



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



Ing. Javier Ríos

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



Contaminación:

La presencia en un fluido de perforación de cualquier materia extraña que tienda a producir propiedades perjudiciales del fluido de perforación

Ing. Javier Ríos



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



PROCEDIMIENTO PARA DAR TRATAMIENTO.

Ing. Javier Ríos



IDENTIFICAR EL CONTAMINANTE



DETERMINAR UN TRATAMIENTO



PRUEBA PILOTO PARA CONFIRMAR EL TRATAMIENTO

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



TRATAR EL CONTAMINANTE

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Severidad



- **Depende de**
 - **El Tipo de Sistema**
 - **La Química del Lodo**
 - **La Cantidad de Sólidos**
 - **El Tipo de Sólidos**
 - **La Temperatura**



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



Contaminantes Químicos Comunes

- SOLIDOS
- CEMENTO ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)
- ANHIDRITA & YESO. ($\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) & (CaSO_4)
- SAL. (NaCl)
- CARBONTOS Y BICARBONATOS (CO_3 & HCO_3)
- GASES ACIDOS (CO_2 & H_2S)

Contaminación con Sólidos.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Causas.

- **TAMAÑO DE MALLAS INADECUADAS.**
- **MALLAS ROTAS EN VIBRADORES.**
- **MALA LIMPIEZA DEL AGUJERO Y RECIRCULACION DE LOS SOLIDOS.**
- **MALA EFICIENCIA EN LOS EQUIPOS DE CONTROL DE SOLIDOS.**

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

EFFECTOS.

- AUMENTO EN PRESION DE BOMBA.
- AUMENTO DE PRESIONES ANULARES Y CAIDAS DE PRESION.
- AUMENTO DE DENSIDAD.
- AUMENTO EN LA PRESION HIDROSTATICA.
- DISMINUCION EN LA VELOCIDAD DE PENETRACION.
- AUMENTO DE LA DEC.
- AUMENTO EN EL EFECTO DE SUAVEO Y PISTONEO AL SACAR Y METER TUBERIA.
- POSIBLE ATRAPAMIENTO DE LA SARTA POR PRESION DIFERENCIAL.

EL EFECTO DE LOS SÓLIDOS SOBRE UN LODO DEPENDE DE:

- **Concentración**
- **Reactividad**
- **Tamaño y forma**

**Cuando la temperatura de fondo aumenta,
el efecto de los sólidos también aumenta**

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Exceso de sólidos de baja gravedad específica.

Densidad	incremento
VM	Incrementa
VP	Incrementa
PC	Incrementa
Gel Inicial	Incrementa
Gel 10-min.	Incrementa
Filtrado	ligero incremento.
Solidos	Incrementa
MBT	Incrementa

PROPIEDADES FÍSICAS.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Exceso de sólidos de baja gravedad específica.
Propiedades químicas del lodo.

pH	ligera disminución.
Pm	ligera disminución.
Pf	ligera disminución.
Mf	ligera disminución.
Pf/Mf Ratio	sin cambio.
Ca ²⁺	sin cambio.
Cl ⁻	sin cambio.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Exceso de Sólidos Finos Propiedades Físicas del Lodo

Peso del Lodo (MW)	Sin cambio
Viscosidad Embudo (FV)	Aumento ligero
VP	Aumento
PC	Aumento ligero
Gel Inicial	Aumento ligero
Gel a 10 min.	Aumento
Pérdida de Filtrado	Sin cambio
Sólidos	Sin cambio
MBT	Aumento ligero si los sólidos son reactivos, sin cambio si se trata de barita

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Exceso de Sólidos Finos Propiedades Químicas del Lodo

pH	Disminución ligera
Pm	Disminución ligera
Pf	Disminución ligera
Mf	Disminución ligera
Razón Pf/Mf	Sin cambio
Ca²⁺	Sin cambio
Cl⁻	Sin cambio

**Exceso de sólidos de baja gravedad específica.
METODO DE CONTROL.**

- **Inhibición iónica.**
- **Encapsulamiento.**
- **Inhibición base aceite.**
- **Control mecánico.**
 - **Dilución (\$).**

Método de control. INHIBICION por ENCAPSULAMIENTO.

- Se logra por la adición de polímeros alto peso molecular.
- Mayor estabilidad del agujero y reducen la hidratación de las arcillas.

Método de control. Inhibición base aceite.

- **Fase continua aceite; evita la hidratación de arcillas.**
 - **Electrolitos; deshidrata las arcillas disminuyendo su actividad y dispersión.**

Método de control. Dilución.

- Dilución. Adición de agua para mantener sólidos aceptables.
- Desventajas; mayor gasto de material químico, generación de volumen de lodo; mayor gasto en logística.

Método de control. Control mecánico.

- **Vibradores convencionales.**
- **Alto impacto.**
- **Desarenadores.**
- **Desarcilladores.**
- **Centrifugas eliminadoras de sólidos de baja gravedad esp.**
- **Centrifugas eliminadoras de sólidos de a.G.E.**

TRATAMIENTO. EXCESO DE SOLIDOS .

- CERRAR MALLAS.
- ADICIONAR INHIBIDORES DE ARCILLAS SEGÚN EL TIPO DE FLUIDO.
- ADICIONAR ESTABILIZADORES DE ARCILLAS.
- DILUCION (VER COSTOS)
- CAMBIAR POR FLUIDO NUEVO O POR BASE ACEITE.



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



Recomendaciones. Contaminación de sólidos.

- TRABAJAR CON MALLAS ADECUADAS.
- CHECAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE CONTROL DE SOLIDOS.
- MANTENER MBT ADECUADO.
- CHECAR EL TIPO DE FORMACION, TAMAÑO DE RECORTES Y SU HIDRATACION EN LA SALIDA DE VIBRADORES.
- TRABAJAR TODOS LOS EQUIPOS DE CONTROL DE SOLIDOS.
- RECIRCULAR EL FLUIDO POR MEDIO DE LOS EQUIPOS.

Ing. Javier Ríos

**El exceso de sólidos aumenta la
severidad de cualquier
contaminante.**

Contaminación con Cemento

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

- **Composición Química**

- Una mezcla compleja de Silicatos de Calcio y Aluminio y Oxidos Metálicos
- Al tocar el agua el Cemento reacciona para formar grandes cantidades de Cal (Ca(OH)_2)
- El elemento más dañino al lodo es la Cal

Fuente de una contaminación con cemento.

- **Cemento perforado.**
- **Cemento no fraguado**
- **Barita contaminada.**
 - **Tapones de cemento para “side tracks”**
 - **Operaciones de forzamiento**

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

La contaminación por cemento ocurre cuando la tubería de revestimiento se cementa y los tapones de cemento se perforan. La gravedad de la contaminación depende de una serie de factores relacionados con el fluido (contenido de sólidos, concentración de desfloculantes, entre otros) y el estado del cemento (“verde”o curado).

El cemento “verde” plantea más problemas que el curado. El cemento contiene varios compuestos complejos de calcio, todos los cuales reaccionan con el agua para formar hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$.



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

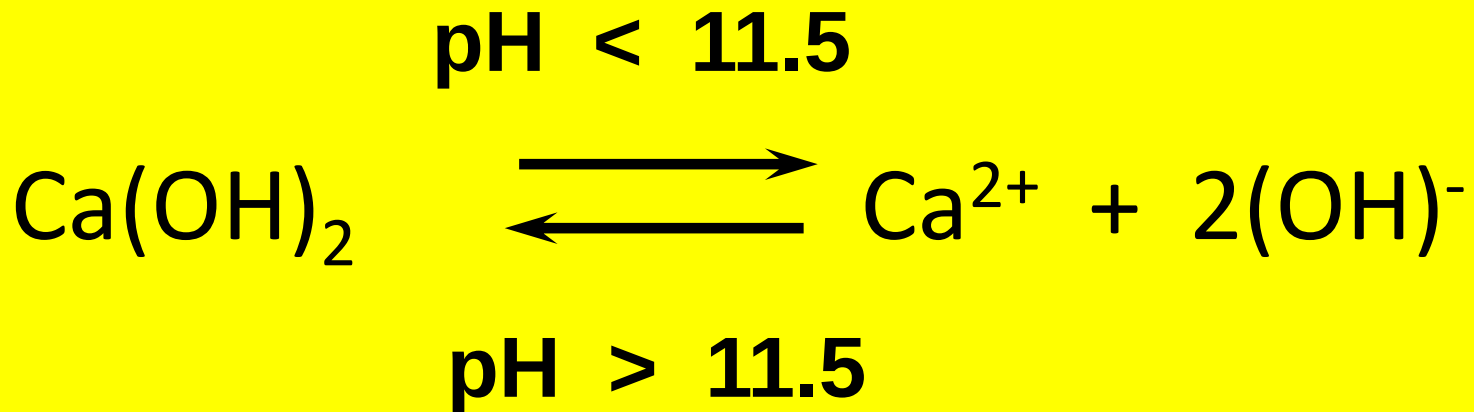


Una cantidad de 100 lbm de cemento puede producir hasta 79 lbm de cal, la cual floclula los sistemas de bentonita y agua dulce, causando aumentos en los valores reológicos y la pérdida de fluido.

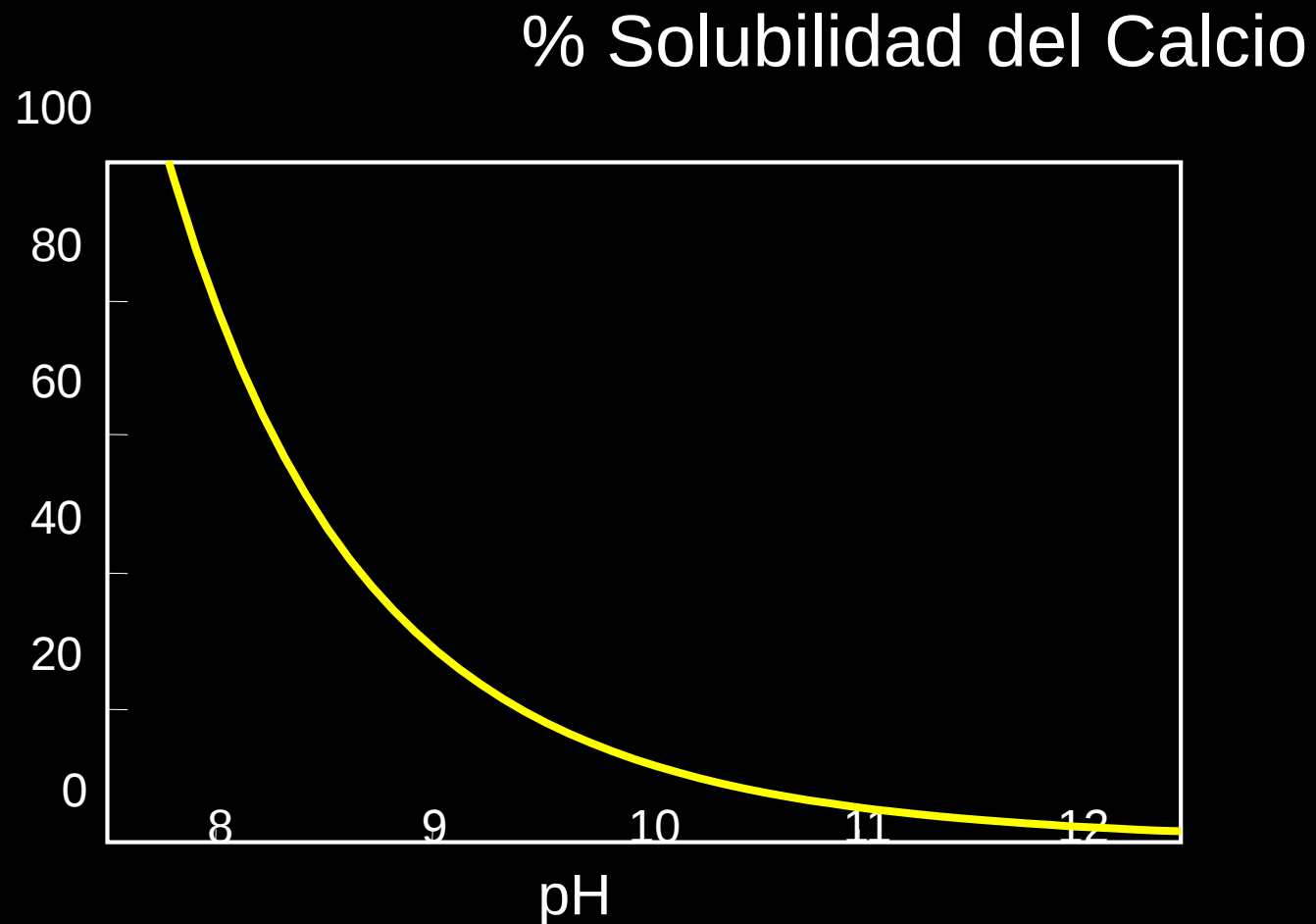
El tratamiento de la contaminación por cal implica reducir el pH y controlar la concentración de calcio.

Ing. Javier Ríos

Contaminación con cemento

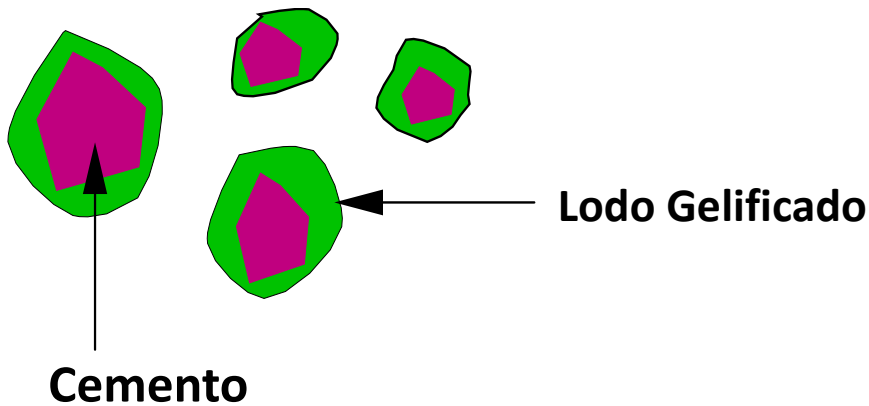


Solubilidad del hidróxido de calcio vs. pH



Ing. Javier Ríos

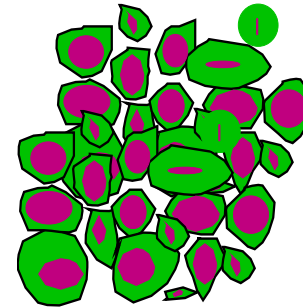
Cemento Duro



pHs más bajos

Menos Floculación del Lodo

Cemento Blando



pHs más altos

Más Floculación del Lodo

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Medición del cemento

El volumen de un saco de cemento (94 lb_m) endurecido es 1,1 ft³. Si el volumen de hoyo es 8,5 pulgadas, cada pie de hoyo contiene 26,5 lb_m de cal.

- 1 ft de hoyo de 8,5 pulgadas = 0,394 ft³
- 1 ft³ de cemento = 85,5 lb_m de cemento
- 85,5 lb_m x 0,394 = 33,7 lb_m

$$33.7 \text{ lb}_m \times \frac{79 \text{ lb}_m}{100 \text{ lb}_m} = 26.5 \text{ lb}_m \text{ de cal}$$

Dependiendo de si el cemento está verde o curado, puede haber de un 10% a un 50% disponible para reaccionar con el fluido.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

$$\text{Cal en exceso, lb}_m/\text{bbl} = 0,26 [P_m - (F_w P_f)]$$

donde,

P_m = alcalinidad del fluido,

P_f = alcalinidad del filtrado,

F_w = fracción de agua en la retorta.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

PROPIEDAD	CAMBIO
-----------	--------

VISC.PLASTICA	↑
PTO.CEDENTE	↑ ↑
GELES	↑ ↑
PH	↑ ↑
FILTRADO API	↑ ↑
DUREZA	↓=↑ (*)
CLORUROS	=

(*) DEPENDE DEL PH

INDICATIVO 1	↑ ↑ PM
--------------	--------

PROPIEDAD	CAMBIO
-----------	--------

Pm	↑ ↑
Pf	↑
Mf	↑ ↑
DENSIDAD	=
%SOLIDOS	=
%AGUA	=
MBT	=

INDICATIVO 1	↑ ↑ PH
--------------	--------

Ing. Javier Ríos

Contaminación con Ca(OH)_2 .

TRATAMIENTO.

Remover el cemento con equipo de control de sólidos.

Reducir alcalinidades. (por presencia de OH^-)

Precipitar el ion Ca^{+2} .

Perforar Cemento con Agua si es Factible



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



Contaminación con Ca(OH)_2 . TRATAMIENTO.

Diluir el Sistema

Deflocular el Sistema

Bajar el Filtrado

Tratar para Remoción Química

Ing. Javier Ríos

Contaminación con Ca(OH)_2 . TRATAMIENTO.

Desechar Lodo Excesivamente Contaminado

- *Si la contaminación por cemento alcanza un nivel donde el tratamiento no resulta práctico, descargue el fluido más contaminado, desplace el sistema de fluido o cambie a un fluido de cal.*

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Lignito - reduce la alcalinidad.



(acido orgánico)

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Bicarbonato de sodio - El bicarbonato de sodio reacciona con el calcio soluble para formar carbonato de calcio insoluble. Debido a que los valores de pH son altos cuando se perfora el cemento, la cantidad de iones de calcio podría no exceder los 200 a 400 mg/L.

Bicarbonato de Na – precipita el Ca²⁺.



Tratamiento con bicarbonato de sodio (NaHCO₃)

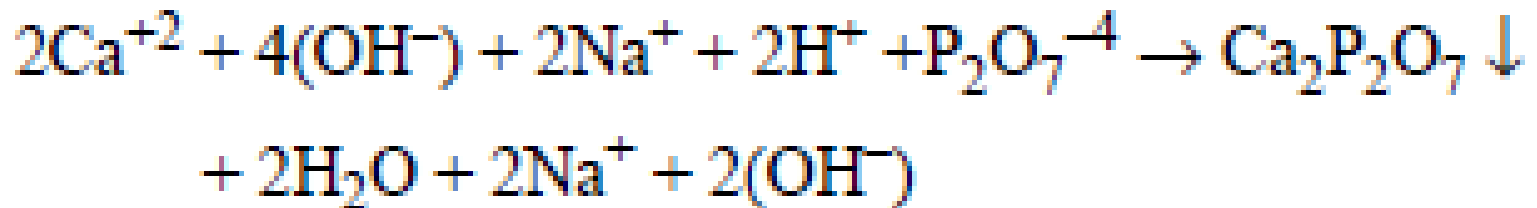


(0,00074 lb_m de bicarbonato de sodio por cada 1 mg/L de Ca⁺⁺)

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

El SAPP reacciona con la cal para formar un fosfato de calcio insoluble. La reacción es compleja, pero se puede representar de la manera siguiente, para propósitos de tratamiento:

Tratamiento con SAPP ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$)



(0,00097 lb_m de SAPP por cada 1 mg/l de Ca^{++})

SAPP - reduce la alcalinidad y precipita Ca^{+2} .



Bicarbonato de sodio – precipita el ion calcio.



Ca++ PM= 40.08 gr/mol.

NaHCO3 PM= 83.96 gr/mol.

**$83.96/40.08 = 2.09$ gr. NaHCO3 por cada gr.
Ca++.**

1. *Sosa - El tratamiento del cemento con sosa es posible*

pero no recomendado, a menos que se monitoreen muy de cerca los aumentos del pH.

En la reacción de la cal con sosa, ninguno de los iones hidroxilo se neutraliza.

A medida que aumenta el pH, disminuye la solubilidad de la cal, por lo cual se tendrán menos iones Ca^{+2} para reaccionar con el $\text{CO}_3^{=}$, además de producirse un aumento gradual de la concentración de $\text{CO}_3^{=}$.

Tratamiento con sosa (Na_2CO_3)



Altas temperaturas - A temperaturas mayores de 250oF,

**Se puede producir la solidificación de los fluidos
Contaminados con cemento.**

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

- **Pre-tratamientos**
 - **Posibles Problemas**
 - **Se Desconoce la Cantidad del Contaminante**
 - **El Sobretratamiento Causa Contaminación por Carbonatos**
 - **Recomendaciones**
 - **Pretratar Solamente el Tanque de Succión**
 - **Observar el Fondo Arriba**
 - **Tratar Según la Contaminación Observada**



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

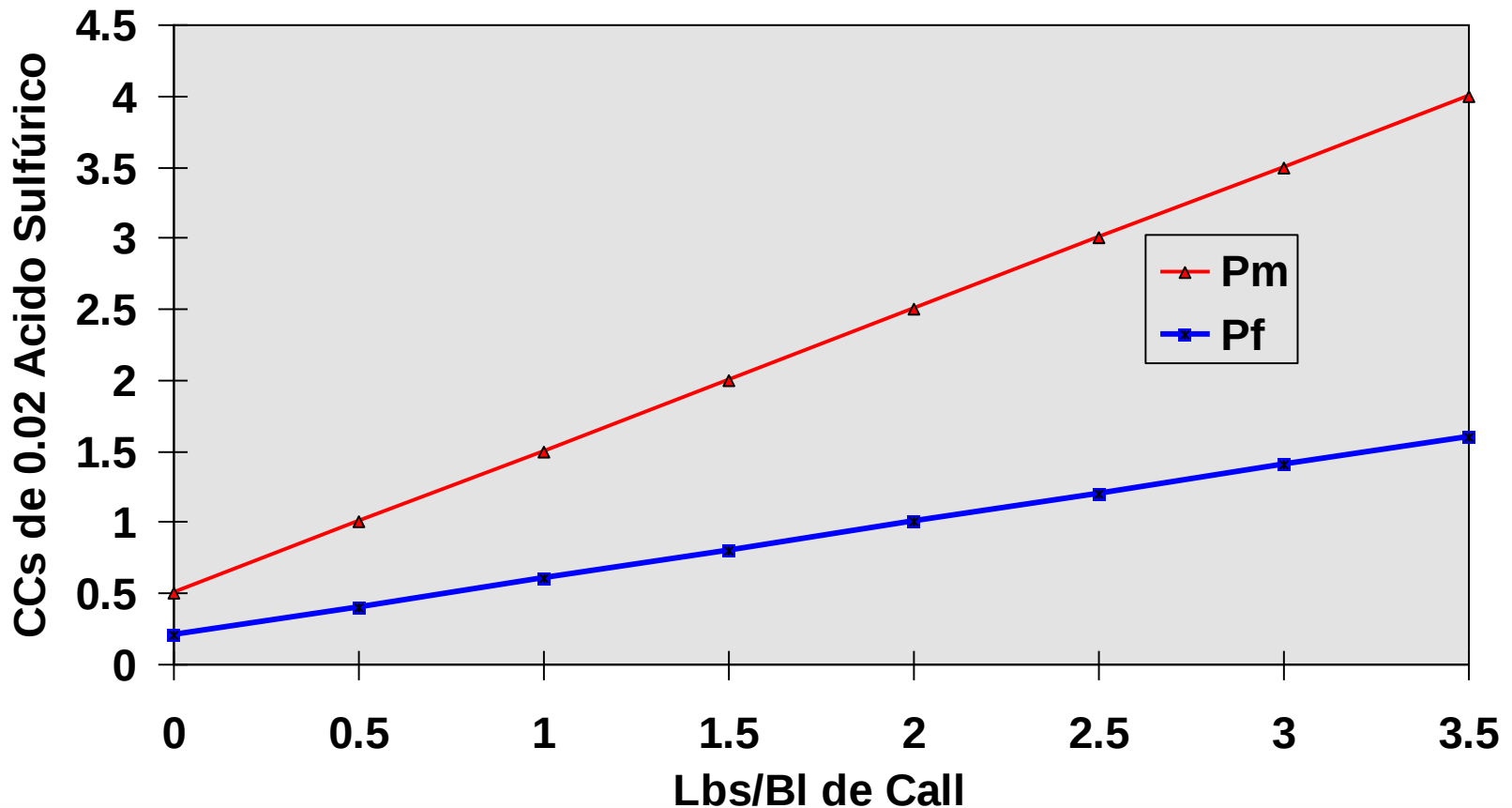


El pretratamiento del sistema de fluido con bicarbonato de sodio puede causar la contaminación por carbonato. No se recomienda pretratar con más de 0,5 a 0,75 lbm/bbl de bicarbonato de sodio.

Ing. Javier Ríos

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Cemento - Relación Pm/Pf



Contaminante	Iones	Fuente	Método de medición	Efecto posible en el fluido	Curso de acción
Cemento, cal	$\text{Ca}(\text{OH})_2 / \text{Ca}^{++}, \text{OH}^-$	Cemento cal comercial Barita contaminadae	Titulación para Ca^{++} , P_m	Alto punto cedente. Elevada pérdida de fluido. Revoque grueso. Aumento de pH Aumento de P_m Aumento de Ca^{++} .	Tratar con bicarbonato de sodio $\text{Ca}^{++} (\text{mg/L}) \times 0.00074 \equiv \text{NaHCO}_3 (\text{lb}_m/\text{bbl})$
					Tratar con SAPP $\text{Ca}^{++} (\text{mg/L}) \times 0.00097 \equiv \text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 (\text{lb}_m/\text{bbl})$
					Trastar con lignito, 7 to 8 lb_m/bbl precipita 1 lb_m/bbl de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para formar Ca^{++} , sal de ácido húmico.
					Adelgazador adicional/químicos para pérdida de fluido.
					Centrifugar para remover las partículas contaminantes.
					Dilución
					Desechar si no se puede controlar la floculación
					Dejar que permanezca el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y convertir a fluido de cal o dejar que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se agote con el tiempo.

Contaminante	Iones	Fuente	Método de medición	Efecto posible en el fluido	Curso de acción
Cemento, cal					Debido a que los efectos del pH son, con frecuencia, más perjudiciales para el fluido, el tratamiento químico debería ser: 1. Bicarbonato de sodio 2. Lignito 3. SAPP 4. Sosa Se prefiere tratar con bicarbonato de sodio

HCl,

ligera.
(/bbl)

Contaminante	Iones	Fuente	Método de medición	Efecto posible en el fluido	Curso de acción
Cemento, cal					Debido a que los efectos del pH son, con frecuencia, más perjudiciales para el fluido, el tratamiento químico debería ser: 1. Bicarbonato de sodio 2. Lignito 3. SAPP 4. Sosa
					Se prefiere tratar con bicarbonato de sodio

Contaminación anhidrita / yeso



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



Las formaciones de anhidrita/yaso ($\text{CaSO}_4/\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) pueden tener unas pocas pulgadas de espesor o varios miles de pies.

Problemas de floculación y control de filtración se originan de la perforación de estas formaciones.

El problema es causado por una mayor concentración de calcio.

Si los lechos no son masivos, lleve a cabo un tratamiento con sosa.

Ing. Javier Ríos

Anhidrita



- Fuente Formacion.

Yeso.



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

**PROPIEDADES FÍSICAS
CONTAMINACION**

CON ANHIDRITA & YESO.

DENS.	-----
VM	>
VP	Ligero incremento.
PC	>
Gel Inicial	>
Gel 10-min.	>
Filtrado	>
Solidos	No cambia.

Propiedades químicas Contaminación con anhidrita & yeso.

pH	<
Pm	Ligera disminución.
Pf	<
Mf	<
Ca ²⁺	>
Cl ⁻	No cambia.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Tratamiento contaminación con anhidrita & yeso.

- Precipitar el Ca^{+2} .
- Incrementar la alcalinidad.

Tratamiento.

Soda Ash “Carbonato de Na”- tratamiento ion Ca^{2+} .



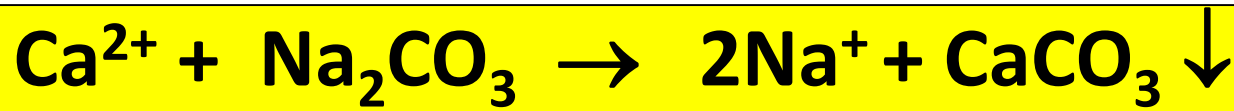
Incrementar la alcalinidad con NaOH.

Tratamiento.

Sosa: $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

(0,000931 lbm/bbl por cada 1 mg/L de Ca^{++})

Tratamiento.



Ca++PM= 40.08 gr/mol.

Na2CO3 PM= 105.94 gr/mol.

**105.94 / 40.08 = 2.64 gr de Na2 CO3 por
cada gr.de Ca++.**

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Ejem: analisis Ca=800 mg/lit 150 mg/lit.
Vol= 150 m3.

$800 - 150 = 650 \text{ mg/lit} = 0.650 \text{ gr/lit.}$

$105.94 / 40.08 = 2.64 \text{ gr de Na}_2\text{CO}_3 \text{ por cada gr.de Ca}^{++}.$

**Entonces: $2.64 * 0.650 = 1.71 \text{ gr/lit o } 1.71 \text{ kg/m}^3 * 150$
 $\text{m}^3 = 256.5 \text{ kg. Na}_2\text{CO}_3 / 50 \text{ kg/sco.} = 5.13 \text{ scs.}$
Na₂CO₃.**

Prevención.

- Incrementar pH to 9.5 - 10.5
- Dilucion.
- Agregar lignosulfonato para la floculacion.
- El CO₂ de la formacion y la atmosfera puede precipitar el Ca⁺².

Prevención.

Si se sabe de secciones extensas de anhidrita/yeso convertir a un sistema de yeso.

Contaminante	Iones	Fuente	Método de medición	Efecto posible en los fluidos	Curso de acción
Anhidrita, yeso,	CaSO_4 , $\text{CaSO}_4 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$ / Ca^{++} , SO_4^{2-}	Formación, yeso comercial	Titulación Ca^{++}	Elevado punto cedente. Elevada pérdida de fluido. Elevados geles. Revoque grueso. Aumento Ca^{++}	Tratar con carbonato de sodio (sosa) $\text{Ca}^{++} (\text{mg/L}) \times 0.00093 \equiv \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{lb}_m/\text{bbl})$ Convertir a fluido de yeso.

Contaminación con sal

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Sal En la terminología relacionada con los lodos,

el término sal se aplica al cloruro de sodio, NaCl . Químicamente, el término sal también se aplica a cualquier componente de una clase de compuestos similares formados cuando el hidrógeno ácido de un ácido es reemplazado parcial o totalmente por un metal o un radical metálico.

Las sales son formadas por la acción de ácidos sobre metales, u óxidos e hidróxidos, directamente con amoníaco, y de otras maneras..



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

- **Composición Química**
 - Cloruro de Sodio - NaCl
 - Cloruro de Potasio - KCl
 - Cloruro de Magnesio - MgCl_2
 - Cloruro de Calcio - CaCl_2

Fuente contaminantes

La contaminación por sales puede provenir del agua agregada, los flujos de agua salada, los domos salinos o las formaciones de evaporita.

Químicamente, puede tratarse de cloruro de sodio (Na^+), potasio (K^+), magnesio (Mg^{++}) o calcio (Ca^{++}), o una combinación de todos estos tipos. La contaminación más común es por cloruro de sodio..

Fuente contaminantes

La sal causa la floculación en un fluido de base agua dulce, lo cual origina problemas de viscosidad y control de filtración.

Si la concentración de sal es lo suficientemente elevada, o si es de forma divalente (Ca^{++} o Mg^{++}), un efecto de encogimiento de las arcillas podría causar una disminución de la viscosidad con un aumento continuo de la pérdida de fluido.

Contaminación con sal. tipos de Rocas.

- Halite NaCl
- Sylvite KCl
- Carnalite $K MgCl_3 \bullet 6H_2O$

Na^+

K^+

Ca^{2+}

Mg^{2+}

Cl^-

**Contaminación con sal
Agua utilizada
iones contaminantes.**

Na^+

K^+

Ca^{2+}

Mg^{2+}

Cl^-

**Contaminación con
sal
agua de formación.**

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

PROPIEDAD	CAMBIO
-----------	--------

VISC.PLASTICA	= ↓
PTO.CEDENTE	↑
GELES	↑
PH	↓
FILTRADO API	↑
DUREZA	= ↑
CLOURUROS	↑

INDICATIVO 1	↑ CL
--------------	------

PROPIEDAD	CAMBIO
-----------	--------

Pm	↓
Pf	↓
Mf	↓
DENSIDAD	= ↓ ↑
%SOLIDOS	= ↓ ↑
%AGUA	= ↓ ↑
MBT	= ↓

INDICATIVO 1	Ph ↓
--------------	------

Tratamiento.

- Dar tratamiento correctivo:(dilucion,agregar dispersantes, ajustar ph)
- Convertir a un lodo saturado de sal.
 - Cambiar por lodo base aceite.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Tratamiento.

- **DILUCION**
- **AGREGAR DISPERSANTE.**
- **AJUSTAR PH CON NaOH.**
- **AGREGAR REDUCTOR DE FILTRADO.**

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

La contaminación por calcio/magnesio causa aumentos en la viscosidad y la pérdida de fluido en los sistemas de agua dulce y arcilla. El calcio/magnesio puede provenir del agua añadida, del agua de formación o de formaciones de evaporita.

El magnesio se encuentra, con mayor frecuencia, cuando se emplea agua de mar como agua agregada. Sus efectos sobre el sistema de fluido son similares a los del calcio.



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN



[El calcio soluble que se origina de esta fuente generalmente se somete a tratamiento con sosa(Na_2CO_3)].

Tratamiento con sosa



La mayor parte del magnesio en el sistema se precipitará como $\text{Mg}(\text{OH})_2$ insoluble, cuando el pH es mayor que 10,5

Tratamiento con soda cáustica



Ing. Javier Ríos

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Sal	NaCl / Na ⁺ , Cl ⁻	Formación, es decir: domos salinos, agua salada, agua agregada.	Titulación Cl ⁻	Alto punto cedente. Elevada pérdida de fluido. Elevados geles Revoque grueso Aumento Cl ⁻ .	Dilución con agua dulce.
					Adición de diluyente/químicos para pérdida de fluido razonablemente tolerantes a NaCl.
					Convertir a fluido salino utilizando químicos diseñados para la sal.
					Presolubilizar los químicos cuando sea posible.
					Desechar si la floculación es muy grave como para permitir una recuperación económica.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

$MgCl_2$	$MgCl_2 / Mg^{++}, Cl^-$	Formación, agua de mar	Dureza total, titulación Cl^-	Elevado punto cedente. Elevados geles. Elevada pérdida de fluido. Revoque grueso. Aumento en dureza total Disminución de pH Disminución P_f Aumento Cl^-	Tratar con soda cáustica, NaOH ($pH \geq 10.0$) si la contaminación es moderada, ej. agua de mar $Mg^{++} (mg/L) \times 0.00116 = NaOH (lb_m / bbl)$ Tratar con adelgazador adicional y químicos para pérdida de fluido. Convertir a fluido de $MgCl_2$ si la contaminación es grave. NOTA: Para una contaminación grave, las adiciones de Na(OH) o $Ca(OH)_2$ causarían un aumento inaceptable de la viscosidad..
----------	--------------------------	------------------------	---------------------------------	--	--

Contaminación con Carbonatos & bicarbonatos

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

PROPIEDAD	CAMBIO	PROPIEDAD	CAMBIO
-----------	--------	-----------	--------

VISC.PLASTICA	=
PTO.CEDENTE	↑ ↑
GELES	↑ ↑
PH	↓ ↓ (*)
FILTRADO API	↑ ↑
DUREZA	↓ ↓
CLORUROS	=

(*) SOBRETREATAMIENTO Na_2CO_3

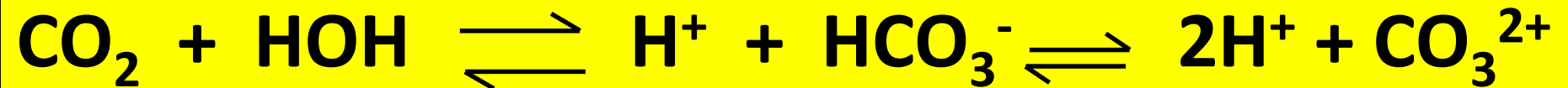
INDICATIVO 1	↑ ↑ MF
--------------	--------

Pm	↓ ↑ (*)
Pf	↓ ↑ (*)
Mf	↑ ↑
DENSIDAD	-
%SOLIDOS	-
%AGUA	-
MBT	-

INDICATIVO 1	↓ Ca/Mg
--------------	---------

CONTAMINACION CO₃ & HCO₃.

Cuando un fluido de base agua se contamina con carbonatos, esto conduce a problemas reológicos y de control de la filtración. Los carbonatos pueden presentarse de dos o tres maneras, dependiendo del pH del fluido: ácido carbónico: H₂CO₃, bicarbonato: HCO₃⁻, y carbonato: CO₃⁼.



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Fuentes.

- Aire proveniente de las **bombas, agitadores, centrifugas, temblorinas.**
- Intrusion de gas CO₂.
- Sobretratamiento de bicarbonato o carbonato de sodio.
- Degradacion de materiales quimicos.
- Barita contaminada.

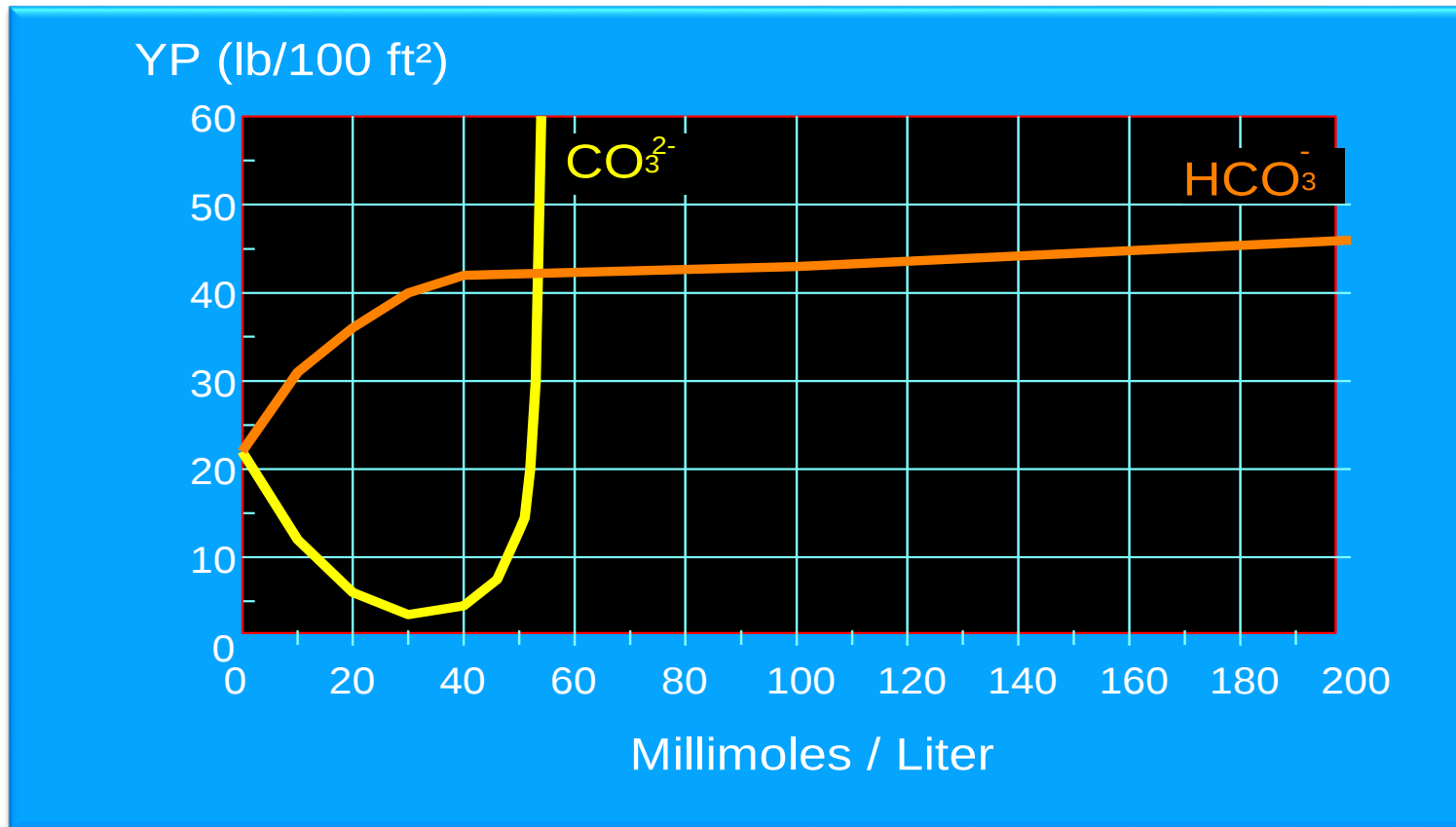
CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Indicativos.

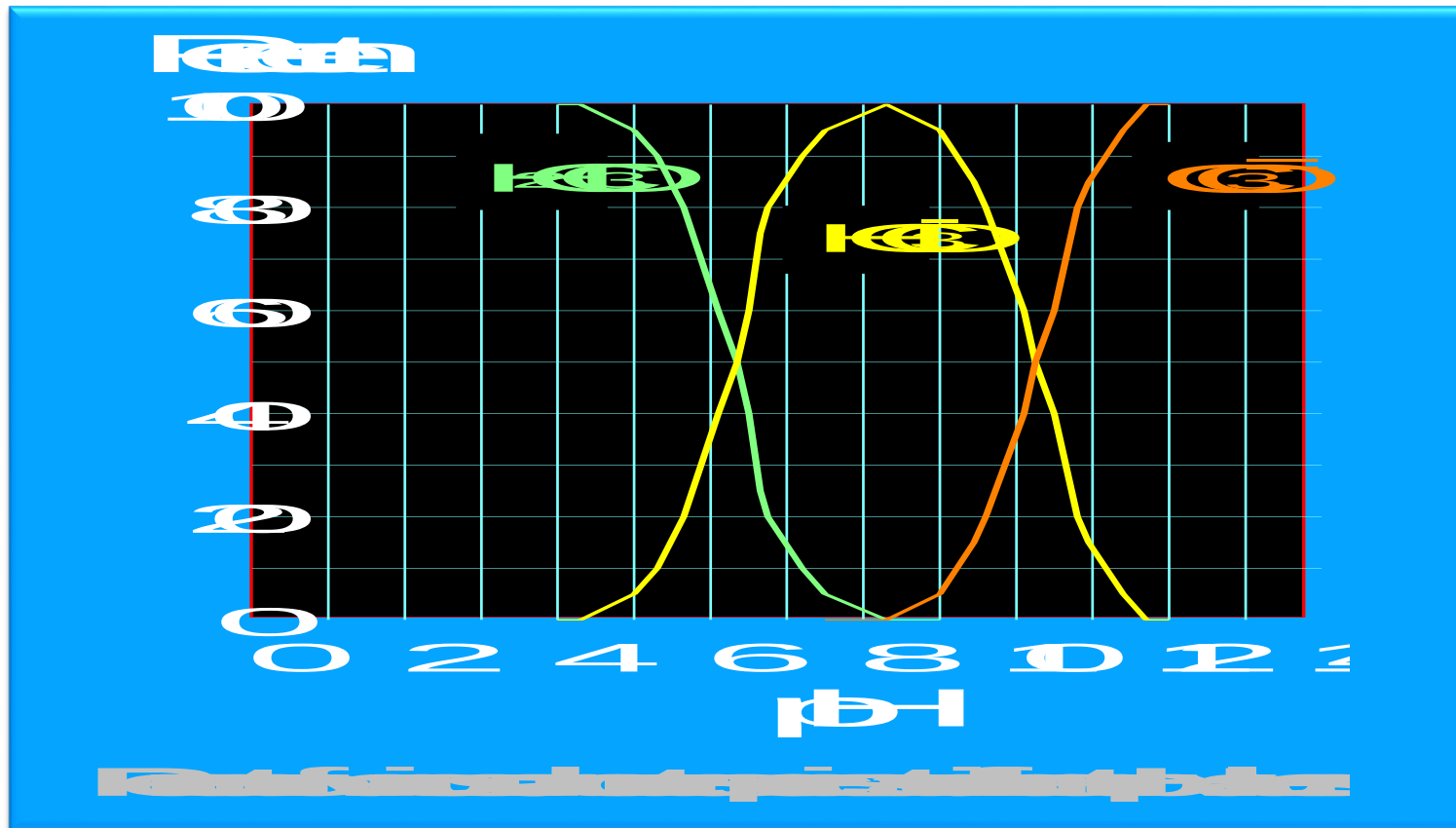
- Incremento de viscosidad de embudo, aumento de geles progresivos, aumento de punto de cedencia.
- Reducción de las propiedades reológicas al agregar NaOH si el pH del lodo es < 10.0 .
- Disminución del ph con aumento o constante pf.
- Aumento en la diferencia del mf / pf.
- Ligero aumento de exceso de cal.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Yield Point vs. CO_3^{2-} and HCO_3^-



Carbonate / Bicarbonate Equilibrium



Métodos para determinar los carbonatos.

- Método Pf / Mf .
 - Método pH / Pf .
- Tren de Gas Garrett.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Efecto de la NaOH usada para aumentar el pH (Alcalinidad debida a presencia de OH⁻):

pH	NaOH, kg/m ³	Pf	OH, ppm
9	0.00039	0.0005	0.17
10	0.0039	0.005	1.7
11	0.039	0.05	17.0
12	0.39	0.5	170.0
13	3.9	5.0	1,700.0
14	39.0	50.0	17,000.0

NOTE: La concentracion de NaOH aumenta con un factor de 10, y el pH aumenta 1 unidad.

Ing. Javier Ríos

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Método Pf / Mf. 2 reglas.

- Si $Mf < 5.0$ cc de $0.02N$ H_2SO_4 , no hay presencia de carbonatos.
- Si $Mf > 5.0$ y aumenta la diferencia Mf/Pf , hay presencia de carbonatos y bicarbonatos. Será necesario utilizar el método pH/Pf para corroborar.

altas concentraciones de mostrara un elevado Mf. Los Lignitos contienen ácidos orgánicos fuertes que regulan el pH entre 4.3 - 8.3.

Método pH / Pf.

Para un análisis cuantitativo de carbonatos, es necesario un medidor de ph.

NOTA:

Pequeñas cantidades de carbonatos, beneficiaran el sistema, ya que proveen un efecto regulador el cual incrementa la estabilidad del lodo .

Método pH / Pf.

- Realizar filtrado y retorta del lodo, medir y reportar : pH, Pf, y la fracción de agua (Wf).
- Calcular la cantidad de CO_3^{2-} and HCO_3^- (mg/l) en el lodo.
- Escoger el método de tratamiento :
 - Incrementar pH (cal)
 - Constante pH (cal y yeso)

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Intrusion de Gas :CO₂.



pH
4.3

Formacion de ac.carbonico.



4.3-8.3

Formation of bicarbonates as pH increases.



8.3-11.7

(ppt)

Formation of carbonates as pH increases

Solidos vs. Carbonatos

En algunas ocasiones un problemas de sólidos es relacionado con problemas de carbonatos. En los dos hay incremento de viscosidad y geles.

El siguiente análisis nos mostrara si el problema se debe a sólidos, carbonatos o bicarbonatos.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

- **Analizar los sólidos del lodo.**

**Observar algún incremento en: VP,
sólidos de baja gravedad específica y
MBT.**

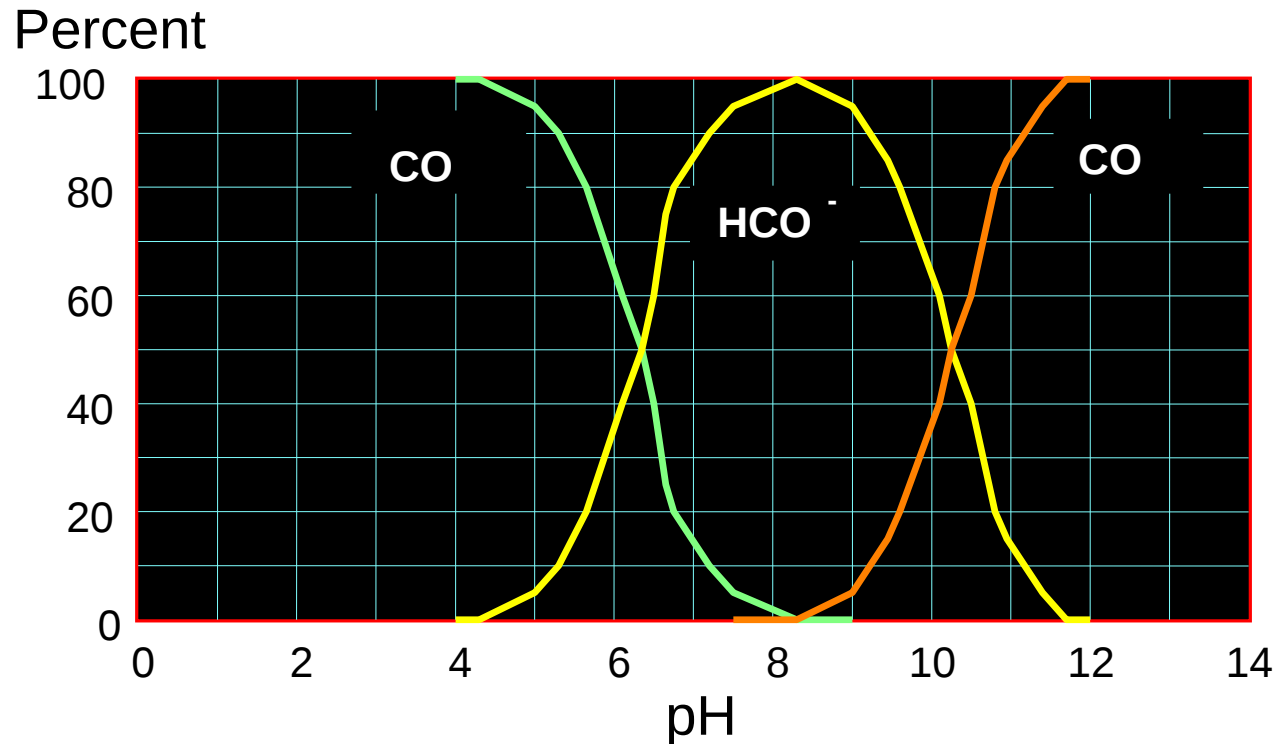
CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

- Checar el ph del lodo:

Si $\text{pH} \downarrow$ y el Pf es $\circ \rightarrow$, indica presencia de carbonatos.

Si el $\text{pH} \downarrow$ y $\text{Pf} \downarrow$,el problema son los solidos.

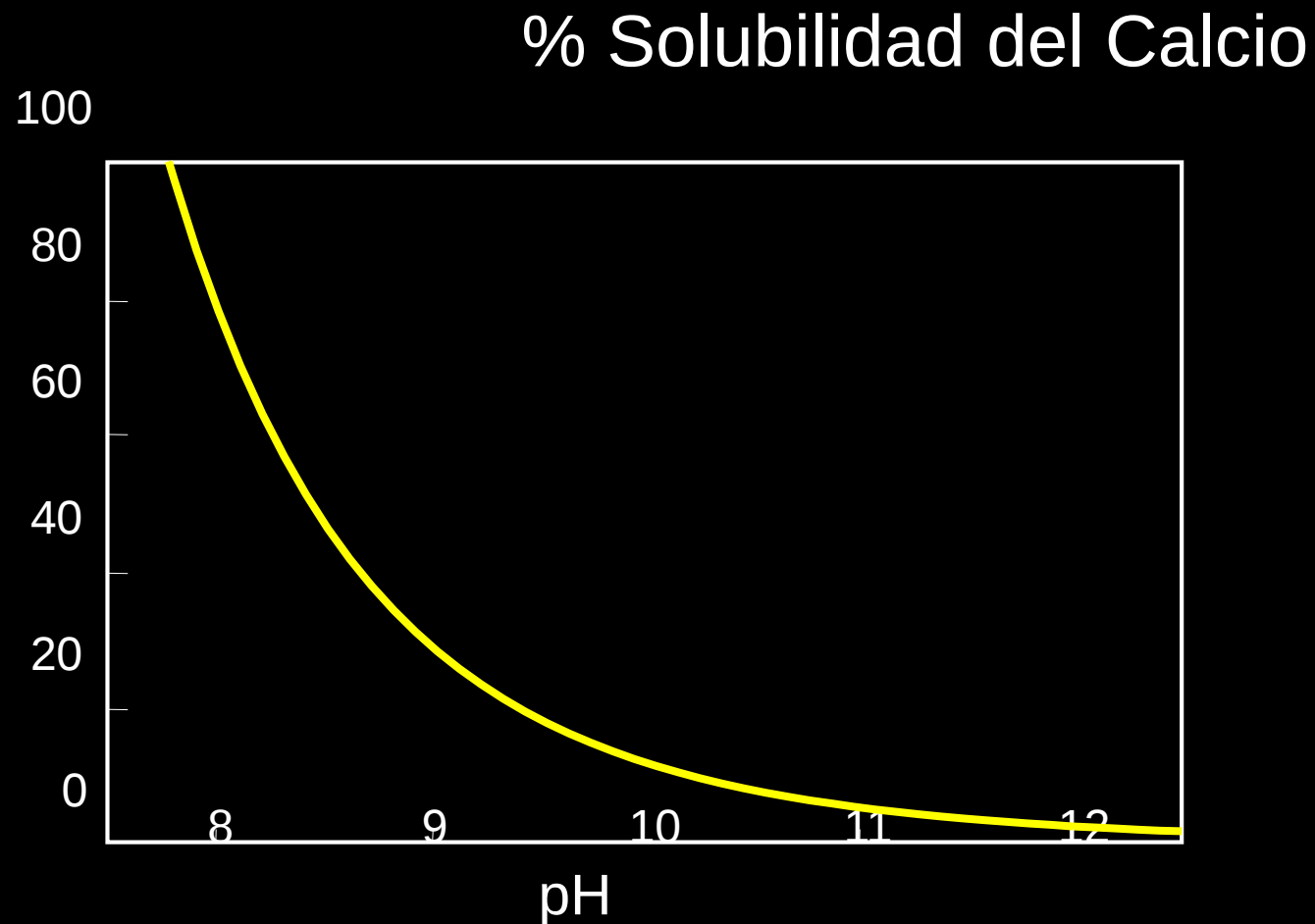
- Ajustar el pH, en el rango donde la mayoría de los CO_3 existan y el calcio sea soluble (pH 10-11)



- Agregue Ca^{+2} .

Percent of various carbonate species at different pH values

Solubilidad del hidróxido de calcio vs. pH



Ing. Javier Ríos

TRATAMIENTO:

pH < 10

AGREGUE CAL

pH 10 - 11

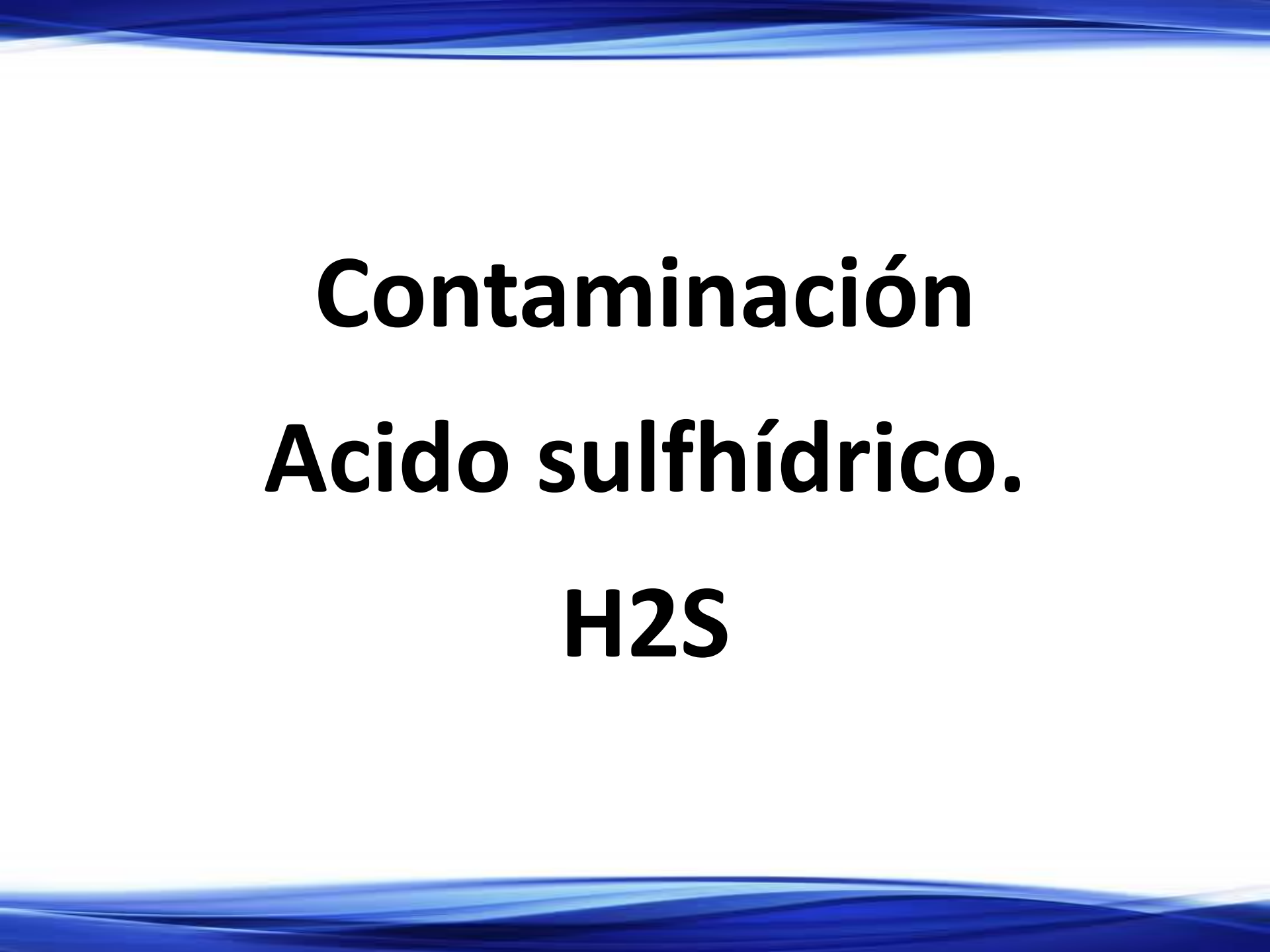
AGREGUE CAL & YESO.

pH > 11

AGREGUE YESO.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Contaminante	Iones	Fuente	Método de medición	Efecto posible sobre el fluido	Curso de acción
Carbonato, Bicarbonato	CO_3^{-2} , HCO_3^{-}	Gas CO_2 de la formación, degradación térmica de orgánicos, barita contaminada, sobretratamiento con sosa o bicarbonato.	Tren de gas Garrett, método pH/ P_f , $P1/P2$, titulación P_f/M_f	Alto punto cedente. Elevados geles de 10-min. Elevada pérdida de fluido HT/ HP Disminución de Ca^{++} . Aumento de M_f . Disminución de pH	Tratamiento con cal $\text{HCO}_3^{-} (\text{mg/L}) \times 0.00021 = \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{lb}_m/\text{bbl})$ y $\text{CO}_3^{-2} (\text{mg/L}) \times 0.00043 = \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{lb}_m/\text{bbl})$
					Tratamiento con yeso $\text{CO}_3^{-2} (\text{mg/L}) \times 0.001 = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} (\text{lb}_m/\text{bbl})$ y soda cáustica $\text{HCO}_3^{-} \times 0.0025 = \text{NaOH} (\text{lb}_m/\text{bbl})$



Contaminación

Acido sulfhídrico.

H₂S

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

ADVERTENCIA!!!

El sulfuro de hidrógeno (H_2S) es muy venenoso y corrosivo.

Pequeñas concentraciones en el aire pueden ser fatales en minutos.

Cuando se espera la presencia de H_2S , estudie las medidas de protección con antelación.

Si bien el H_2S puede tener efectos adversos en la viscosidad, la pérdida de fluido y la química del mismo, la seguridad es siempre lo más importante.



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

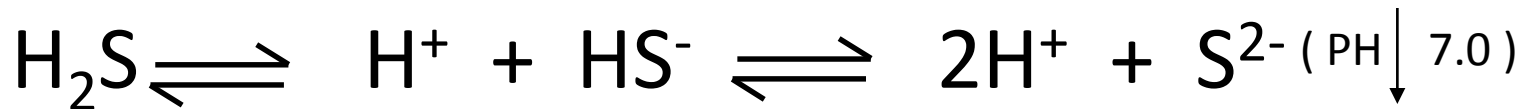
FUENTES. (H₂S) .

- Formacion.
- Bacterias anaeróbicas.
- Agua utilizada.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

- Incremento de la viscosidad, geles y punto de cedencia.
- Disminución del pH, y alcalinidad.
- Fluido oscuro.
- Agrietamiento de tubería.
- Aumento del Filtrado

**Indicativos del
problema.**



CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

PROPIEDAD	CAMBIO		PROPIEDAD	CAMBIO
-----------	--------	--	-----------	--------

VISC.PLASTICA	-
PTO.CEDENTE	↑
GELES	↑
PH	↓↓
FILTRADO API	↑
DUREZA	↑
CLORUROS	--

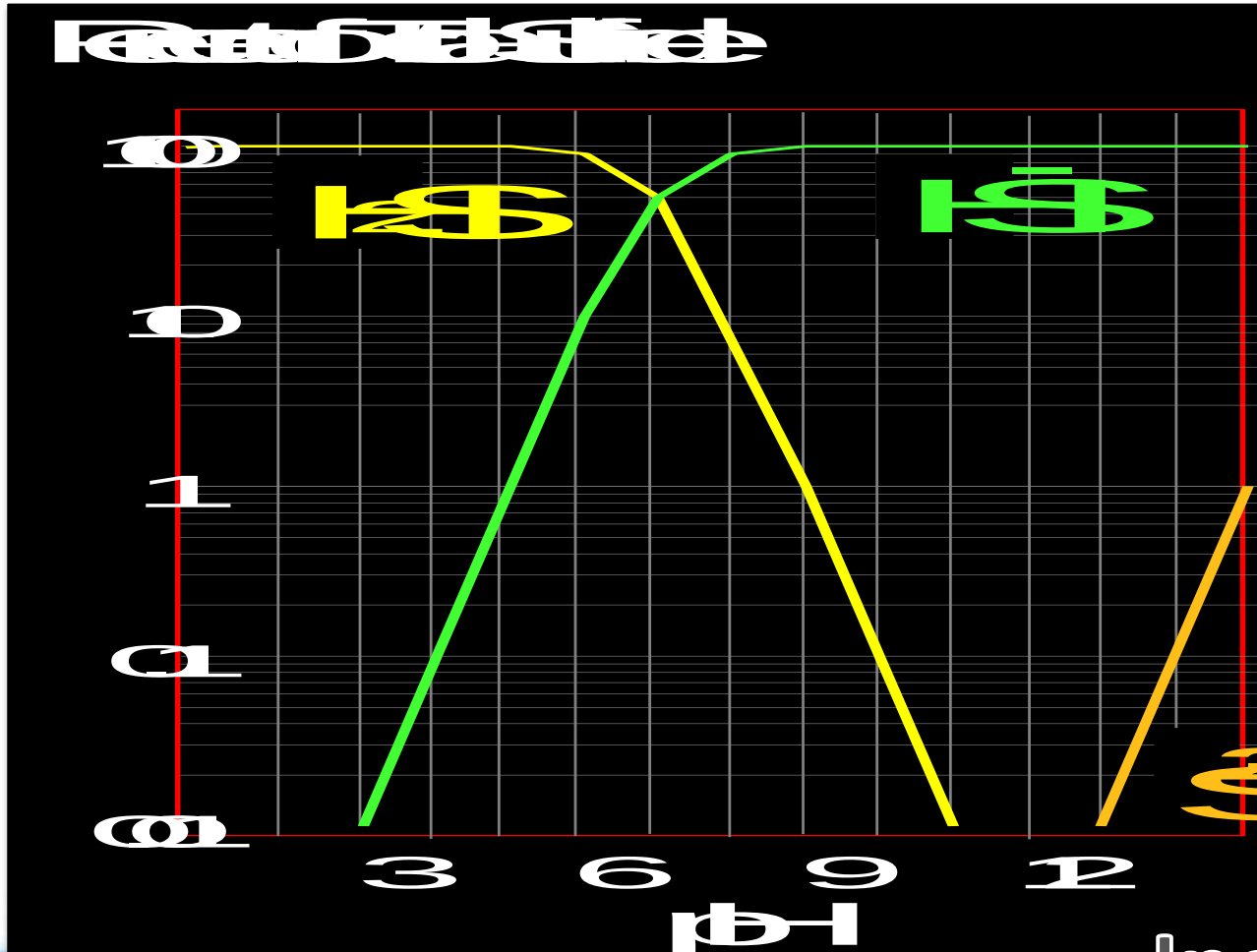
INDICATIVO 1	↓↓ pH
--------------	-------

Pm	↓
Pf	↓
Mf	↓
DENSIDAD	---
%SOLIDOS	---
%AGUA	---
MBT	---

INDICATIVO 1	↑ Ca/Olor
--------------	-----------

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Distribución de H_2S , HS^- , y S^{2-} en función de pH.



Ing. Javier Ríos

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Tratamiento.

- Agregar NaOH – incrementar el pH.
- Agregar cal – regular pH
- Agregar secuestrante SULF-X



MATERIALES:

***NaOH -- ELEVAR EL PH DEL LODO (11-11.5.)**

***ZnO --- SECUESTRANTE PRECIPITA ION S-
COMO ZnS ↓ .**

***Fe O ---- SECUESTRANTE FeO ↓**

NaOH.



$\text{H}_2\text{S PM} = 34.07 \text{ gr/mol.}$

$\text{NaOH PM} = 39.97 \text{ gr/mol.}$

$39.97 / 34.07 = 1.17 \text{ gr/lit NaOH Requeridos para}$
 $\text{neutralizar cada gr.de H}_2\text{S.}$

SULF-X (ZnO)



S PM= 32.06 gr/mol.

Zn O PM= 81.37 gr/mol.

$81.37/32.06 = 2.53$ gr/lit ZnO por cada gr de S-.

Fe O.



S PM= 32.06 gr/mol.

Fe O PM= 71.83 gr/mol.

$71.83 / 32.06 = 2.24$ gr. Fe O por cada gr.de S.

CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Sulfuro de hidrógeno	$H_2S / H^+, S^{=}$	H_2S del gas de formación, degradación térmica de orgánicos, bacterias.	Tren de gas Garrett (cuantitativo). equipo automático de monitoreo de H_2S (cuantitativo). Prueba de acetato de plomo	Alto punto cedente. Elevada pérdida de fluido. Revoque grueso. Disminución de pH. Disminución de P_m . Aumento de Ca^{++}	El curso de acción debe tomar en cuenta los requerimientos de seguridad.
					Pretratamiento/tratamiento con MIL-GARD o MIL-GARD R.
					Aumento de $pH \geq 11.0$ con $Ca(OH)_2$, o NaOH.
					Acondicionar los fluidos para bajar los geles para una retención mínima de H_2S
					Operar el desgasificador, posiblemente con mercurio.
					Desplazar con fluido de base aceite. Agregar exceso de $Ca(OH)_2$ para precipitar $S^{=}$ y neutralizar el ácido.