

# **GERENCIAMIENTO DE LA MITIGACIÓN DE LA CORROSIÓN INTERNA APLICANDO UN NOVEDOSO SISTEMA DE REDES DE DUCTOS EN YACIMIENTOS DE YPF MENDOZA NORTE**

**Eduardo Curci (YPF), Gustavo Gil (YPF), Marina Herrero (pasante YPF), Carolina Sosa  
(pasante YPF)**

## **Sinopsis**

Son bien conocidos los efectos perjudiciales que afectan las operaciones de producción en campos de petróleo y gas originados por corrosión interna motivada por los fluidos agresivos transportados por ductos y cañerías.

Efectos corrosivos pueden generar graves problemas ambientales y problemas económicos por pérdida de producción.

Este tema fue gestionado creando un sistema de alertas tempranas que permite tomar inmediatamente las medidas preventivas y correctivas que mitigan los efectos perjudiciales de los fenómenos corrosivos.

El sistema de gerenciamiento abarca los 4 yacimientos operados por YPF en Mendoza Norte y se llevó a cabo en 2 etapas. Primeramente entre 2011 y 2014 se incluyeron ductos de transferencia y colectores que transportan producción bruta y todo el sistema de inyección de agua correspondiente a recuperación secundaria. En una segunda etapa, a partir de mediados del 2014 se incluyen en el sistema los pozos productores de petróleo.

Esta gestión de mitigación de corrosión interna trata los objetos técnicos sujetos a corrosión interna a través de un sistema integrado de datos, que ordena los equipos por loop (redes) enlazando pozos productores, ductos, colectores, satélites y pozos inyectoros. Se planifican los muestreos y análisis a través de planes predictivos que están orientados para generar alertas tempranas (troubleshooting) basadas en recurrencias de valores fuera de los parámetros establecidos. Se crea una relación interactiva con la información proveniente de las reparaciones de cañerías.

El sistema se organiza a través de un objeto de enlace (loop) que agrupa a todos los equipos protegidos por un punto de inyección de químicos, que conducen el mismo fluido y son susceptibles al mismo modo de fallo.

Se planifican los muestreos y análisis a través de planes predictivos, generando órdenes en forma automática y con una frecuencia preestablecida.

Cada loop consiste en uno o más ductos por los que circula el mismo fluido y debe tener al menos un punto de inyección de producto químico, un saca-muestra de entrada al sistema y uno o varios saca-muestras de salida.

Actualmente el sistema consiste en 1060 loops que tienen 1402 saca-muestras (los pozos productores solo tienen 1 sacamuestra) donde se realizan las determinaciones para medir corrosión (gases disueltos, bacterias sulfatorreductoras, hierro, sulfuro y residuales de productos anticorrosivos), hidrocarburos y sólidos en suspensión.

A abril del 2016 se han realizado 10665 determinaciones químicas que pueden visualizarse en nuestro sistema de gerenciamiento.

Permite al ingeniero de corrosión tomar las medidas preventivas/correctivas inmediatamente, minimizando los efectos ocasionados por los fluidos corrosivos que circulan por las distintas instalaciones.

Se minimizan pérdidas por reparaciones, pérdidas de producción e intervenciones.

## **Introducción**

Los yacimientos explotados por YPF en Mendoza Norte (Barrancas, Ugarteche, La Ventana y Vizcacheras) se caracterizan por ser campos maduros, con un corte de agua superior al 85 % y alta salinidad (20 a 100 g/l).

La recuperación secundaria tiene una antigüedad superior a las 4 décadas.

La temperatura de fondo de los pozos es de alrededor de 100 °C, con pozos entre 2200 a 3200 metros de profundidad.

Las características mencionadas previamente explican que en estos campos sean propicios para ser afectados por fenómenos corrosivos.

Debido a la explotación multicapa y a la gran cantidad de años de inyección de agua por recuperación secundaria se ha favorecido mezclas de aguas que en muchos casos son incompatibles, generando deposición de sólidos que se incrustan en las instalaciones de superficie y de fondo.

Los hechos mencionados anteriormente han provocado que sea necesaria la aplicación de diversos tratamientos químicos para prevenir y minimizar efectos corrosivos y de deposición de incrustaciones.

Se agregan inhibidores de corrosión, bactericidas e inhibidores de incrustaciones.

En cada punto a tratar se realiza una evaluación de necesidad de producto químico. El estudio fue en algunos casos preventivo (se analizó el fluido circulante) y en otros correctivo, ya que luego de la falla o rotura se estudiaba la pieza involucrada para determinar la causa de corrosión.

En el año 2012 se decide realizar una modificación al gerenciamiento de la prevención de la corrosión implementado un sistema de “loops de corrosión” que permite visualizar on line todos los

parámetros involucrados en corrosión de modo que preventivamente puedan corregirse cualquier desvío de los estándares preestablecidos.

En una segunda etapa se incorporan los pozos productores, de modo que todos los ductos de los 4 yacimientos de Mendoza Norte están dentro de este sistema de gerenciamiento.

Por último se incluyen dentro de este gerenciamiento dos parámetros (sólidos en suspensión e hidrocarburos) que se determinan en las líneas pertenecientes al sistema de inyección de agua para recuperación secundaria.

Esta forma de trabajo se basa en una técnica de mantenimiento de tercera generación.

Recordando que una primera generación implica un mantenimiento correctivo: reparar cuando se rompe, segunda generación: mantenimiento preventivo, planificación y control del trabajo y una tercera generación es mantenimiento proactivo, monitoreo por condición, diseño diseccionado a la confiabilidad, estudio de riesgos, análisis de modo de falla y sistemas expertos.

Nuestro objetivo inicialmente fue mitigar la corrosión interna de las cañerías a través de un sistema integrado de datos que permita ordenar los equipos por loops (redes) donde se controlan dosificadores de productos químicos, cañerías, ductos, colectoras, satélites y oleoductos principales realizando análisis de laboratorio a través de planes predictivos programados con el fin de generar alertas tempranas (troubleshooting) y conseguir una relación interactiva con la información proveniente de reparación de cañerías.

Al ampliar con los pozos productores y con las mediciones en el sistema de inyección de agua se pretende tener un conocimiento completo de los parámetros químicos que afectan a la operación.

## **Desarrollo**

Definimos como loop la agrupación de equipos protegidos por un punto de inyección de químicos que conducen el mismo fluido y son susceptibles al mismo modo de fallo.

Cada loop está compuesto por un punto de inyección de químico uno o más sacamuestras y los ductos que transportan los fluidos corrosivos.

En una primera etapa se crearon los loops a partir de los colectores de producción hasta los pozos inyectoras.

En la segunda etapa se crearon los loops correspondientes a las líneas de los pozos productores.

El sistema de gestión abarca pozos productores, colectores de producción, ductos de transferencia a las baterías, plantas de tratamiento de crudo y agua, y todas las líneas de inyección de recuperación secundaria.

## **Esquema de trabajo**

El Ingeniero de corrosión define los planes de muestreo para cada loop. El plan genera una orden de trabajo (O.T.) para un sacamuestra.

Se ejecuta la orden, sacando la muestra, se identifica el recipiente con la muestra obtenida y se entrega al laboratorio para su análisis.

El resultado obtenido se carga como documento de medición. El sistema chequea automática y diariamente los valores de los análisis y las recurrencias utilizando la tabla de troubleshooting.

Cuando los resultados de las determinaciones están fuera del umbral y se alcanzó el número de recurrencias definidas el sistema genera avisos tipo I3 en nuestro sistema SAP, notificando una anomalía, que le llegan automáticamente al ingeniero de corrosión, quien analiza el aviso y define la acción que se debe tomar para realizar la mitigación de la corrosión de ese loop.

A continuación se presenta la tabla de troubleshooting (tabla 1) donde se indican para cada determinación los rangos permitidos, la frecuencia con que se realiza cada análisis y la cantidad de veces que un parámetro al estar fuera de especificación activa la alarma en forma automática.

**Tabla 1. Matriz para generación de alertas tempranas**

|                      | MATRIZ PARA GENERACION DE PUNTOS DE MEDIDA Y PLANES EN LOOPS DE MITIGACION |                    |          |        |        |                             | TROUBLESHOOTING (AVISOS A GENERAR) |                                             |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|--------|--------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
|                      | DESCRIPCIÓN DEL PUNTO MEDIDA                                               | UNIDAD DE MEDIDA   | U.Medida | MINIMO | MAXIMO | FRECUENCIA Loop dosificados | Valores                            | textos de Avisos Generados automáticamente  |
|                      |                                                                            |                    |          |        |        |                             | Continuos fuera de Rango           |                                             |
| Hierro               | Hierro Total                                                               | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 10,0   | 28 días                     | 3                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| Residual inh-corr    | Residual de inhibidor de corrosión                                         | miligramo/litro    | mg/l     | 1      | 3,0    | 28 días                     | 3                                  | Ajustar Inhibidor de Corrosión              |
| Tasa corrosión sonda | Tasa de corrosión (por sonda)                                              | mils per year      | mpy      | 0      | 4,0    | 7 días                      | 3                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| Tasa corrosión cupón | Tasa de corrosión (mediante cupón)                                         | mils per year      | mpy      | 0      | 4,0    | 42 días                     | 1                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| BSR                  | Recuento BSR                                                               | Numero de frascos  | unl      | 0      | 3,0    | 28 días                     | 2                                  | Verificar proceso microbiológico            |
| BAT                  | Recuento BAT                                                               | Numero de frascos  | unl      | 0      | 3,0    | 28 días                     | 3                                  | Verificar proceso microbiológico            |
| Sulfuros Totales     | Sulfuros Totales                                                           | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 5,0    | 28 días                     | 3                                  | Verificar proceso microbiológico            |
| Res. bioc-oxidante   | Residual de biocida oxidante                                               | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 2,0    | 7 días                      | 2                                  | Ajustar Bactericida                         |
| Residual biocida     | Residual de biocida NO oxidante                                            | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 100,0  | 28 días                     | 2                                  | Ajustar Bactericida                         |
| Residual inh-incrust | Residual de inhibidor de incrustación                                      | miligramo/litro    | mg/l     | 1      | 10,0   | 28 días                     | 2                                  | Ajustar Inhibidor de Incrustación           |
| Tasa de Incrustación | Tasa Incrustación, cupón incrustación                                      | Cantidad orificios | unl      | 0      | 2,0    | 42 días                     | 1                                  | Ajustar Inhibidor de Incrustación           |
| RPI                  | RPI Índice relativo de taponamiento                                        | Unl.               | unl      | 0      | 10,0   | 28 días                     | 1                                  | Revisar condiciones de operación            |
| Oxígeno Disuelto     | Oxígeno Disuelto                                                           | partes por billón  | ppb      | 0      | 40,0   | 28 días                     | 1                                  | Revisar condiciones y/o ajuste dosificación |
| CO2 disuelto         | CO2 disuelto                                                               | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 250,0  | 168 días                    | 1                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| H2S disuelto         | H2S disuelto                                                               | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 10,0   | 168 días                    | 1                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| CO2 en Gas           | CO2 en Gas                                                                 | partes por millón  | ppm      | 0      | 7,0    | 168 días                    | 1                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| H2S en Gas           | H2S en Gas                                                                 | partes por millón  | ppm      | 0      | 3,0    | 28 días                     | 1                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| CO2 en Gas           | Corrosión CO2 en Gas                                                       | Porcentaje molar   | %        | 0      | 100    | 168 días                    | 1                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| H2S en Gas           | Corrosión H2S en Gas                                                       | Porcentaje molar   | %        | 0      | 100    | 168 días                    | 1                                  | Verificar proceso corrosivo                 |
| Hidrocarburo         | Hidrocarburo                                                               | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 2,0    | 28 días                     | 2                                  | Verificar Taponamiento                      |
| STS                  | Solidos Totales en suspensión                                              | miligramo/litro    | mg/l     | 0      | 5,0    | 28 días                     | 2                                  | Verificar Taponamiento                      |

Es importe destacar que la matriz se utiliza como base, en redes que requieren un tratamiento especial (otro valor o cantidad de recurrencias) el sistema tiene la flexibilidad de realizar dichos ajustes.

Tenemos un punto de inyección de la cañería principal (VIAC01PIAS1SAT1) donde se están inyectando 3 productos químicos con sus respectivas bombas dosificadoras.

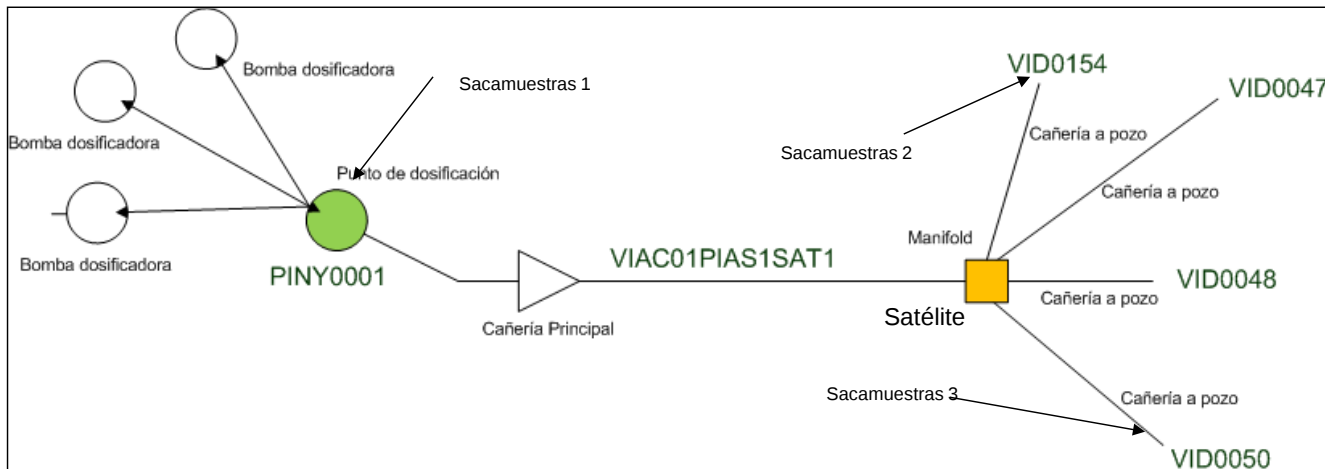
Al inicio de esa línea hay un sacamuestras (SAC 1).

La cañería principal se dirige a un satélite de donde parten líneas que se dirigen a 4 pozos inyectoras, 2 de los cuales tienen sus respectivos sacamuestras (pozo VID0154 SAC 2 y pozo VID0050 SAC 3).

Del mismo modo se crearon los loops de corrosión para los ductos que transportan la producción bruta y crudo tratado, así como los ductos que transportan gas.

Se esquematiza un loop de corrosión para cañerías de agua de inyección de recuperación secundaria (figura 1)

**Figura 1. Loop de corrosión**



Tenemos un punto de inyección de la cañería principal (VIAC01PIAS1SAT1) donde se están inyectando 3 productos químicos con sus respectivas bombas dosificadoras.

Al inicio de esa línea hay un sacamuestras SAC 1).

La cañería principal se dirige a un satélite de donde parten líneas que se dirigen a 4 pozos inyectoras, 2 de los cuales tienen sus respectivos sacamuestras (pozo VID0154 SAC 2 y pozo VID0050 SAC 3).

En Mendoza Norte hay creados 1060 loops que tienen para su control 1402 sacamuestras, donde tienen asignados 4760 puntos de medida (Tipos de determinación).

Para que el sistema genere los resultados que permitan al ingeniero de corrosión seguir la evolución de los parámetros involucrados en la corrosión del sistema y la efectividad de los tratamientos dispuestos para minimizar la corrosión se deben dar de alta los planes de monitoreo. Esta es una tarea conjunta entre el ingeniero de corrosión y el ingeniero de planificación.

Desde el año 2013 a la fecha (abril 2016) se han realizado 10065 determinaciones que han sido cargadas en el sistema.

A modo de ejemplo presentamos la visualización que se tiene del sistema (figura 2).

En el punto “Pozo inyector B488” hay datos de alta 1 plan indicado por la posición de medida que implican realizar 7 determinaciones: bacterias sulfatorreductoras (BSR), hidrocarburo, hierro total, oxígeno disuelto, residual inhibidor incrustaciones, sólidos totales en suspensión (s.t.s.) y sulfuro total, .

Los puntos de medida tienen una identificación numérica (en nuestro caso 631750, 1100401, 631751, 631752, 631754, 1100400 y 631753).

**Figura 2. Visualización puntos de medida**

**Visualizar puntos de medida: Resumen**

Planes de mantenimiento preventivo | Documentos de medición | Último docum.medida

Equipo: SAC12411  
Denominación: SACAMUESTRA DE LOOP

| PtoMedida                             | Posición de medida    | Ip. | Nombre caract.              | Unidad |
|---------------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> 631750       | BSR                   | C   | RECuento_BSR                | UNI    |
| Recuento BSR                          |                       |     |                             |        |
| <input type="checkbox"/> 1100401      | HC                    | C   | HC                          | mg/l   |
| HIDROCARBUROS EN AGUA                 |                       |     |                             |        |
| <input type="checkbox"/> 631751       | HIERRO TOTAL          | C   | HIERRO_SOLUBLE              | mg/l   |
| Hierro Total                          |                       |     |                             |        |
| <input type="checkbox"/> 631752       | OXÍGENO DISUELTO      | C   | OXIGENO_DISUELTO            | ppb    |
| Oxígeno Disuelto                      |                       |     |                             |        |
| <input type="checkbox"/> 631754       | RESIDUAL INH-INCORUST | C   | RESIDUAL_INHIBIDOR_INCRUSTA | mg/l   |
| RESIDUAL DE INHIBIDOR DE INCRUSTACIÓN |                       |     |                             |        |
| <input type="checkbox"/> 1100400      | STS                   | C   | STS                         | mg/l   |
| SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN         |                       |     |                             |        |
| <input type="checkbox"/> 631753       | SULFUROS TOTALES      | C   | SULFUROS_TOTALES            | mg/l   |
| Sulfuros Totales                      |                       |     |                             |        |

Una vez realizadas las determinaciones y cargados los datos en el sistema mediante las alarmas automáticas el ingeniero de corrosión corrige los desvíos tomando acciones tales como cambio de dosificación de productos químicos, inicio de nuevas dosificaciones o medidas que permitan mantener el sistema más limpio de modo de minimizar los efectos corrosivos.

Es sistema almacena los datos, siendo posible realizar listados de todos los resultados de las determinaciones realizadas en cada punto según se muestra en la siguiente imagen

### Listado documentos de medición

También pueden listarse los resultados obtenidos, ya sea de un punto en particular o de varios puntos en forma simultánea

En las siguientes imágenes pueden apreciarse las mediciones realizadas en el equipo SAC 12411 de los parámetros BSR (figura 3) y sulfuros totales (figura 4).

Figura 3. SAC 12411 determinación BSR

| Visualizar documentos de medición: Lista documentos medición |                                  |            |            |            |            |            |         |       |           |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|-------|-----------|
| Documento medición Punto de medida                           |                                  |            |            |            |            |            |         |       |           |
| Equipo                                                       | Denominación del punto de medida | Pos.Medida | Docum.med. | Fecha      | Diferencia | ValMed/VTC | Unid... | Texto | PtoMedida |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 6093227    | 14.01.2016 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 6066501    | 12.12.2015 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 6030867    | 06.11.2015 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 6029544    | 27.10.2015 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5987581    | 08.09.2015 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5955155    | 10.08.2015 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5891587    | 16.06.2015 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5863508    | 07.05.2015 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5863509    | 16.04.2015 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5613997    | 28.10.2014 |            | 3          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5613998    | 03.10.2014 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5534803    | 09.09.2014 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5534802    | 07.08.2014 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5476475    | 07.07.2014 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5476474    | 10.06.2014 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5476476    | 14.05.2014 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5404017    | 14.04.2014 |            | 2          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5404014    | 19.03.2014 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5404015    | 18.02.2014 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5404016    | 22.01.2014 |            | 1          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5233849    | 03.09.2013 |            | 3          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5233852    | 10.07.2013 |            | 3          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5233853    | 12.06.2013 |            | 4          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5233851    | 17.04.2013 |            | 5          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 5233850    | 21.03.2013 |            | 4          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 4808157    | 23.01.2013 |            | 4          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 4376384    | 04.10.2012 |            | 4          | UNI     |       | 631750    |
| SAC12411                                                     | Recuento BSR                     | BSR        | 3943261    | 11.07.2012 |            | 3          | UNI     |       | 631750    |

Figura 4. SAC 12411 determinación Sulfuros totales

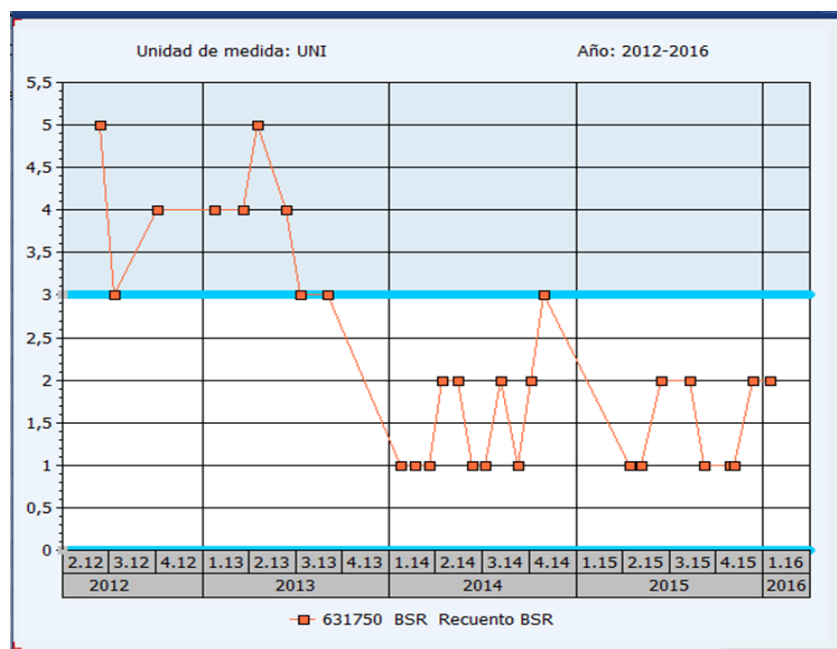
| Visualizar documentos de medición: Lista documentos medición |                                  |               |            |            |            |            |         |       |           |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|---------|-------|-----------|
| Documento medición Punto de medida                           |                                  |               |            |            |            |            |         |       |           |
| Equipo                                                       | Denominación del punto de medida | Pos.Medida    | Docum.med. | Fecha      | Diferencia | ValMed/VTC | Unid... | Texto | PtoMedida |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 6066504    | 14.01.2016 |            | 6,60       | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 6030870    | 12.12.2015 |            | 11,30      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 6029547    | 06.11.2015 |            | 29,70      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5987584    | 27.10.2015 |            | 16,60      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5955158    | 08.09.2015 |            | 10,30      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5916213    | 10.08.2015 |            | 10,30      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5891590    | 07.07.2015 |            | 8,20       | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5863512    | 16.06.2015 |            | 2,70       | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5813663    | 07.05.2015 |            | 6,70       | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5734224    | 17.03.2015 |            | 14,00      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5607516    | 03.12.2014 |            | 38,20      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5571313    | 28.10.2014 |            | 43,00      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5527040    | 03.10.2014 |            | 21,41      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5509711    | 09.09.2014 |            | 23,60      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5471325    | 07.08.2014 |            | 13,90      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5446147    | 07.07.2014 |            | 15,60      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5419128    | 10.06.2014 |            | 14,80      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5345674    | 18.02.2014 |            | 10,30      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5258104    | 12.11.2013 |            | 10,60      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5235652    | 16.10.2013 |            | 13,10      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5222359    | 18.09.2013 |            | 23,80      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5173374    | 30.05.2013 |            | 29,80      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 5156363    | 05.04.2013 |            | 31,60      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 4808163    | 07.03.2013 |            | 28,90      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 4416537    | 15.02.2013 |            | 37,20      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 4416538    | 18.01.2013 |            | 20,30      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 3936279    | 22.08.2012 |            | 21,00      | mg/l    |       | 631753    |
| SAC12411                                                     | Sulfuros Totales                 | SULFUROS T... | 3926701    | 25.07.2012 |            | 16,60      | mg/l    |       | 631753    |

En el ejemplo anterior se observan las mediciones de BSR y sulfuros totales realizadas desde julio 2012.

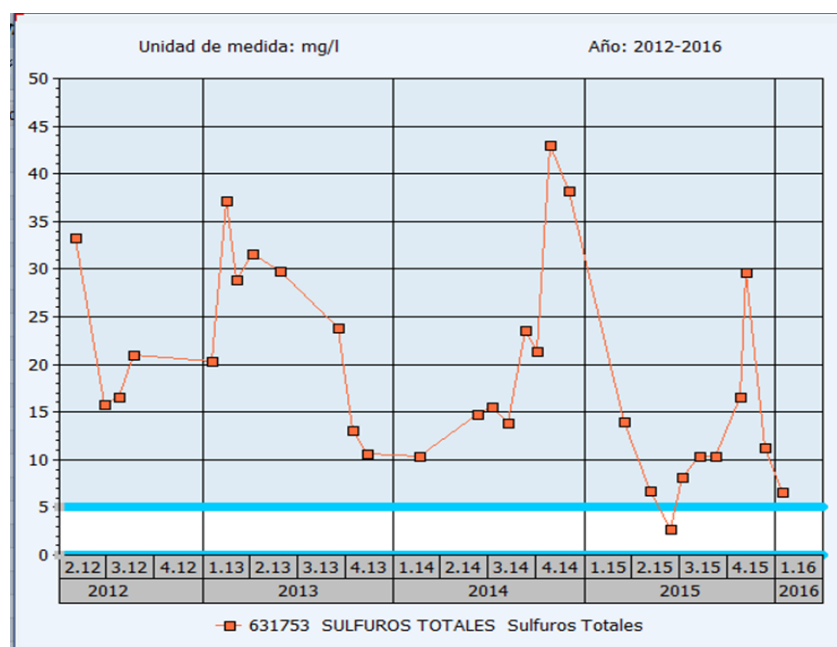
Nuestro sistema permite graficar las distintas mediciones realizadas en cada punto.

Se presentan los resultados con los correspondientes gráficos

**Gráfico 1. BSR**



**Gráfico 2. Sulfuro total**



Los resultados cargados, así como las decisiones adoptadas por el ingeniero de corrosión para mitigar los efectos corrosivos de los fluidos, quedan registrados en el sistema no pudiendo modificarse, lo que le da al sistema trazabilidad, posibilidad de visualización por todo el personal autorizado e imposibilidad de manipulación de datos.

Como la identificación de cada uno de los ductos es única se pueden correlacionar los valores de los parámetros físico-químicos, con las acciones tomadas para minimizar efectos corrosivos y con las roturas o reparaciones que se han realizado sobre cada uno de los ductos.

Esto permite hacer un ranking de las líneas con más roturas de modo que muy fácilmente pueda establecerse un criterio de prioridad en las acciones correctivas que deban tomarse.

## **Conclusiones**

Este sistema de gestión permite mediante alertas tempranas realizar la prevención de la corrosión interna en las líneas de superficie que están sometidas a los fluidos corrosivos circulantes por ellas. El sistema incluye líneas de pozos productores, colectores, ductos de producción, líneas de inyección, y gasoductos. La ventaja de este sistema de detección de alertas en las mediciones cuyos parámetros estén fuera del rango normal esperado es que es posible detectar rápidamente los valores que podrían generar problemas en la operación y pueden ser tomadas medidas de mitigación en forma inmediata.

Hay 1060 redes creadas con 1402 sacamuestras. En el primer año de funcionamiento de este nuevo sistema (año 2013) se habían realizado 1345 determinaciones. En la actualidad (abril 2016) hay 10665 determinaciones realizadas.

Es un sistema simple que le permite al ingeniero de corrosión realizar el seguimiento de los ductos de cada uno de los yacimientos, permitiéndole realizar las correcciones de dosificación de productos químicos necesarias. Se correlacionan las mediciones con las roturas por corrosión interna de cada uno de los ductos.

Obtención de una visión global de los efectos de la corrosión interna que puede ser seguida on line y posee gran trazabilidad.

Al minimizar las roturas por corrosión interna se disminuyen las pérdidas de producción ocasionadas por roturas de líneas.

Se previenen los problemas ambientales que pudiesen ser ocasionados por derrames de fluidos.

Se optimizó el circuito de toma de muestras, permitiéndose un incremento de 20% en cantidad de muestras realizadas. Adicionalmente se optimizó el consumo de productos químicos por tener mayor control de los parámetros involucrados en corrosión interna de cañerías.

## **Bibliografía**

- \*Manual de mantenimiento. Ingeniería , Gestión y Organización. Alejandro J. Pistarelli. 2010.
- \*Planificación de mantenimiento avanzado. E&M Solutions. Institute of Asset Management. 2012.
- \*NACE Standard TM0194-2004. Field Monitoring of Bacterial Growth in Oil and Gas Systems.
- \*Métodos Normalizados (APHA, AWWA, WPCF) Editorial Díaz de Santos. 1992.
- \*Corrosion Atlas. Third, Expanded and Revised Edition. Evert D.D. During. 1997
- \* API RECOMMENDED PRACTICE 45. Recommended Practice for Analysis of Oilfield Waters (1998-2004).
- \*ASTM D 5543 – 09. Standard Test Method for Low-Level Dissolved Oxygen in Water.
- \* NACE SP0775-2013. Standard Practice. Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations.

## **Breve Curriculum vitae**

### **Eduardo Curci**

Licenciado en Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Ingeniero Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo.

Desde 1982 a la fecha realicé mi carrera en YPF.

Actualmente trabajo como Ingeniero de Integridad y Corrosión.

### **Gustavo Gil**

Licenciado en Dirección de Empresas de la Universidad Católica de Cuyo.

Desde 1998 a la fecha realicé mi carrera en YPF.

Actualmente trabajo como Ingeniero de Mantenimiento.

### **Marina Herrero**

Ingeniera Química, en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza.

Pasante en YPF (agosto 2014-febrero 2016)

Actualmente trabajo como Ingeniero de Procesos en SIC TEC

### **Carolina Sosa**

Ingeniera en Petróleo, en la Universidad Nacional de Cuyo.

Pasante en YPF (agosto 2015- a la fecha).