



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**San José, Costa Rica**  
**Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-3475. josgarcia@aya.go.cr**

**MEMORANDO**

**PARA:** Oscar Izquierdo Sandí  
**Cooperación y Asuntos Internacionales**

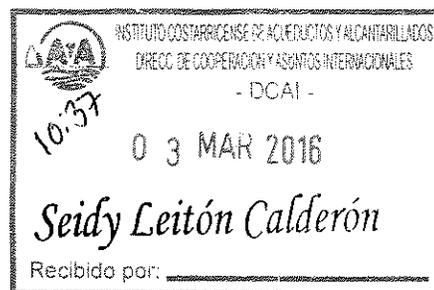
**FECHA:** 2 de marzo del 2016

**DE:** José Daniel García Rodríguez      **No. UEN-PyDOCA-GAM-2016-00103**  
**UEN Producción y Distribución Op.y Control del Acueducto GAM**

**ASUNTO: Informe viaje al exterior Visita Fabrica de Hidrantes y EPM**

---

Para lo que corresponda se adjunta informe de viaje al exterior en la participación de la capacitación de procesos de fabricación Apolo y metodología de pruebas de la empresa de servicios públicos de Medellín.



C: Carlos Camacho Soto, UEN Producción y Distribución Op.y Control del Acueducto GAM  
Archivo





**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

**SUBGERENCIA DE SISTEMAS GAM  
UNIDAD DE PRODUCCION Y DISTRIBUCION  
OPERACION Y CONTROL DEL ACUEDUCTO  
UNIDAD DE HIDRANTES**

**INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR  
DEL 18 DE FEBRERO AL 20 DE FEBRERO DE 2016**

***Capacitación procesos de fabricación Apolo y metodología de pruebas de la  
empresa de Servicios públicos de Medellín-EPM***

**fecha: 29 de Febrero de 2016**



## TABLA DE CONTENIDOS

1.Introducción.....	1
2.Objetivos.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
3. Desarrollo del Informe.....	3
3.1 Agenda de la Actividad.....	3
3.2 Visita a la Planta de Fundición.....	3
3.3 Visita a los laboratorios EATIC de la Empresa de Servicios Públicos de Medellín EPM).....	5
3.4 Proceso de diseño, maquinado y ensamble del hidrante	6
4. Conclusiones.....	8



## **FICHA INFORMATIVA**

**País y ciudad visitada:** Medellín, Colombia.

**Fecha de la visita:** 17 de Febrero al 21 de Febrero del 2016.

**Funcionario de AyA que realizó la visita:** Ing. Jose Daniel García Rodríguez

**Motivo del viaje:** Capacitación procesos de fabricación Apolo y metodología de pruebas de la empresa de Servicios públicos de Medellín-EPM.

**Contacto en el lugar de misión:** Ing. John Jairo Rodríguez Giraldo – Gerente de Ventas Nacionales e Internacionales de APOLO [jjrodriguez@ava.com.co](mailto:jjrodriguez@ava.com.co)

Ing. John Jairo Marulanda Gómez - Jefe de laboratorios de Equipo de Asistencia Técnica e Investigación de Calidad (EATIC), Empresa de Servicios Públicos de Medellín [john.marulanda@epm.com.co](mailto:john.marulanda@epm.com.co)

Ingra. Paola Andrea Gómez Muñoz - Profesional Proyectos, Área Normalización y Soporte. [paola.gomez@epm.com.co](mailto:paola.gomez@epm.com.co)



## 1. INTRODUCCION

Con la promulgación de la ley N° 8641 mediante la cual se declara como servicio público la instalación, el desarrollo, la operación y el mantenimiento de los hidrantes; el AyA inició un proceso de coordinación con el Cuerpo de Bomberos, con el objetivo de llevar a cabo de la mejor manera lo establecido en la ley.

Como estrategia institucional se determino realizar las inversiones de instalación de hidrantes mediante contratación, mientras que el rezago en mantenimiento y sustitución de hidrantes se realizaría por medio de personal propio distribuido en las dos subgerencias operativas.

Aunque el cuerpo de bomberos de Costa Rica fue designado en la ley N° 8641 como instancia técnica-consultiva en materia de hidrantes, dicha institución no se refirió al tema de los procesos de instalación, previstas de hidrantes, materiales a utilizar en la fabricación entre otros, por lo que a recaído en cada ente operador investigar mas a fondo sobre el tema por lo que se concluye que es preciso elevar el nivel de conocimiento técnico de los funcionarios de AyA, lo que a su vez permitirá mejorar los criterios técnicos que han sido aplicados por el Cuerpo de Bomberos desde antes de la declaratoria de este servicio público, así como introducir mejoras en las especificaciones técnicas del producto en sí y en las prácticas de instalación, con el objetivo de incorporarlas a los nuevos procesos de licitación y fortalecer así la contraparte técnica.

Lo anterior es posible si se establece una estrategia que potencie espacios de transferencia tecnológica, orientada a lograr un mayor conocimiento de los productos que se comercializan internacionalmente, así como al establecimiento de conexiones con otros entes prestadores del servicio, que permita profundizar en el tema de mejores prácticas de instalación, operación y mantenimiento

## **2. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

Fortalecer los aspectos relacionados al programa institucional de hidrantes, en lo relacionado a procesos de fabricación, instalación y pruebas de calidad aplicadas a los accesorios requeridos para la correcta instalación de los hidrantes en los acueductos.

### **2. Objetivos Especificos**

- 2.1 Caracterizar el proceso de fabricación de hidrantes en sus aspectos más elementales (materiales de construcción, tolerancia, dimensiones, entre otros)
- 2.2 Caracterizar la aplicación de las normativas técnicas utilizadas en la fabricación de hidrantes tipo cabezote y válvulas de compuerta.
- 2.3 Caracterizar los procesos de pruebas aplicados por los laboratorios de EATIC para la verificación de la calidad de los hidrantes y otros accesorios del acueducto administrado por la EPM.
- 2.4 Identificar las variables técnicas que deben ser consideradas, para la aplicación de pruebas sencillas a efecto de valorar la calidad y condiciones operativas de los accesorios utilizados para el programa institucional de hidrantes y en general para el servicio de acueductos.

### **3. DESARROLLO DEL INFORME**

#### **3.1 Agenda de la Actividad**

17 de Febrero: Traslado Costa Rica - Medellín, Colombia.

18 de Febrero: Visita a la planta de Fundición APOLO (COBRAL)

19 de Febrero: Visita a la Empresa de servicios Públicos de Medellín, Área de Normalización y Soporte (9:00 a 11:30 horas)

Visita al Laboratorio EATIC de la Empresa de Servicios Públicos de Medellín (13:00 a las 3:30 horas).

20 de Febrero: Visita a AVA, fabrica de Diseño, mecanizado, ensamblado, y pintura de válvulas e hidrantes (Proceso ISO 9001:200).

21 de Febrero: Traslado Medellín, Colombia - Costa Rica.

#### **3.2 Visita a la Planta de Fundición.**

##### **3.2.1 Proceso de Fundición**

La fabricación de los hidrantes, las válvulas y otros productos que fabrica la empresa APOLO, inicia con el proceso de fundición para cuya tarea se aplica una técnica denominada "Lost Fond" (espuma perdida), el proceso consiste en diseñar y fabricar moldes a base de poliestireno (estereofón), para posteriormente ser introducidos en un recipiente con arena fina de silicio, cuya función es encapsular el molde y estabilizarlo para que este no se desplace al momento de verter el metal fundido. Una vez colocado los moldes de poliestireno, unidos entre si por medio de elementos del mismo material, se le coloca en la parte de arriba un embudo de cerámica, por el cual se verterá el material fundido (figura 1).



Figura 1

El paso siguiente es verter el metal fundido a través del embudo del molde a una temperatura de 1800 °C (figura 3). El metal fundido llega hasta el molde de poliestireno y toma el lugar de este, quedando el mismo espacio, ocupado por el metal. Cada recipiente se aprovecha al máximo de manera que una forma de medir la eficiencia en la fundición es por medio de volumen de material fundición que ingresa al recipiente, por lo que es muy importante el acomodo de la piezas de poliestireno en el recipiente. En cada uno de los vertidos de material se toma una muestra la cual será analizada posteriormente.

Una vez vaciado el metal fundido y formada la pieza en el recipiente con arena, se deje enfriar al natural y posteriormente se vacía la arena en una máquina vibradora cuya labor consiste en separar la pieza ya conformada, del bloque de arena en la que fue introducida (ver figura 2), posteriormente las piezas salen libres de arena y son separadas del molde "común" para ser llevadas a la planta de Apolo para aplicarle los acabados correspondientes.

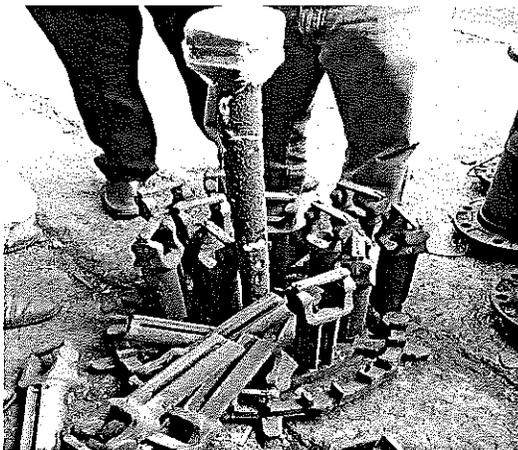


Figura 2

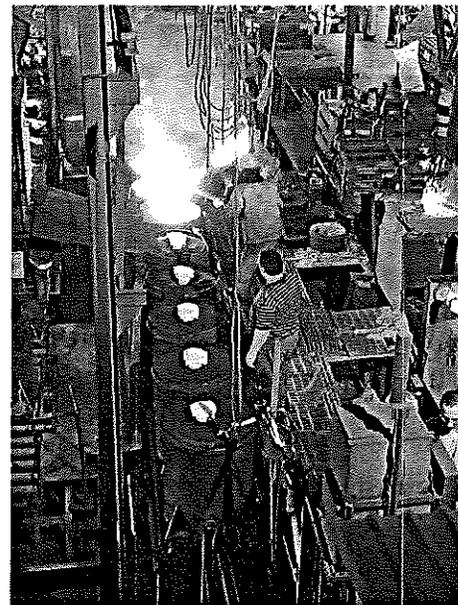


Figura 3

### 3.2.2 Análisis Metalúrgico

La fundidora cuenta con un moderno laboratorio para análisis metalúrgicos con los cuales garantizan que la composición química y las cualidades físicas son las óptimas de acuerdo al tipo de metal que se esté utilizando para conformar las piezas.

Cuenta con equipos tales como el espectrómetro, mediante el cual se visualiza que la composición química del material que se está fundiendo sea la correcta en cuanto a porcentajes de elementos químicos presentes en el metal.

Además de lo anterior, se realizan análisis metalográficos a muestras tomadas del material conformado para corroborar que los nódulos de grafito que se forman en la muestra extraída de la fundición, concuerde con las formas (escamas) estándar de grafito, establecidas en los diagramas ya estandarizados para hierro dúctil o fundido según corresponda.

Además de las pruebas y análisis destructivos descritos anteriormente, el laboratorio de la fundidora practica también análisis no destructivos como lo son las pruebas de dureza ("Brinell" para hierro dúctil y "Rockwell" para piezas de acero, También para corroborar que no haya fisuras en la pieza ya terminada, toman muestras aleatorias y le practican análisis ultrasónicos.

Todo lo anterior, garantiza que la calidad de la fundición es óptima y que los tratamientos térmicos y la composición química del material fundido, es acorde a los estándares establecidos para cada metal.

Es importante indicar que para garantizar la calidad final de la fundición la empresa es muy selectiva en cuanto a la materia prima para la fundición, en cuanto a la

### **3.3 Visita a los laboratorios EATIC de la Empresa de Servicios Públicos de Medellín (EPM).**

#### **3.3.1 Generalidades**

La Empresa de Servicios Públicos de Medellín es la encargada de suministrar en el departamento de Antioquia los servicios de Agua Potable, Alcantarillado, Gas y Electricidad.

La EPM como comúnmente se le conoce a nivel de Latinoamérica, es una empresa de carácter público pero con libertad de ampliar y vender sus servicios a otros departamentos a lo interno de Colombia, así como fuera de sus fronteras. Con tan solo 1.550 empleados brinda los servicios anteriormente descritos a una población de 3.500.000 habitantes.

Dentro de la estructura de la EMP existe un departamento denominado "Equipo de Asistencia Técnica e Investigación de la Calidad (EATIC), cuya tarea dentro de la institución es aplicar, pruebas a los accesorios que adquiere la EMP con el fin de garantizar que lo que se está adquiriendo cumple con estándares óptimos de calidad y funcionalidad, para la función anterior hace uso de unas modernos laboratorios con tecnología de punta.

El EATIC cuenta con una serie de laboratorios y profesionales en diferentes especialidades tales como; mecánica, química, metalurgia y civil con el único objetivo de garantizar la calidad de los materiales y equipos que son adquiridos por la empresa y salvaguardar así los recursos públicos que se inviertan.

Las pruebas que se realizar a los hidrantes y válvulas son muy exhaustivas y van desde la pintura, hasta la adherencia del caucho a la compuerta. Brevemente nos

explicaron cada una de las pruebas con el objetivo de implementar algunas de ellas a los procesos de compra que realizamos en el AyA.

Algunas de las pruebas que se pueden realizar de manera muy simple tanto en la compra de hidrantes como de válvulas son las siguientes:

- Verificación de la pintura termofusionada.
- Adherencia del caucho a la compuerta.
- Prueba de presión al doble de la presión de trabajo.
- Diámetros mínimos del vástago.
- Espesor mínimo de la pared.

Para controlar todo lo relacionado a las especificaciones técnicas EPM cuenta con un Área de Normalización y Soporte, el cual se dedica exclusivamente a mantener actualizadas todas las especificaciones de los materiales que adquieren, retroalimentándose con los informes que emite el EATIC. De esta manera le aseguran al usuario una inversión segura y procesos de compra mas transparentes.

### **3.4 Proceso de diseño, maquinado y ensamble del hidrante.**

La visita se inicio mediante un pequeño recorrido al área de diseño, mediante el cual dos personas por medio de una amplia experiencia y amparados en toda la normativa técnica realizan los diseños, mejoras y propuestas para los productos finales.

Además realizan los diseños de los moldes de aluminio que se utilizan para la confección de moldes de poliestireno, el proceso es el siguiente: El poliestireno se inyecta en forma granular al molde y luego por medio de vapor de agua se expande para crear el molde final es poliestireno que servirá de la confección de cada una de las piezas a fundir.

La empresa AVA, de la cual Apolo es parte, tiene como principal negocio la fabricación de discos y tambores de freno para vehículos de reconocidas marcas Europeas y Americanas, por lo que la calidad en sus procesos es vital para lograr su aceptación. Por ejemplo en piezas automotrices se revisan tolerancias, planitud, rugosidad de superficies. Se observa el proceso de medición óptica de vástagos para verificar, diámetro de raíz de los vástagos de válvulas, ángulo de pared de las caras internas de los hilos de la rosca de los vástagos de válvulas e hidrantes.

La empresa se centra en estudios del mercado mediante el análisis de productos similares fabricados por otras empresas, determinando las dimensiones y características de los materiales según los estándares de la AWWA, C 515, C 550, C 502, C 503 entre otros), diámetro de raíz de los vástagos de válvulas, espesores de pared del producto, espesores y adherencia de recubrimiento del caucho en compuertas de válvulas e hidrantes, oquedades (rechupes) en la fundición de las piezas fabricadas. Apolo ha eliminado el uso de arena verde en sus procesos de fundición (se usa procesos en hornos de inducción) para evitar la introducción de

impurezas en el proceso de fundido, evitando problemas de oquedades; además, asegura el proceso de adherencia de caucho a piezas metálicas.

Cuando los hidrantes llegan a la fábrica de ensamble provenientes de la fundidora, estos se encuentran en condiciones de cero acabado (figura 4) .Una vez en la planta, los hidrantes son sometidos al proceso de acabado de las roscas y el acople de la brida haciendo uso de máquinas de control numérico (CNC), las cuales ya cuentan con una rutina de trabajo en su memoria, lo que hace el proceso de fabricación y acabado más eficiente ya que una sola fresadora o torno ejecuta varias funciones o tareas de manera consecutiva.

Una vez que se han ensamblado las piezas y se les ha dado el acabado respectivo, son llevadas al proceso de recubrimiento.

Previamente samblasteadas, las piezas son pintadas mediante el método denominado "pintado termofusionada". El proceso consta de hacer pasar la pieza a pintar por un horno que la calienta hasta temperaturas de 300°C, una vez que la pieza ha alcanzado dicha temperatura, se sumerge en un recipiente de pintura en polvo (figura 5) o se aplica por medio de una pistola, dependiendo de lo complejo de la pieza, asegurandose que la pintura se funde en el material caliente de manera regular. Durante el proceso de pintado de la pieza, se protegen todas las roscas para evitar que sean pintadas innecesariamente. La pieza se enfría lentamente a temperatura natural para garantizar la calidad del recubrimiento. De esta forma se logra una cubierta externa e interna uniforme que garantiza la durabilidad del accesorio fabricado.



Figura 4

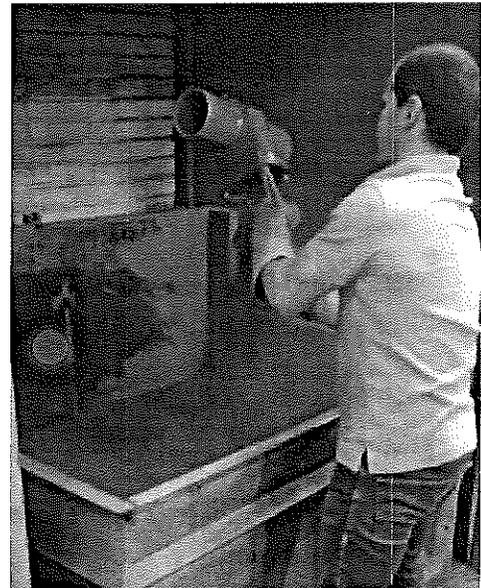


Figura 5

El espesor de la pintura termofusionada debe ser de 200  $\mu\text{m}$ , aspecto que es revisado mediante un medidor de espesor de recubrimiento.

Una vez ensamblado, cada hidrante es sometido a las pruebas hidrostáticas, mediante un banco especial que garantiza que la pieza es aprisionada y sellada herméticamente contra la base para ser sometida a carga de agua a presión.

Con la válvula de cierre principal del hidrante, en posición cerrada se somete el elemento a presión de 250 psi, sostenida por período de 3 a 5 minutos. En el siguiente paso, con la válvula principal abierta, se somete a presión de 500 psi , para probar la hermeticidad del cuerpo del hidrante.

## 5. CONCLUSIONES

1. Es necesaria incluir dentro de los procesos de compra del AyA las pruebas necesarias a los materiales que se adquieren, o en su defecto solicitar las certificaciones que garanticen la calidad de los productos.
2. Es indispensable impulsar dentro de la institución la creación de un laboratorio de prueba de materiales, que sirva para sustentar las especificaciones técnicas de las compras de los materiales y accesorios que se adquieren.
3. Es importante estandarizar las especificaciones técnicas de los materiales y accesorios, de manera que las mismas sean de uso obligatorio en la institución con el objetivo de estandarizar la calidad y realizar una inversión mas segura en las compras realizadas por el AyA.
4. Es importante aprovechar los conocimientos obtenidos por otras empresas que brindan servicios públicos como EPM, invitándolos a exponer diversos temas de interés institucional.

Informe realizado por :



---

Ing. Jose Daniel Garcia Rodriguez  
Unidad de Hidrantes  
Dirección de Operación y Control  
Subgerencia de Sistema GAM