

# Mantenimiento

## BOLETIN

Nº 23 - Diciembre 2020



**ACINA**<sup>®</sup>  
ASOCIACIÓN COSTARRICENSE DE  
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO



## XXIII Edición Premio ACIMA Ing. Dennis Mora Mora

El pasado 7 de diciembre de 2020 en modalidad virtual, se llevó a cabo el Premio ACIMA Ing. Dennis Mora Mora, premio que se otorga a la mejor práctica de especialidad para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial del Tecnológico de Costa Rica. En esta ocasión se presentaron tres proyectos:

1. Evaluación Eléctrica y Energética en la planta de alimentos balanceados para animales. Proyecto defendido por el Ing. Yimy David Vega Masís.
2. Estrategia para la implementación de Facility Management para el Tecnológico de Costa Rica, con base en la norma 41001 y el software ARCHIBUS. Proyecto defendido por la Ing. Marilyn Sofía Solano Quesada.
3. Diseño del sistema termo-mecánico para la estación remota de monitoreo del Parque Nacional Palo Verde de la misión científica GW-Sat. Proyecto defendido por el Ing. Diego Gutiérrez Alfaro, resultando este como el primer lugar según el jurado.

Para esta actividad el Jurado estuvo compuesto por los Ingenieros: Juan Pablo Duque Echeverri (coordinador), Alejandra Valenciano Sequeira, Rodolfo Elizondo Hernández y César Bonilla Mora.



*Ing. Diego Gutiérrez Alfaro*  
**PRIMER LUGAR**



*Ing. Juan Carlos Coto Castillo*  
Tesorero ACIMA

Diciembre es un mes de reflexión y en muchos de nosotros es tiempo de evaluar los alcances de las metas propuestas a inicios de año, como Tesorero de la Junta Directiva de ACIMA es un placer saludarlos en esta época esperando que cada uno de ustedes se encuentre de lo mejor en unión de sus seres queridos y terminando de hacer ese análisis tan importante en sus aspectos personales, profesiones y familiares.

Este año. 2020, ha sido de grandes retos para todos nosotros y en muchas ocasiones las metas propuestas es posible que no se lograron completar; pero nuestro mensaje para cada uno de nuestros lectores es de optimismo al saber que como gremio o grupo profesional tenemos unas fuertes bases técnicas y un respaldo académico que nos permiten lograr avanzar antes las mas grandes adversidades.

Nuestra Asociación en sí, también ha tenido que afrontar estos cambios e reinventarse hacia un crecimiento progresivo, acelerado y ambicioso en la “Nueva Normalidad” a la que ya nos estamos enfrentando y que va muy de la mano con la virtualidad y digitalización de múltiples de las tareas que realizamos a diario por y para nuestros asociados.

En este año hemos logrado realizar 12 Capacitaciones Virtuales, manteniendo así el compromiso de mejora continua mediante la educación y actualización profesional para nuestros ingenieros, siendo una de las asociaciones con la mayor actividad educativa dentro del Colegio Federado. Y no solo sabiendo que los cursos han sido una herramienta valiosa para nuestros ingenieros hemos logrado activar los Webinars Técnicos, que cumplieron con algunos vacíos de información que ustedes mismos nos han hecho saber y durante los casi 35 Webinars asistieron en promedio una centena de personas por actividad y que dieron con su presencia aun una mejor visión tanto a expositores como asistentes.



Se tocaron temas tan variados desde el como afrontar la Nueva Normalidad en aspectos de limpieza y seguridad, Refrigeración, Crecimiento Personal y Profesional entre otros buscando siempre tener un balance entre las habilidades técnicas y las habilidades blandas muy valiosas de desarrollar ante las adversidades de este año de Pandemia.

Desde el seno de nuestra Junta Directiva, les deseamos unas muy Felices Fiestas en unión de sus Seres Queridos y los invitamos a mantenernos aún más unidos ante los nuevos retos del año 2021 e informados ante las actividades que de parte de nuestra Asociación se van a implementar como nuestra nueva página Web, la Celebración de Nuestro 30 Aniversario y el 14avo Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento - Costa Rica.



*Feliz Navidad  
y  
Próspera 2021*

JUNTA DIRECTIVA ACIMA

# Pruebas técnicas en tuberías

Ing. Raquel Delgadillo Orozco  
Gerente de Ingeniería, Senergy Ingeniería S.A.  
raquel.delgadillo@senergy.cr  
linkedin.com/in/raqueldelgadillo



Para quienes se desempeñan en las áreas de mantenimiento industrial, desarrollo de proyectos, facilities management, administración u operación de edificaciones, entre otros, es indispensable contar con conocimientos básicos acerca de la importancia de realizar pruebas de presión a tuberías de trasiego de fluidos, previo a la puesta en servicio de los sistemas de las cuales forman parte.

Las pruebas de los sistemas de tuberías se puede realizar a lo largo de todo el sistema, en segmentos o aislando accesorios. Estas pruebas deben ser llevadas a cabo cuando el personal técnico o profesional del área de ingeniería indique, que se ha concluido con el proceso de instalación, el cual se compone pero no se limita a uniones entre tuberías con accesorios y componentes, limpieza, sujeción, soportería, accesorios, pintura, entre otros.

Se define una prueba, como el acto de someter la tubería o red de tuberías a una presión determinada con el objetivo de identificar la existencia de fugas, defectos de fabricación o de instalación, previo a la conclusión del proyecto, con el fin de realizar las reparaciones correspondientes previo a la puesta en operación del sistema y así evitar posibles paros o daños en equipos y edificaciones.

Toda prueba debe ser indicada, ejecutada y supervisada por un profesional en ingeniería o persona que cumpla con competencias específicas en la especialidad asociada, la prueba debe ser complementada con documentación técnica que recopile las presiones de diseño, presiones de prueba, las características técnicas de las tuberías, accesorios, productos, entre otros, así como normas técnicas, cuyo objetivo es establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir durante la realización de las pruebas.



Es importante indicar que cada proyecto es único y cuenta con condiciones específicas para y durante su instalación, ubicación geográfica, distribución interna, equipamiento existente, dimensiones del proyecto, riesgos asociados, entre otros, lo cual dirige al consultor o al profesional competente a realizar, en algunas ocasiones, pruebas basadas en criterios técnicos y no siempre apegados en su totalidad a las normas. El objetivo primordial de las pruebas consiste en verificar la calidad de la instalación realizada y primordialmente asegurar que no existirán fugas o inconvenientes de fluidos en el sistema de tuberías durante la puesta en operación del sistema.

Sin duda, sobre el resultado de la prueba incidirán en mayor medida la adecuada implementación de buenas prácticas y las metodologías para la adecuada instalación de los sistemas de tuberías. Como ejemplos podemos indicar la cantidad de pegamento en uniones para tuberías de PVC cuyos excedentes solidificados se distribuirán por la red de agua, soldaduras con atmósferas de nitrógeno en tuberías de cobre que evita la formación de escorias internas, uso de tuberías se encuentran presurizadas para evitar humedad en su interior, barridos a presión con fluidos recomendados para limpiar de residuos sólidos, entre otros.

En los resultados esperados de las pruebas pueden repercutir varios factores, como por ejemplo, la realización de las buenas prácticas indicadas por fabricantes de tuberías, la instalación y distribución de una adecuada soportería, sujeción idónea, una apropiada superficie de apoyo y buen aseo durante el almacenamiento de las tuberías y finalmente un adecuado traslado y correcta carga/descarga, ya sea manual o mecánica.

Debido a la ubicación geográfica y condiciones de temperatura promedio existentes en Costa Rica, no se hace necesario tomar acciones adicionales con respecto a las temperaturas de fluidos para la elaboración de la prueba., ya que estos pueden ser utilizados a temperatura ambiente, siempre y cuando se encuentren en condiciones óptimas libre de partículas sólidas y aditivos (a menos que la norma lo solicite) que puedan afectar el posterior funcionamiento del sistema.

En el caso de las tuberías de polietileno, la norma ASTM F2164 indica que la prueba de campo se debe llevar a cabo con presión hidrostática definida por la presión de diseño y limitada por la presión máxima soportada por cada uno de los componentes. Se deben acatar los procedimientos de alivio de presión en caso de fuga para su posterior reparación y limita los productos que por alcances de seguridad no deben ser utilizados, haciendo las advertencias correspondientes para la seguridad. La presión de la prueba nunca debe exceder 1,5 veces la presión de diseño para el sistema, mientras que el tiempo total de la prueba no debe exceder las 8 horas y la presión sostenida se recomienda por 1 hora.



Para sistemas de trasiego o almacenamiento de gas natural o algún otro tipo de gas comprimido, las pruebas no pueden ser efectuadas con líquidos ya que sus posibles rastros pueden ser de grandes consecuencias para la puesta en servicio del sistema, se debe tomar referencia de la norma ASTM F2786, correspondiente al método para hacer pruebas de fuga en tuberías a presión de polietileno usando medios gaseosos bajo presión.

La norma ASTM E100, corresponde a la práctica estándar para pruebas de fugas hidrostáticas aplicable a sistemas de tuberías de distintos materiales y en una de sus secciones indica las interferencias, que gracias a la adecuada interpretación y aplicación de las mismas, se puede evitar la inexactitud del resultado por los inconvenientes que pueden generar las mezclas entre los fluidos de prueba, los fluidos del sistema y los materiales de las tuberías y accesorios.

Para tuberías de cobre sin costura para aire acondicionado y refrigeración, se puede hacer uso de la norma ASTM B280, donde se indican los diferentes tipos de cobre que puede suministrar un fabricante, las características del material e indicaciones con respecto a los procesos de fabricación e indicaciones de desempeño.

De uso muy frecuente, es posible encontrar en la norma ASTM F1417, el procedimiento para la realización de prueba de fuga en instalación de líneas de drenaje de plástico por gravedad usando baja presión de aire, esta norma está compuesta por dos procedimientos para detección de la fuga, los mismos son el método de presión constante y la caída de presión en el tiempo.

Tal como lo indican algunas de las normas, las declaraciones de peligro se limitan a los riesgos asociados con algunas secciones específicas, sin embargo, hay que tener presente en todo momento por encima de la literatura y el actuar técnico, el fundamento del ejercicio de la profesión es preservar y resguardar la vida y seguridad humana.

Dentro de la información técnica recopilada se debe encontrar las presiones máximas permitidas para cada tipo de tubería, recordemos que dicha presión delimitará la presión máxima de la prueba. La información técnica debe ser emitida por el fabricante de la tubería.

A continuación, en la imagen N° 1 se muestran las características técnicas de los tres tipos de tuberías de cobre rígidas sin costura fabricada bajo la Norma ASTM B88, específicamente el peso por tramo y la presión máxima a la cual debe ser sometida, las unidades se indican en la imagen.



**Imagen N° 1.** Características técnicas de tuberías de cobre rígidas sin costura  
Norma ASTM B88.

Medida Nominal	Peso por tramo			Presión Máxima		
	M	L	K	M	L	K
1/4" 6.35 mm	2.132 lb 0.968 kg	2.524 lb 1.146 kg		6,133 lb/pulg <sup>2</sup> 431.15 kg/cm <sup>2</sup>	7,200 lb/pulg <sup>2</sup> 506.16 kg/cm <sup>2</sup>	
3/8" 9.50 mm	2.903 lb 1.318 kg	3.965 lb 1.800 kg	5.385 lb 2.445 kg	4,500 lb/pulg <sup>2</sup> 316.35 kg/cm <sup>2</sup>	6,300 lb/pulg <sup>2</sup> 442.89 kg/cm <sup>2</sup>	8,820 lb/pulg <sup>2</sup> 620.04 kg/cm <sup>2</sup>
1/2" 6.35 mm	4.083 lb 1.854 kg	5.705 lb 2.590 kg	6.890 lb 3.128 kg	4,032 lb/pulg <sup>2</sup> 283.45 kg/cm <sup>2</sup>	5,760 lb/pulg <sup>2</sup> 404.92 kg/cm <sup>2</sup>	7,056 lb/pulg <sup>2</sup> 496.03 kg/cm <sup>2</sup>
3/4" 19 mm	6.566 lb 2.981 kg	9.110 lb 4.136 kg	12.813 lb 5.817 kg	3,291 lb/pulg <sup>2</sup> 231.35 kg/cm <sup>2</sup>	4,133 lb/pulg <sup>2</sup> 325.62 kg/cm <sup>2</sup>	6,685 lb/pulg <sup>2</sup> 469.95 kg/cm <sup>2</sup>
1" 25 mm	9.310 lb 4.227 kg	13.114 lb 5.954 kg	16.799 lb 7.627 kg	2,800 lb/pulg <sup>2</sup> 196.84 kg/cm <sup>2</sup>	4,000 lb/pulg <sup>2</sup> 281.20 kg/cm <sup>2</sup>	5,200 lb/pulg <sup>2</sup> 290.00 kg/cm <sup>2</sup>
1 1/4" 32 mm	13.656 lb 6.200 kg	17.700 lb 8.036 kg	20.824 lb 9.454 kg	2,749 lb/pulg <sup>2</sup> 193.25 kg/cm <sup>2</sup>	3,600 lb/pulg <sup>2</sup> 253.08 kg/cm <sup>2</sup>	4,260 lb/pulg <sup>2</sup> 299.47 kg/cm <sup>2</sup>
1 1/2" 6.35 mm	18.821 lb 8.545 kg	22.826 lb 10.363 kg	27.231 lb 12.363 kg	2,713 lb/pulg <sup>2</sup> 190.72 kg/cm <sup>2</sup>	3,323 lb/pulg <sup>2</sup> 233.60 kg/cm <sup>2</sup>	3,988 lb/pulg <sup>2</sup> 280.35 kg/cm <sup>2</sup>
2" 51 mm	29.233 lb 13.272 kg	35.042 lb 15.909 kg	41.249 lb 18.727 kg	2,470 lb/pulg <sup>2</sup> 173.65 kg/cm <sup>2</sup>	2,965 lb/pulg <sup>2</sup> 208.43 kg/cm <sup>2</sup>	3,515 lb/pulg <sup>2</sup> 247.10 kg/cm <sup>2</sup>
2 1/2" 64 mm	40.647 lb 18.454 kg	49.658 lb 22.545 kg		2,228 lb/pulg <sup>2</sup> 156.62 kg/cm <sup>2</sup>	2,742 lb/pulg <sup>2</sup> 192.76 kg/cm <sup>2</sup>	
3" 76 mm	53.663 lb 24.363 kg	66.645 lb 30.257 kg		2,073 lb/pulg <sup>2</sup> 145.73 kg/cm <sup>2</sup>	2,592 lb/pulg <sup>2</sup> 182.21 kg/cm <sup>2</sup>	
4" 102 mm	93.310 lb 42.363 kg	107.729 lb 48.909 kg		2,072 lb/pulg <sup>2</sup> 145.65 kg/cm <sup>2</sup>	2,400 lb/pulg <sup>2</sup> 168.72 kg/cm <sup>2</sup>	

**Fuente:** <https://www.nacobre.com.mx>

Para considerar como referencia las características técnicas de las tuberías de PVC, se observa en la imagen N° 2 la presión máxima indicada en PSI a la que puede ser sometidas las tuberías y accesorios de las distintas SCH y SDR según el diámetro. Imagen N° 2. Presión máxima en PSI para tuberías y accesorios de PVC.



**Imagen N° 2.** Presión máxima en PSI para tuberías y accesorios de PVC.

Ø (mm)	Tubería						Accesorios	
	ASTM D-1785	ASTM D-1785	ASTM D-2241	ASTM D-2241	ASTM D-2241	ASTM D-2241	ASTM D-2466	ASTM D-2467
	SCH 40	SCH 80	SDR 17	SDR 26	SDR 32.5	SDR 41	SCH 40	SCH 40
12	600	850	250	160	125	100	360	510
18	480	690	250	160	125	100	288	414
25	450	630	250	160	125	100	270	378
31	370	520	250	160	125	100	222	312
38	330	470	250	160	125	100	198	282
50	280	400	250	160	125	100	168	240
62	300	420	250	160	125	100	180	252
75	260	370	250	160	125	100	156	222
100	220	320	250	160	125	100	132	192
150	180	280	250	160	125	100	108	168
200	160	250	250	160	125	100	96	150
250	140	230	250	160	125	100	84	138
300	130	230	250	160	125	100	74	138

**Fuente:** <https://www.durman.com>

Afortunadamente el ejercicio del profesional en ingeniería cuenta con basta información pero no se limita a la mencionada anteriormente. De esta manera se respalda un adecuado proceder por parte del diseñador o consultor con respecto al tema de pruebas.

Sin embargo, al estar el presente artículo técnico enfocado como herramienta profesional del cliente o usuario final, quien por su especialización en la gestión y administración de activos y proyectos, no es especialista en el tema mecánicos, se reitera la importancia del conocimiento de la existencia y realización de las pruebas, de contar con la documentación técnica correspondiente y solicitar que se ejecuten todos los pasos y pruebas necesarias para garantizar una óptima puesta en servicio del sistema de tuberías junto con sus accesorios y equipos.

# Mantenimiento

Director:  
Julio Carvajal Brenes

Consejo Editorial:  
Luis Gómez Gutiérrez  
José Guillermo Marín Rosales  
Gabriela Mora Delgado

Toda reproducción debe citar la fuente.  
Los autores de los artículos, los entrevistados y los anunciantes  
son los responsables de sus opiniones.

San José, Costa Rica

## CONTACTENOS

 (506) 8450-5080 / 8787-1492

 julio@conexionmantenimiento.com

