



**TRABAJOS FINALES DE MAESTRÍA**

MAE20150225-01

# **Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas de PVC Tradicional y Tuberías de PVC Orientado en Obras de Infraestructura**

**Propuesta de artículo presentado como requisito para optar al  
título de:**

**Magister en Administración de Empresas**

**Por el estudiante:**

**Oscar Alejandro LALAMA FERNANDEZ**

**Bajo la dirección de:**

**Washington Antonio CEVALLOS GAMBOA**

**Universidad Espíritu Santo  
Facultad de Postgrado  
Guayaquil - Ecuador  
Septiembre de 2015**

## ***Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas de PVC Tradicional (UPVC) y Tuberías de PVC Orientado (PVCO) en Obras de Infraestructura***

Comparing Costs between UPVC Pipes vs PVCO Pipes in Infrastructure Projects

Oscar Alejandro LALAMA FERNANDEZ<sup>1</sup>  
Washington Antonio CEVALLOS GAMBOA<sup>2</sup>

### Resumen

El enfoque de esta investigación científica, será mayoritariamente cuantitativo, se evidenciará mediante el uso de mediciones numéricas, análisis estadísticos y trabajos de campo, que utilizando un nuevo tipo de material, se obtendrá un ahorro económico significativo para poder realizar más obras de Infraestructura; además, se concluirá que contribuye al cuidado del medio ambiente al comparar emisiones de gas carbónico y los consumos de energía. Las conclusiones nos incursionarán en el enfoque cualitativo, dado que se realizará una cierta inducción partiendo de lo particular a lo general, y así poder abundar en el enfoque global del tema. Se realizará un tipo de estudio Exploratorio y Comparativo, dado que las conclusiones contribuirán al desarrollo del conocimiento científico. Existen proyectos de agua potable en el país donde está especificado utilizar tubería de PVC con sellado elastómero o similar. Se planteó a la Fiscalización y a diseñadores de algunos proyectos que se permita instalar tubería de PVC Orientado, petición que en ocasiones ha sido aceptada por las bondades que dicho tipo de tubería ofrece y que es objetivo de este documento justificarlo. Así que, se estudiarán algunos proyectos donde existirán tuberías de ambas tecnologías (UPVC y PVCO), y se los comparará, para finalmente obtener las conclusiones deseadas que se enfocan en el ahorro económico, el ahorro energético y el cuidado del medio ambiente.

Palabras clave:

PVC Orientado, UPVC, PVCO, APU

### Abstract

The focus of this scientific investigation will be mostly quantitative in nature. To demonstrate this, the investigation will use numeric measurement, statistical analysis, and field work to prove that the use of a new kind of material can produce economic savings in the production process. This will also have a positive impact on the environment by comparing carbón gas emissions and energy consumption. The result will have a qualitative focus through the use of deductive research by analyzing the issue from a specific to a general standpoint. Since the outcome of the research will contribute to the development of scientific knowledge, an exploratory and comparative study will be performed. There are potable water projects in the country that require the usage PVC pipeline with elastomer sealing or a similar product. It has been proposed to some engineers and project planners to use Bioriented PVC (PVCO) pipes, and the proposal has been accepted because of the benefits they find in PVCO, and it is the objective of this article to prove it.. Therefore, some projects with both technologies (UPVC and PVCO) will be studied and compared, in order to get the desired conclusions which are saving economic resources, saving energy and taking care of the environment.

<sup>1</sup> Ingeniero Civil, Universidad Católica Santiago de Guayaquil – Ecuador. E-mail [oscar.lalama@gmail.com](mailto:oscar.lalama@gmail.com)

<sup>2</sup> PhD (c) en Ciencias de la Dirección. Decano de Facultad Ingeniería de Sistemas. Profesor Universidad Espíritu Santo. Ecuador. E-mail [acevallos@uees.edu.ec](mailto:acevallos@uees.edu.ec)

Key words

Oriented PVC, UPVC , PVCO

Clasificación JEL  
JEL Classification

D12

## INTRODUCCIÓN

El Cloruro de Polivinilo (PVC) ha sido utilizado desde hace muchos años en acueductos, se tiene datos del año 1934 que fue utilizado en Berlín, Alemania. Únicamente que en estos años los diámetros utilizados eran diámetros pequeños. Allá por el año 1952 se inicia la producción de tubos de PVC de diámetros más grandes para el suministro de agua potable (AAPP). El avance tecnológico hace que se produzca resinas con una mejor estructura molecular. En 1965 se produce un cambio de emulsión a suspensión de PVC. En 1971 ya se comienza a utilizar mezcla seca (polvo) en lugar de PVC granular. Se logra un aumento del peso molecular (Jones, 2013)

A todo lo anterior se puede añadir que también se lograba diseños de extrusoras más eficientes. En el año 1985 se desarrolla los procesos por lotes, los mismos que se utilizaron durante 15 años. Así es que en el año 2000 se comienza a desarrollar los procesos en línea, los mismos que han demostrado ser más eficientes. Por lo antes expuesto, el PVC tiene una carta de presentación excelente para su uso en acueductos, especialmente por el tiempo de vida útil alto, impermeabilidad y porque no es vulnerable a la oxidación; esto se puede aseverar por los sistemas instalados desde hace muchos años en diferentes puntos del planeta (Vanspeybroeck & Robeyns, 2004) Puntualmente en nuestro país, se tiene testimonios de obras como el puente Rafael Mendoza Avilés, donde hace más de 30 años se colocó tubería de PVC, que iba de Guayaquil a Durán, y en el año 2003 cuando se hizo una ampliación de esta tubería a un diámetro de 500mm, la Contratista Andrade-Gutiérrez hizo pruebas de dicha tubería antigua y corroboraron su excelente estado. Esto confirma que el uso del plástico en sistemas de acueductos, ya sea en forma de PVC y hoy en día con el uso del polietileno de alta densidad y el polipropileno, tiene un excelente performance en las obras que se ha utilizado. Este tipo de materiales ha desplazado a los que en su momento eran considerados materiales tradicionales como por ejemplo el concreto, hierro fundido o hierro galvanizado, debido a su resistencia a

la corrosión, resistencia a los químicos presentes en el entorno de una tubería, y a su liviano peso comparativo (Uni-Bell Pipe Association, 2001)

La era del uso de plásticos en acueductos había comenzado a nivel mundial sirviéndose muchos países industrializados para hacer de ello un excelente negocio. El gran éxito de estos nuevos materiales era que aseguraban una conducción de agua más segura, sin que se produjera infiltraciones o ex filtraciones y preservando la salud de los habitantes de una comunidad.

Además, los ahorros significativos que comprendía dar ese gran paso al cambiar abruptamente de materiales costosos a más económicos y beneficiosos para la salud de los habitantes, fueron su mejor carta de presentación de aquellos años.

Al aparecer el Cloruro de Polivinilo Orientado (PVCO) en el año 2001, se está ante la presencia de un hito histórico en el uso de un nuevo material para acueductos, similar al que se produjo hace treinta años. (Yáñez, 2010)

Sin embargo, este nuevo material no llegaba aún a los países latinoamericanos dado que al utilizarlo significaba que las fábricas de plásticos debían realizar sendas inversiones económicas; que no todos los industriales de nuestros países latinoamericanos estaban dispuestos a realizar.

Definitivamente el costo de adquirir nuevas máquinas extrusoras se había convertido en una verdadera barrera de entrada para este negocio.

Independiente de lo que significaba ese obstáculo económico, también existía otro de índole técnico; sucede que cada uno de nuestros países se había preocupado de introducir o crear Normas Técnicas que obligaban a las Instituciones públicas o a los Contratistas a utilizar producto fabricado en el país bajo el cumplimiento de estos estándares creados por los fabricantes; así, de esta manera no había cabida o facilidad para tuberías fabricadas en otro país o que hayan

sido elaborados con materiales que por estos lugares ni se los conocía.

Hoy en día, se han destruido estos paradigmas, pues ya existen un par de fábricas en este país (Plastigama, Plásticos Rival), que se decidieron por hacer la onerosa inversión económica para adquirir estas novísimas extrusoras de tal manera que se pueda fabricar esta tecnología de punta. (Mexichem Ecuador, 2012)

Así también, la globalización ha influenciado en nuestro país a la utilización de tecnologías o tuberías fabricadas fuera de nuestras fronteras siempre y cuando cumplan con determinados estándares de calidad.

Implementar el uso de nuevos materiales plásticos para acueductos definitivamente marca una gran diferencia con las tecnologías tradicionales y las actuales, obteniendo ahorros significativos que tendrá como consecuencia la realización de más obras de Infraestructura para las comunidades y un mayor bienestar para sus habitantes, marcando una tendencia hacia el buen vivir (Nijland & Frank, 2014)

Los ahorros y beneficios a la Comunidad, se genera de acuerdo al proceso constructivo utilizado con la nueva tecnología, menores volúmenes de excavación, menor utilización de arena en el fondo de la zanja, mayores rendimientos en la instalación de la tubería debido a su altísima resistencia tanto al punzonamiento como al aplastamiento, así también lo liviano de la nueva tecnología hace que no se necesite alquilar o comprar equipo pesado para su instalación. Se podrá apreciar todo lo antes mencionado en análisis de precios unitarios (APU) reales por metro lineal de instalación (Ver Anexo1).

Otro tipo de beneficio que debe ser mencionado, es aquel para la empresa que fabrique la tubería, dado que se necesita menos energía para la utilización de las extrusoras, con los consiguientes ahorros económicos en su producción; además del ahorro energético que significa para el país.

Finalmente, se propone mediante el presente trabajo comprobar que el uso de PVCO genera beneficios a toda una comunidad, a la industria nacional y a la conservación del medio ambiente (Yáñez, 2010)

Para poder sostener el párrafo anterior, se propone lo siguiente:

1. Resaltar los aspectos Cualitativos de los dos tipos de PVC
  - 1.1 Stress cracking (Wright, 1996)
  - 1.2 Envejecimiento de los materiales
  - 1.3 Resistencia a la compresión y al punzonamiento.
2. Comparar los costos de instalación de los tipos de PVC.
3. Comparar los Consumos de Energía y emisiones de CO2 durante la extrusión de los dos tipos de tubería.
4. Comparar la durabilidad de las tuberías de las 2 tecnologías.

Los puntos antes mencionados están debidamente sustentados en los Anexos al final de este documento.

## MARCO TEORICO

El Ecuador es un país donde las viviendas con acceso a agua potable por red pública tiene una cobertura de aproximadamente del 85%, observándolo de manera global. Si a este porcentaje se lo desglosa entre área urbana y área rural, esta última apenas alcanza una cobertura de 45% aproximadamente (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLDES), 2012)

Esto significa que en tema de acueductos Ecuador tiene mucho por hacer, especialmente en comunidades o ciudades pequeñas. El material que se utiliza mayoritariamente para tuberías en redes de agua potable (acueductos) en el Ecuador es el plástico. Siendo la tubería plástica de PVC la de mayor cuantía. No existe una idea clara, y en algunas ocasiones ni el conocimiento total del PVCO, por parte de las entidades públicas y privadas en el país, aun cuando su aparición data desde el año 2010 (Zhang, Ariaratnam, & Wu, 2012). Así pues, hoy en

día se utiliza los dos tipos de PVC (UPVC y PVCO) en las construcciones de obras civiles de Planes Maestros de Agua Potable para las diferentes ciudades.

El PVCO, desde su aparición en países donde se lo desarrolló, tales como Holanda, España, Inglaterra y Australia, hasta nuestros días, donde ya está generalizándose sus beneficios por sus cualidades mecánicas debido a su orientación molecular (Rubeiz, 2011), de la literatura revisada, no se ha encontrado un documento que explique claramente de manera simultánea la bondad económica y ambiental del uso de tuberías de PVCO.

Las experiencias obtenidas en el país vecino de Colombia, utilizando esta nueva tecnología de PVC Biorientado desde el año 2008, ha servido como una excelente carta de presentación para que la empresa Mexichem Ecuador (Plastigama) se haya aventurado a la adquisición de extrusoras para este tipo de tubería. Esta información de la empresa filial PAVCO de Mexichem Colombia, complementada con la información de los pocos fabricantes en el mundo, dueños de la patente de esta moderna tecnología Biorientada, ha animado a ejecutar todas las acciones pertinentes para que una vez que se sustente todos los beneficios, estos sean difundidos en todo el país para comenzar a trazar un nuevo camino en la utilización de tuberías plásticas en acueductos y así estar acorde con la última tecnología existente a nivel mundial (Mexichem Ecuador, 2012).

La presente investigación está circunscrita en diferentes obras de los Planes Maestros de Agua Potable de algunas ciudades del país.

Se realizará una investigación comparativa entre tuberías de UPVC y PVCO, en los diámetros y presiones comunes existentes entre las dos tecnologías mencionadas. Cabe mencionar que estos proyectos fueron analizados por varios diseñadores y constructores.

Dado lo anterior, surge una interrogante:

*¿Por qué razón se asevera que al usar PVC tradicional se está desperdiciando recursos económicos y energéticos?*

Para poder evacuar la interrogante mencionada, se debe analizar los siguientes cuestionamientos:

- ¿Cuál es el ahorro al realizar una instalación de PVC Biorientado?
- ¿Cómo se utilizarían estos ahorros para poder beneficiar a una Comunidad?
- ¿Cuáles son y cómo se comprobará las onerosas emisiones de CO<sub>2</sub>?
- ¿Cuáles son y cómo se comprobara los altos consumos de energía?
- ¿Cómo se beneficia a una Comunidad controlando el CO<sub>2</sub> y los altos consumos de energía?
- ¿En que se basa el afirmar y asegurar una mayor durabilidad de las tuberías?

A lo largo del desarrollo del presente artículo, se irá esclareciendo cada una de estas preguntas, así también, con la información que contienen los Anexos al final de este documento, se reforzará de manera científica lo aseverado como comentario justificativo.

Estar desactualizado con las tecnologías modernas, esto es, seguir utilizando tuberías de PVC tradicional, significara que se seguirá desperdiciando recursos económicos en las actuales obras de Infraestructura que tanta falta le hace a nuestro país. Se utiliza la palabra desperdiciar por 2 razones:

1. Este nuevo material PVCO, siendo de características muy superiores al UPVC, los costos de instalación son más económicos. (Plastigama, 2010)
2. Se asegura una durabilidad muy amplia comparada con el UPVC.

Por lo anteriormente expuesto, es imperativo que comience a difundirse el uso de estas nuevas tecnologías que a la larga redundara en beneficio de nuestro país. Así también, coordinar con organismos estatales y técnicos para que podamos normalizar el uso de estas nuevas tecnologías para el mejor conocimiento y entendimiento de las mismas (Recio, Guerrero, & Ageitos, 2013).

Los últimos movimientos telúricos suscitados en Haití y principalmente en Chile, han mostrado que luego del gran terremoto las



tuberías de concreto colapsaron en su gran mayoría, y también un buen porcentaje de tubería plástica tradicional (UPVC) (Bravo, Fernando, & Antonio Guzmán, 2011)

Existen otras opiniones similares respecto al comportamiento de tuberías enterradas durante terremotos, como lo asevera la Plastics Pipe Institute, concluyendo que la ductilidad juega un papel muy importante. (Rubeiz, 2011)

Hasta ahora, se ha mencionado únicamente los ahorros que significaría el utilizar tubería de PVC-O por las características que este posee, sin embargo se mostrará mediante experiencias científicas externas, que al extrudir las tuberías tradicionales de UPVC se realizan altas emisiones de CO<sub>2</sub>, las mismas que contribuyen a deteriorar el ecosistema más de lo que ya está deteriorado. Es preciso un paréntesis para aclarar que el UPVC, aun cuando tiene altas emisiones de CO<sub>2</sub>, aun así, es mucho más amigable con el medio ambiente si se lo compara con el hierro dúctil o con tuberías de asbesto-cemento. De ahí que su utilización se hizo muy popular y desplazó a esos otros materiales (De Villiers, 2008).

Continuando, si se añade el hecho de que extrudir tuberías tradicionales de UPVC implica consumos de energía mayores que los que se utilizarían con extrusoras de la nueva tecnología, estaría más que justificado que a muy corto plazo el material plástico a utilizarse en acueductos en este país deberá ser el PVC-O (Rollepal, 2013). Es importante que se piense en un instante los problemas graves en que el Ecuador ha incurrido por falta de energía, las grandes pérdidas que los famosos apagones han ocasionado. Es misión de los ecuatorianos cuidar y administrar de una manera óptima la energía que tanto escasea.

## **METODOLOGIA**

El tipo de investigación del presente trabajo será mayoritariamente cuantitativo, utilizando técnicas de observación de campo, así de esta manera, por medio de la Observación científica directa, y recopilando información pertinente, se incurrirán en cálculos

numéricos, mediante el uso de una herramienta básica en construcciones civiles denominados Análisis de Precios Unitarios (APU). Con esta herramienta que involucra la mano de obra, la maquinaria a ser utilizada, el rendimiento del personal, el rendimiento de la obra ejecutada, transporte, etc. se puede fácilmente de una manera científica obtener el precio de instalación por metro lineal de una tubería. Con esta herramienta APU (Benitez, 2001), se podrá concluir en los ahorros significativos, para una entidad pública, y por ende a la comunidad, lo que implica utilizar PVC-O. Es objetivo de este documento presentar análisis de precios unitarios de tuberías plásticas de UPVC y PVC-O en diferentes diámetros. Ver Anexo1.

Continuando con el proceso metodológico, una vez obtenidos los datos de precios unitarios mediante los APU, se realizará análisis comparativos en tres proyectos específicos escogidos. Esta comparación conducirá a unos resultados contundentes, objetivo de este artículo, y que ya fueron mencionados en apartado anterior (Ver Anexo2).

Así también, se complementará con algo de investigación exploratoria, la misma que se realizará utilizando técnicas de observación de laboratorio, en esta parte, se ha escogido el laboratorio de Evaluación y Ensayo de Mexichem Ecuador, fabricante de la marca Plastigama, por ser el único laboratorio en el Ecuador, hasta el momento de preparar este documento, analizado por el Instituto nacional de Contratación Pública (INCOP) y poseedor de Certificado de la Norma ISO 17025, Certificado que analiza el extremo cumplimiento de Normas y procedimientos en los laboratorios a nivel mundial, y que por ende garantiza la calidad de los productos fabricados en la mencionada empresa; en este laboratorio, se realizan pruebas a los 2 tipos de PVC para obtener gráficos comparativos que conducen a conclusiones específicas beneficiosas acerca del PVC-O (Ver Anexo3).

Se utilizará la observación documental, de laboratorios internacionales de entidades expertas en el tema de tubería orientada, para

poder sostener a los otros objetivos de este artículo que son: contribuir a la preservación del medio ambiente, y contribuir al ahorro energético (Ver Anexo4).

A continuación, utilizando la técnica de recopilación de información, la misma que se obtuvo mediante conversaciones con los ingenieros residentes de obra de los proyectos escogidos, se presenta la Tabla 1, Tabla Cualitativa de Costos, donde se visualiza los beneficios al utilizar los dos tipos de PVC, y que de forma numérica se exhibirá en cada uno de los APU a realizarse en Anexo 1.

**Tabla 1: Índice Cualitativo de Costos**

Beneficios Directos e Indirectos	Más Costoso	Menos Costoso
Excavación en ancho de zanja	UPVC	PVC O
Rendimiento en tendido de tubería	UPVC	PVC O
Precio de la tubería	Mismo precio	Mismo precio
Accesorios para Tuberías	Mismo precio	Mismo precio
Variación de Precios Unitarios en relación a los Diversos Diámetros	UPVC	PVC O

**Elaborado por: el autor**

La decisión técnica de utilizar PVCO en acueductos del Ecuador, genera ahorros significativos que redundan en beneficios a la comunidad y al ecosistema.

A continuación, en la Tabla 2, Parámetros a Evaluar en el PVCO, un cuadro que contiene información importante (Uni-Bell Pipe Association, 2001), donde se mencionarán las diferentes variables con sus respectivos beneficios; estos últimos, se presentan desde el proceso de producción mismo de la tubería, seguido por beneficios que se presentan durante el proceso constructivo de la misma, para finalmente mencionar aquellos beneficios que se obtienen a lo largo de la vida útil de la tubería PVCO. Se relacionará a cada variable con sus respectivos indicadores e índices. Toda esta información de la Tabla 2, contribuye a sostener las aseveraciones de ahorro que se menciona en esta investigación.

**Tabla 2: Parámetros a Evaluar en el PVCO**

Concepto	Variables	Indicador	Índices
Uso de PVC Biorientado en acueductos	Generación de ahorros significativos.	Análisis de Precios Unitarios	Costos de: Transporte, metros cúbicos excavación, M/O
Beneficio a la Industria y al país.	Consumo de Energía	Medidor de Energía Digital	Cuantificar los Kw / hora utilizados en un periodo de tiempo.
Beneficios al Ecosistema.	Emisiones de CO2	Analizador de Gas marca TESTO modelo 350 XL	Concentraciones de mg / m3
Características técnicas que agilitan una obra.	Generación de ahorros significativos en la velocidad de instalación	Ensayo de Compresión	Valor de la resistencia en Kg/cm2
Características técnicas que benefician una obra.	Generación de ahorros significativos en materiales para la instalación	Resistencia al punzonamiento	Evaluar la Dureza Rockwell
Características técnicas que aseguran vida útil prolongada de una obra.	Envejecimiento Prolongado del PVC Biorientado	Ensayo ESCR	Evaluar el porcentaje de falla.

**Elaborado por: el autor**

## PROCEDIMIENTO

Dado lo anterior, para enfocar en el principal objetivo de este artículo que es corroborar el ahorro económico al utilizar PVCO, se ha escogido tres proyectos específicos que se realizaron en años recientes por intermedio de cuatro contratistas; los mismos que fueron monitoreados por Mexichem Ecuador.



Los proyectos son: 1) Plan Maestro Hidrosanitario de Manta (Grupo IV), cuyo contratista fue LESDASA. 2) Plan Maestro Hidrosanitario de Manta (Grupo II), cuyo contratista fue Consorcio JOCKAY-COINFRA. 3) Plan Maestro del Cantón Daule cuyo contratista fue Ing Luis Aguilar. 4) Sistema de AAPP Ayampe-Puerto Lopez-Machalilla, cuyo contratista fue el Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Se obtiene como información básica los diámetros de tubería utilizados en cada uno de estos proyectos. Esta información se la obtiene de los contratistas quienes solicitan presupuesto a Mexichem Ecuador para realizar sus obras. También se obtiene de los mismos contratistas, los rendimientos de las maquinas a utilizarse en la instalación de la tubería, es decir, la velocidad con que las maquinas trabajan y avanzan en la obra; se obtiene además, los rendimientos del personal o mano de obra que se utiliza en la instalación (Burn, Davis, & Schiller, 2005).

Con la información recabada, se prepara el análisis de los precios unitarios (APU) para cada uno de los diámetros utilizados en los proyectos, para los 2 tipos de materiales: PVCO, y también UPVC. Como resultado de cada uno de los APU, se obtiene el precio unitario por metro lineal de tubería.

En la Tabla 3, está tabulado el precio unitario de cada diámetro, obtenido en cada APU, en los 2 tipos de PVC.

**Tabla 3: Cuadro comparativo de precios unitarios**

Diámetro	Presion	Precio por metro lineal de tubería	
		Precio en UPVC	Precio en PVCO
90mm	1 Mpa	7.39	5.45
110mm	1 Mpa	8.94	6.58
160mm	1 Mpa	16.33	15.13
200mm	1 Mpa	22.55	21.17
250mm	1 Mpa	32.93	26.49
315mm	1 Mpa	51.20	41.29
355mm	1 Mpa	71.65	57.91
400mm	1 Mpa	95	76.84
450mm	1 Mpa	100.73	81.46
500mm	1 Mpa	127.86	102.65

**Elaborado por: el autor**

En el Anexo1, están los cálculos al detalle de los APU utilizados, para llegar a cada uno de

los precios unitarios mencionados en la Tabla 3.

Para comprobar otro de los objetivos de este artículo, mayor resistencia y ductilidad del PVCO, se tomarán muestras de tubería de UPVC y PVCO, con la finalidad de hacer las pruebas pertinentes que obliga el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Para la tubería de UPVC se utiliza la NORMA INEN 1373 (NTE INEN 1373,2010); y para la tubería de PVCO, se ensayará con la NORMA INEN 16422 (NTE INEN ISO 16422, 2014). Una vez realizada las pruebas para los 2 tipos de muestras, se elaborarán unas curvas que ayudará a sacar conclusiones por simple inspección (Ver Anexo3).

Finalmente, para comprobar el objetivo correspondiente a ahorros energéticos y conservación de medio ambiente se acudirán a publicaciones y experiencias de una universidad extranjera (Ver Anexo4).

## ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a lo mencionado en el procedimiento utilizado, respecto a los APU, se elaboran cuadros comparativos para cada uno de los 4 proyectos que son analizados.

**Tabla 4: Proyectos de análisis****Primer proyecto de Análisis**

Nombre del Proyecto:	Plan Maestro Hidrosanitario de Manta(Grupo IV)
Contratante:	Municipio de Manta
Contratista:	LESDASA
Costo en Tubería usando UPVC (UZ):	372,933.75
Costo en tubería usando PVCO (BIAX):	301,251.74

**Segundo proyecto de Análisis**

Nombre del Proyecto:	Plan Maestro Hidrosanitario de Manta(Grupo II)
Contratante:	Municipio de Manta
Contratista:	CONSORCIO JOCKAY-COINFRA
Costo en Tubería usando UPVC (UZ):	414,848.72
Costo en tubería usando PVCO (BIAX):	338,941.62

**Tercer proyecto de Análisis**

Nombre del Proyecto:	Plan Maestro de Agua Potable del canton Daule
Contratante:	Municipio de Daule
Contratista:	Ing Luis Aguilar
Costo en Tubería usando UPVC (UZ):	578,655.72
Costo en tubería usando PVCO (BIAX):	489,842.59

**Cuarto proyecto de Análisis**

Nombre del Proyecto:	Sistema de Agua Potable Ayampe- Puerto Lopez-Machalilla
Contratante:	Empresa Municipal de Agua Potable de Puerto Lopez
Contratista:	Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
Costo en Tubería usando UPVC (UZ):	1,548,529.06
Costo en tubería usando PVCO (BIAX):	1,241,706.35

**Elaborado por: el autor**

Se puede apreciar en cada uno de los 4 proyectos, en la parte sombreada al final de cada cuadro, el ahorro económico que se obtiene al utilizar los diferentes tipos de PVC.

En el Anexo 2, se puede ver al detalle, en cada cuadro, en la parte horizontal los diámetros utilizados en el proyecto, se puede apreciar además las cantidades en metros utilizadas de cada diámetro. Estas cantidades en metros, al multiplicarse con el precio unitario de cada diámetro obtenido en los APU, y haciendo una sumatoria global, se obtienen los costos totales que aparecen en cada uno de los cuadros.

De manera ilustrativa, tomemos el primer proyecto del Anexo 2, donde se analiza el Proyecto de Agua Potable de Manta Grupo IV. Se deduce que en ese proyecto, al utilizar tubería de UPVC se hubiere invertido un monto de \$ 372,933.75, pero lo que realmente

se utilizó fue tubería PVCO, donde el costo incurrido fue de \$ 301,251.74. Se puede concluir, por simple inspección, que el ahorro es significativo. El mismo análisis se realiza para cada uno de los 3 proyectos escogidos con los 4 contratistas que los realizaron. Ver Anexo2. Con lo antes mencionado, se está justificando uno de los principales objetivos de este artículo, cual es, el ahorro económico al utilizar PVCO en la construcción de acueductos.

En cuanto a justificar la diferencia en resistencia entre los tipos de PVC, se realizaron ensayos en el Laboratorio de E&E de Mexichem Ecuador, con los resultados que se pueden apreciar en el Anexo3, corroborando la superioridad en propiedades mecánicas del PVCO. Las curvas obtenidas en el Laboratorio de Mexichem Ecuador, y que se aprecian en el Anexo 3, deja entrever que a mayores esfuerzos en PVCO se obtienen mayores deformaciones unitarias, en comparación con el UPVC (la curva esfuerzo-deformación unitaria del PVCO es mas alta y mas hacia la derecha que la de UPVC). En otras palabras, el PVCO es un material muchísimo mas ductil que el UPVC, y que a la larga es beneficioso para quien lo utiliza. Siguiendo siempre la Norma INEN respectiva, se obtiene una curva, que de manera objetiva hace concluir que la resistencia hidrostática es superior en el PVCO. Para concluir con los ensayos de laboratorio realizados, se realizan pruebas de impacto y deformación anular a muestras de UPVC y PVCO, determinándose que el PVCO (Biax) tiene una capacidad para soportar energías de impacto, y que también puede soportar deformaciones anulares mucho mayores que el UPVC (Ver Anexo3).

Finalmente, de la literatura revisada, se puede aseverar que utilizar PVCO conlleva hacia ahorros energéticos, pues el consumo de energía en kWh es mayor en UPVC, comparándolo con la otra tubería de PVCO (Martinez del Amo & Romero, 2015). El ahorro energético implica un beneficio oneroso para un país y por ende a su población (Ver Anexo4).

De una manera similar, las emisiones de CO2 en UPVC son mayores que la tubería de

PVCO, contribuyendo esta última a la preservación del medio ambiente (Martínez del Amo & Romero, 2015). Mucho se habla hoy en día del calentamiento global en el planeta, como consecuencia de un maltrato y descuido a la naturaleza por parte de la humanidad en general, haciendo énfasis algunas entidades mundiales en las emisiones de gas carbónico. Esto último expuesto, se deriva de estudios y pruebas realizadas en la Universidad Politécnica de Catalunya (Ver Anexo4).

También se puede apreciar, criterios semejantes a lo anterior, llegando a las mismas conclusiones de que se obtiene menor impacto ambiental con PVCO (Tan, 2013)

## CONCLUSIONES

El PVCO está ganando terreno en el mundo, y de a poco se lo va conociendo. Se lo utiliza en Estados Unidos, Europa, Australia, Brasil y otras grandes potencias.

De los resultados mencionados anteriormente, mediante observación de laboratorio, así como de la literatura revisada, se podría concluir que es imperativa la difusión de los beneficios del PVCO en futuros proyectos donde se diseñen acueductos, basándose no únicamente en la parte técnica, que de hecho es la más importante, sino también en los materiales que se vayan a escoger, pues representan ahorros significativos en su construcción, y además, garantizan la vida útil de las obras de ingeniería (Howard, 2009)

La capacitación en las entidades públicas, al igual que en las universidades, juega un papel muy importante en el conocimiento de este tipo de tuberías de plástico. En la medida de que se utilice con mayor frecuencia el PVCO en los proyectos, se podrá argumentar con más profundidad, y con datos locales, en los ahorros energéticos y cuidado de medio ambiente que se sostiene en el análisis de resultados del presente documento.

Sin embargo, existen intereses creados en el mundo, y la conveniencia comercial de las fábricas existentes en el país, harán todo lo que estuviere a su alcance para desacreditar lo

que aquí en este artículo se está aseverando. Es lógico que se coloquen en esa posición, puesto que también tienen que justificar las inversiones que hayan realizado, aunque a la tecnología no se la puede detener, llegará el momento en que casi todas las fábricas llegarán a usar PVCO. El propósito de este artículo ha sido realizar el análisis comparativo de los 2 tipos de tubería, y se ha podido verificar que existe una diferencia amplia entre ellos, para que de alguna manera se haga conciencia de que se pueden hacer más obras con la misma cantidad de dinero, y al mismo tiempo preservar el medio ambiente que de por sí ya está bastante deteriorado hoy en estos días.

Otro tema que es muy importante tomar en cuenta, especialmente cuando se trata de redes de distribución, y que en ocasiones queda de lado ya sea porque es un evento que sucede mucho después que el proyecto como tal ha sido terminado en su construcción, es el costo por metro cúbico del agua al consumidor final. Es obvio que este costo será más elevado dependiendo del precio que la obra en su totalidad haya tenido durante su construcción, así como la vida útil a la que haya sido diseñada la mencionada tubería y por ende la obra en sí (Vanspeybroeck & Robeyns, 2004).

De ahí que es necesario minimizar el costo de las obras, y que se realicen los esfuerzos necesarios para ahorrar y optimar recursos de calidad, técnicos y económicos que ha sido el objetivo del presente análisis comparativo. Es lógico entender que los organismos operadores del agua en cualquier parte del mundo, sean estos privados o públicos deben obtener un retorno de toda la inversión realizada, pero en base a montos justos y equitativos y además con una conciencia ecoambiental que es lo que se ha planteado y evidenciado en los resultados de este documento.

Sería conveniente que el presente artículo sea motivo de otro análisis similar entre tuberías de PVCO con tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), debido a que existe una cierta tendencia en algunas partes del planeta para utilizar este último material mencionado (Osry, 2006) Se deja planteado en el Anexo 6,

una gráfica donde se puede apreciar de manera comparativa los beneficios de los 3 tipos de materiales plásticos UPVC, PVCO, y el PEAD. El comparativo entre los 2 primeros se da por evacuado con el presente documento.

## Bibliografía

- Benitez, F. (2001). *Manual de Costos en la Construcción*. Quito: Camara de la Construcción de Quito.
- Bravo, R., Fernando, V., & Antonio Guzmán. (2011). *Estudio Preliminar de Roturas de Tuberías de Agua Potable en el Gran Concepción*. Santiago de Chile: VII Congreso Chileno de Geotecnia, Universidad de Concepción.
- Burn, S., Davis, P., & Schiller, T. (2005). *Long-term performance prediction for PVC pipes (pp. 1-205)*. New York: AWWA Research Foundation.
- De Villiers, M. (2008). The next generation is here: PVC and HDPE piping systems: pipelines. *IMIESA*, 54-55.
- Howard, N. (2009). *LCA of Australian Pipe*. New York: Edge Environment.
- Jones, N. (2013). PVC-O Pipes – Superior Performance. *Think Pipe think PVC*, 15-25.
- Martínez del Amo, Y., & Romero, M. (2015). *Tuberías de PVC Orientado: Eficiencia, Ahorro Energético y Sostenibilidad*. Valencia: Paper presentado en XXXIII Congreso Nacional de Riegos Universitat Politècnica de Valencia.
- Mexichem Ecuador. (2012). Sistema de Agua Potable con Tubería Plástica Biorientada PVCO. *Revista de Interagua*, 102-130.
- Nijland, A., & Frank, A. (2014). *PVC-O: Expanding in Technology and Application*. Chicago: 17th Plastic Pipes Conference PPXVII.
- Osry, M. (2006). *The Energy Crisis- Designing with PVC and HDPE Pipes*. Moscow: Energy Savings and Conservation.
- Plastigama. (2010). *Manual Técnico biax de Plastigama*. Quito: Departamento Técnico de Plastigama.
- Recio, J., Guerrero, p., & Ageitos, M. (2013). Estimación del consumo energético y de la emisión de CO<sub>2</sub> asociados a la producción, uso y disposición final de tuberías de PVC, PEHD, PP, fundición y hormigón. *Interempresas*, 14-22.
- Rollepal. (2013). *O-PVC article which was published in KWD global pipe*. Moscow: KWD global pipe .Plastic Pipes .
- Rubeiz, C. (2011). Performance of Pipes During Earthquakes . *Plastics Pipe Institute.*, 33-40.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLDES). (2012). *Zonas, distritos y circuitos*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLDES).
- Tan, S. (2013). *PVCO Pipes-The Most Sustainable Way to Deliver Water*. Belgium.: Paper published by PVC4PIPES in 2013 for News and Events. .
- Uni-Bell Pipe Association. (2001). Handbook of PVC Pipe Design and Construction. *PVC Pipe Association*, 30-39.
- Vanspeybroeck, B., & Robeyns, J. (2004). Molecular Oriented PVCO and UPVC Pipes for Pressure Applications in the Water Industry. *Research gate*, 22-26.
- Wright, H. (1996). Environmental Stress Cracking of Plastics. . *Rapra Technology Limited. United Kingdom.*, 69-80.
- Yáñez, J. (2010). Industria del Plástico y de la Construcción, Sinergia para el Progreso. Paper (ASEPLAS) . *Revista de la Asociación Ecuatoriana de Plásticos (ASEPLAS)*, 66-76.
- Zhang, B., Ariaratnam, S., & Wu, J. (2012). Estimation of CO<sub>2</sub> Emissions in a Wastewater Pipeline Project. *Better Pipeline Infrastructure for a Better Life* , 521-531.

**APÉNDICES**

**ANEXO 1**

ANEXO 1

**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**RUBRO :** TUBERIA PVC-P U/Z Ø90mm. **Unid: M.L**  
**ESPECIFICACIONES:** 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	0.72	20	45.00	1.62
COMPACTADOR	m³/h.	0.71	6	4.00	0.47
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.047	7	20.00	0.14
<b>SUBT. EQUIPO</b>					<b>2.59</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	40	3.22	0.08
AYUDANTE	M.L.	1	40	3.22	0.08
PEON	M.L.	2	20	3.18	0.32
<b>SUBT. MANO DE OBRA</b>					<b>0.48</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 90mm.	M.L.	1		3.66	3.66
ARENA	m3	0.030		10.00	0.30
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0014		1.50	0.00
<b>SUBT. MATERIALES</b>					<b>3.96</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
		<b>CANTIDAD</b>	<b>DIST (KM)</b>	<b>m3-km/USD</b>	
TUBO PVC U/Z 90mm.	ML	1	100	0.0036	0.36
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>7.39</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS =</b> %					
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>7.39</b>

**Datos de la Tubería:**

Diámetro exterior 90 mm = Diám.  
 Área 0.006 m² = A Tub.  
 Peso 0.96 kg

**Medidas de la Zanja :**

Base 0.6 m = B  
 Altura 1.2 m = A

**Volúmenes/ metro :**

Excavación: 0.72 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.030 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 0.706 m³/m = (((A-h'-Diám./2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalajo: 0.047 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**RUBRO :** TUBERIA PVC-O BIAx Ø90mm. **Unid: M.L**  
**ESPECIFICACIONES:** 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	0.48	20	45.00	1.08
COMPACTADOR	m³/h.	0.468	6	4.00	0.46
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.034	7	20.00	0.10
<b>SUBT. EQUIPO</b>					<b>2.00</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	100	3.22	0.03
AYUDANTE	M.L.	1	100	3.22	0.03
PEON	M.L.	1	100	3.18	0.03
<b>SUBT. MANO DE OBRA</b>					<b>0.10</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 90mm	M.L.	1		2.99	2.99
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0014		1.50	0.00
<b>SUBT. MATERIALES</b>					<b>2.99</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
		<b>CANTIDAD</b>	<b>DIST (KM)</b>	<b>m3-km/USD</b>	
TUBO PVC-O BIAx 90mm	ML	1	100	0.0036	0.36
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>5.45</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS =</b> %					
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>5.45</b>

**Datos de la Tubería:**

Diámetro exterior 90 mm = Diám.  
 Área 0.006 m² = A Tub.  
 Peso 0.96 kg

**Medidas de la Zanja :**

Base 0.4 m = B  
 Altura 1.2 m = A

**Volúmenes/ metro :**

Excavación: 0.48 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.020 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 0.468 m³/m = (((A-h'-Diám./2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalajo: 0.034 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

**Consideraciones:**

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø110mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	0.72	20	45.00	1.62
COMPACTADOR	m³/h.	0.70	6	4.00	0.47
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.051	7	20.00	0.15
SUBT. EQUIPO					2.60
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	40	3.22	0.08
AYUDANTE	M.L.	1	40	3.22	0.08
PEON	M.L.	2	20	3.18	0.32
SUBT. MANO DE OBRA					0.48
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 110mm.	M.L.	1		5.20	5.20
ARENA	m3	0.030		10.00	0.30
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0017		1.50	0.00
SUBT. MATERIALES					5.50
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 110mm.	M.L.	1	100	0.0036	0.36
TOTAL COSTO DIRECTO					8.94
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>8.94</b>

Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 110 mm = Diám.  
 Area 0.010 m² = A Tub.  
 Peso 1.84 kg

Medidas de la Zanja :

Base 0.6 m = B  
 Altura 1.2 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 0.72 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.030 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 0.702 m³/m = {[(A-h'-Diám./2)xB] - A Tub./2} x Factor 2  
 Desalajo: 0.051 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIAX Ø110mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	0.48	20	45.00	1.08
COMPACTADOR	m³/h.	0.46	6	4.00	0.31
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.038	7	20.00	0.11
SUBT. EQUIPO					1.86
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	100	3.22	0.03
AYUDANTE	M.L.	1	100	3.22	0.03
PEON	M.L.	1	100	3.18	0.03
SUBT. MANO DE OBRA					0.10
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAX 110mm	M.L.	1		4.25	4.25
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0017		1.50	0.00
SUBT. MATERIALES					4.26
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAX 110mm	M.L.	1	100	0.0036	0.36
TOTAL COSTO DIRECTO					6.58
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>6.58</b>

Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 110 mm = Diám.  
 Area 0.010 m² = A Tub.  
 Peso 1.84 kg

Medidas de la Zanja :

Base 0.4 m = B  
 Altura 1.2 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 0.48 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.020 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 0.464 m³/m = {[(A-h'-Diám./2)xB] - A Tub./2} x Factor 2  
 Desalajo: 0.038 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIAX porque la tubería no la necesita



ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø160mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/h ora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	0.91	20	45.00	2.05
COMPACTADOR	m3/h.	0.88	6	4.00	0.59
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.072	7	20.00	0.20
SUBT. EQUIPO					3.21
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	35	3.22	0.09
AYUDANTE	M.L.	1	35	3.22	0.09
PEON	M.L.	2	18	3.18	0.35
SUBT. MANO DE OBRA					0.54
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 160mm.	M.L.	1		11.87	11.87
ARENA	m3	0.035		10.00	0.35
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0037		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					12.22
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 160mm.	M.L.	1	100	0.0036	0.36
TOTAL COSTO DIRECTO					16.33
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					16.33

Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 160 mm = Diám.  
 Area 0.020 m² = A Tub.  
 Peso 2.66 kg

Medidas de la Zanja :

Base 0.70 m = B  
 Altura 1.3 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 0.91 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2

Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'

Encamado: 0.035 m³/m = Base x h'

Relleno: 0.880 m³/m = (((A-h'-Diám./2)xB) - A Tub./2) x Factor 2

Desalojo: 0.072 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIAx Ø160mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/h hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	0.65	20	45.00	1.46
COMPACTADOR	m3/h.	0.62	6	4.00	0.41
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.059	7	20.00	0.17
SUBT. EQUIPO					2.41
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	80	3.22	0.04
AYUDANTE	M.L.	1	80	3.22	0.04
PEON	M.L.	1	80	3.18	0.04
SUBT. MANO DE OBRA					0.12
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 160mm	M.L.	1		9.71	9.71
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0037		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					9.72
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 160mm	M.L.	1	100	0.0036	0.36
TOTAL COSTO DIRECTO					12.61
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					15.13

Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 160 mm = Diám.  
 Area 0.020 m² = A Tub.  
 Peso 2.66 kg

Medidas de la Zanja :

Base 0.50 m = B  
 Altura 1.3 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 0.65 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2

Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'

Encamado: 0.025 m³/m = Base x h'

Relleno: 0.621 m³/m = (((A-h'-Diám./2)xB) - A Tub./2) x Factor 2

Desalojo: 0.059 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

## Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas

### ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø200mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m <sup>3</sup> /h.	0.91	20	45.00	2.05
COMPACTADOR	m <sup>3</sup> /h.	0.86	6	4.00	0.58
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOQUETA	m <sup>3</sup> /h.	0.086	7	20.00	0.25
SUBT. EQUIPO					<b>3.24</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	30	3.22	0.11
AYUDANTE	M.L.	1	30	3.22	0.11
PEON	M.L.	2	15	3.18	0.42
SUBT. MANO DE OBRA					<b>0.64</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC UZ 200mm.	M.L.	1		17.96	17.96
ARENA	m <sup>3</sup>	0.035		10.00	0.35
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0055		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					<b>18.32</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC UZ 200mm.	M.L.	1	100	0.0036	<b>0.36</b>
TOTAL COSTO DIRECTO					22.55
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>22.55</b>

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 200 mm = Diám.  
 Área 0.031 m<sup>2</sup> = A Tub.  
 Peso 3.87 kg

#### Medidas de la Zanja :

Base 0.7 m = B  
 Altura 1.3 m = A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación: 0.91 m<sup>3</sup>/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m<sup>2</sup>/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.035 m<sup>3</sup>/m = Base x h'  
 Relleno: 0.865 m<sup>3</sup>/m = (((A-h'-Diám./2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.086 m<sup>3</sup>/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

### ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIA X Ø200mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m <sup>3</sup> /h.	0.65	20	45.00	1.46
COMPACTADOR	m <sup>3</sup> /h.	0.61	6	4.00	0.40
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOQUETA	m <sup>3</sup> /h.	0.073	7	20.00	0.21
SUBT. EQUIPO					<b>2.44</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	70	3.22	0.05
AYUDANTE	M.L.	1	70	3.22	0.05
PEON	M.L.	1	70	3.18	0.05
SUBT. MANO DE OBRA					<b>0.14</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIA X 200mm	M.L.	1		14.69	14.69
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0055		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					<b>14.70</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIA X 200mm	M.L.	1	100	0.0036	<b>0.36</b>
TOTAL COSTO DIRECTO					17.64
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>21.17</b>

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 200 mm = Diám.  
 Área 0.031 m<sup>2</sup> = A Tub.  
 Peso 3.87 kg

#### Medidas de la Zanja :

Base 0.5 m = B  
 Altura 1.3 m = A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación: 0.65 m<sup>3</sup>/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m<sup>2</sup>/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.025 m<sup>3</sup>/m = Base x h'  
 Relleno: 0.605 m<sup>3</sup>/m = (((A-h'-Diám./2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.073 m<sup>3</sup>/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

#### Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIA X porque la tubería no la necesita

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø250mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	1.04	20	45.00	2.34
COMPACTADOR	m3/h.	0.97	6	4.00	0.65
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.116	7	20.00	0.33
SUBT. EQUIPO					<b>3.68</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	25	3.22	0.13
AYUDANTE	M.L.	2	13	3.22	0.50
PEON	M.L.	2	13	3.18	0.49
SUBT. MANO DE OBRA					<b>1.11</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 250mm.	M.L.	1		27.23	27.23
ARENA	m3	0.040		10.00	0.40
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					<b>27.64</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 250mm.	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					32.93
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>32.93</b>

Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 250 mm = Diám.  
 Área 0.049 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

Medidas de la Zanja :

Base 0.80 m = B  
 Altura 1.30 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 1.04 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.040 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 0.970 m³/m = (((A-h'-Diám./2)x[B] - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.116 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIAx Ø250mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	0.78	20	45.00	1.76
COMPACTADOR	m3/h.	0.71	6	4.00	0.47
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.103	7	20.00	0.29
SUBT. EQUIPO					<b>2.89</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	60	3.22	0.05
AYUDANTE	M.L.	1	60	3.22	0.05
PEON	M.L.	2	30	3.18	0.21
SUBT. MANO DE OBRA					<b>0.32</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 250mm	M.L.	1		22.27	22.27
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					<b>22.28</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 250mm	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					26.49
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>26.49</b>

Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 250 mm = Diám.  
 Área 0.049 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

Medidas de la Zanja :

Base 0.60 m = B  
 Altura 1.30 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 0.78 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2

Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.030 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 0.711 m³/m = (((A-h'-Diám./2)x[B] - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.103 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

**Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas**

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**RUBRO :** TUBERIA PVC-P U/Z Ø315mm. **Unid:** M.L.  
**ESPECIFICACIONES:** 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/h ora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	1.17	20	45.00	2.63
COMPACTADOR	m3/h.	1.06	6	4.00	0.71
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.160	7	20.00	0.46
<b>SUBT. EQUIPO</b>					<b>4.16</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	20	3.22	0.16
AYUDANTE	M.L.	2	10	3.22	0.64
PEON	M.L.	2	10	3.18	0.64
<b>SUBT. MANO DE OBRA</b>					<b>1.44</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 315mm.	M.L.	1		44.64	44.64
ARENA	m3	0.045		10.00	0.45
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
<b>SUBT. MATERIALES</b>					<b>45.10</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 315mm.	M.L.	1	100	0.005	0.50
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>51.20</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS =</b>					<b>%</b>
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>51.20</b>

**Datos de la Tubería:**

Diámetro exterior 315 mm = Diám.  
 Área 0.078 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

**Medidas de la Zanja :**

Base 0.90 m = B  
 Altura 1.30 m = A

**Volúmenes/ metro :**

Excavación: 1.17 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.045 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 1.061 m³/m = (((A-h'-Diám/2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.160 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**RUBRO :** TUBERIA PVC-O BIAx Ø315mm. **Unid:** M.L.  
**ESPECIFICACIONES:** 1 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/h hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	0.91	20	45.00	2.05
COMPACTADOR	m3/h.	0.80	6	4.00	0.53
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.147	7	20.00	0.42
<b>SUBT. EQUIPO</b>					<b>3.37</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	50	3.22	0.06
AYUDANTE	M.L.	1	50	3.22	0.06
PEON	M.L.	2	25	3.18	0.25
<b>SUBT. MANO DE OBRA</b>					<b>0.38</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 315mm	M.L.	1		36.52	36.52
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
<b>SUBT. MATERIALES</b>					<b>36.53</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 315mm	M.L.	1	100	0.005	0.50
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>41.29</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS =</b>					<b>%</b>
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>41.29</b>

**Datos de la Tubería:**

Diámetro exterior 315 mm = Diám.  
 Área 0.078 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

**Medidas de la Zanja :**

Base 0.70 m = B  
 Altura 1.30 m = A

**Volúmenes/ metro :**

Excavación: 0.91 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.035 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 0.801 m³/m = (((A-h'-Diám/2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.147 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

**Consideraciones:**

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø355mm. Unid: M.L.  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	1.43	20	45.00	3.22
COMPACTADOR	m³/h.	1.29	6	4.00	0.86
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.200	7	20.00	0.57
SUBT. EQUIPO					5.02
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	18	3.22	0.18
AYUDANTE	M.L.	2	8	3.22	0.80
PEON	M.L.	2	8	3.18	0.79
SUBT. MANO DE OBRA					1.78
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 355mm.	M.L.	1		63.80	63.80
ARENA	m3	0.055		10.00	0.55
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					64.36
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 355mm.	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					71.65
COSTOS INDIRECTOS = %					
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>71.65</b>

Datos de la Tubería:

Díámetro exterior 355 mm = Diám.  
 Área 0.099 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

Medidas de la Zanja :

Base 1.10 m = B  
 Altura 1.30 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 1.43 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám²) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.055 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 1.291 m³/m = (((A-h'-Diám/2)xB) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalajo: 0.200 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIAx Ø355mm. Unid: M.L.  
 ESPECIFICACIONES: 1 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	1.17	20	45.00	2.63
COMPACTADOR	m³/h.	1.03	6	4.00	0.69
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.187	7	20.00	0.53
SUBT. EQUIPO					4.22
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	40	3.22	0.08
AYUDANTE	M.L.	1	40	3.22	0.08
PEON	M.L.	2	20	3.18	0.32
SUBT. MANO DE OBRA					0.48
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 355mm	M.L.	1		52.20	52.20
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					52.21
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 355mm	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					57.91
COSTOS INDIRECTOS = %					
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>57.91</b>

Datos de la Tubería:

Díámetro exterior 355 mm = Diám.  
 Área 0.099 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

Medidas de la Zanja :

Base 0.90 m = B  
 Altura 1.30 m = A

Volúmenes/ metro :

Excavación: 1.17 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám²) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.045 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 1.032 m³/m = (((A-h'-Diám/2)xB) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalajo: 0.187 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

## Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø400mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	1.43	20	45.00	3.22
COMPACTADOR	m³/h.	1.25	6	4.00	0.84
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.235	7	20.00	0.67
SUBT. EQUIPO					5.09
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	15	3.22	0.21
AYUDANTE	M.L.	2	7	3.22	0.92
PEON	M.L.	2	7	3.18	0.91
SUBT. MANO DE OBRA					2.04
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 400mm.	M.L.	1		86.81	86.81
ARENA	m³	0.055		10.00	0.55
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					87.37
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 400mm.	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					95.00
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>95.00</b>

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior	400 mm	= Diám.
Area	0.126 m²	= A Tub.
Peso	5.69 kg	

#### Medidas de la Zanja :

Base	1.10 m	= B
Altura	1.30 m	= A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación:	1.43 m³/m	= A x B
Esponjamiento:	30 %	= Factor 1
Fact. Compactación:	%	= Factor 2
Atraque:	m³/m	= (Base x Diám²) - A Tub./2
Altura Encamado (h):	0.050 m	= h'
Encamado:	0.055 m³/m	= Base x h'
Relleno:	1.255 m³/m	= (((A-h'-Diám./2)xB) - A Tub./2) x Factor 2
Desalajo:	0.235 m³/m	= (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIAx Ø400mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	1.17	20	45.00	2.63
COMPACTADOR	m³/h.	1.00	6	4.00	0.66
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.222	7	20.00	0.63
SUBT. EQUIPO					4.30
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	38	3.22	0.08
AYUDANTE	M.L.	1	38	3.22	0.08
PEON	M.L.	2	19	3.18	0.33
SUBT. MANO DE OBRA					0.50
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 400mm	M.L.	1		71.03	71.03
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					71.04
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 400mm	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					76.84
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>76.84</b>

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior	400 mm	= Diám.
Area	0.126 m²	= A Tub.
Peso	5.69 kg	

#### Medidas de la Zanja :

Base	0.90 m	= B
Altura	1.30 m	= A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación:	1.17 m³/m	= A x B
Esponjamiento:	30 %	= Factor 1
Fact. Compactación:	%	= Factor 2
Atraque:	m³/m	= (Base x Diám²) - A Tub./2
Altura Encamado (h):	0.050 m	= h'
Encamado:	0.045 m³/m	= Base x h'
Relleno:	0.996 m³/m	= (((A-h'-Diám./2)xB) - A Tub./2) x Factor 2
Desalajo:	0.222 m³/m	= (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

#### Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita



## Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø450mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO / hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	1.69	20	45.00	3.80
COMPACTADOR	m³/h.	1.47	6	4.00	0.98
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.291	7	20.00	0.83
SUBT. EQUIPO					5.98
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	13	3.22	0.25
AYUDANTE	M.L.	2	6	3.22	1.07
PEON	M.L.	2	6	3.18	1.06
SUBT. MANO DE OBRA					2.38
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 450mm.	M.L.	1		91.21	91.21
ARENA	m³	0.065		10.00	0.65
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					91.87
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 450mm.	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					100.73
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>100.73</b>

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior	450 mm	= Diám.
Area	0.159 m²	= A Tub.
Peso	5.69 kg	

#### Medidas de la Zanja :

Base	1.30 m	= B
Altura	1.30 m	= A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación:	1.69 m³/m	= A x B
Esponjamiento:	30 %	= Factor 1
Fact. Compactación:	%	= Factor 2

Atraque:	m³/m	= (Base x Diám/2) - A Tub./2
Altura Encamado (h):	0.050 m	= h'
Encamado:	0.065 m³/m	= Base x h'
Relleno:	1.469 m³/m	= (((A-h'-Diám/2)x[B] - A Tub./2) x Factor 2
Desalajo:	0.291 m³/m	= (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIAx Ø450mm. Unid: M.L  
 ESPECIFICACIONES: 1 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO / hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m³/h.	1.43	20	45.00	3.22
COMPACTADOR	m³/h.	1.21	6	4.00	0.81
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m³/h.	0.278	7	20.00	0.80
SUBT. EQUIPO					5.18
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	30	3.22	0.11
AYUDANTE	M.L.	1	30	3.22	0.11
PEON	M.L.	2	15	3.18	0.42
SUBT. MANO DE OBRA					0.64
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 450mm	M.L.	1		74.62	74.62
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					74.63
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 450mm	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					81.46
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>81.46</b>

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior	450 mm	= Diám.
Area	0.159 m²	= A Tub.
Peso	5.69 kg	

#### Medidas de la Zanja :

Base	1.10 m	= B
Altura	1.30 m	= A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación:	1.43 m³/m	= A x B
Esponjamiento:	30 %	= Factor 1
Fact. Compactación:	%	= Factor 2

Atraque:	m³/m	= (Base x Diám/2) - A Tub./2
Altura Encamado (h):	0.050 m	= h'
Encamado:	0.055 m³/m	= Base x h'
Relleno:	1.209 m³/m	= (((A-h'-Diám/2)x[B] - A Tub./2) x Factor 2
Desalajo:	0.278 m³/m	= (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

#### Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

**Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas**

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**RUBRO :** TUBERIA PVC-P U/Z Ø500mm. **Unid:** M.L  
**ESPECIFICACIONES:** 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	1.69	20	45.00	3.80
COMPACTADOR	m3/h.	1.42	6	4.00	0.95
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.340	7	20.00	0.97
<b>SUBT. EQUIPO</b>					<b>6.08</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	12	3.22	0.27
AYUDANTE	M.L.	3	5	3.22	1.93
PEON	M.L.	3	5	3.18	1.91
<b>SUBT. MANO DE OBRA</b>					<b>4.11</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 500mm.	M.L.	1		116.51	116.51
ARENA	m3	0.065		10.00	0.65
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
<b>SUBT. MATERIALES</b>					<b>117.17</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 500mm.	M.L.	1	100	m3- km/USD 0.005	0.50
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>127.86</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS =</b> %					
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>127.86</b>

**Datos de la Tubería:**

Diámetro exterior 500 mm = Diám.  
 Área 0.196 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

**Medidas de la Zanja :**

Base 1.30 m = B  
 Altura 1.30 m = A

**Volúmenes/ metro :**

Excavación: 1.69 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.065 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 1.418 m³/m = (((A-h'-Diám/2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.340 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**RUBRO :** TUBERIA PVC-O BIAx Ø500mm. **Unid:** M.L  
**ESPECIFICACIONES:** 1 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	1.43	20	45.00	3.22
COMPACTADOR	m3/h.	1.16	6	4.00	0.77
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.327	7	20.00	0.93
<b>SUBT. EQUIPO</b>					<b>5.29</b>
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	28	3.22	0.11
AYUDANTE	M.L.	2	14	3.22	0.46
PEON	M.L.	2	14	3.18	0.45
<b>SUBT. MANO DE OBRA</b>					<b>1.03</b>
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 500mm	M.L.	1		95.32	95.32
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
<b>SUBT. MATERIALES</b>					<b>95.33</b>
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 450mm	M.L.	1	100	m- km/USD 0.005	0.50
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>102.65</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS =</b> %					
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					<b>102.65</b>

**Datos de la Tubería:**

Diámetro exterior 500 mm = Diám.  
 Área 0.196 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

**Medidas de la Zanja :**

Base 1.10 m = B  
 Altura 1.30 m = A

**Volúmenes/ metro :**

Excavación: 1.43 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.055 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 1.158 m³/m = (((A-h'-Diám/2)x B) - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.327 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

**Consideraciones:**

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

## Análisis Comparativo de Costos entre Tuberías Plásticas

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-P U/Z Ø500mm. Unid: M.L.  
 ESPECIFICACIONES: 1.00 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	1.69	20	45.00	3.80
COMPACTADOR	m3/h.	1.42	6	4.00	0.95
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.340	7	20.00	0.97
SUBT. EQUIPO					6.08
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	12	3.22	0.27
AYUDANTE	M.L.	3	5	3.22	1.93
PEON	M.L.	3	5	3.18	1.91
SUBT. MANO DE OBRA					4.11
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC U/Z 500mm.	M.L.	1		116.51	116.51
ARENA	m3	0.065		10.00	0.65
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					117.17
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC U/Z 500mm.	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					127.86
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					127.86

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 500 mm = Diám.  
 Area 0.196 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

#### Medidas de la Zanja :

Base 1.30 m = B  
 Altura 1.30 m = A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación: 1.69 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.065 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 1.418 m³/m = (((A-h'-Diám/2)x[B] - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.340 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

RUBRO : TUBERIA PVC-O BIAx Ø500mm. Unid: M.L.  
 ESPECIFICACIONES: 1 Mpa

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	REND./h.	COSTO/hora	COSTO RUBRO
<b>A. EQUIPO</b>					
RETROEXCAVADORA	m3/h.	1.43	20	45.00	3.22
COMPACTADOR	m3/h.	1.16	6	4.00	0.77
HERRAMIENTA MENOR	global				0.37
VOLQUETA	m3/h.	0.327	7	20.00	0.93
SUBT. EQUIPO					5.29
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
INSTALADOR	M.L.	1	28	3.22	0.11
AYUDANTE	M.L.	2	14	3.22	0.46
PEON	M.L.	2	14	3.18	0.45
SUBT. MANO DE OBRA					1.03
<b>C. MATERIALES</b>					
TUBO PVC-O BIAx 500mm	M.L.	1		95.32	95.32
LUBR. VEGETAL	LITRO	0.0067		1.50	0.01
SUBT. MATERIALES					95.33
<b>D. TRANSPORTE</b>					
TUBO PVC-O BIAx 450mm	M.L.	1	100	0.005	0.50
TOTAL COSTO DIRECTO					102.65
COSTOS INDIRECTOS =					%
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>					102.65

#### Datos de la Tubería:

Diámetro exterior 500 mm = Diám.  
 Area 0.196 m² = A Tub.  
 Peso 5.69 kg

#### Medidas de la Zanja :

Base 1.10 m = B  
 Altura 1.30 m = A

#### Volúmenes/ metro :

Excavación: 1.43 m³/m = A x B  
 Esponjamiento: 30 % = Factor 1  
 Fact. Compactación: % = Factor 2  
 Atraque: m³/m = (Base x Diám/2) - A Tub./2  
 Altura Encamado (h'): 0.050 m = h'  
 Encamado: 0.055 m³/m = Base x h'  
 Relleno: 1.158 m³/m = (((A-h'-Diám/2)x[B] - A Tub./2) x Factor 2  
 Desalojo: 0.327 m³/m = (A Tub.+Atraque+Encamado) x Factor 1

#### Consideraciones:

a) No se considero el encamado en la tubería BIAx porque la tubería no la necesita

ANEXO 2

PVC U/Z vs. BIAX P=1.00 Mpa										
PROYECTO DE AGUA POTABLE DE MANTA GRUPO IV										
Nombre del Proyecto:	Plan Maestro Hidrosanitario de Manta (Grupo IV)									
Contratante:	Municipio de Manta									
Contratista:	LESDASA									
DIAMETRO	90mm	110mm	160mm	200mm	250mm	315mm	355mm	400mm	450mm	500mm
PRECIO UNITARIO U/Z	\$ 7.39	\$ 8.94	\$ 16.33	\$ 22.55	\$ 32.93	\$ 51.20	\$ 71.65	\$ 95.00	100.73	127.86
PRECIO UNITARIO BIAX	\$ 5.45	\$ 6.58	\$ 15.13	\$ 21.17	\$ 26.49	\$ 41.29	\$ 57.91	\$ 76.84	81.46	102.65
CANTIDADES (ML)		9876	3600		4032	1818				
COSTO UZ	\$ 0.00	\$ 88,289.63	\$ 58,773.44	\$ 0.00	\$ 132,781.23	\$ 93,089.44	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
COSTO BIAX	\$ 0.00	\$ 64,947.82	\$ 54,457.71	\$ 0.00	\$ 106,789.83	\$ 75,056.40	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>COSTO TOTAL PROYECTO EN UZ</b>				<b>\$ 372,933.75</b>						
<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO EN BIAX</b>				<b>\$ 301,251.74</b>						

PVC U/Z vs. BIAX P=1.00 Mpa										
PROYECTO DE AGUA POTABLE DE MANTA GRUPO II										
Nombre del Proyecto:	Plan Maestro Hidrosanitario de Manta (Grupo II)									
Contratante:	Municipio de Manta									
Contratista:	CONSORCIO JOCKAY - COINFRA									
DIAMETRO	90mm	110mm	160mm	200mm	250mm	315mm	355mm	400mm	450mm	500mm
PRECIO UNITARIO U/Z	\$ 7.39	\$ 8.94	\$ 16.33	\$ 22.55	\$ 32.93	\$ 51.20	\$ 71.65	\$ 95.00	100.73	127.86
PRECIO UNITARIO BIAX	\$ 5.45	\$ 6.58	\$ 15.13	\$ 21.17	\$ 26.49	\$ 41.29	\$ 57.91	\$ 76.84	81.46	102.65
CANTIDADES (ML)		11028	5394	366	3936	1764				
COSTO UZ	\$ 0.00	\$ 98,588.30	\$ 88,062.21	\$ 8,254.03	\$ 129,619.77	\$ 90,324.41	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
COSTO BIAX	\$ 0.00	\$ 72,523.75	\$ 81,595.80	\$ 7,747.87	\$ 104,247.21	\$ 72,827.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>COSTO TOTAL PROYECTO EN UZ</b>				<b>\$ 414,848.72</b>						
<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO EN BIAX</b>				<b>\$ 338,941.62</b>						

ANEXO 2 (continuación)

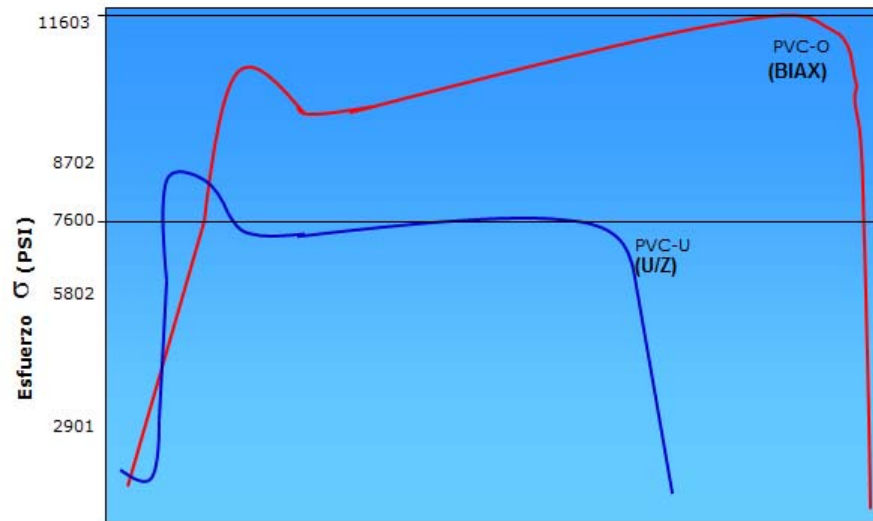
PROYECTO DE AGUA POTABLE DE DAULE										
Nombre del Proyecto:	Plan Maestro de Agua Potable del Cantón Daule									
Contratante:	Municipio de Daule									
Contratista:	ING. LUIS AGUILAR									
DIAMETRO	90mm	110mm	160mm	200mm	250mm	315mm	355mm	400mm	450mm	500mm
PRECIO UNITARIO U/Z	\$ 7.39	\$ 8.94	\$ 16.33	\$ 22.55	\$ 32.93	\$ 51.20	\$ 71.65	\$ 95.00	100.73	127.86
PRECIO UNITARIO BIAX	\$ 5.45	\$ 6.58	\$ 15.13	\$ 21.17	\$ 26.49	\$ 41.29	\$ 57.91	\$ 76.84	81.46	102.65
CANTIDADES (ML)		17481	8505	5903	30	2918				
COSTO UZ	\$ 0.00	\$ 156,276.94	\$ 138,852.26	\$ 133,124.38	\$ 987.96	\$ 149,414.19	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
COSTO BIAX	\$ 0.00	\$ 114,960.79	\$ 128,656.33	\$ 124,960.85	\$ 794.57	\$ 120,470.06	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>COSTO TOTAL PROYECTO EN UZ</b>										
<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO EN BIAX</b>										

PVC U/Z vs. BIAX P=1.00 Mpa										
PROYECTO DE AGUA POTABLE EN PUERTO LOPEZ										
Nombre del Proyecto:	Sistema de Agua Potable Ayampe-Puerto Lopez-Machalilla									
Contratante:	Empresa Municipal de Agua Potable de Puerto Lopez									
Contratista:	Cuerpo de Ingenieros del Ejército									
DIAMETRO	90mm	110mm	160mm	200mm	250mm	315mm	355mm	400mm	450mm	500mm
PRECIO UNITARIO U/Z	\$ 7.39	\$ 8.94	\$ 16.33	\$ 22.55	\$ 32.93	\$ 51.20	\$ 71.65	\$ 95.00	100.73	127.86
PRECIO UNITARIO BIAX	\$ 5.45	\$ 6.58	\$ 15.13	\$ 21.17	\$ 26.49	\$ 41.29	\$ 57.91	\$ 76.84	81.46	102.65
CANTIDADES (ML)	15316	9211	2394	1271	26608	7988				
COSTO UZ	\$ 113,165.69	\$ 82,344.65	\$ 39,084.34	\$ 28,663.58	\$ 876,250.75	\$ 409,020.06	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
COSTO BIAX	\$ 83,497.73	\$ 60,574.56	\$ 36,214.37	\$ 26,905.85	\$ 704,728.09	\$ 329,785.75	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>COSTO TOTAL PROYECTO EN UZ</b>										
<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO EN BIAX</b>										

### ANEXO 3

Datos de Laboratorio de Mexichem Ecuador

## RESISTENCIA A LA TENSION



Deformación Unitaria  
 Mayor resistencia a la tensión:  
 comparado con U/Z, aumento del 50%.

## RESISTENCIA HIDROSTÁTICA

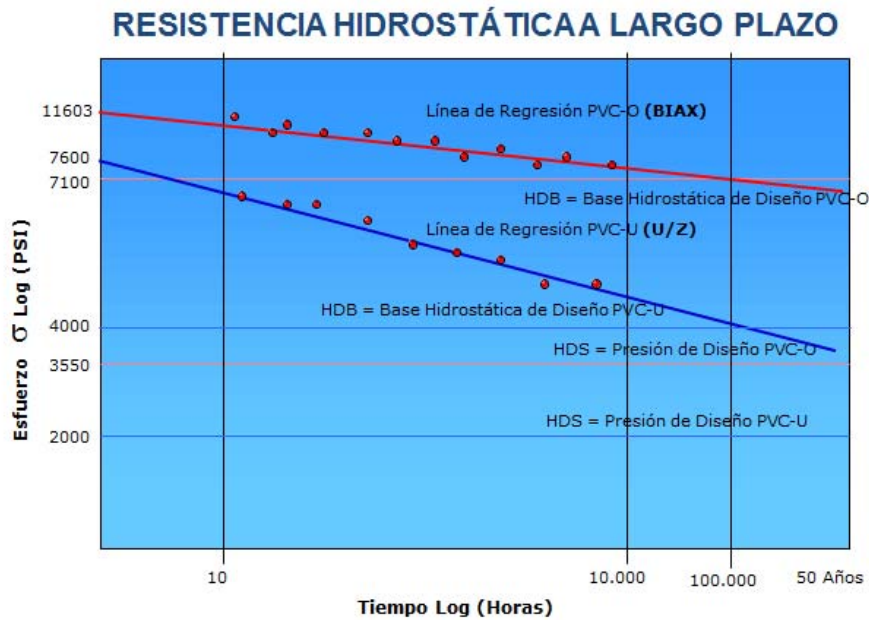
DESCRIPCION	U/Z	BIAX
LTHS	3.830 a 4.800 psi	6.810 a 7.920 psi
HDB	4.000 psi	7.100 psi
SF	2	2
HDS	2.000 psi	3.550 psi
PR	200 psi, RDE 21	200 psi, RDE 32.5
	160 psi, RDE 26	160 psi, RDE 40

### ECUACIÓN ISO

Relación resistencia a la tensión y presión hidrostática:

$$PR = 2 HDS / RDE - 1$$





### Mayor Fortaleza y resistencia al impacto

Datos de Laboratorio de Evaluación y Ensayo De Mexichem Ecuador

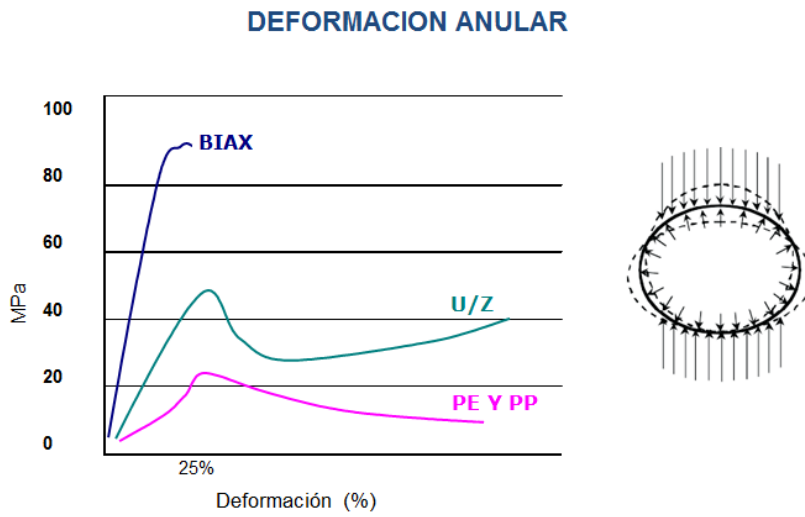
#### UPVC

Diámetro exterior nominal d (mm)	Masa del percutor Kg	Altura de caída m	Energía de impacto Nm
110.00	1.6	2.0	31.0
125.00	2.5	2.0	49.0
140.00	3.2	1.8	57.0
160.00	3.2	2.0	63.0
200.00	4.0	2.0	78.0

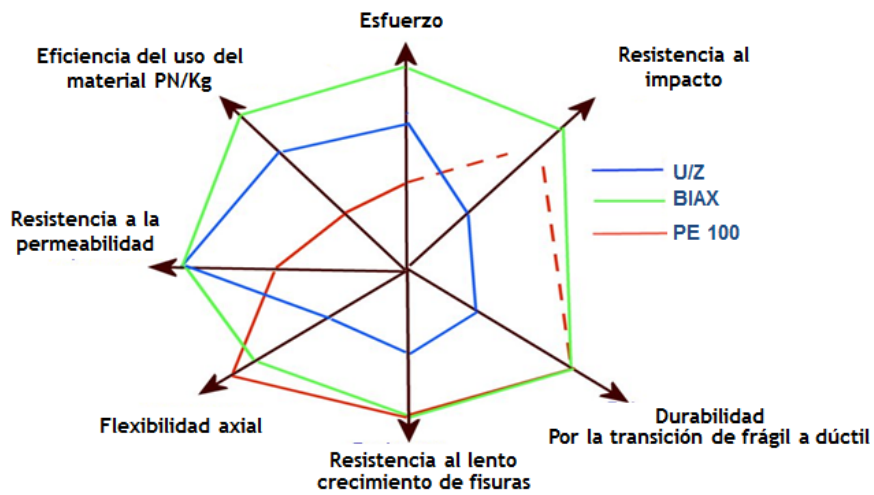
#### BIAX

Diámetro exterior nominal d (mm)	Masa del percutor Kg	Altura de caída m	Energía de impacto Nm
110.00	6.0	2.0	117.6
125.00	7.0	2.0	137.2
140.00	7.0	2.0	137.2
160.00	8.0	2.0	156.8
200.00	11.0	2.0	215.6

## Deformación Anular



## Comparativo de Propiedades de Tuberías Plásticas UZ-Biax-Pead



## ANEXO 4

### EMISIONES DE CO<sub>2</sub>



Departament de Projectes  
d'Enginyeria

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
Laboratori de Modelització Ambiental

Base de cálculo: 3 m de tubería	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg de CO <sub>2</sub> )	
	Abastecimiento	
Material	U/Z DN110	BIAX DN110
Extracción y suministro de materiales	16,1	6,8
Transporte de materiales hasta la planta de producción	0,2	0,1
Producción de tubería	1,6	1,2
Transporte de tubería para su instalación	0,2	0,1
Instalación	despreciable	despreciable
Uso tubería (50 años)	433,9	354,7
<b>TOTAL</b>	<b>451,9</b>	<b>362,8</b>

### CONSUMO ENERGETICO



Departament de Projectes  
d'Enginyeria

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
Laboratori de Modelització Ambiental

Base de cálculo: 3 m de tubería	Consumo de energía (kWh)	
	Abastecimiento	
Material	U/Z DN110	BIAX DN110
Extracción y suministro de materiales	56,7	23,9
Transporte de materiales hasta la planta de producción	0,6	0,2
Producción de tubería	3,6	2,7
Transporte de tubería para su instalación	0,6	0,2
Instalación	despreciable	despreciable
Uso tubería (50 años)	979,8	800,9
<b>TOTAL</b>	<b>1041,3</b>	<b>828,0</b>

## ANEXO 5

### Glosario de Términos

Extrusora: Máquina a la cual se alimenta con PVC (cloruro de polivinilo) en estado granular y ya formulado, que luego de haberlo procesado arroja como resultado un tubo listo para su uso.

PVC: Cloruro de Polivinilo, material plástico utilizado para tuberías.

UPVC: Materia prima con la que se fabrican los tubos cuyas fibras no están ordenadas molecularmente.

PVCO: PVC Orientado, es el mismo PVC, al cual se le ha incorporado modificaciones en su formulación para fabricar un tubo, de tal manera que el material incremente su performance final de una manera extraordinaria debido principalmente por el efecto biaxial que se forma en su etapa molecular.

Acueductos: Son tuberías que se utilizan para conducción de flujos que van a estar presurizados.

Stress cracking: Tipo de falla que suele presentarse en tuberías plásticas de manera paralela y longitudinal al tubo.

Punzonamiento: Es una falla localizada (perforación) que se presenta en determinados elementos estructurales cuando una carga puntual u objeto puntiagudo actúa en un área muy pequeña.

Resistencia a la Compresión: Parámetro cuantitativo que permite conocer el comportamiento mecánico de un elemento.

Ductilidad: Capacidad que tienen ciertos materiales para continuar soportando esfuerzos aun estando en su etapa plástica.

Emisiones de CO<sub>2</sub>: Emisiones de gas carbónico.

kWh: Unidad de medida de electricidad.

APU: Análisis de Precio Unitario, herramienta utilizada en ingeniería civil para determinar precios unitarios.

Acueducto: tuberías que trabajan a presión utilizadas para transporte de agua potable.