



# **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)**

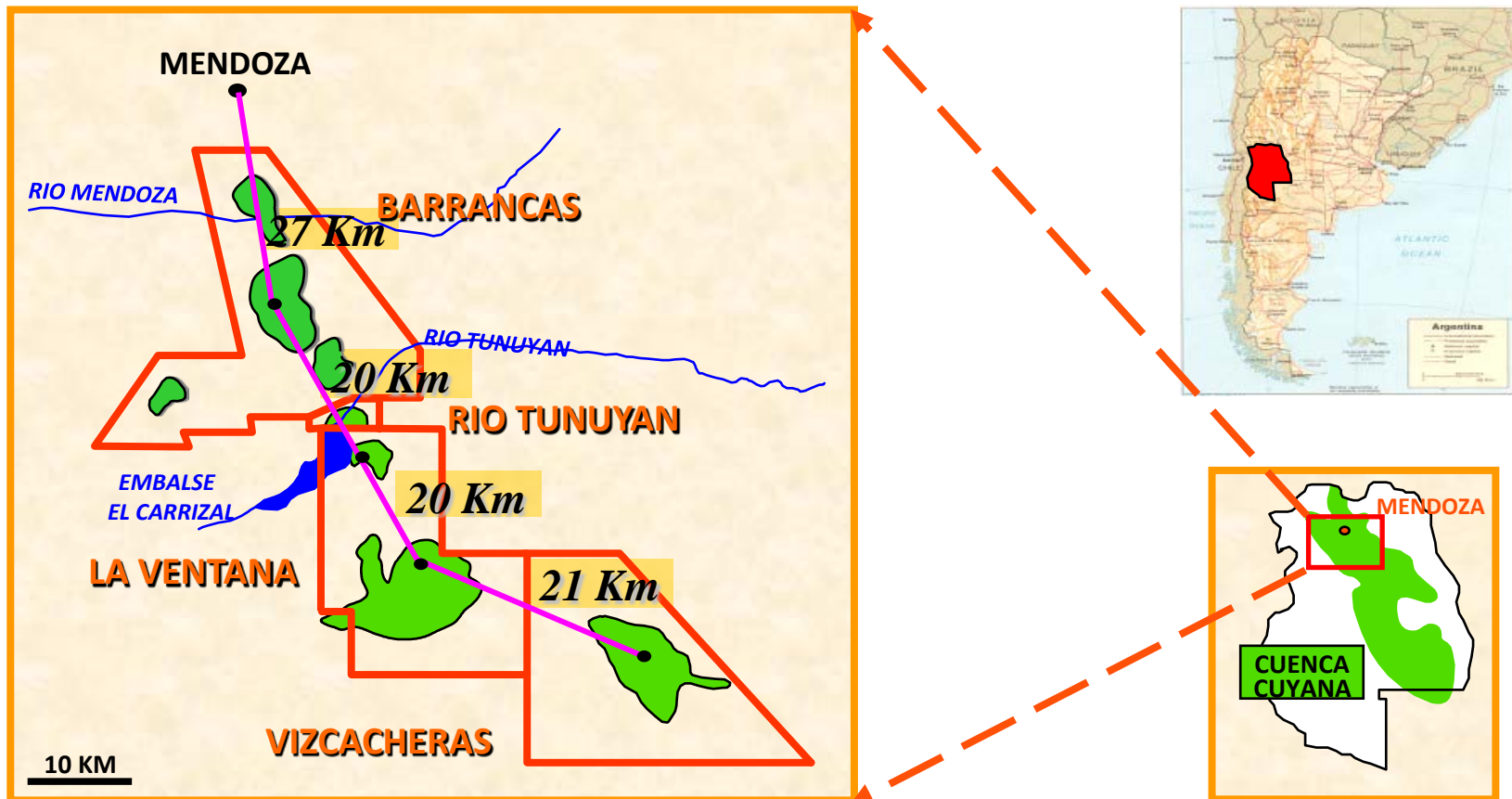
**Gustavo Gil (YPF)**

**Marina Herrero (pasante YPF)**

**Carolina Sosa (pasante YPF)**



# Yacimientos Mendoza Norte





## **Características Yacimientos Mendoza Norte**

- Los yacimientos explotados por YPF en Mendoza Norte (Barrancas, Ugarteche, La Ventana y Vizcacheras) se caracterizan por ser campos maduros.
- Más de 4 décadas con recuperación secundaria.
- Alto grado de salinidad (20-100 g/l).
- Alto corte de agua (superior al 85 %).



## Características Yacimientos Mendoza Norte

- Profundidad de pozos 2200 a 3200 metros.
- Temperatura fondo alrededor de 100 °C.
- Explotación multicapa.
- Mezclas de aguas incompatibles, generan deposición de sólidos que se incrustan en las instalaciones de superficie y de fondo.
- Las características mencionadas explican que en estos campos sean propicios para ser afectados por fenómenos corrosivos.



## Tratamientos químicos

- En todas las instalaciones de superficie se analizan los puntos posibles para agregar productos para inhibir la corrosión (inhibidores de corrosión y bactericidas) y prevenir incrustaciones.
- Evaluación preventiva: estudio de fluidos circulantes.
- Acción correctiva: luego de la falla o rotura se estudiaba la pieza involucrada o incrustación hallada para determinar la causa de corrosión.



## Loops 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”.
- Se visualizan on line todos los parámetros involucrados en corrosión de modo que preventivamente puedan corregirse cualquier desvío de los estándares preestablecidos.



## Loops de corrosión

- En una primera etapa se crearon los loops a partir de los colectores de producción hasta los pozos inyectoros.
- 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, agua y gas, y todas las líneas de inyección de recuperación secundaria.



## Técnicas de mantenimiento

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





## Loops de corrosión

- 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.
- El sistema de gestión abarca desde pozos productores a pozos inyectoros.



## Objetivo

- Nuestro objetivo de mitigación es tratar a las cañerías sujetas a corrosión interna a través de un sistema integrado de datos que permita ordenar los equipos por loops (redes) donde se controlan dosificadores de productos químicos, 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.



## 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.



## Esquema de trabajo

- Cuando los resultados de las determinaciones están fuera del umbral y se alcanzó el número de recurrencias definidas el sistema genera avisos tipo I3, 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 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.

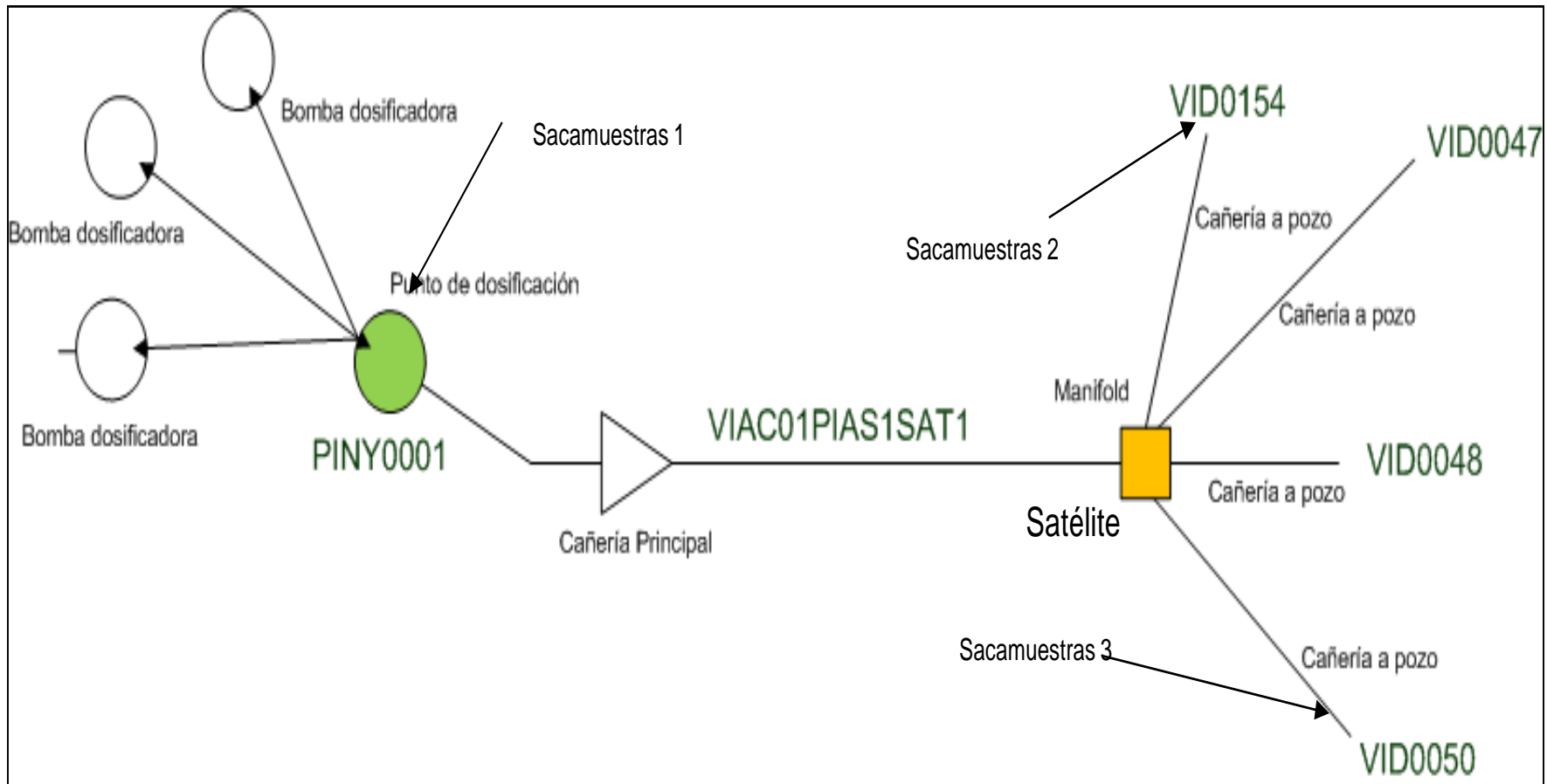


# Matriz para generación de alertas tempranas

		MATRIZ PARA GENERACION DE PUNTOS DE MEDIDA Y PLANES EN LOOPS DE MITIGACION					TROUBLESHOOTING (AVISOS A GENERAR)	
			U. Medida	MINIMO	MAXIMO	FRECUENCIA Loop dosificados	Valores	textos de Avisos Generados automáticamente
		DESCRIPCIÓN DEL PUNTO MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA				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	uni	0	3,0	28 días	2	Verificar proceso microbiologico
BAT	Recuento BAT	Numero de frascos	uni	0	3,0	28 días	3	Verificar proceso microbiologico
Sulfuros Totales	Sulfuros Totales	miligramo/litro	mg/l	0	5,0	28 días	3	Verificar proceso microbiologico
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	uni	0	2,0	42 días	1	Ajustar Inhibidor de Incrustación
RPI	RPI Indice relativo de taponamiento	Uni.	uni	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



# Esquema loop de corrosión para cañerías de agua de inyección de recuperación secundaria





## Loops de corrosión

- En Mendoza Norte hay creados 1060 loops que tienen para su control 1402 sacamuestras, donde tienen asignados 4760 puntos de medida (Tipos de determinación).
- Desde el año 2013 a la fecha (abril 2016) se han realizado 10065 determinaciones que han sido cargadas en el sistema.



## Puntos de medida

- 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.





### Visualizar puntos de medida: Resumen



Planes de mantenimiento preventivo



Documentos de medición

Último docum.medida

Equipo

SAC12411

Denominación

SACAMUESTRA DE LOOP

#### Puntos de medida

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



- 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.
- El 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.



# Documentos de medición

## 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



# Documentos de medición

## Sulfuros totales

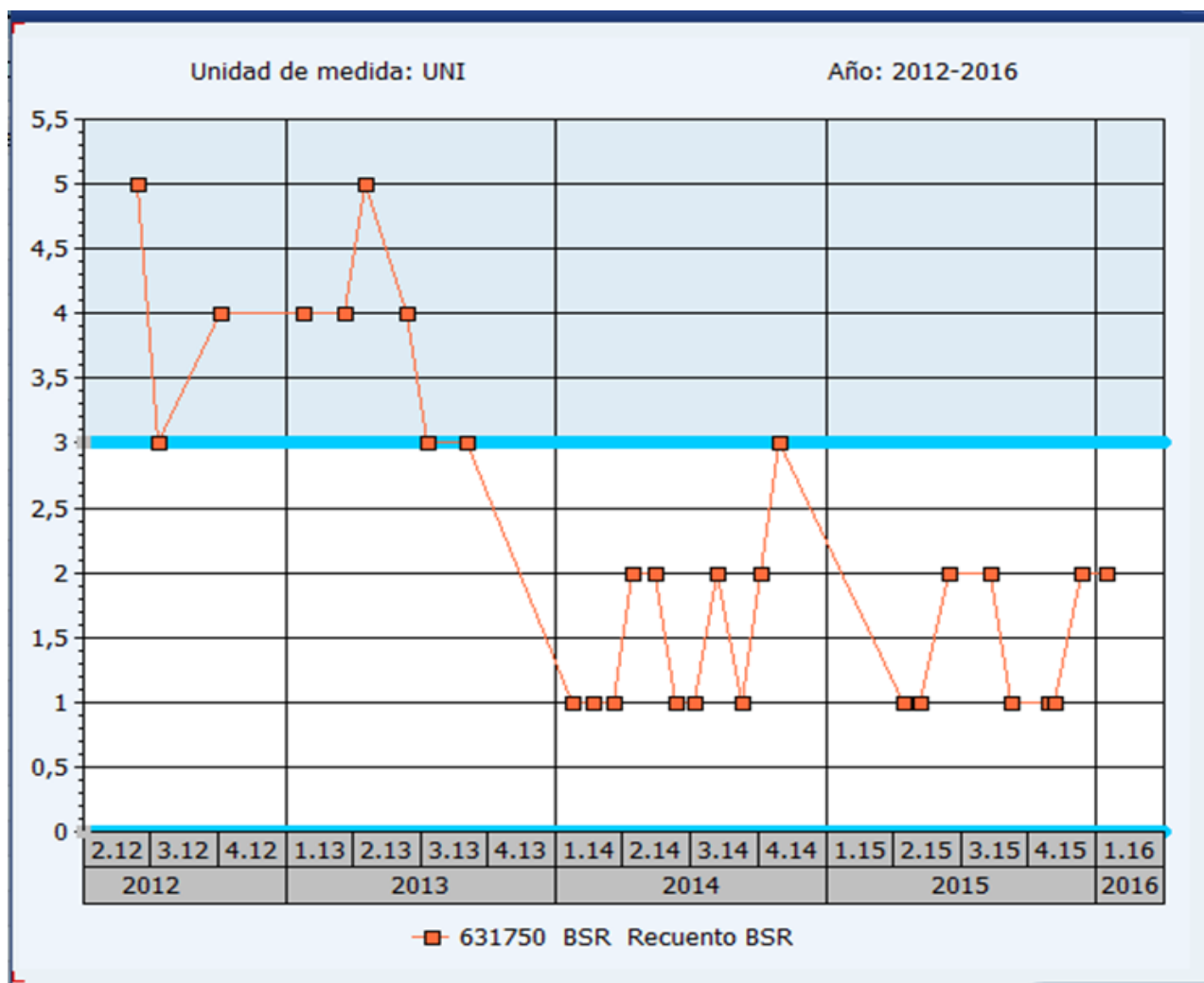
### Visualizar documentos de medición: Lista documentos medición

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



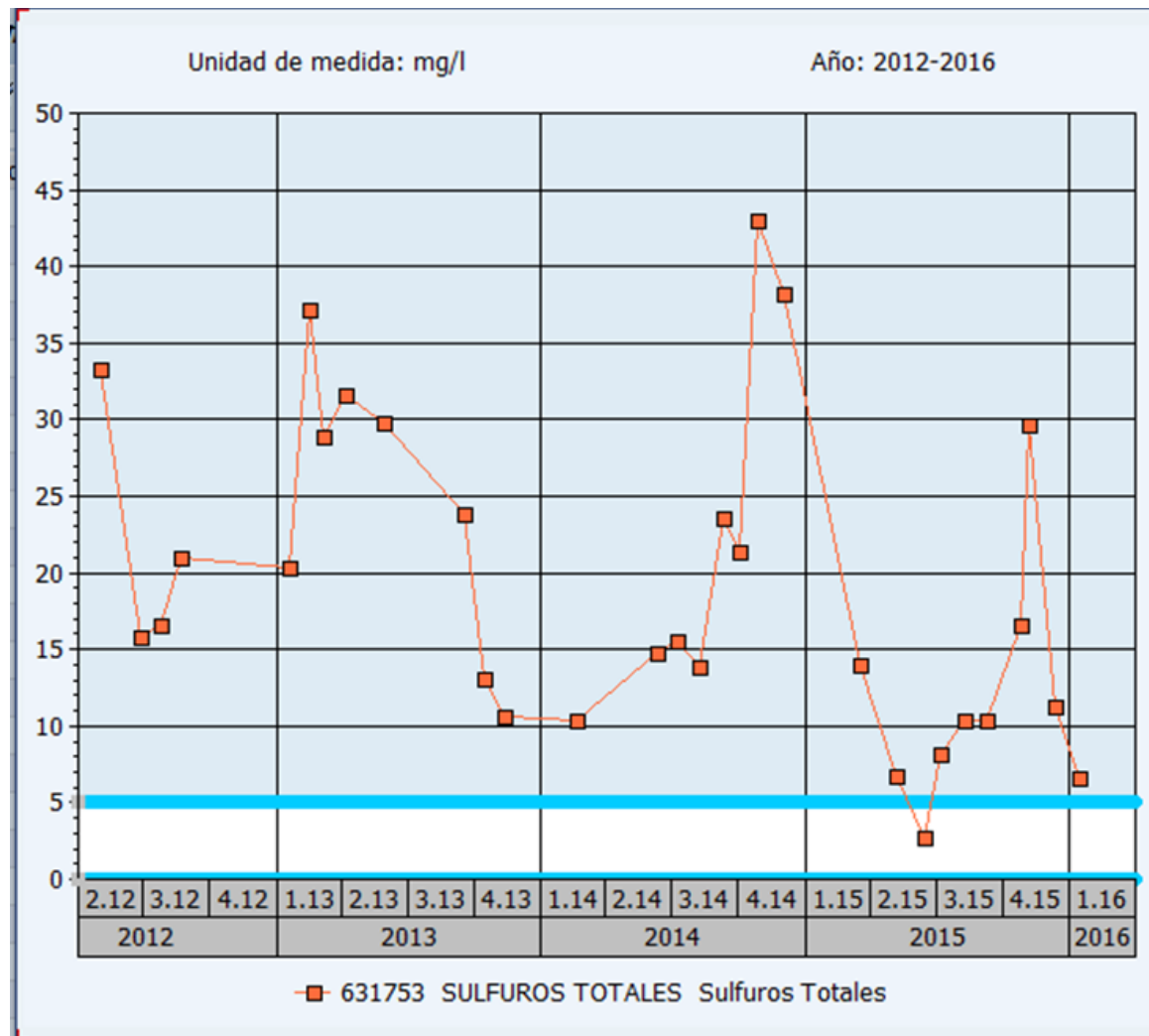


## Gráfico BSR





## Gráfico Sulfuro total





# Documento de medición

## Hierro total

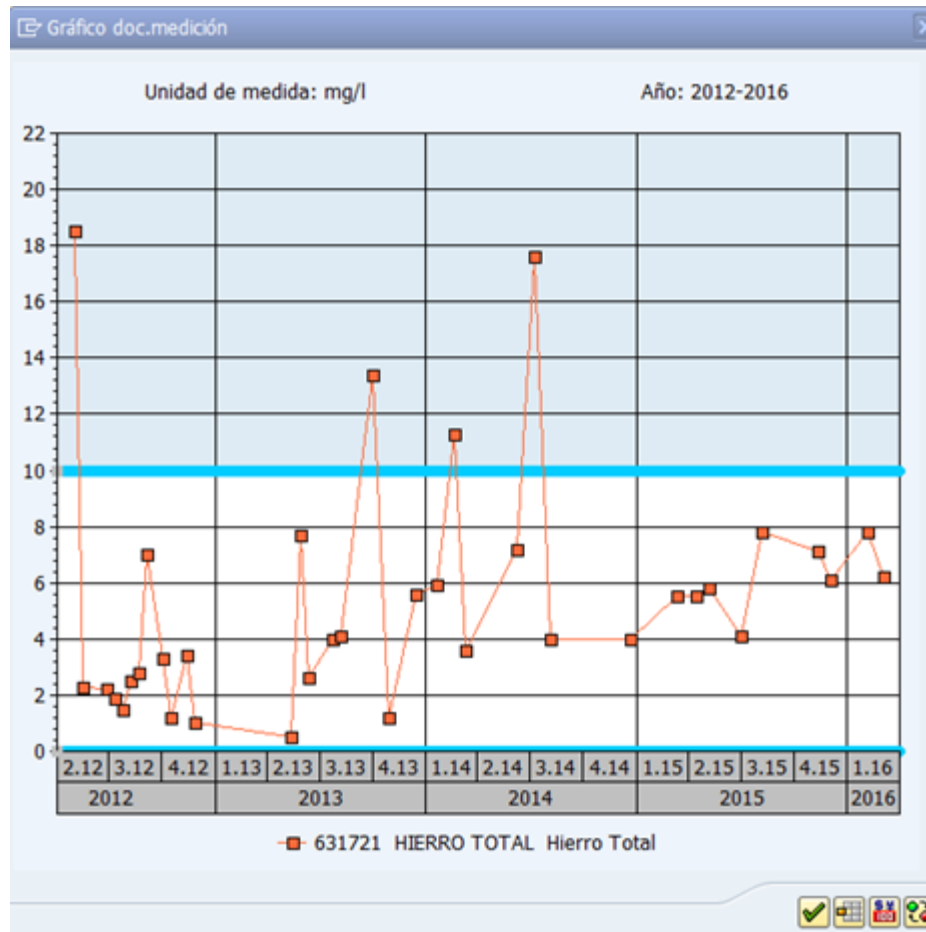
Visualizar documentos de medición: Lista documentos medición

Documento medición Punto de medida

S	Equipo	PtoMedida	Denomin.	Docum.med.	Fecha	ValMed/VTC	Unid...	Texto	Creado el	Creado por
	SAC12405	631721	Hierro Total	3903100	16.05.2012	2,30	mg/l	200...	29.05.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	3914667	27.06.2012	2,20	mg/l	200...	05.07.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	3919191	11.07.2012	1,90	mg/l	200...	18.07.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	3926681	24.07.2012	1,50	mg/l	200...	09.08.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	3934326	08.08.2012	2,50	mg/l	200...	28.08.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	3936262	22.08.2012	2,80	mg/l	200...	30.08.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	3940233	04.09.2012	7,00	mg/l	200...	10.09.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	3999798	02.10.2012	3,30	mg/l	200...	16.10.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	4161239	17.10.2012	1,20	mg/l	200...	22.10.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	4377177	13.11.2012	3,40	mg/l	200...	23.11.2012	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	4416676	27.11.2012	1,00	mg/l	200...	18.02.2013	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	5156404	13.05.2013	0,50	mg/l	200...	22.05.2013	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	5173369	29.05.2013	7,70	mg/l	200...	14.06.2013	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	5173404	11.06.2013	2,60	mg/l	200...	14.06.2013	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	5198958	23.07.2013	4,00	mg/l	200...	06.08.2013	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	5217414	06.08.2013	4,10	mg/l	200...	13.09.2013	AEP0241
	SAC12405	631721	Hierro Total	5228266	01.10.2013	13,40	mg/l	200...	04.10.2013	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5246039	29.10.2013	1,20	mg/l	200...	01.11.2013	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5301983	15.12.2013	5,60	mg/l	200...	27.01.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5305123	21.01.2014	5,90	mg/l	200...	02.02.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5345576	19.02.2014	11,30	mg/l	200...	24.02.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5360851	10.03.2014	3,60	mg/l	200...	17.03.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5419120	09.06.2014	7,20	mg/l	200...	17.06.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5446139	07.07.2014	17,60	mg/l	200...	21.07.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5471297	06.08.2014	4,00	mg/l	200...	14.08.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5626643	22.12.2014	4,00	mg/l	200...	29.12.2014	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5729079	11.03.2015	5,50	mg/l	200...	20.03.2015	AA01599
	SAC12405	631721	Hierro Total	5774606	15.04.2015	5,50	mg/l	200...	26.04.2015	Y022686
	SAC12405	631721	Hierro Total	5813653	06.05.2015	5,80	mg/l	200...	20.05.2015	Y022686
	SAC12405	631721	Hierro Total	5891568	02.07.2015	4,10	mg/l	200...	07.08.2015	Y022686
	SAC12405	631721	Hierro Total	5916191	06.08.2015	7,80	mg/l	200...	07.09.2015	Y022686
	SAC12405	631721	Hierro Total	6029490	11.11.2015	7,10	mg/l	200...	30.12.2015	RP13397
	SAC12405	631721	Hierro Total	6030842	05.12.2015	6,10	mg/l	200...	04.01.2016	RP13397
	SAC12405	631721	Hierro Total	6093195	07.02.2016	7,80	mg/l	200...	01.03.2016	RP15921
	SAC12405	631721	Hierro Total	6126678	04.03.2016	6,20	ma/l	200	04.04.2016	RP15921



# Gráfico Hierro total







- Los resultados cargados 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 abarca desde pozos productores a pozos inyectores .
- 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.



# Conclusiones

- Hay 1.060 redes creadas con 1.402 sacamuestras.
- En el primer año de funcionamiento de este nuevo sistema (año 2013) se habían realizado 1345 determinaciones. Hasta abril 2016 hay 10.665 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.



## Conclusiones

- 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.



# Conclusiones

- 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.



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

**????????**