

TOM

Caso de estudio

Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la Avda. de Jesús hasta la Avda. los Incas, distritos de Arequipa y Mariano Melgar, provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.



Datos generales del proyecto

Categoría	Canalizaciones de PVC-O
Aplicación	Abastecimiento y distribución
Año	2023
País	Perú
Localización	Arequipa
Ingeniería	SEDAPAR
Promotor	Municipalidad Provincial de Arequipa
Longitud	1600 ml



1. Antecedentes

El proyecto denominado **“Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la Avda. Jesús, tramo desde el óvalo de Mariscal Castilla hasta la Avda. de los Incas, Distritos de Arequipa y Mariano Melgar en la Provincia de Arequipa, Departamentos de Arequipa”** tuvo un costo de inversión y fue aprobado por la cantidad de 9,770 189.34 de soles.

Este proyecto se realizó con el objetivo de mejorar la transitabilidad, ya que las instalaciones de agua potable eran antiguas y de fibrocemento, el cual presentaba averías en diversos tramos. Cabe señalar que fue la misma empresa de aguas la que propuso el uso de PVC-O para la mejora, debido a la eficiencia hidráulica y la resistencia mecánica que ofrece este material.

La obra contempla la implementación de pavimento asfáltico en caliente en un área extensa de 13.000 m². En este proyecto se ha realizado: construcción de reductores de velocidad con cemento, arcén laterales de cemento, plataforma para paraderos con adoquín de cemento, 21 jardineras de cemento, pintado de señalización horizontal de la vía, colocación de siete alcantarillas de cemento armado e instalación de 478 metros lineales de redes de drenaje pluvial. Además, del cambio de redes de agua y desagüe en la zona.

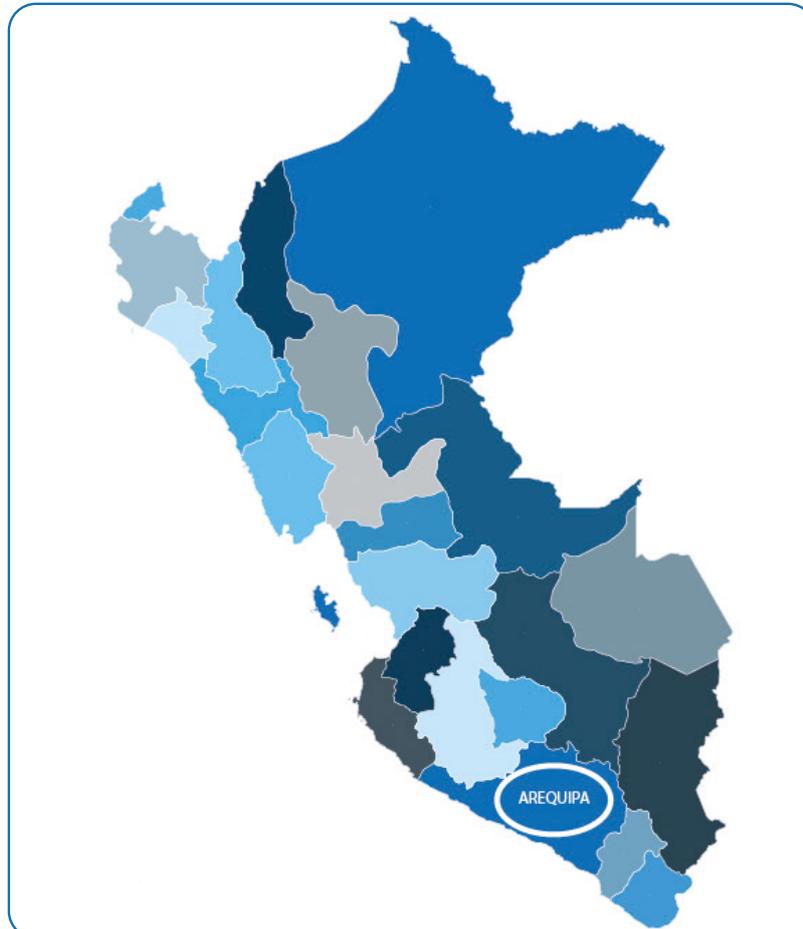


Imagen 1: Mapa de Perú con Arequipa.

2. Objeto de la obra

El proyecto busca **mejorar la movilidad urbana** en la zona, generando un impacto directo en la calidad de vida de los residentes de los distritos de **Mariano Melgar, Paucarpata, y el Cercado de la ciudad blanca.**

Arequipa es una de las ciudades más grandes del Perú, pero que cuenta con redes de agua potable antiguas. Estas redes fueron instaladas hace más de 40 años, motivo por el cual actualmente se han venido presentando averías (roturas) en diversos tramos. Un ejemplo de ello es la avenida De Jesús, un tramo de mucha transitabilidad donde las tuberías que había que reemplazar eran de fibrocemento.

Después de valorar diferentes materiales de tubería a utilizar, SEDAPAR consideró conveniente recomendar el uso del PVC-O Clase 500 debido a su mejor eficiencia hidráulica y a su resistencia mecánica, ya que sobre estas, habrá tránsito vehicular.

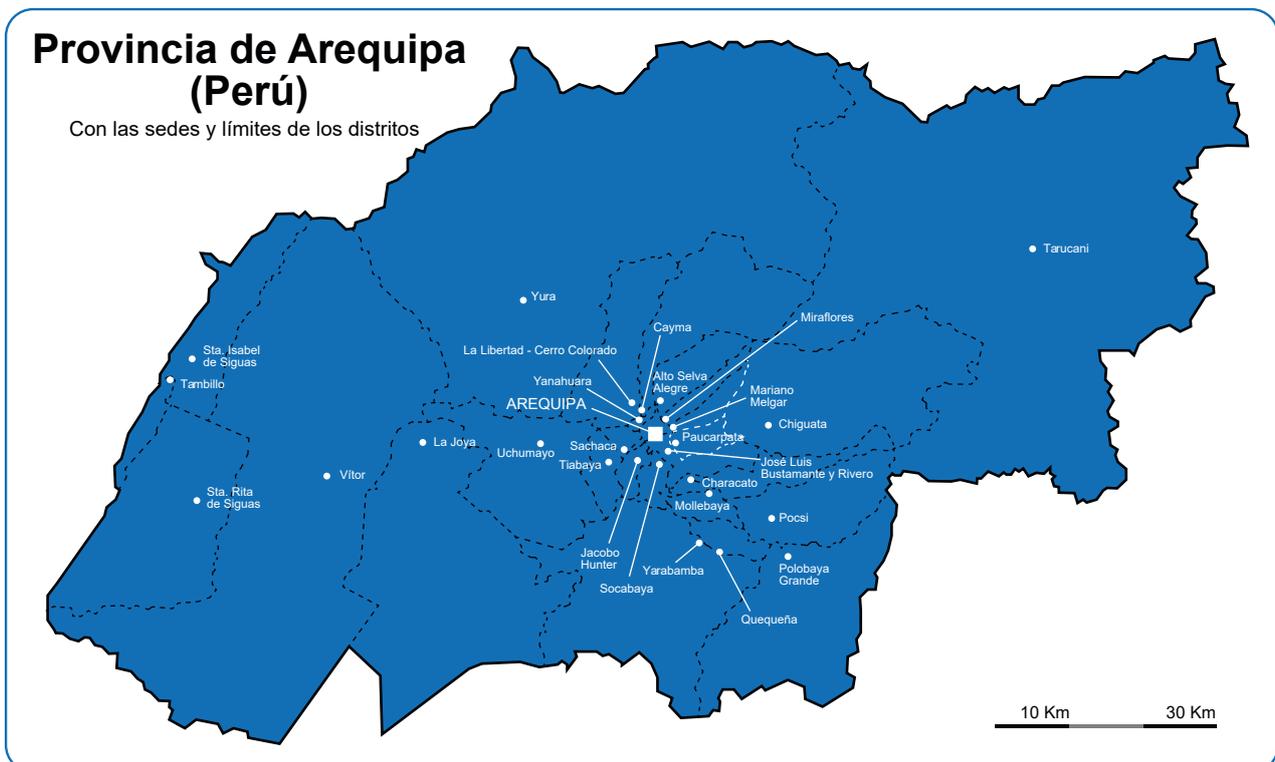


Imagen 2: Mapa de los distritos de Arequipa, Perú.

3. Descripción de la obra

La **Municipalidad Provincial de Arequipa (MPA)** y **SEDAPAR**, empresa de agua en la región de Arequipa, fueron las responsables de este proyecto que consistió en renovar las antiguas tuberías y efectuar los respectivos empalmes en la Avenida De Jesús, como parte de las obras de mejoramiento de la obra vial.

En el diagnóstico realizado del proyecto, se dio prioridad a la Avenida de Jesús por ser un tramo de elevada transitabilidad y que a su vez presentaba un alto riesgo de inundación por rotura en una de las líneas matriz.

El tramo afectado tenía una longitud de 1600ml, el diámetro de la tubería que había instalada era de 600mm en fibrocemento con una presión nominal de 16 bares, el cual se reemplazó con la tubería de **PVC-O TOM® Clase 500** de **diámetro nominal 630mm PN16**. Los empalmes se llevaron a cabo desde la avenida Porongoche hasta la altura del óvalo Mariscal Castilla.

En este plan de mejoramiento de transitabilidad urbana se detectaron zonas que presentaban problemas de fugas de agua como consecuencia de roturas en las tuberías que había ya instaladas.

Esta obra no solo benefició a los residentes de la zona, sino que también contribuye significativamente a mejorar la infraestructura vial y el suministro de agua en varios distritos.

El proyecto ha sido diseñado a medida para satisfacer las necesidades del servicio, adaptándose a la demanda de los vehículos y a la población de la zona. Para ello, se ha tenido en cuenta la normativa vigente y se han cumplido las dimensiones mínimas requeridas, así como la planificación urbana de la **Municipalidad Provincial**.

La tecnología empleada en el proyecto cumple con la normativa peruana vigente. Para el caso específico del PVC-O, se aplica la **NTP ISO 16422**.

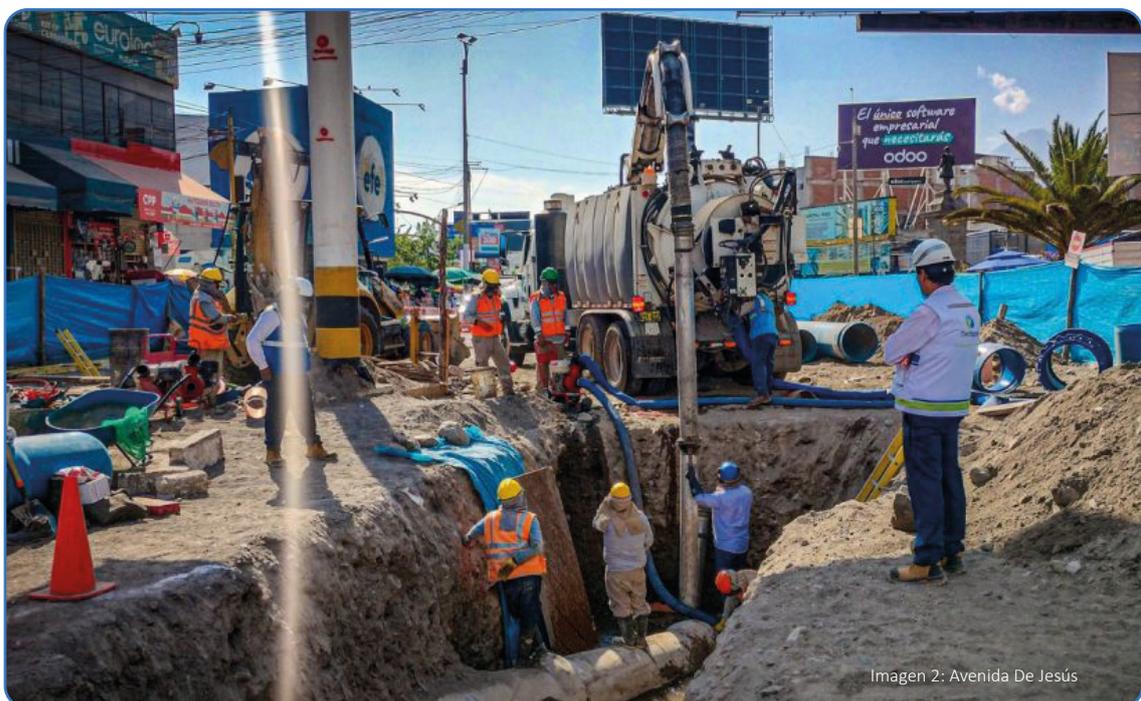


Imagen 2: Avenida De Jesús

MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Los componentes del proyecto son los siguientes:

- Pavimento asfáltico
- Estructura reductora de velocidad
- Saneamiento
 - Línea de conducción de agua potable
 - Línea de distribución de agua potable
 - Línea de alcantarillado sanitario
 - Buzones de alcantarillado
- Bermas
- Estructuras peatonales
- Rampas
- Señalización horizontal
- Señalización vertical
- Drenaje pluvial

De todos los componentes señalados, Molecor se ha encargado del suministro de las tuberías para **la línea de conducción** en una longitud de 1600 ml, donde se han utilizado las tuberías **TOM® de PVC orientado Clase 500** de **diámetro nominal 630 mm y presión nominal de 16 bares** que cumplen con la norma técnica peruana **NTP ISO 16422**.

3.1 Línea de conducción de agua potable

Molecor Perú ha suministrado 1600 metros lineales de tubería **TOM® Clase 500 DN630mm PN16** bar para línea de conducción en reemplazo de las tuberías que había previamente instaladas de **poliester reforzado con fibra de vidrio (PRFV)**. Como se ha mencionado anteriormente, el motivo por el que necesitaban renovarlas es que habían presentado roturas, cada vez más frecuentes debido a su antigüedad, que originaban serios problemas en la vía.

SEDAPAR, como operador de las líneas de agua y alcantarillado de Arequipa, solicitó que para el caso de la línea de conducción se utilizasen tuberías con mejor comportamiento hidráulico y mecánico, por lo que el proyectista consideró el uso de **TOM®**

El tramo donde se instalaron tuberías **TOM®** es urbano con un alto tránsito, por lo que la intervención debía realizarse en corto tiempo, y es así como una vez más quedó en evidencia los altos rendimientos de instalación del **PVC orientado** en comparación con tuberías del mismo diámetro y presión nominal de otros materiales.

4. Cálculo hidráulico de la línea de conducción

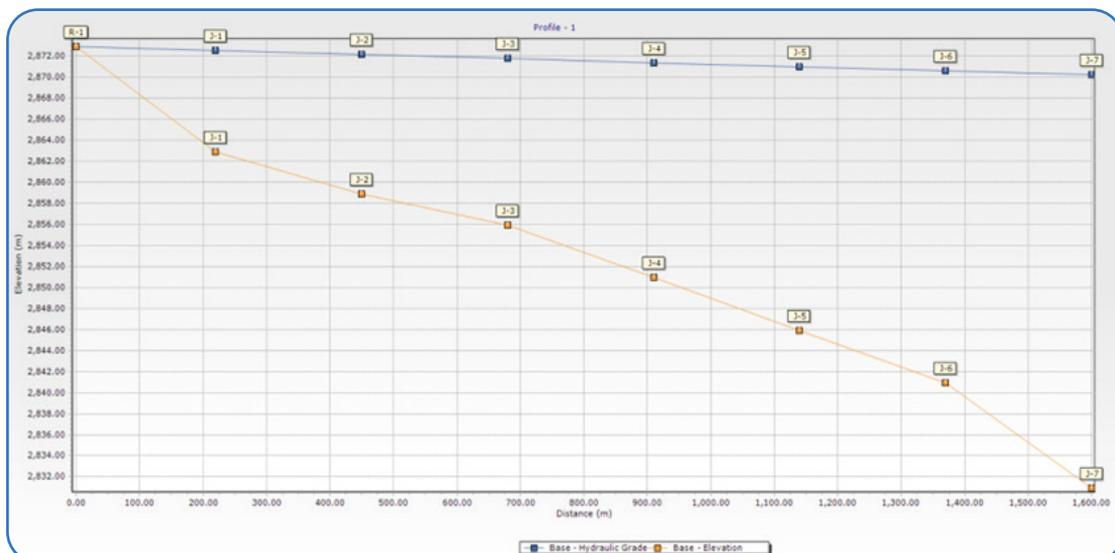
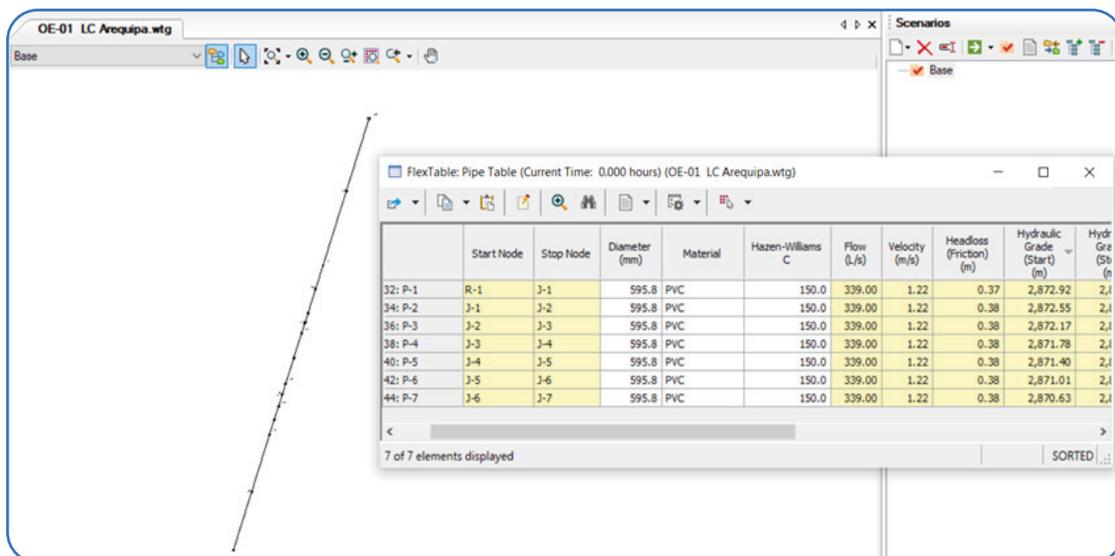
Al realizar los cálculos hidráulicos se llegó a la conclusión de que debido al alto coeficiente de Hazen Williams $C=150$, se logra reducir significativamente las pérdidas de carga, garantizando de esta manera el abastecimiento con la presión adecuada para que este tramo se conecte al sistema ya existente.

Datos del diseño:	
Caudal	339 l/s
Diámetro Nominal	630 mm
Presión nominal	16 bar
Espesor nominal	13,8 mm
Diámetro Interior	595,4 mm
Material Tubería	PVC-O Clase 500
Hazen Williams	150
Longitud:	1.600,00 m
Cota inicio Sifón	2872,92 msnm
Cota final Sifón	2866,02 msnm

TOM® PVC-O 500										
Diámetro Nominal (DN)	Presión Nominal (bar)		PN12,5		PN16		PN20		PN25	
	Diámetro Exterior (DE)	Diámetro Interior (DI)	Espesor Mínimo							
	min.	max.	medio	min.	medio	min.	medio	min.	medio	min.
90	90,0	90,3	84,8	1,6	84,3	2,0	84,3	2,5	83,0	3,1
110	110,0	110,4	103,6	2,0	103,1	2,4	103,0	3,1	100,8	3,8
125	125,0	125,4	117,8	2,2	117,8	2,8	117,1	3,5	114,5	4,3
140	140,0	140,5	132,3	2,5	132,3	3,1	131,1	3,9	128,3	4,8
160	160,0	160,5	152,1	2,8	151,2	3,5	149,8	4,4	146,6	5,5
200	200,0	200,6	190,1	3,5	189,0	4,4	187,3	5,5	183,3	6,9
225	225,0	225,7	213,9	4,0	212,6	5,0	210,7	6,2	206,2	7,7
250	250,0	250,8	237,6	4,4	236,3	5,5	234,1	6,9	229,1	8,6
315	315,0	316,0	299,4	5,5	297,7	6,9	295,0	8,7	288,6	10,8
355	355,0	356,1	337,4	6,2	335,5	7,8	332,5	9,8	325,3	12,2
400	400,0	401,2	380,2	7,0	378,0	8,8	374,6	11,0	366,5	13,7
450	450,0	451,4	427,7	7,9	425,3	9,9	421,4	12,4	412,3	15,4
500	500,0	501,5	475,2	8,8	472,5	11,0	468,2	13,7	458,1	17,1
630	630,0	631,9	598,8	11,0	595,4	13,8	590,0	17,3	581,0	21,6
710	710,0	712,0	674,8	12,4	671,0	15,4	664,9	19,2	654,7	24,4
800	800,0	802,0	760,4	14,0	756,1	17,4	749,2	21,6	733,0	27,4
900 ^{UI}	900,0	902,7	855,4	15,7	850,6	19,6	839,5	24,3	824,1	30,9
1000	1000,0	1003,0	950,5	17,5	945,1	21,7	932,8	27,0	915,6	34,3
1100 ^{UI}	1100,0	1103,3	1045,5	-	1039,6	-	1026,1	-	1007,2	-
1200 ^{UI}	1200,0	1203,6	1140,6	21,1	1134,1	26,2	1119,4	32,4	1098,8	41,4

Cálculos:	
Velocidad	1,218 m/s
Pérdida de carga	$h = 10,674 * [Q1,852 / (C1,852 * D4,871)] * L$ h = 2,69 m
Carga disponible	Cota inicio- Cota final= 6,9m
Condición de cumplimiento	Carga disponible > Pérdida de carga

5 . Modelamiento hidráulico



FlexTable: Junction Table (Current Time: 0.000 hours) (OE-01 LC Arequipa.wtg)

	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)	Hydraulic Grade (m)
31: J-1	J-1	2,862.92	0.00	10	2,872.55
33: J-2	J-2	2,858.92	0.00	13	2,872.17
35: J-3	J-3	2,855.92	0.00	16	2,871.78
37: J-4	J-4	2,850.92	0.00	20	2,871.40
39: J-5	J-5	2,845.92	0.00	25	2,871.01
41: J-6	J-6	2,840.92	0.00	30	2,870.63
43: J-7	J-7	2,830.92	339.00	39	2,870.24

Después de realizar el modelamiento hidráulico se verifica que las presiones a lo largo de la línea de conducción son las adecuadas para la presión nominal de la tubería seleccionada.

6. Cálculo mecánico de codos para PVC-O

Para este proyecto no se utilizaron accesorios **ecoFITOM®** debido a que el diámetro nominal es 630mm, los anclajes se hicieron para accesorios de hierro dúctil.

Dados de anclaje en accesorios de fundición para tuberías TOM® de PVC-O Clase 500

Accesorio	k
Codo 90	1,43
Codo 45	0,77
Codo 22°30'	0,39
Codo 11°15'	0,20
Tee 90° y Tapones	1,00

Tipo de terreno	Θ	$f = \text{sen}(\Theta)$	δs (kg/m ³)
Roca fragmentada	40	0,64	2000
Grava / arena	35	0,57	1900
Arena / grava	30	0,5	2000
Limos / arcillas	25	0,42	1900
Material orgánico	15	0,26	1800

Datos			
DN (mm)	630	P. prueba (Bar)	13
PN (bar)	16	Sec. (cm ²)	2784,25
DI (mm)	595,4	α° (Codo)	45
Tipo terreno	Arena / grava	k	0,77
Anclaje	Hormigón armado	δc (kg/m ³)	2400,00

Fuerza de empuje hidrostático

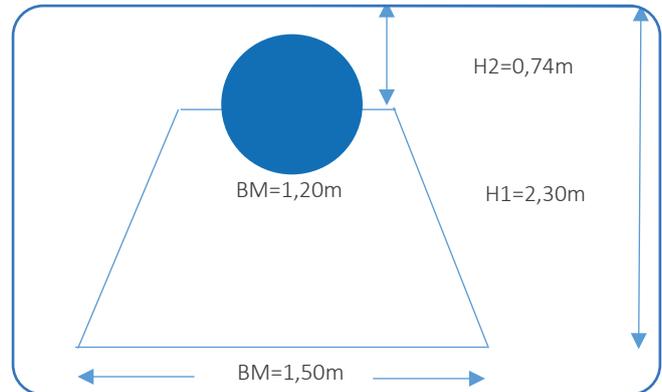
F (Kgf)

27.702,60

Reacción pasiva del suelo

δ_s (kg/m ³)	1900
H1 (m)	2,30
H2 (m)	0,74
θ	30
B (m)	1,50

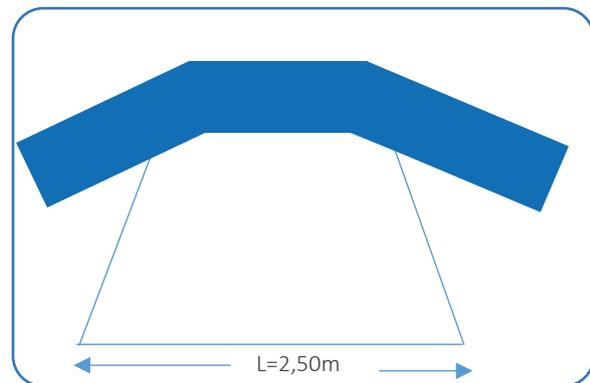
Tg (kgf) = 31.079,07



Fuerza de rozamiento hormigón - suelo

Alt. macizo (m)	1,56
Long. Macizo (m)	2,5
Base mayor (m)	1,5
Base menor (m)	2,5
Area macizo (m ²)	3,12
Vc (m ³)	7,8
δ_s (kg/m ³)	2400,00
Vs (m ³)	2,675
ds (kg/m ³)	1900
f	0,5

Tg (kgf) = 11.901,25



8. Conclusiones

La finalidad de este proyecto era mejorar la movilidad urbana en la zona, generando un impacto directo en la calidad de vida de los residentes de los distritos de Mariano Melgar, Paucarpata, y el Cercado de la ciudad blanca.

La nueva tubería de **PVC-O TOM®** instalada tiene un diámetro **nominal de 630 mm y una presión de 16 bares**. Esta renovación no solo garantiza un mejor flujo de agua, sino también una mayor eficiencia en la distribución de este recurso vital. Esta renovación de tuberías se ha llevado a cabo tras más de cuatro décadas de servicio.

La tubería instalada es uno de los elementos más importantes de la red, por este motivo la elección del material a proyectar era un factor relevante y decisivo. Además del material, para llevar a cabo este proyecto, era necesario tener en cuenta su resistencia, durabilidad y como no, la contribución al medio ambiente.

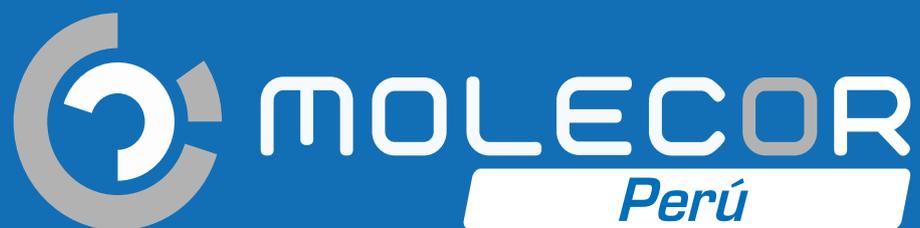
Las **tuberías TOM® de PVC-O** se presentan como una excelente alternativa gracias a su eficiencia en explotación y a sus bajos costes de mantenimiento, debido a sus **altas propiedades físico mecánicas y químicas**. En la elección por parte de **SEDAPAR** de las tuberías que se instalarían en este proyecto, influyó que las tuberías **TOM® de Molecor Perú** cuentan con numerosas ventajas y beneficios, entre ellos su **eficiencia hidráulica y la resistencia química**.

Estos dos factores fueron determinantes ya que las tuberías que llevaban cuarenta años instaladas en el tramo de la Avenida de Jesús presentaban diversas roturas debido a su antigüedad. Sin embargo, las tuberías **TOM®** de Molecor Perú ofrecen una **vida útil por encima de los 100 años**.

Esto se debe a su **resistencia a impactos** y al excelente comportamiento que presenta **frente al golpe de ariete**. La celeridad de la tubería **TOM®** es menor que en el resto de tuberías, lo que la permite minimizar los golpes de ariete derivados de variaciones bruscas de caudal y presión. Se reduce y casi se **elimina la posibilidad de roturas** en las aperturas y cierres de las redes, protegiendo a todos los elementos de la red.



Imagen 3: Limpieza del tubo previa a la instalación.



www.molecorperu.com

Cl. Mártir José Olaya, Nº 129, Ofic. 1906
Miraflores - Lima - Perú

Telf. :+51 965 752 920 | Fax: +51 965 754 583
gianni.solari@molecor.com
juan.suarez@molecor.com

