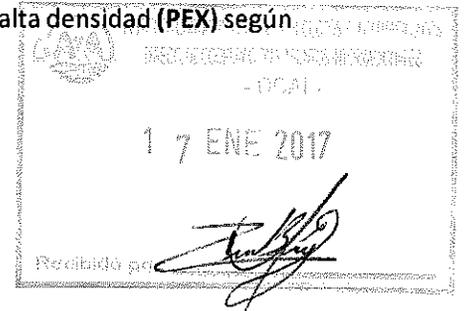


## Introducción

Las tuberías retículas de alto desempeño son fabricadas con Polietileno de alta densidad (PEX) según las normas internacionales,

- ASTM 2788
- ISO 14531 PEX, para aplicaciones con gas
- Australian Standard AS 2492
- Israeli Standard 1519
- DIN 16892 / 16893



Las tuberías reticuladas obedecen a una tecnología de tuberías plásticas que están orientadas al alto desempeño, debido al tipo de proceso de fabricación, donde se dan una serie de diversas capas que se orientan longitudinalmente y transversalmente, promoviendo mejores condiciones hidráulicas que el resto de tuberías de familias de tuberías plásticas de fabricación por extrusión, a partir de resinas de alto desempeño similar al Polietileno de Alta densidad.

El proceso constructivo reticulado, permite tuberías con un desempeño superior a las tuberías por extrusión con solo un tipo de orientación en las fibras, en comparación con otro tipo de tuberías termoplásticas.

La gama de diámetros y aplicaciones para las tuberías de PEX se presentan en diversos campos desde el trasiego de diversos gases, líquidos, minerales, etc y está presente en la industria, , sector minero, desarrollo de infraestructura, edificios etc.

La presentación de diámetros se puede encontrar desde los 16 mm (conexiones domiciliarias), hasta diámetros nominales de 1000 mm.

### Visita técnica

Se realiza una visita técnica por parte de funcionarios de AyA a la fábrica de tuberías de polietileno reticulado PEX en la ciudad de Golan, Israel. La empresa encargada de la fabricación de las tuberías:

- Golan Plastic Products Ltd. Kibbutz Shaar Hagolan 15145 Israel; email: [golan@golan-plastic.com](mailto:golan@golan-plastic.com) / [www.pexgol.com](http://www.pexgol.com)

La visita se efectuó entre los días 10 al 14 de enero del 2016, donde se realizó una visita guiada a las instalaciones de Golan Plastic, se tuvo acceso a los diferentes expertos en los procesos de fabricación, normalización, electro fusión y sistemas mecánicos de anclaje y sujeción.

Se observó los procesos de calidad, pruebas certificadas, procesos constructivos y los diferentes talleres, donde se fabrican múltiples piezas de para la derivación con otros materiales.

Además de la visita técnica a la fábrica, se realizó una visita técnica a diferentes proyectos, donde se ha instalado tuberías PEX:

- Sector minero, sector de infraestructura, sector residencial, campos de pozos, sistemas a alta presión y temperatura, integración de de PEX con otros materiales: metálicos.

Visita técnica a aplicaciones en el sector de minería.

Sector del Mar Muerto al sur de país, donde se visitaron aplicaciones de PEX en condiciones extremas, para el trasiego de minerales en solución a alta presión. Las tuberías se encuentran colocadas en su mayoría en zanjas convencionales sin camas de arenas u otros rellenos que pueden encarecer las condiciones de colocación tradicional.

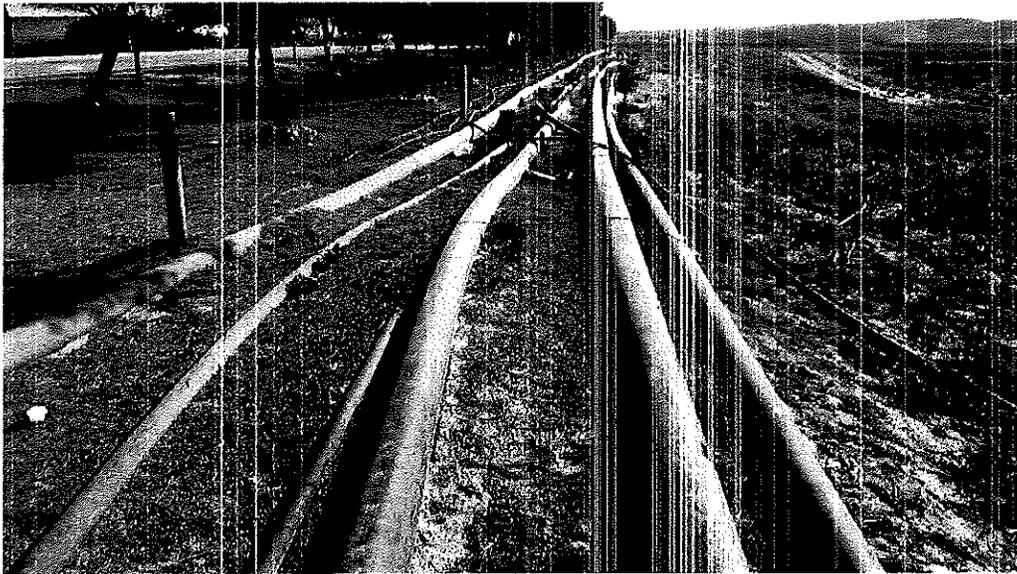
En otros sectores se observan líneas de PEX colocadas sobre la superficie sin ningún tipo de protección.



**Imagen 1.** Fuente los autores.

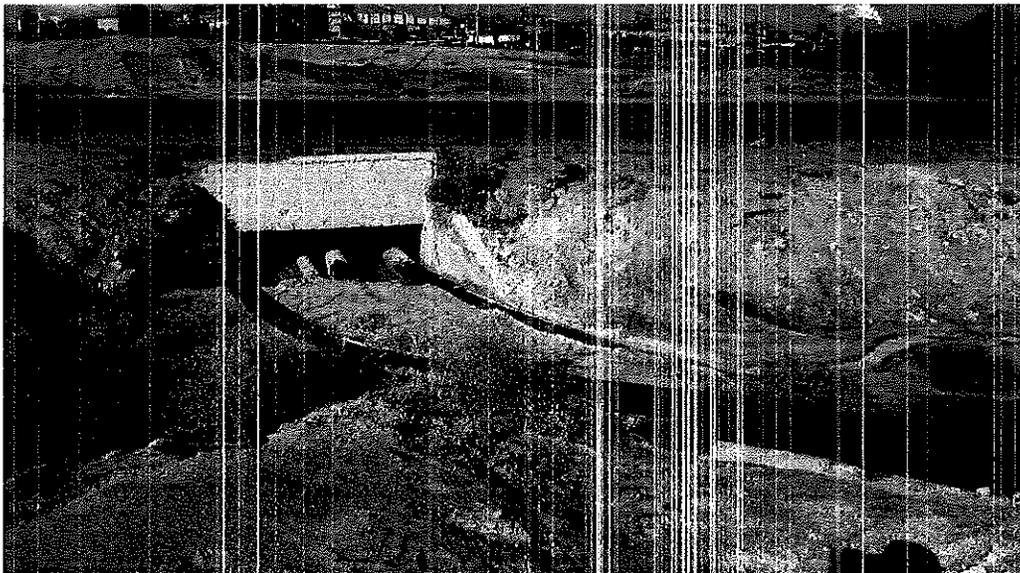
Tubería PEX colocada sobre superficie, para el trasiego de productos de la minería, se observan un acople PEX para la instalación y/o continuación de las tuberías.

La colocación de estas tuberías tiene más de 20 años, según funcionarios de Golan Plastic; resulta interesante que según el diámetro de la tubería y el SDR , la presentación de PEX puede ser suministrado en rollos, con lo que se reduce el tiempo de colocación, el número de piezas para el montaje.



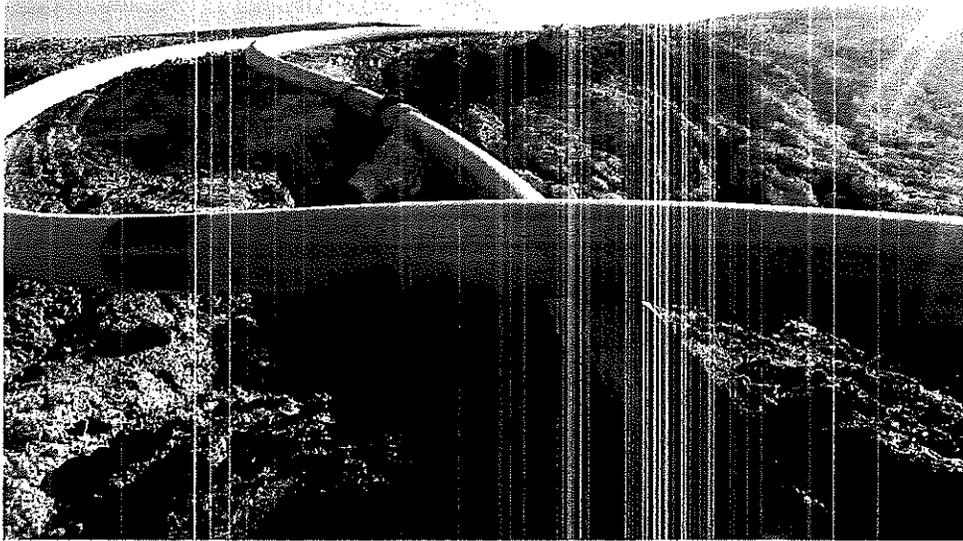
**Imagen 2.** Fuente los autores.

Continuación de la imagen 2, se observan la longitud de los sistemas de PEX colocados sobre superficie.



**Imagen 3.** Fuente los autores.

Se observa la transición bajo las alcantarillas pluviales, en los sectores mineros, nótese que del otro extremo (a la salida de la fábrica) las tuberías son colocadas con zanja, como se indicó las tuberías PEX pueden prescindir de camas de arenas o rellenos laterales, estas también pueden ser colocadas por medio de perforación horizontal dirigida.



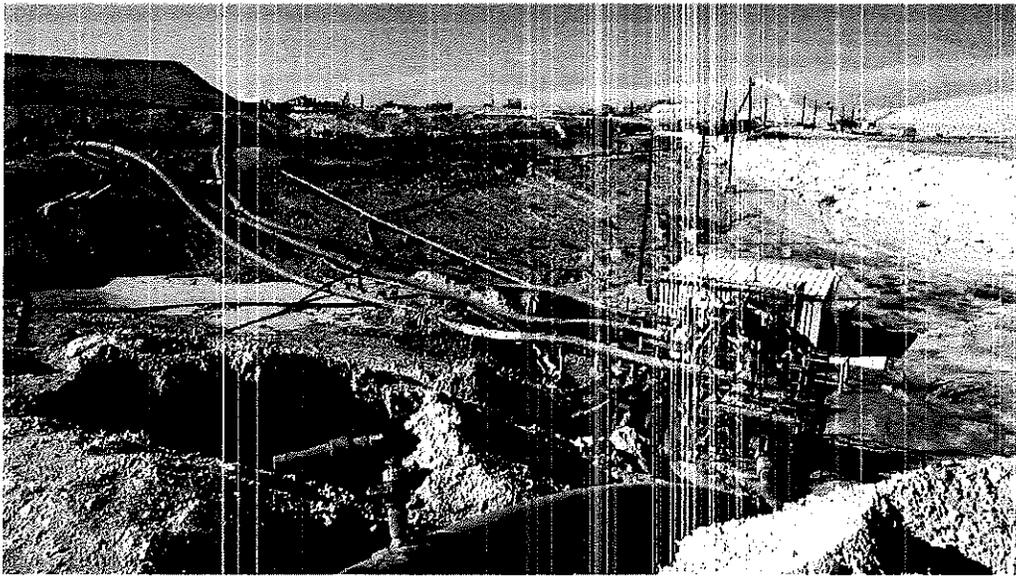
**Imagen 4.** Fuente los autores.

Se observa la colocación de tuberías y uniones de reparación mecánicas, éstas pueden ser de diámetros externos IPS o norma ISO. La tubería PEX permite un mayor radio de giro para todas las gamas de diámetros y SDR, se requieren menos figuras (codos de montaje) para condiciones similares de otro tipo de tuberías termoplásticas.



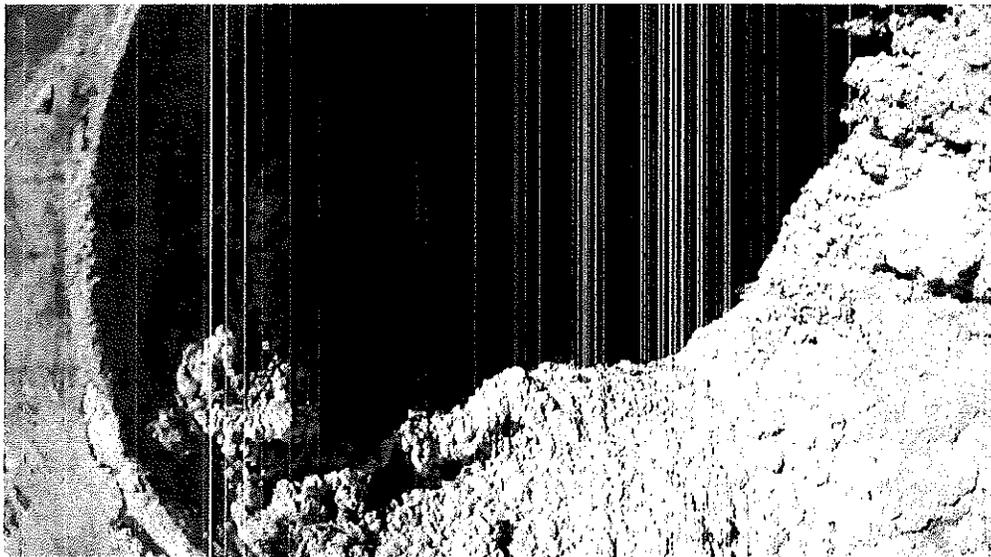
**Imagen 5.** Fuente los autores.

Se muestra la versatilidad del sistema PEX con accesorios, electro fusionados y mecánicos.



**Imagen 6.** Fuente los autores.

Sistemas PEX en sistemas de bombeos complejos, para el trasiego de minerales.

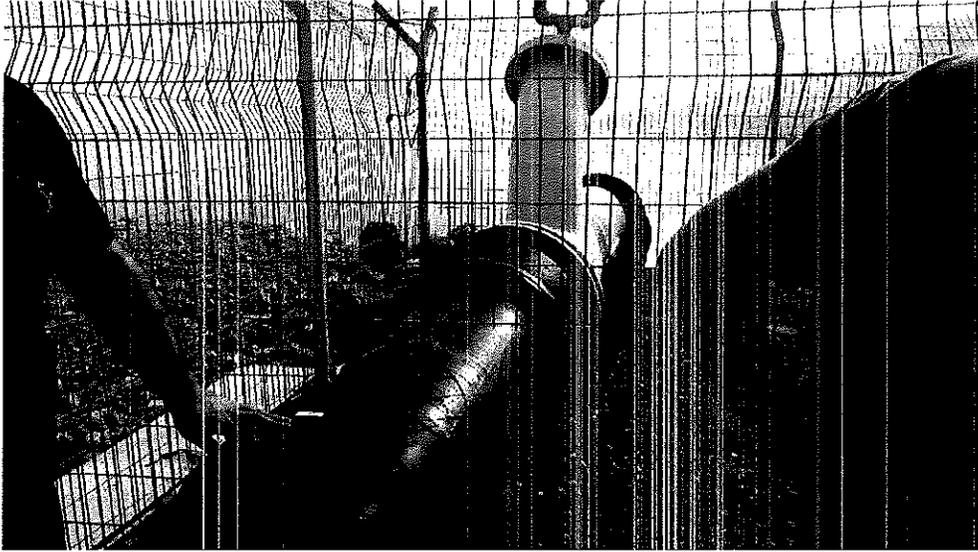


**Imagen 7.** Fuente los autores.

Antigua línea en acero, de la empresa minera, abandonada por problemas de corrosión, y de encrustamiento de los minerales al metal. Debido a la composición química e inerte del proceso de fabricación las tuberías de PEX no presentan este tipo de inconveniente. El CH para Hazen Williams del PEX es 150 según la información técnica del fabricante y las diferentes pruebas en campo que se han realizado.

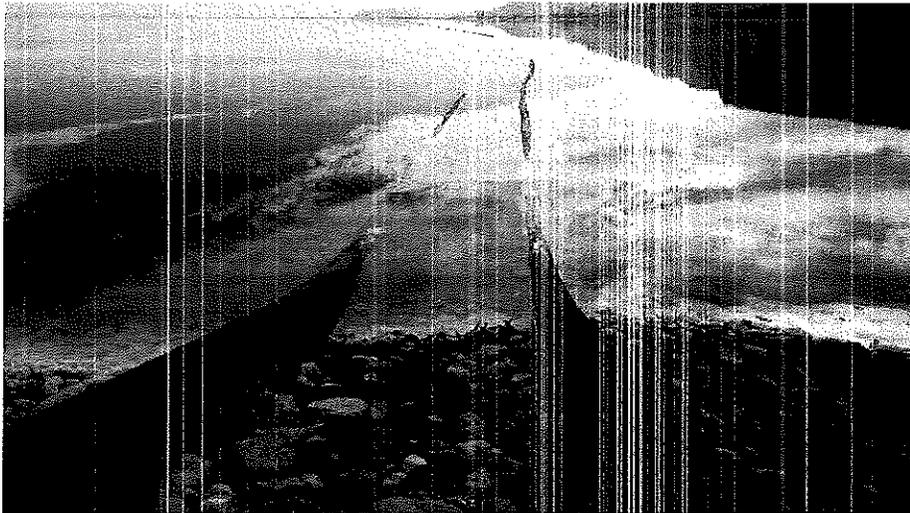
Sector trasiego de caudales / Sector industrial

En el mar muerto existen una serie de tuberías PEX colocadas, para el trasiego de caudal del mar muerto a otros sitios, para el llenado de lagunas artificiales según diferentes propósitos: Industriales, turísticos, etc.



**Imagen 8.** Fuente los autores.

Tubería de PEX en diámetro de 500 mm, a la salida del sistema de bombeo. En esta imagen se observa la integración de bridas tipo ANSI para la colocación de la chimenea de control de presión, es importante hacer notar la versatilidad de accesorios de PEX para trabajar una serie de accesorios con otros fabricantes.



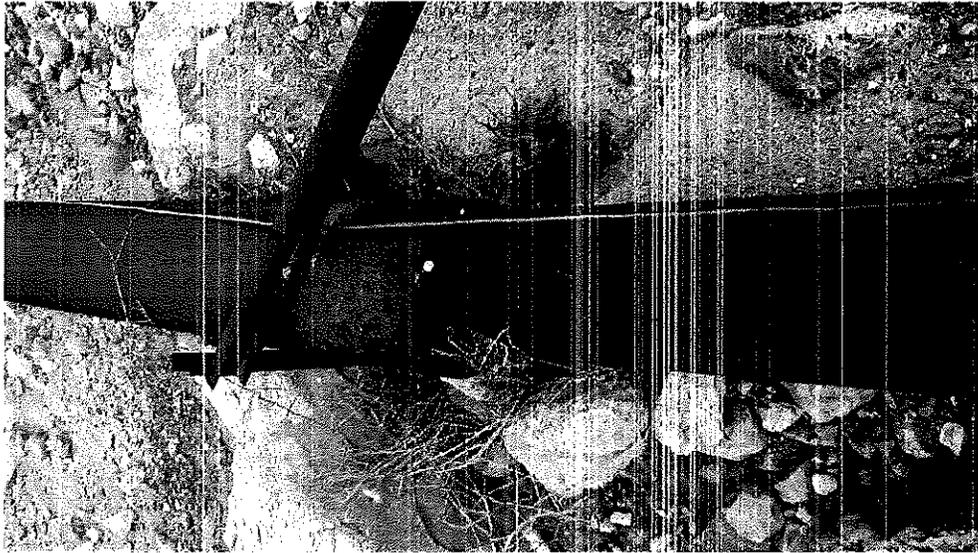
**Imagen 9.** Fuente los autores.

Continuación de la Imagen 8, se observa la colocación de tubería PEX en el mar muerto (Caso especial debido a la densidad de sales del Mar Muerto). Se observa la colocación en condiciones extremas. Colocación de tubería 15 años.



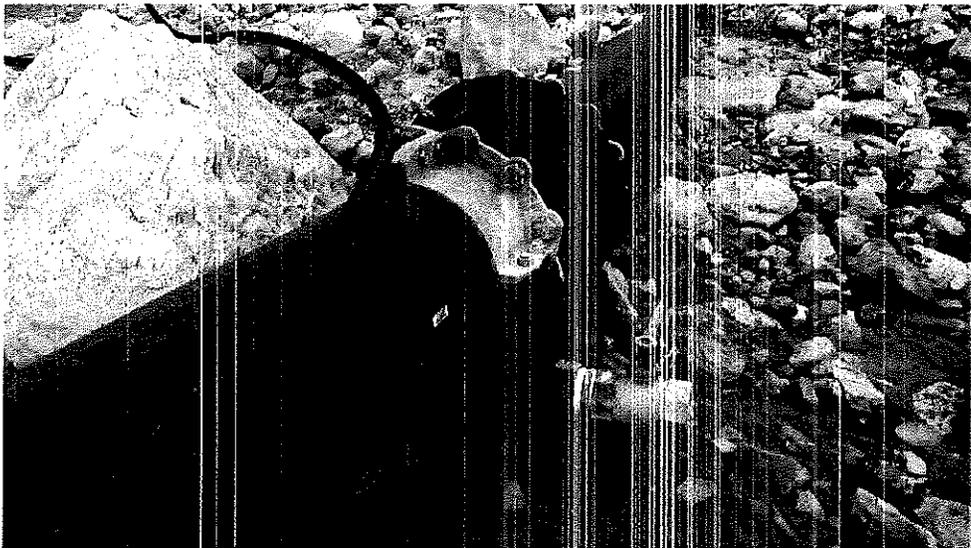
**Imagen 10.** Fuente los autores.

Sistema de bombeo, las impulsiones y succiones son en PEX de diferentes SDR y diámetros.



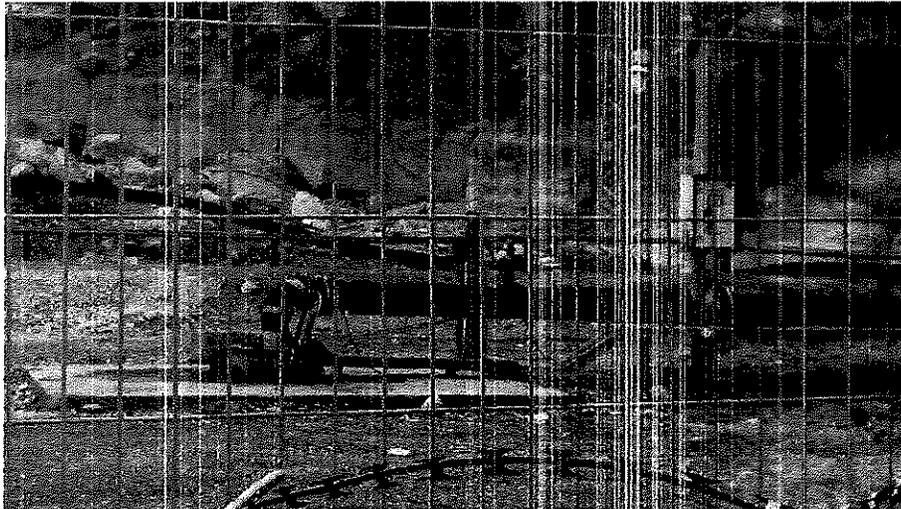
**Imagen 11.** Fuente los autores.

Antigua línea de impulsión en acero, que ha sido abandonada. Se ha utilizado como encamisado para la colocación de PEX; nótese como aun siendo la tubería PEX con un diámetro menor que la línea de acero, presenta las mismas capacidades hidráulicas de transporte, debido a su CH 150 o condiciones de rugosidad.



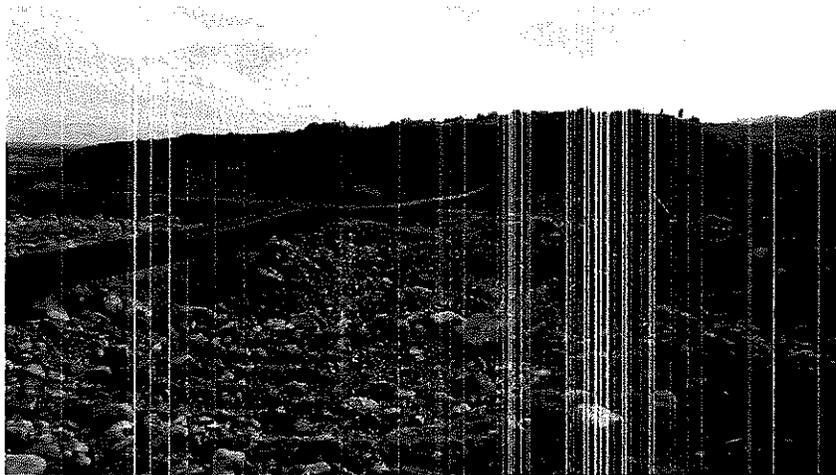
**Imagen 12.** Fuente los autores.

Se observa una brida de reparación patentada por Golan Plastic, denominada flanged coupling fabricada en Acero ASTM-A536, desde diámetros de 63 mm a 630 mm (fabricación standard) lo importante de esta brida es que permite la unión y transición a cualquier tipo de material y norma de fabricación. En la imagen se observa una derivación electrofusionada.



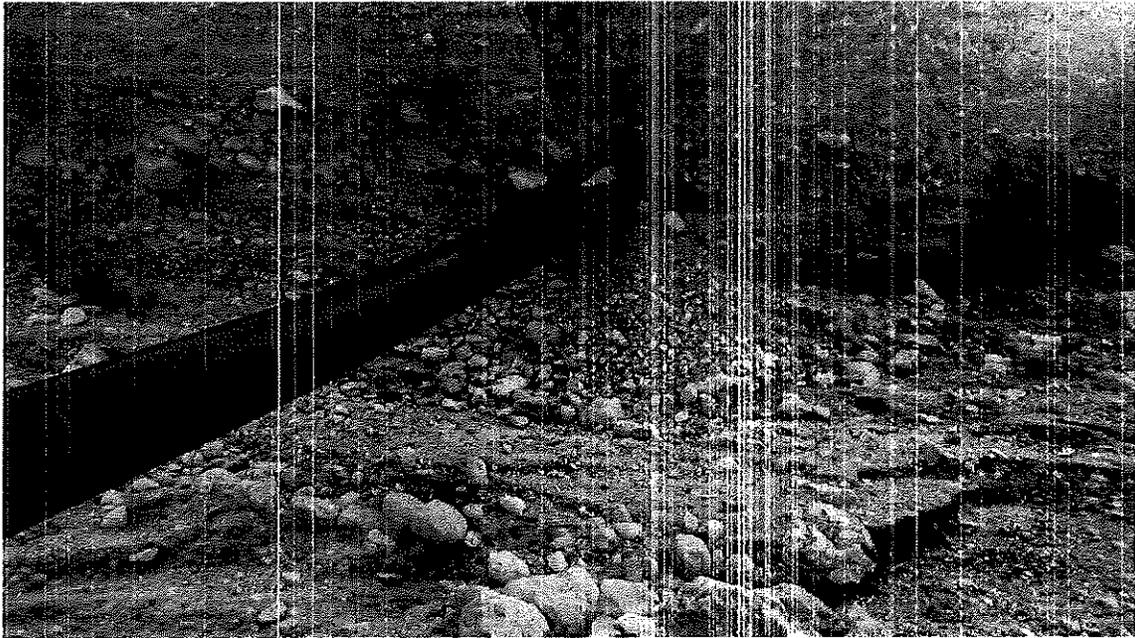
**Imagen 13.** Fuente los autores.

Sistema de tuberías PEX utilizadas como cacheras, para la extracción de pozos profundos (100 m de profundidad). La columna de la bomba está construida con PEX con una sola pieza, debido a su construcción el PEX solo permite una elongación de un 2%, para la carga última, con condiciones de fatiga adecuadas, que permiten un alto desempeño. Se minimizan bloques de anclaje, accesorios, obra civil.



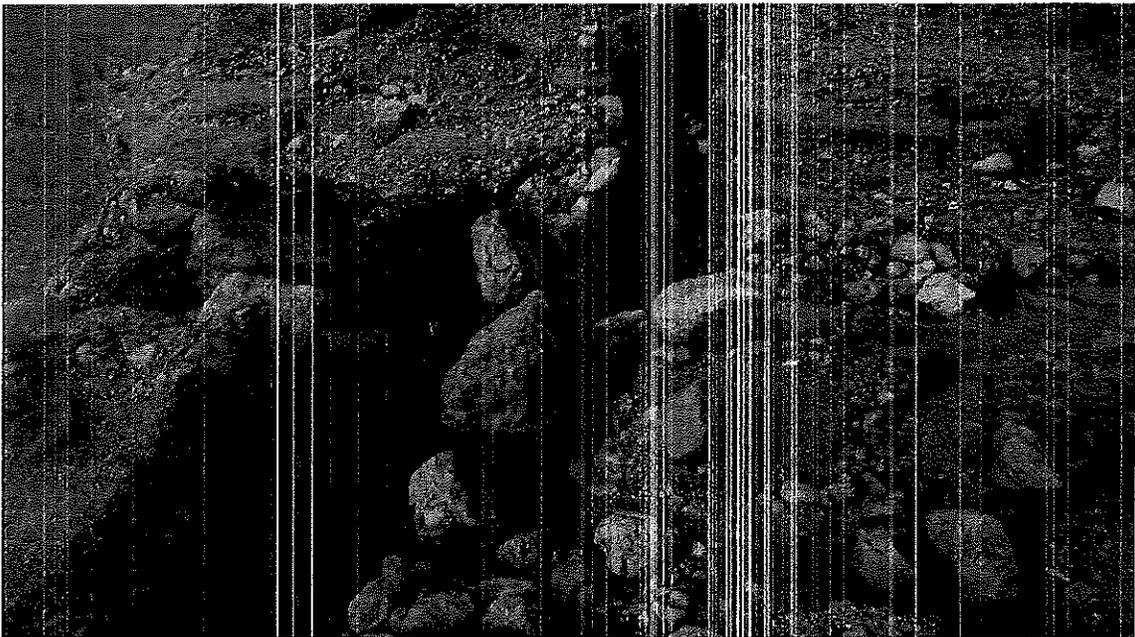
**Imagen 14.** Fuente los autores.

Colocación de tubería en condiciones mixtas: con zanja y sin zanja, se observa que no es necesario el encamado para su colocación, es funcional aún en deslizamientos: como el que se muestra en la imagen, no se observan deflexiones que pongan en peligro la estabilidad estructural del material. Diámetro 400 mm.



**Imagen 14.** Fuente los autores.

Continuación de la imagen 14.

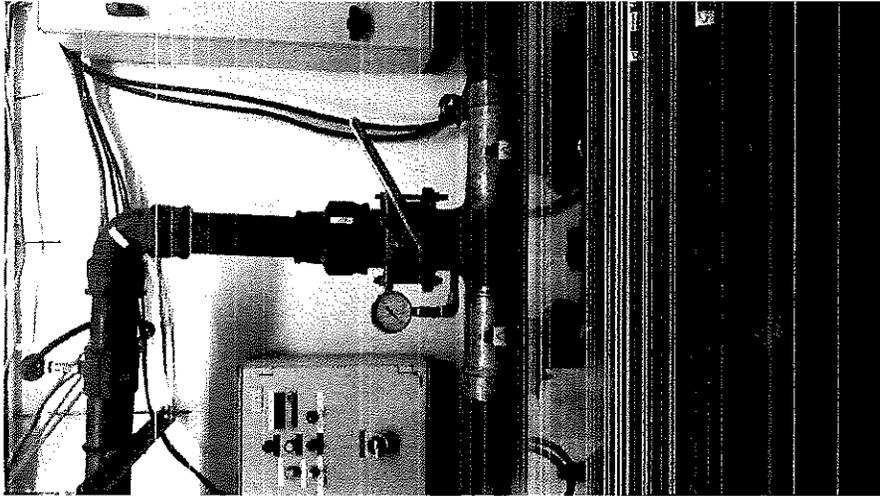


**Imagen 16.** Fuente los autores.

Colocación en condiciones adversas.

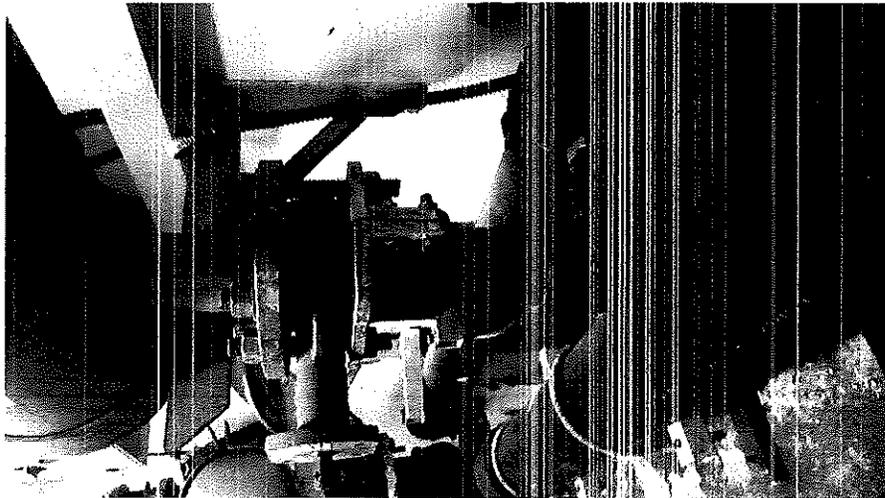
Sistemas de alta presión y temperatura / Sector industrial-turístico.

Se visitó un sistema de tuberías PEX en la ciudad de Tiberiades, donde se inspecciono un sistema de aguas termales y presurizado, se verificó la instalación los diferentes accesorios para la colocación con otros materiales y accesorios, como válvulas, sistema de macromedición, medidores de presión, derivaciones, etc.

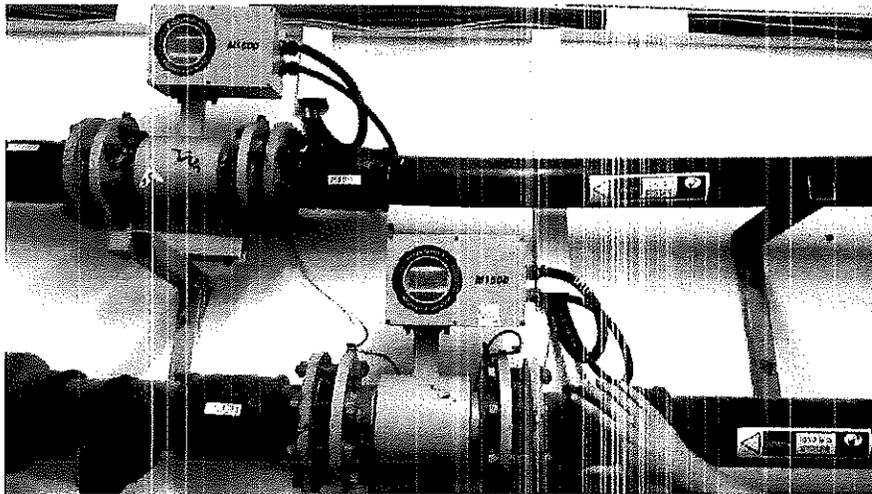


**Imagen 17.** Fuente los autores.

Sistema de presión para fluidos a temperatura. Se observa la versatilidad del PEX y sus accesorios. Importante indicar que todos los accesorios de PEX son por electrofusión, garantizando una hermeticidad en los sistemas de conducción.

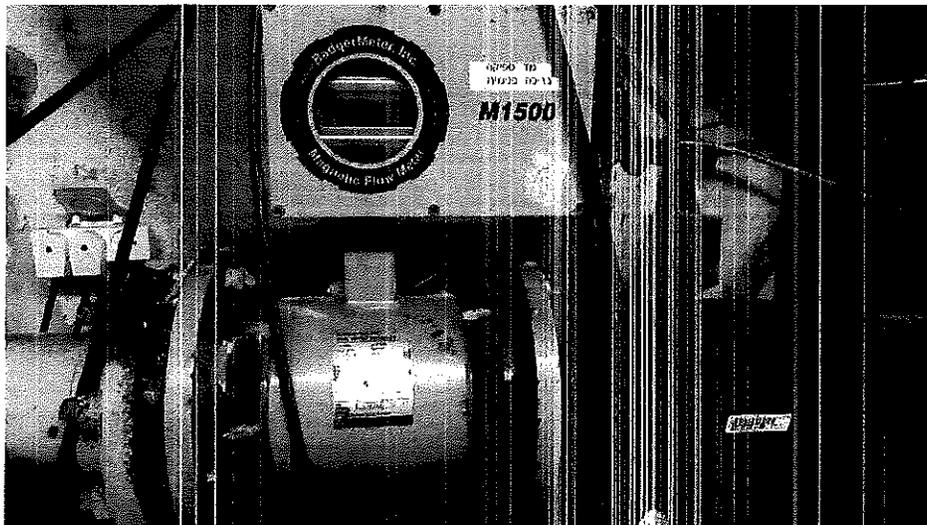


**Imagen 18.** Fuente los autores.



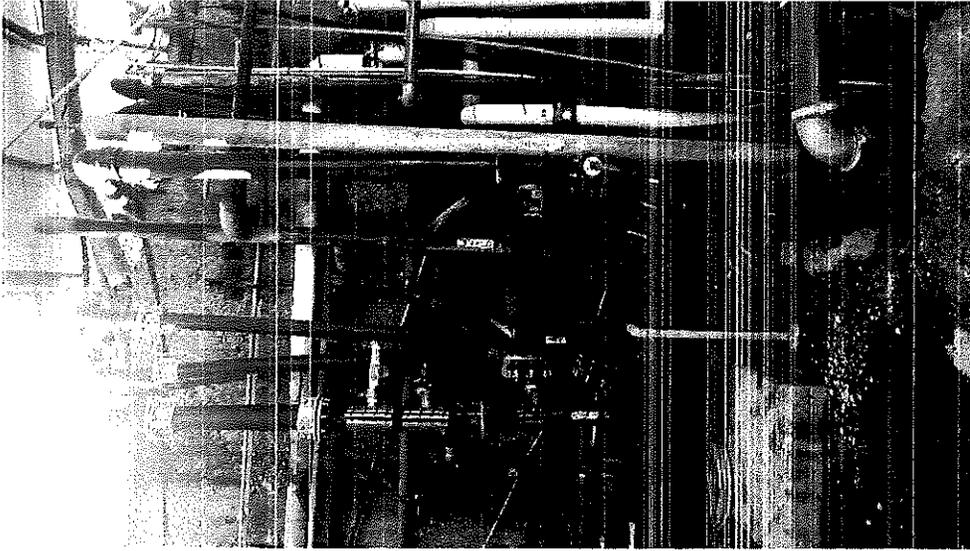
**Imagen 19.** Fuente los autores.

Diferentes tipos de bridas electrofusionadas, para la integración de equipo especializado (macromedidores)



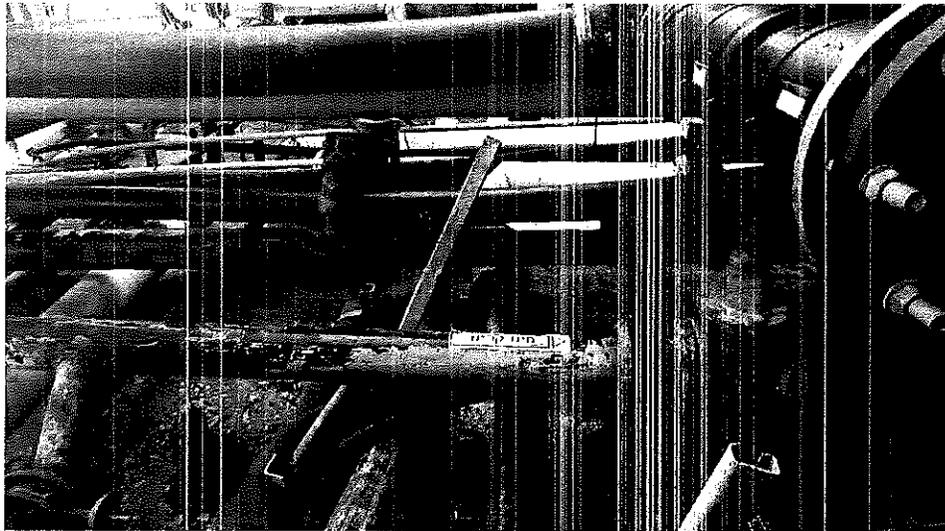
**Imagen 20.** Fuente los autores.

Ampliación de bridas para utilizar con PEX, en este caso una transición a accesorios del tipo mecánico.



**Imagen 21.** Fuente los autores.

Diversidad de accesorios, para la integración de PEX con diferentes materiales: hierro fundido, PVC, PEAD, Hierro Galvanizado.

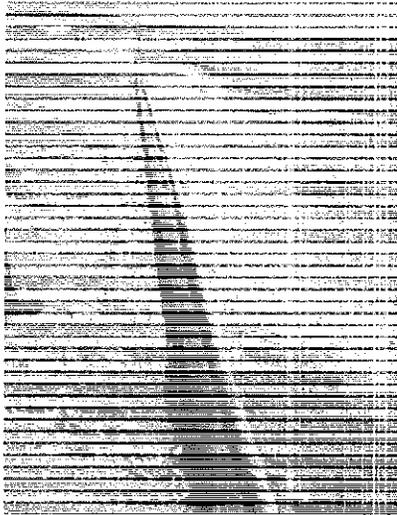


**Imagen 22.** Fuente los autores.

Diversidad de accesorios, para la integración de PEX con diferentes materiales: hierro fundido, PVC, PEAD, Hierro Galvanizado. Hay posibilidad de interconexión con bridas de diferentes normativas.

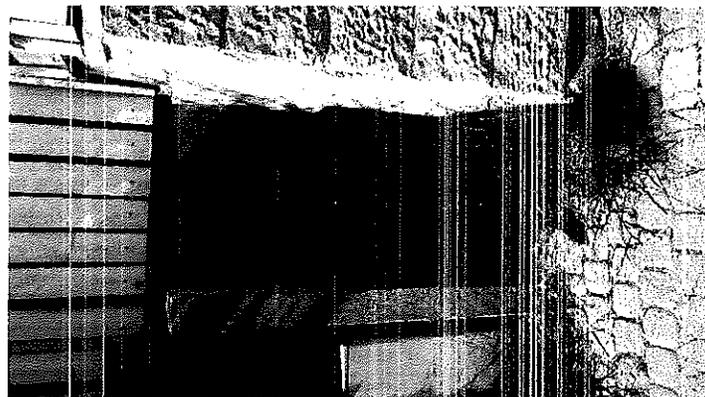
Sistemas de infraestructura.

Se visitaron proyectos urbanísticos y cambios de redes en La Ciudad de Bersheva. Se constató la colocación de tubería PEX, rendimientos, métodos de colocación. Importante indicar que con tuberías PEX la colocación puede ser a profundidades menores a 0.80m y sin procesos de encamado en zanja.



**Imagen 23.** Fuente los autores.

PEX utilizado en desarrollo de infraestructura, para sistemas de alta presión: agua potable y sistemas de baja presión o a canal abierto: sistemas sanitarios. Interesa ver que las tuberías de PEX se pueden fabricar, con diversos códigos de colores, según las normativas de diferentes países.



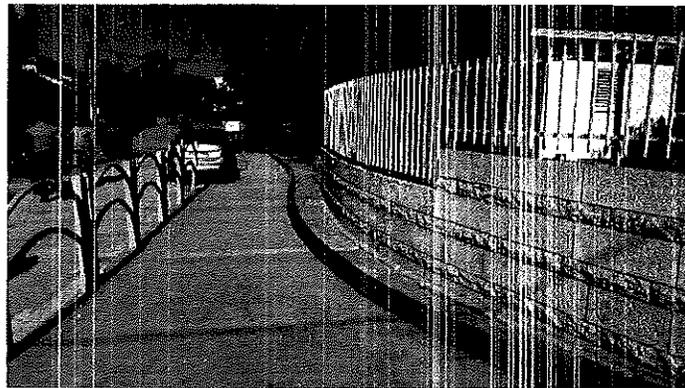
**Imagen 24.** Fuente los autores.

Sistema PEX permite una serie de opciones de operación para la implementación domiciliar, por lo cual puede ser utilizado en sistemas domiciliarios y en el diseño de acometidas domiciliarias.



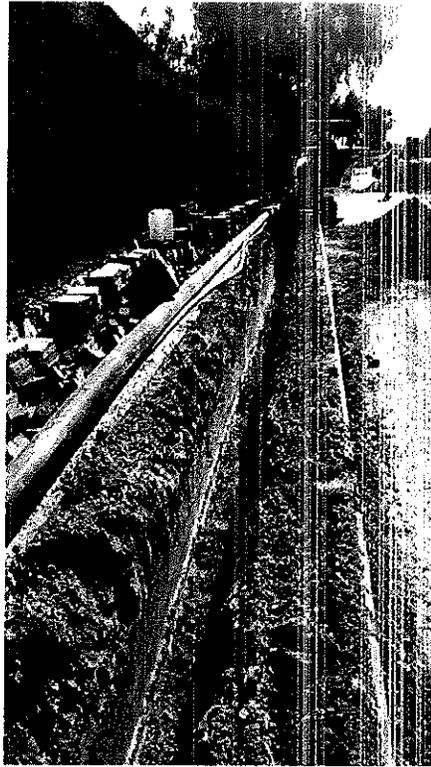
**Imagen 25.** Fuente los autores.

Sistema PEX permite una serie de opciones de operación para la implementación domiciliar, por lo cual puede ser utilizado en sistemas domiciliarios y en el diseño de acometidas domiciliarias.



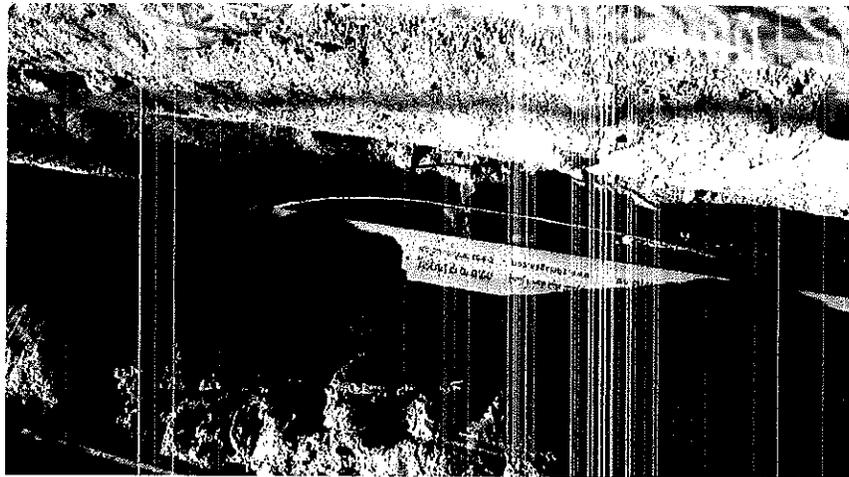
**Imagen 26.** Fuente los autores.

La presentación de PEX, permite la colocación en rollos para sistemas de infraestructura. La presentación de tubería de 100 mm para un SDR 11 (equivalente a PVC SDR 26) viene en rollos de hasta 1250 metros (una sola tubería). Según empresas constructoras en la ciudad de BerSheva con PEX tienen rendimiento de hasta un kilómetro de colocación diaria, en zonas de alto tránsito, debido a que la colocación es de un rollo al día. Se reduce el número de conexiones mecánicas y se da un aumento del factor de seguridad ante posibles fugas.



**Imagen 27.** Fuente los autores.

Continuación de la imagen 26



**Imagen 27.** Fuente los autores.

Continuación de la imagen 26

### Conclusiones para la aplicación de tuberías PEX

Las tuberías PEX presentan una serie de beneficios y valor agregado en condiciones particulares, para las cuales se debe realizar un análisis de ingeniería de valor, debido a su proceso constructivo: reticulado.

El material es competente en sistemas complejos de tuberías, donde se debe realizar rehabilitación para sistemas de baja o alta presión, por la versatilidad de los accesorios, figuras, bridas, elementos de soporte, etc.

La tubería puede ser distribuida por medio de rollos, desde 1.25 km para un diámetro de 100 mm en una clase 15, similar a PVC SDR-26 (tubería más usual), con lo cual aumentan el rendimiento de colocación, se disminuye las conexiones entre tubos reduciendo así la generación de fugas y mejorando los índices de hermeticidad en los sistemas de distribución a presión.

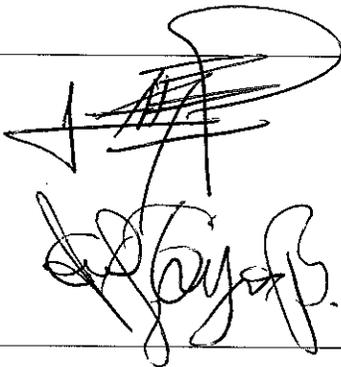
Se verificó el lanzamiento de una tubería PEX en el Mar Muerto, para un diámetro nominal de 450 mm y una longitud de 60.0 metros (rollo de 60 metros, equivalente a 10 tuberías de 6.0 metros), la tubería se desenrolla y es halada por una maquinaria tipo bock hoe, hasta el sitio de instalación. Esto permite que se logren mayores rendimiento de colocación en zanjas convencionales o por medio de perforación horizontal dirigida, como dato de importancia en la colocación de zanja el fabricante indica que no es necesaria la compactación de zanja ni los rellenos laterales con lastre o arena, lo que permite una instalación rápida en comparación a otros sistemas.

La tubería PEX generalmente se coloca bajo métodos de electrofusión, reduciendo considerablemente la ocurrencia de errores del tipo humano en los procesos constructivos. Sumado a la característica de rollos, lo que implica un sistema hermético y la mejora en las condiciones de servicio en programas de reducción de Agua no contabilizada y eficiencia energética.

Actualmente (marzo 2016) AyA ha iniciado el proceso de normalización nacional por medio de INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica) donde ha AyA cuenta con representación permanente. La norma bajo estudio corresponde a **Australian Standard AS 2492**.

La tubería PEX presenta características técnicas apropiadas para el desarrollo de sistemas de agua potable a presión en diferentes aplicaciones: conducciones, impulsiones, líneas de distribuciones, columnas de pozos, por lo cual es de Interés Institucional lograr la implementación a nivel nacional, para los proyectos donde sea útil su aplicación dentro de las alternativas de análisis financieras y particulares de cada proyecto.

---



Fin de documento  
Autores:  
Ingeniero Saúl Trejos Bastos / UE BCIE  
Ingeniero Gerardo Rivas Rivas / UEN Programación y Control  
Abril 2016 / Informe de Visita técnica