS GENERALES"**, Oficina Nacional de Normalización.

Ejemplos:

MILANÉS, J. J.: *Obras completas*, Ed. Consejo Nacional de Cultura, t. 1, La Habana, 1963.

PAZOS ÁLVAREZ, V., NORMA ROJAS HERNÁNDEZ y DORA VIERA LÓPEZ-MARÍN: *Temas de Bacteriología*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1985.

"La calidad de vida en el adulto mayor", en: *La Tercera Edad*, pp. 42-60, Madrid, España, 1987.

UNIÓN DE ESCRITORES Y ARTISTAS DE CUBA: *Estatutos de la UNEAC y reglamentos de las secciones*, 52 pp., Ed. UNIÓN, La Habana, 1979.

ADJABENG, SENYO M.: "Tour-Point Strategy To Taming Your Biases In Mediation"; disponible en: [www.mediate.com/articles](http://www.mediate.com/articles); consultado en Junio 2007.

## Tablas, esquemas, figuras y fotos

Deben venir acompañadas de su título, deben estar en JPG y tener una calidad igual o superior a 300 dpi.

- **Novedades:** Artículos que realicen una valoración de un avance científico-técnico o de nuevas tecnologías, a partir del estudio de fuentes especializadas de información.
- **Comunicación:** Pueden ser entrevistas, reportajes, crónicas, notas técnicas, anuncios o comunicaciones, sobre un tema en particular que tiene relevancia para el público de la revista.
- **Reseñas:** Son textos valorativos acerca de una obra hidráulica de relevancia o una valoración bibliográfica acerca de un tema disciplinar acorde a la temática de la revista.

Los artículos de Novedades, Comunicaciones y Reseñas tendrán una extensión máxima entre 6 y 10 páginas.

**Todos los artículos presentados serán sometidos al proceso de revisión editorial y en el caso de los Artículos Informativos de Divulgación Científico-técnica serán sometidos además al proceso de revisión por pares a doble ciego y por árbitros externos a la entidad del autor.**

Le saludamos afectuosamente y deseamos que se convierta en este 2016, además de en asiduo lector, en nuestro contribuyente más entusiasta.

**Comité de Redacción de la Revista**





INSTITUTO NACIONAL DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL