

EXPERIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DE PROTECCIONES MECÁNICAS (Casings)

Retamozo, Mario, YPF, mario.g.retamozo@ypf.com; Piccin, Matias, YPF, matias.e.piccin@ypf.com; Cinciosi, Pablo, YPF, pablo.cinciosi@ypf.com

1. Resumen:

Es bien sabido que los sistemas de cañerías de transporte cruzan por diversidad de geografías naturales, ríos, lagunas, cauces son algunas de ellos. Así mismo, es común el cruce con caminos, rutas, autopistas y vías ferroviarias. Los organismos que administran estos últimos a menudo estipulan que cualquier cruce de cañerías nuevo o de reemplazo, este provisto de protecciones mecánicas conocidas como *Casings*. En esta publicación se ilustrará cuáles son los problemas asociados con la metodología de protección con *Casings* en los ductos de transporte alcanzados por el Reglamento Técnico de Transporte de Hidrocarburos Líquidos. Se estudiará el problema de estanqueidad de sus sellos anulares y la imposibilidad de proteger estos segmentos con protección catódica. Se realizará una evaluación temporal del crecimiento de anomalías de corrosión dentro de estos. Se procederá a detallar algunas alternativas de inhibición de la corrosión en el espacio anular, con sus inconvenientes asociados, basados en la experiencia de llenado de 3 caños camisa con resultados dispares. Terminaremos mostrando resultados reales del estado de integridad de los ductos protegidos por *Casings*. Se muestran las velocidades de corrosión en esas zonas y como se relacionan con las condiciones de frontera en esas áreas. Concluimos con la desestimación definitiva de este tipo de estructuras debido a los problemas expuestos en esta publicación, algo que sigue las tendencias mundiales en gestión de activos. Los estados de carga de vehículos que crucen sobre cualquier ducto quedaran cubiertos con el factor de seguridad de las cañerías en esas zonas aumentando el espesor o la tapada requerida.

2. Introducción

La forma más eficiente y utilizada de transportar hidrocarburos líquidos o gaseosos es a través de ductos de transporte. En la Argentina existen más de 39658 km de este tipo de cañerías desarrolladas en distintos diámetros. Estas líneas de transporte atraviesan todo tipo formaciones naturales, lagos, ríos, montañas, etc. y estructuras creadas por el hombre, caminos, autopista, vías férreas entre otros. Las interacciones con estas últimas son administradas técnica y legalmente entre instituciones gubernamentales y empresas responsables de la operación de los ductos.

Un caño camisa es un caño de acero cuya función es la de proteger mecánicamente a un ducto que transporta líquidos o gases durante su trayecto, y que puede recibir cargas externas que lo dañen, como por ejemplo cruces de vías ferroviarias, rutas o calles.

Diámetro	Longitud (km)
Menos de 5"	3054
Entre 5" y 10"	9673
Entre 11" y 20"	9960
Entre 21" y 30"	14980
Mas de 31"	1991

Siguiendo el tema que presentaremos en esta publicación, analizaremos las implicancias sobre requerimientos mandatorios por parte de los organismos de control en la colocación de *casings* (caños camisa) en tramos donde el ducto atravesase rutas, autopistas, vías férreas, etc.

El objetivo principal, es que a través de evidencia técnica se desestime la necesidad de colocar estas protecciones. Como se verá en el desarrollo encontraremos más problemas que soluciones.

3. Marco Normativo

Los kilómetros previamente mencionados de ductos en Argentina pueden organizarse por su año de construcción:

Lapso Temporal	Longitud Construida (km)
Previo a 1950	79
1950 a 1959	955
1960 a 1969	7199
1970 a 1979	5513
1980 a 1989	8069
1990 a 1999	6389
2000 a 2009	6424
2010 a 2019	4728
2020 y posteriores	302

La **ASME B31.4** tiene versiones en los años 1966, 1986, 1998, 2002, 2009, 2012, 2016, 2019 y 2022. Desde la primera versión se nombra a la API 1102 como referencia, mencionando que, de ser realizado, deben tenerse consideraciones especiales de diseño, pero nunca exigiéndolo.

A partir de la versión de 1998 y posteriores, desaconseja la utilización de caños camisa.

API 1102 (1949, 1955, 1957, 1968, 1974, 1981, 1989, 1995, 2007, 2017)

Esta norma comienza solicitando caño camisa en sus primeras versiones, ya en la versión de 1968 flexibiliza su postura, aceptando cálculos para cruces sin casing. Ya en la versión de 2017 se elimina formalmente la recomendación de usar caños camisa.

Resolución 120 (2017) Reglamento Técnico para el Transporte de Hidrocarburos Líquidos

No informa al respecto de la obligatoriedad de los caños camisa, pero sí propone que debe tener un sistema de protección catódica y abre la posibilidad, en el caso de utilizar esta opción, a un relleno del espacio anular con “un fluido no conductor e incombustible apropiado”

Esto implica que al menos el 70% de los ductos fueron construidos con cruces encamisados, pudiendo llegar este porcentaje hasta el 90%, dependiendo del punto de corte que se tome.

4. Desarrollo

YPF Logística cuenta actualmente con 213 caños camisa en cruces de ruta y ferrocarril en sus mas de 3000 kilometros de ductos, estos cruces esquemáticamente pueden graficarse de la siguiente manera:

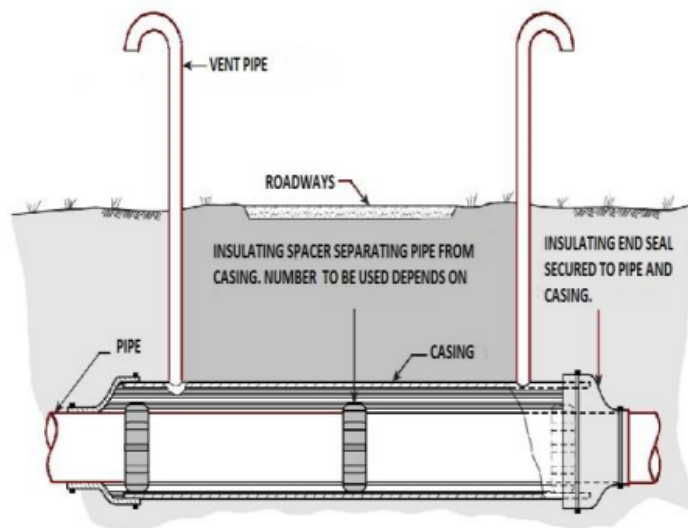


Fig 1. Esquema de Caño Camisa

La premisa para su instalación es que la estructura del caño camisa esté eléctricamente aislada del ducto de conducción que protege y tenga un sistema de protección catódica propio, generalmente este último es de tipo galvánico.

Como se repasó en el punto 2, la legislación empezó por exigirla, pasó a contemplar otras opciones y finalmente termina en general desaconsejando su utilización.

El problema central que ha causado esta evolución normativa está dado porque los sellos, que son poliméricos y cierran el espacio anular formado entre el caño camisa, pueden fallar tanto en el momento de la instalación, en el proceso de soterramiento y en el tiempo debido al deterioro.



Fig. 2 - Falla en Sello entre ducto de conducción y caño camisa.

Dentro de ese espacio anular, ahora lleno de electrolito (agua/suelo) se forma un espacio propicio para la corrosión electroquímica, que no puede ser controlado por la protección catódica del ducto ni por el sistema anódico que protege al casing, formando una atmósfera corrosiva de velocidades no controladas.

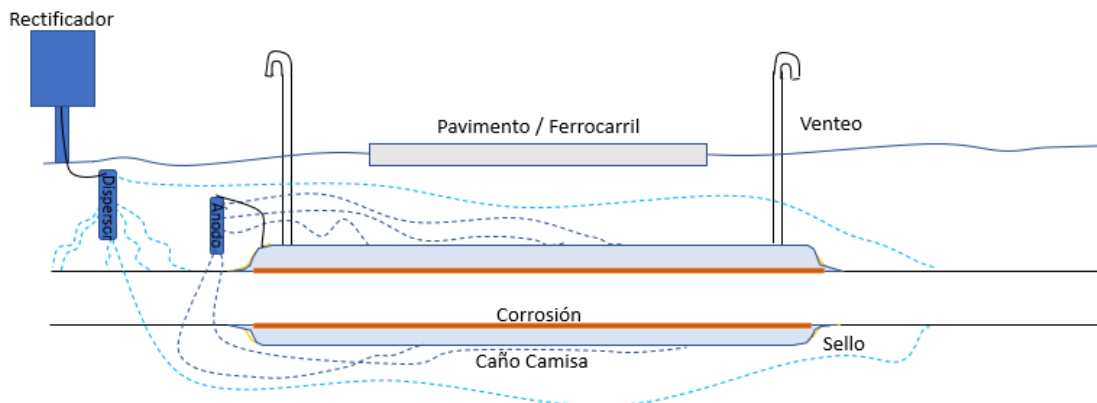


Fig. 3 - Esquema del sistema de protección de cada estructura y el lugar en donde suele manifestarse la problemática

Estas fallas incrementan lógicamente la cantidad de intervenciones de mantenimiento en estos cruces, lo cual es perjudicial tanto para la operadora como para la concesionaria de la estructura que existe sobre ella.

Así fue como en 2013, el Departamento de Transporte de Estados Unidos realizó una presentación para discutir esta problemática, exponiendo las razones por las cuales se discontinuaría la recomendación de usar casing.



Fig. 4 - Imagen del daño causado por ingreso de electrolito al espacio anular.

Esto puede verse corroborado por estudios de simulación y comprobaciones de laboratorio⁵, en donde, como se puede ver en la figura 5, la polarización del ducto en la parte interna del casing es nula, marcando potenciales de desprotección según la NACE 0169-13⁶, lo cual es lógico al estar eléctricamente aislado del caño de conducción. Si bien no se especifica en este estudio, es de suponerse que el potencial del ducto de conducción (gas pipe) en el interior del caño camisa tenga un comportamiento aproximadamente similar al observado en este estudio.

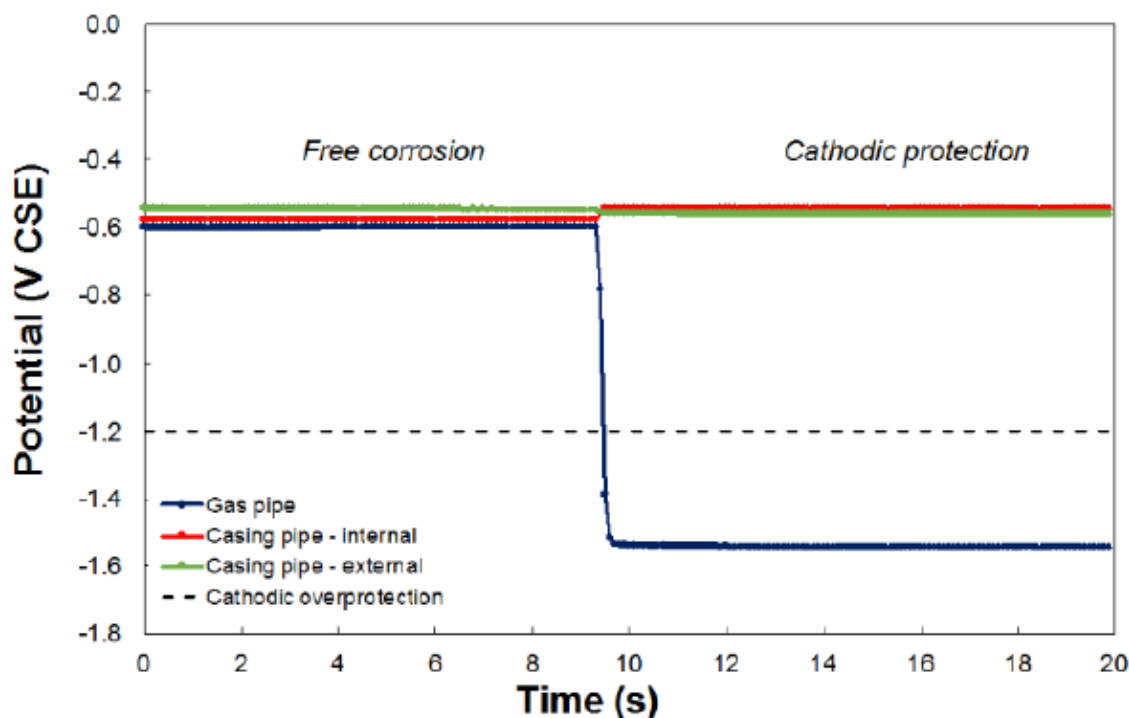


Fig. 5 – Diferencia en la polarización entre el ducto en la parte descubierta y el casing

Se cuenta con muchos casos, pero el más llamativo se dio en un caño camisa ubicado en el cruce entre el poliducto Lujan de Cuyo – Villa Mercedes y la Ruta Provincial N°62 de Mendoza. En tan solo dos años se pasaron dos herramientas de flujo magnético que arrojaron resultados elocuentes. La velocidad de corrosión promedio dentro del espacio anular fue de 5,4 MPY muy por encima de lo establecido como velocidad aceptable (1 MPY)⁶, mientras que el dato de la probeta de velocidad mas cercana fue, para el mismo periodo, en el ducto de conducción asociado al sistema de corriente impresa de 0,36 MPY, esto puede evidenciarse claramente en la figura 7, donde se puede observar como en el ducto debajo del caño camisa se acumulan las fallas (representadas por cruces rojas), mientras que las fallas fuera de ese espacio son prácticamente nulas.

Esto es remarcable considerando que el suelo arenoso no da las condiciones de napa para que exista una presión de ingreso excesiva, con lo cual, en condiciones peores, seguramente la fuerza impulsora del electrolito para ingresar en el espacio anular sea mucho mayor.



Fig. 6 – Intervención de caño camisa, donde se ve el centrador y la coloración y el daño causado en el ducto.



Fig. 7 – Imagen de la segunda corrida en la zona del caño camisa, donde se ve claramente como todas las fallas se encuentran entre el comienzo y el fin de la zona del espacio anular desprotegido.



Fig. 8 – Intervención en ruta 62

Adicionalmente deben considerarse los recursos para la intervención, ya sea por cambio reutilizando el caño camisa (desaconsejable, ya que no se puede garantizar el correcto centrado dentro del caño camisa, ni el lugar final de los centradores, ni garantizar el estado de integridad del caño camisa) o cortando la ruta/vía y trabajando a cielo abierto. Esto nos llevó a plantear, ante entes de Vialidad Nacional y Ferrocarriles Argentinos alternativas constructivas superadoras, como la utilización de cruces dirigidos.





Fig. 9 y 10 - Ejemplo de desvío de ruta en intervención en provincia de Buenos Aires

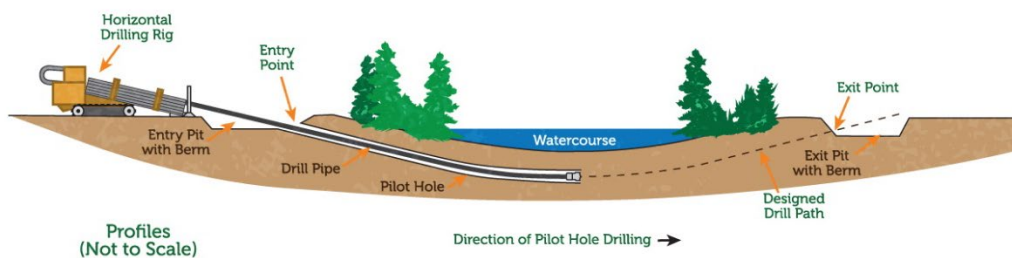
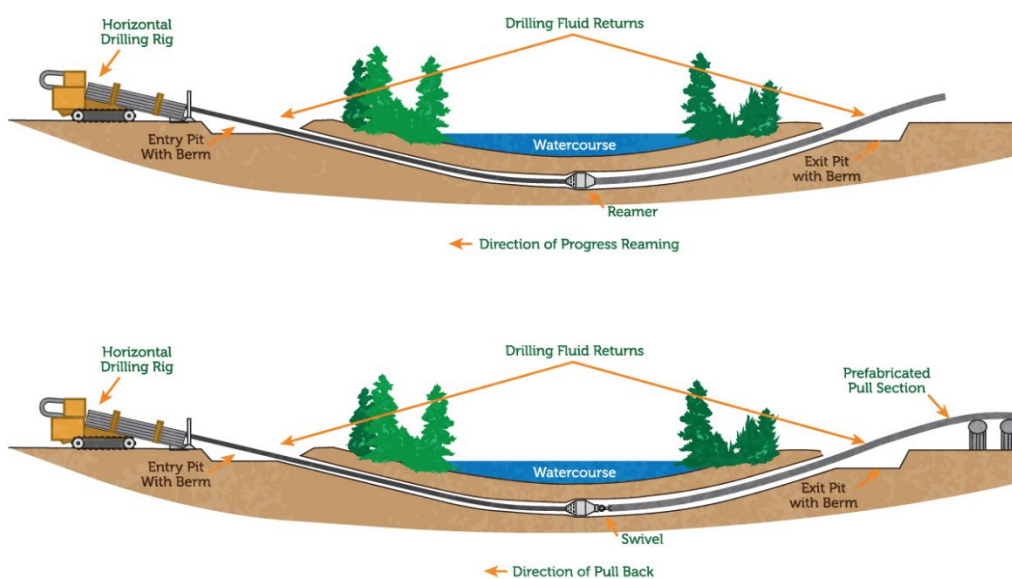
En general, en el caso de desvíos de ruta, la intervención en sí misma implica, en el peor de los ejemplos la destrucción de la cinta asfáltica, el desvío de la ruta en sí, y luego de la intervención la necesidad de volver a tapar con la compactación necesaria y asfaltar.

El proceso de tuneleo dirigido permite que no se interrumpa ni se modifique la instalación de superficie, por lo que es conveniente, si bien económicamente para la operadora es más costoso, al no tener un caño camisa, reemplazándolo según API 1102 por mayor tapada y/o mayor espesor, es posible mantener un mucho mejor control del proceso corrosivo al estar protegido con el sistema del ducto.

Para la correcta realización del cruce dirigido, se incluyeron recomendaciones como:

- Realizar un estudio de suelo en cada punto en particular completo para verificar su composición y características.
- Debe calcularse el espesor de la cañería contemplando las cargas externas (propias del entorno) y las internas (propias del proceso).
- Aplicar un factor de seguridad mínimo de 0,6.

Algunas otras ventajas que caracterizan y diferencian a esta solución tienen que ver con la independencia de las condiciones climáticas, la no afectación de la cubierta vegetal en la zona y minimización de la perturbación de pendientes y taludes.

Stage 1: Pilot Hole Directional Drilling**Stage 2: Reaming and Pulling Back**Fig. 11 - Esquematzación del proceso de cruce dirigido⁷**5. Conclusiones**

La propuesta de colocación de un caño camisa ha dejado de ser una opción para las operadoras en Argentina y en el mundo, considerando que un caño camisa no puede proteger a la estructura que está encima en el caso de un inconveniente en el ducto.

El espacio anular entre el caño de conducción y el caño camisa no puede protegerse con el sistema de Protección Catódica.

La utilización de caños camisa puede ser reemplazada por soluciones de mejor desempeño, mantenibilidad y control en el tiempo como cruces dirigidos con cañerías de mayor espesor, mayor tapada, etc.

6. Resultados

Gracias a Gestiones realizadas por Oldelval e YPF vialidad nacional sacó una adenda que permite la solución constructiva de cruce dirigido RESOL-2024-212-APN-DNV#MEC

Al momento de la publicación de este trabajo, se encuentra en gestión con Ferrocarriles Argentinos una adenda a su reglamento que permita la realización de cruces dirigidos.

7. Bibliografía

- 1 – Instituto Argentino del Petróleo y el Gas IAPG (s.f) RIDA – Registro de Incidentes de la República Argentina <https://rida.iapg.org.ar/>
- 2 – American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME B31.4: Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries*. American Society of Mechanical Engineers.
- 3 – American Petroleum Institute. (2018). *API 1102: Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems* (10th ed.). American Petroleum Institute.
- 4 – Secretaría de Energía de Argentina. (2017). *Resolución 120*. Secretaría de Energía de Argentina.
- 5 – Brenna, A., Attarchi, M., Paterlini, L., & Ormellese, M. (2022). FEM simulation analysis of the pipe-casing under cathodic protection. AMPP Annual Conference + Expo. Retrieved from <https://onepetro.org/amppcorr/AMPP22/conference/4-AMPP22>
- 6 – National Association of Corrosion Engineers (NACE). (2013). NACE SP0169-2013: Control of external corrosion on underground or submerged metallic piping systems. NACE International.
- 7 – Trans Mountain. (n.d.). Trenchless construction. Trans Mountain. Retrieved June 14, 2024, from <https://www.transmountain.com/trenchless-construction>

8. Breve CV de los autores

Retamozo Mario

Título y lugar de estudio:

Ingeniero Mecánico UTN FRLP

Trayectoria: Herreria Retamozo, YPF

Cargo actual en la empresa: Analista de Inspección Operativa

Piccin Matias:

Título y lugar de estudio:

Ingeniero en Materiales - Univerdidad Nacional de la Plata

Inspector en soldadura Nivel 2 - IRAM IAS

Técnico en procesamiento de termoplásticos - Universidad Nacional de San Martín.

Trayectoria:

Ingeniero de producción - Aceros Especiales HERCOS

Especialista en Materiales y Soldadura - AESA

Cargo actual en la empresa: Analista de Inspección Operativa - YPF

Cianciosi Pablo

Título y lugar de estudio:

Ingeniero Químico UTN FRLP

NACE CP2 y 3, Internal Corrosion Basic y Advance, CIP 1, Corrosion Basics

Trayectoria:

2010-2021 Analista de Inspección Operativa

2021-2023 Coordinador Administrativo Legal y Técnico.

2023 al presente: Ingeniero de Integridad y Corrosión

2014 al presente: Profesor Asociado de Materiales no Metálicos UTN FRLP

2017 al presente: Profesor de Curso Protección Anticorrosiva nivel 2 IAPG

2024: Instructor en Masterclass de Integridad en curso de Seguridad de Procesos
Academia CSF

Cargo actual en la empresa: Ingeniero de Integridad y Corrosión