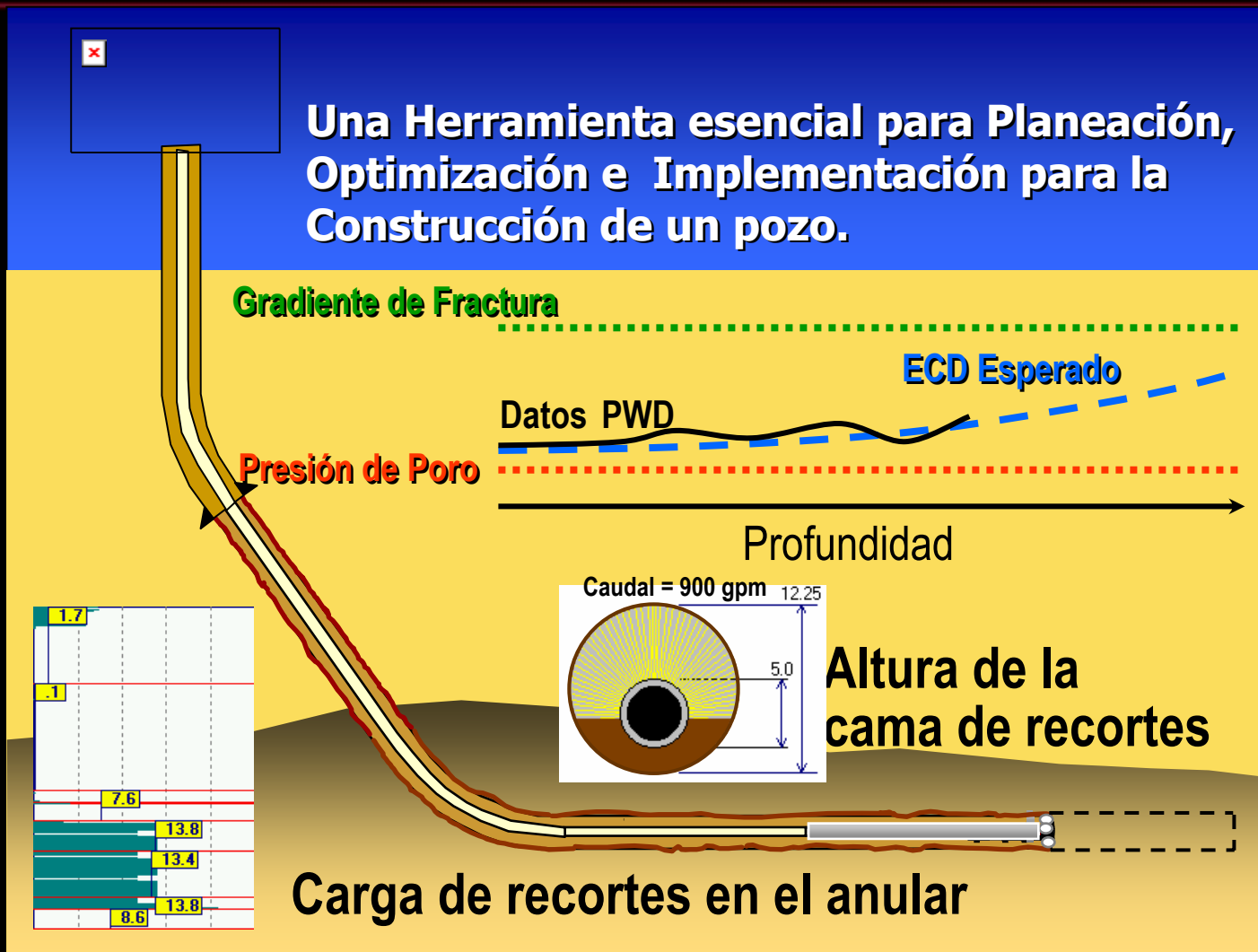




Hidráulica Avanzada Para Construir Pozos Eficientes y Seguros



DFG con la Hidráulica "DrillAheadSM"



Filosofía de Diseño

- Diseñar densidades de superficie para tener las densidad necesarias en el fondo del pozo
- Diseñar reologías de fondo de pozo, para optimizar el comportamiento del fluido en el pozo.
- Integrar y relacionar el ECD, R.O.P. con una optima limpieza de pozo:
 - Valores óptimos de ECD, no necesariamente refleja Buenas propiedades de limpieza de pozo.
 - No siempre es posible perforar tan rápido como se pueda.
- Simular las condiciones reales de la perforación.



Hidráulica “DrillAheadSM”

Hidráulica Integrada

- Variables claves para la simulación de la perforación.
 - Geometría del Pozo – Tamaño y Angulo del hueco
 - Caudal de Bombeo
 - Densidad del lodo – Condiciones estáticas y dinámica
 - Reología a condiciones de pozo- FANN 75 y FANN 35 (TR)
 - ROP Rotando y Deslizando
 - Tamaño y densidad de los recortes
 - Rotación de la tubería
 - Tiempo de circulación
 - Tiempos de conexión
 - Deslizar, Rotar o mezcla de las dos
 - Altura de la cama de recortes
- Integrar estos parámetros para optimizar la perforación basados en la carga de recortes en el anular y la eficiencia de transporte del fluido.



Etapas claves para la aplicación de la Hidráulica “DrillAheadSM”

- Diseño y Planificación
 - EMW, FANN 75, ECD, ROP, etc.
- Implementación
 - Monitorear con el PWD, Instruir al personal de perforación.
- Revisión del Pozo
 - Identificar mejoras y Lecciones aprendidas



Características del nuevo DFG 3

- Datos y Aplicaciones para el Ingeniero de Lodos
- Densidad al fondo del pozo – Dinámica y Estática
- Verdadera reología de fondo de pozo usando FANN 70/75
- Cálculos de hidráulica usando el modelo de Herschel-Bulkley
- Optimización de Trépanos, Fuerza de Impacto y HHP
- *Hidráulica “Drill-Ahead”*
Predicción de los valores de ECD



Simulador Avanzado de Perforación

- Flexible para evaluar el impacto de parámetros como:

- Rotación de la tubería
 - Rotando, Deslizando o Circulando
 - Back Reaming
 - Reología del Fluido
 - Caudal de Bombeo
 - Comportamiento de píldoras
 - Ratas de Penetración
 - Propiedades de los recortes
- Selección de Trépanos

. . . en la carga de sólidos en el anular



Baroid

Carga de Recortes en el Anular

- Debe conocer las limitaciones del ECD

Modelo del pozo

Monitorear PWD

- PROS y CONTRAS

- » Información Limitada

- » Previene Pegas de Tubería y Empaquetamientos

- » Monitorear Presiones de Pistoneo

- » Recomendaciones

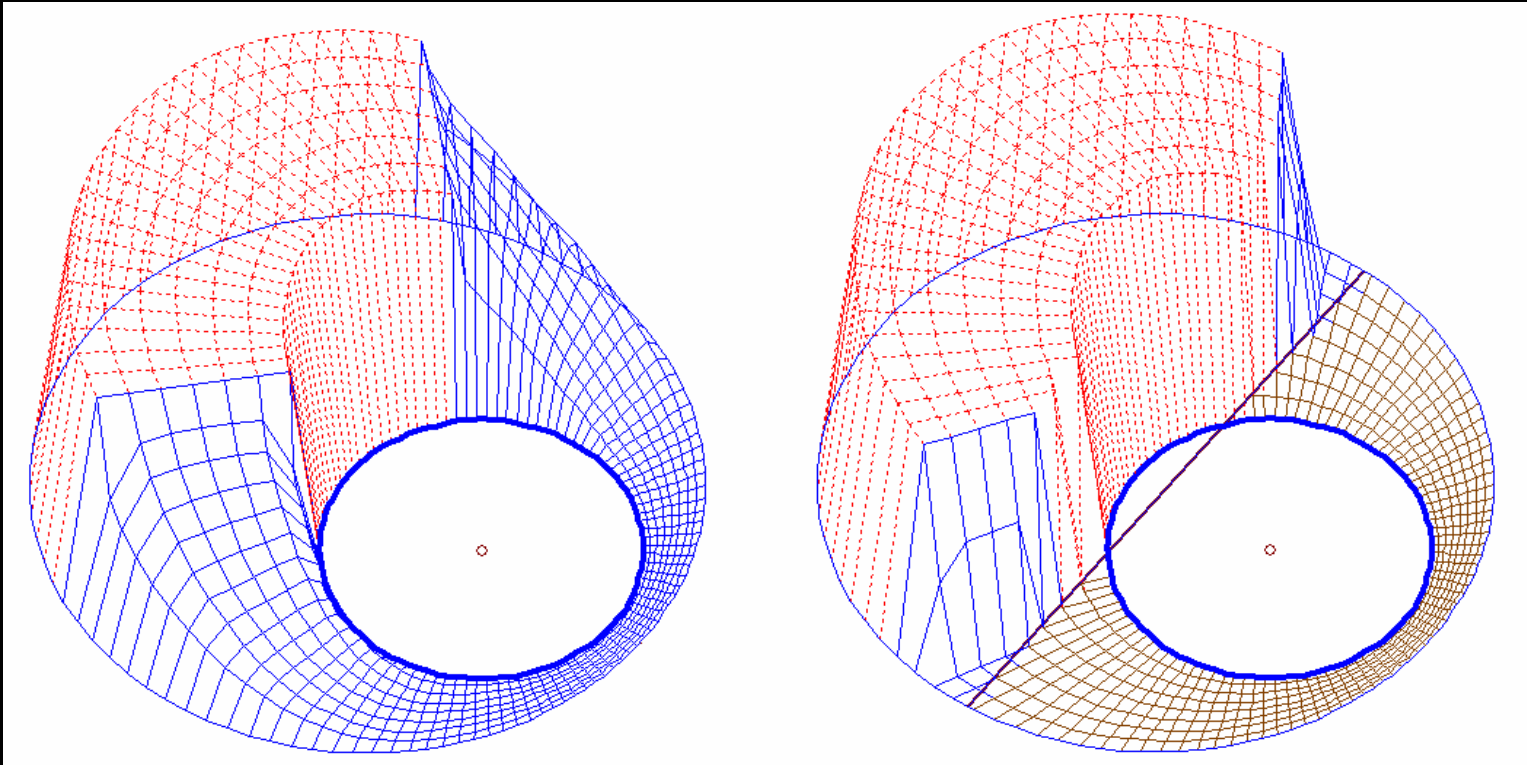
- Localizado < 10%

- Promedio < 3%

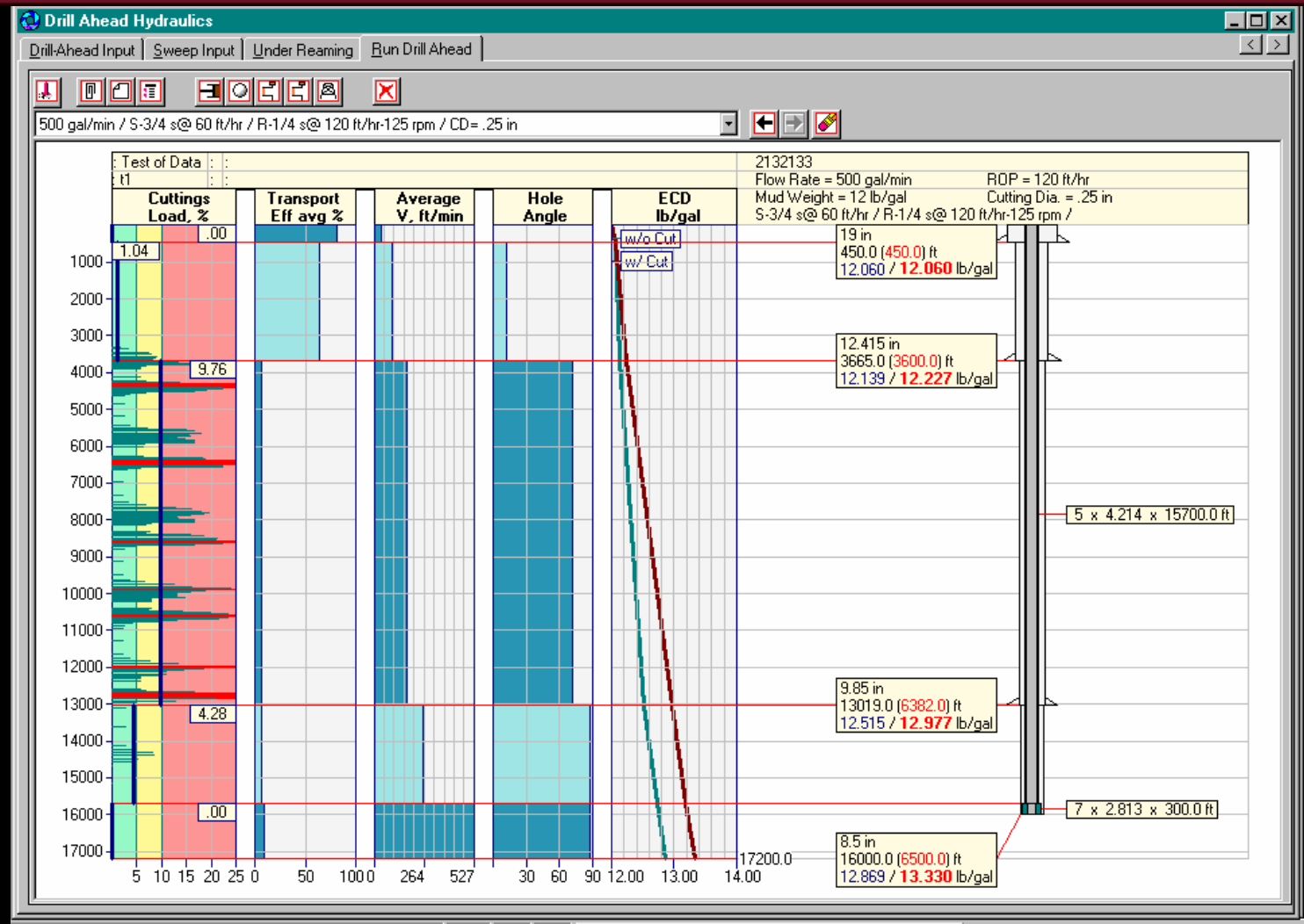


Baroid

Visualización del Flujo en 3D

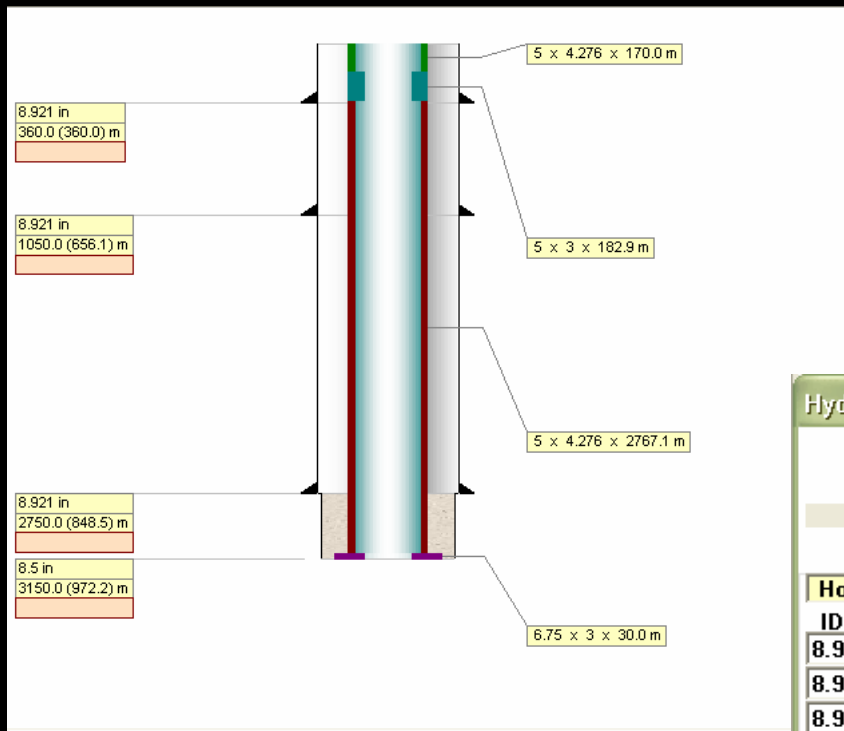


Hidráulica "DrillAheadSM"



Baroid

Esquema Hidráulico



Hydraulics Geometry

Total Drill String Length 3150.
Difference .

Hole	MD, m	Riser	TVL, m
8.921	360	☒ Casing	360
8.921	1050	☒ Casing	656.07
8.921	2750	☒ Casing	848.52
8.5	3150	☐ Casing	972.24

Drill String TJ 1 | TJ 2 | TJ 3 | TJ 4

Tool joint DS section 1
 Pipe OD=5 in
 Pipe ID=4.276 in
 Length=170 m

☒ Include in calculations

5.75 Tool joint diameter, in

4.276 Tool joint ID, in

10 Joint length, m

9 Tool joint length, in

Perfil de Temperatura

DFG - Input and Control

1 Input Data

Well Information OK

Fluid Properties OK

Drilling Parameters OK

Hydraulics Geometry OK

2 Optional down-hole density

Static OK

Dynamic OK

Static W/ Temp Breakpts OK

Dynamic W/ Temp Breakpts OK

Pumped Volume to Pressurize OK

3 Optional down-hole rheology

Using Fann 70/75 OK

Using XP-07/PETROFREE OK

4 Hydraulics 0.1 (Surface Properties)

Drill Ahead Hydraulics OK

Annular OK

Annular/Pipe OK

Trip OK

Surge/Swab OK

Bit OK

4 Other Calculations

Average Annular Velocity OK

Volumes OK

Pressure to break Gels OK

Deviation Schematic | Notebook | Hydraulics Database | Database Graph |

Well Information | Fluids Properties | Drilling Parameters | Hydraulics Schematic |

Drilling

Pump Rate 500 gal/min Cut Dia. .25 in

Suction Temp 80 F ROP 40 ft/hr

Flow Line Temp 145 F RPM

Running Speed 80 ft/min Water Depth 450 ft

Calc Frac Grad 13.5 lb/gal M Depth 3150 ft

Leak off 13.8 lb/gal TVD 972.24 ft

Thermal Gradient

TVD, ft	F
0	67
1000	43
1200	55
4000	175
5000	220
5800	240
BHT 245	F

Perfiles de Presión y Temperatura

Fluid Density

Show the DYNAMIC temperature prediction

Fluids

- ☐ Diesel
- ☐ PETROFREE
- ☒ PETROFREE LE (SF)
- ☐ PETROFREE LV
- ☐ XP-07
- ☐ LVT 200
- ☐ ESCAID-110
- ☐ Water

Input Conditions

10000 TVD, ft =

Surface P, psi

60 Flowline, F

100 BHT, F

10.5 lb/gal @ 65 F

70 Oil of OWR

20 % CaCl2

3.9 ASG of solids

Multiple Data Sets

Description...

Save as Data Set #

1 2 3 4 5 6

☐ Show Excel Results

☐ Increment Data Sets

☒ Use breakpoints

☒ Static break points

☐ Dynamic break points

Breakpoints

TVD, ft F

0 65

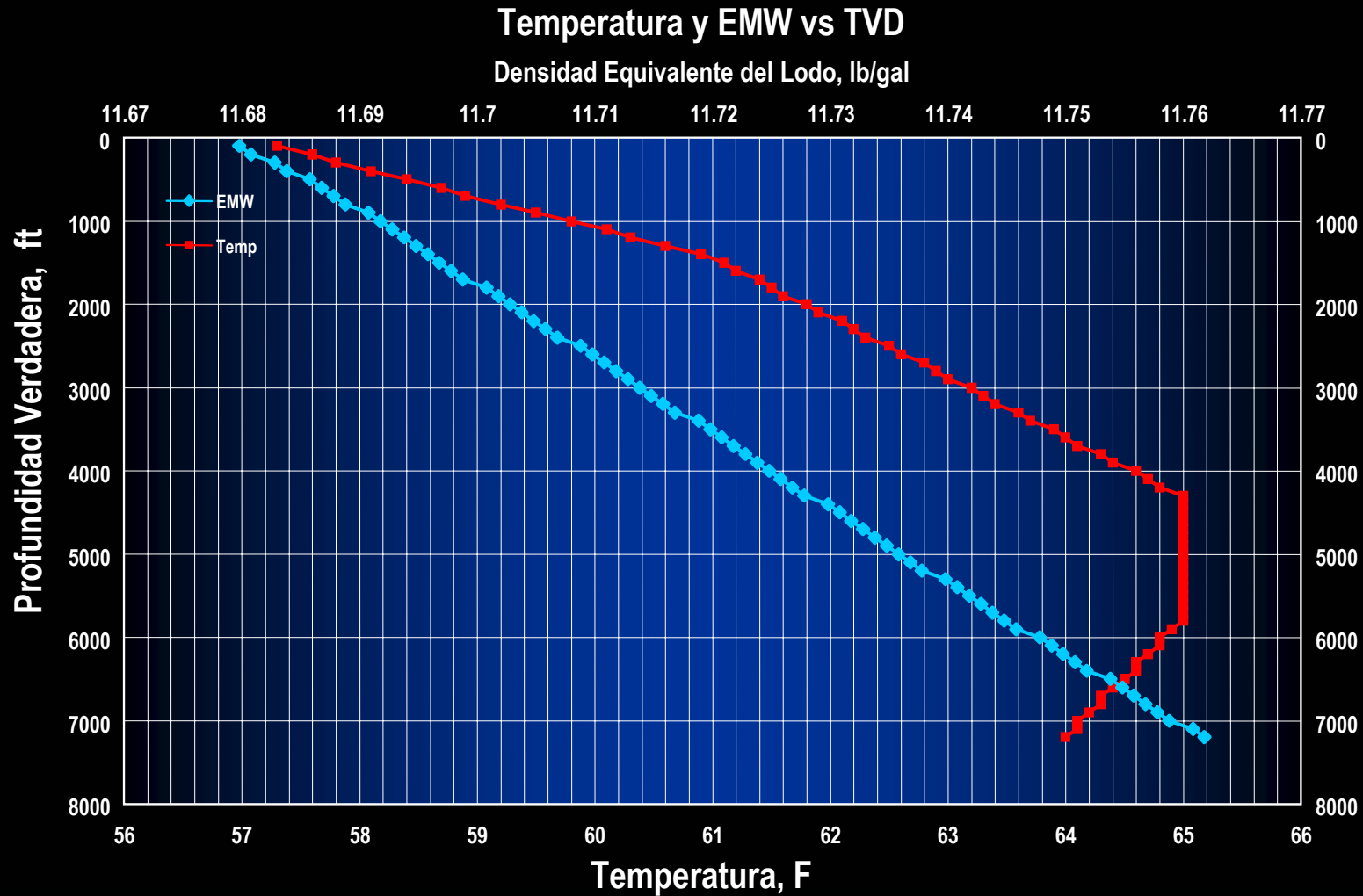
7500 40

10000 100

TVD ft	Temp F	Pressure psi	Local MW lb/gal	EMW lb/gal
9000.0	76.0	4991.79	10.717	10.666
9100.0	78.4	5047.45	10.712	10.667
9200.0	80.8	5103.08	10.707	10.667
9300.0	83.2	5158.68	10.702	10.667
9400.0	85.6	5214.26	10.697	10.667
9500.0	88.0	5269.81	10.692	10.668
9600.0	90.4	5325.34	10.687	10.668
9700.0	92.8	5380.84	10.682	10.668
9800.0	95.2	5436.32	10.677	10.668
9900.0	97.6	5491.77	10.673	10.668
10000.0	100.0	5547.20	10.668	10.668



Perfil de Temperatura y Densidad



Reología de Fondo de Pozo

Calculada con base en las lecturas de Fann 35 & Fann 75

Predicted Rheology Using Fann70/75

Temperature: 110
Pressure: 12000

Old 35: Fann70/75 #1 @ 0 psi
Fann70/75 #2 @ 12000 psi
Fann70/75 #3 @ 15000 psi
Current 35: Predicted

Temp: 120 120 40 120 40 120 200 120

rpm	X	X	Dial Readings	X	X	X	X		
600	76	76	165	80	174	81	62	81	98
300	47	47	105	49	113	50	43	50	61
200	37	37	81	38	84	38	34	39	46
100	24	24	49	24	50	24	22	25	28
6	7	7	14	7	8	7	5	8	8
3	6	6	12	6	7	6	4	6	6

to Current-> Predict constant T



Baroid

Densidad y Reología de Fondo

Aplicadas a las Secciones de Geometría de Pozo

Pipe Section Properties

Mud Density		Herschel - Bulkley			Bingham		Power Law	
		n	K	Tau0	PV	YP	n	k
1	11.603	.752	0.386	4.27				
2	11.685	.865	0.123	7.24				

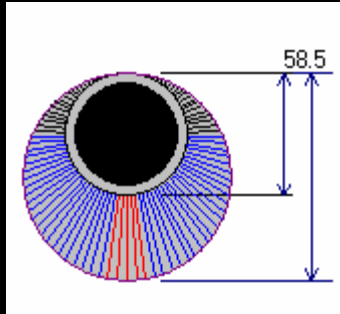
Annular Section Properties

Mud Density		Herschel - Bulkley			Bingham		Power Law		eccentricity/ hole angle	
		n	K	Tau 0	PV	YP	n	K		
1	11.531	.736	0.52	2.74						0
2	11.620	.796	0.26	5.75						0
3	11.675	.844	0.14	7.07						0
4	11.681	.849	0.13	7.18						0

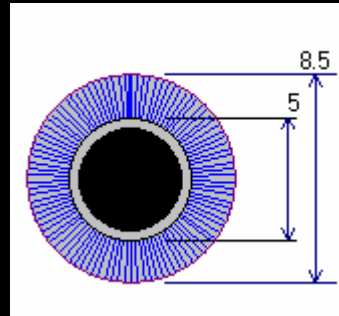
Sect	OD in	ID in	Len ft	TVD ft
1	5.000	19.750	2785.0	2785.0
2	5.000	12.535	9215.0	12000.0
3	5.000	12.250	200.0	12200.0



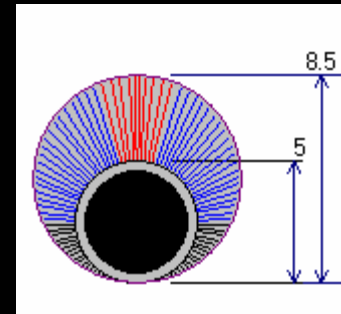
Excentricidad



Excentricidad -1

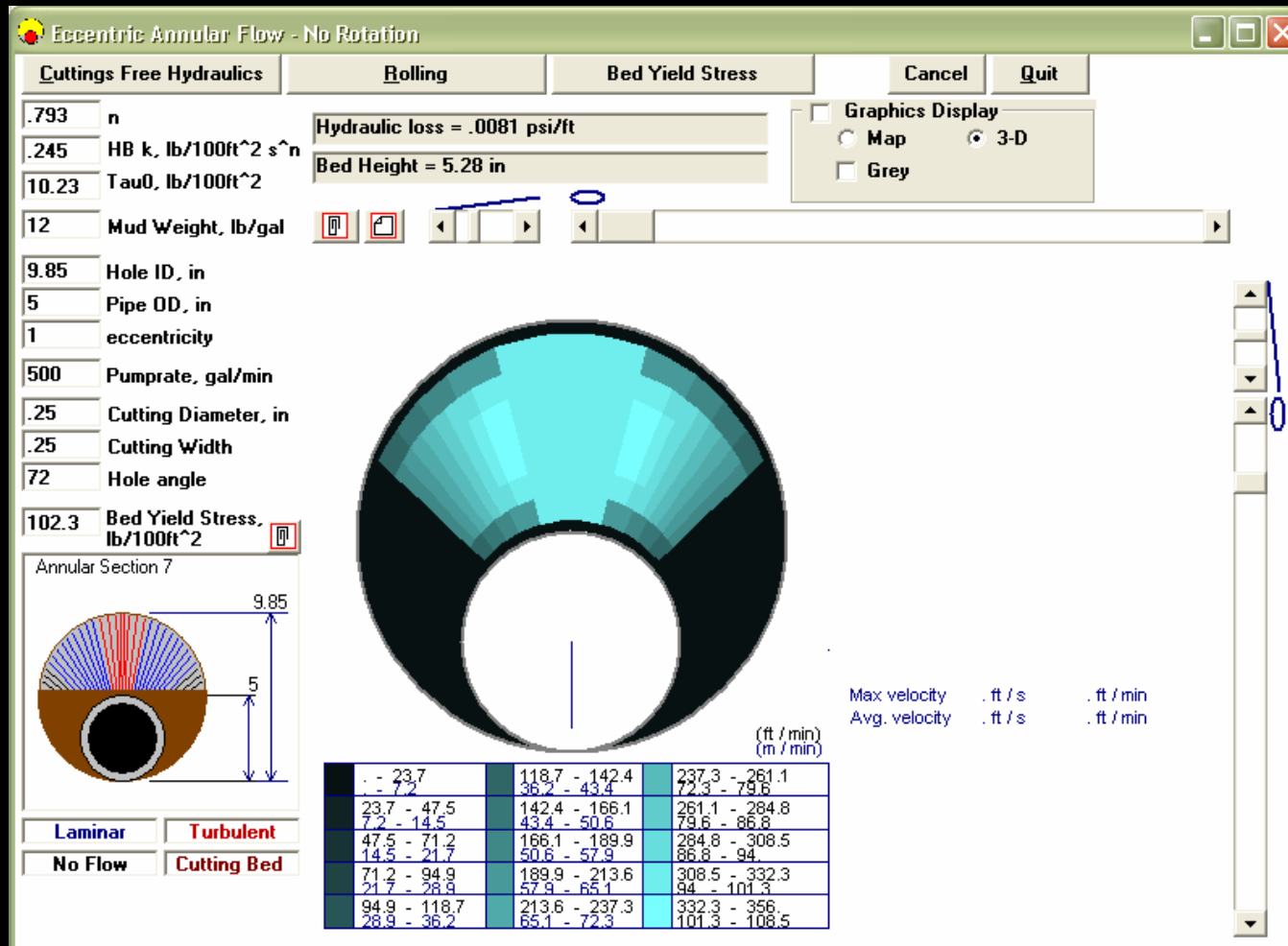


Excentricidad 0

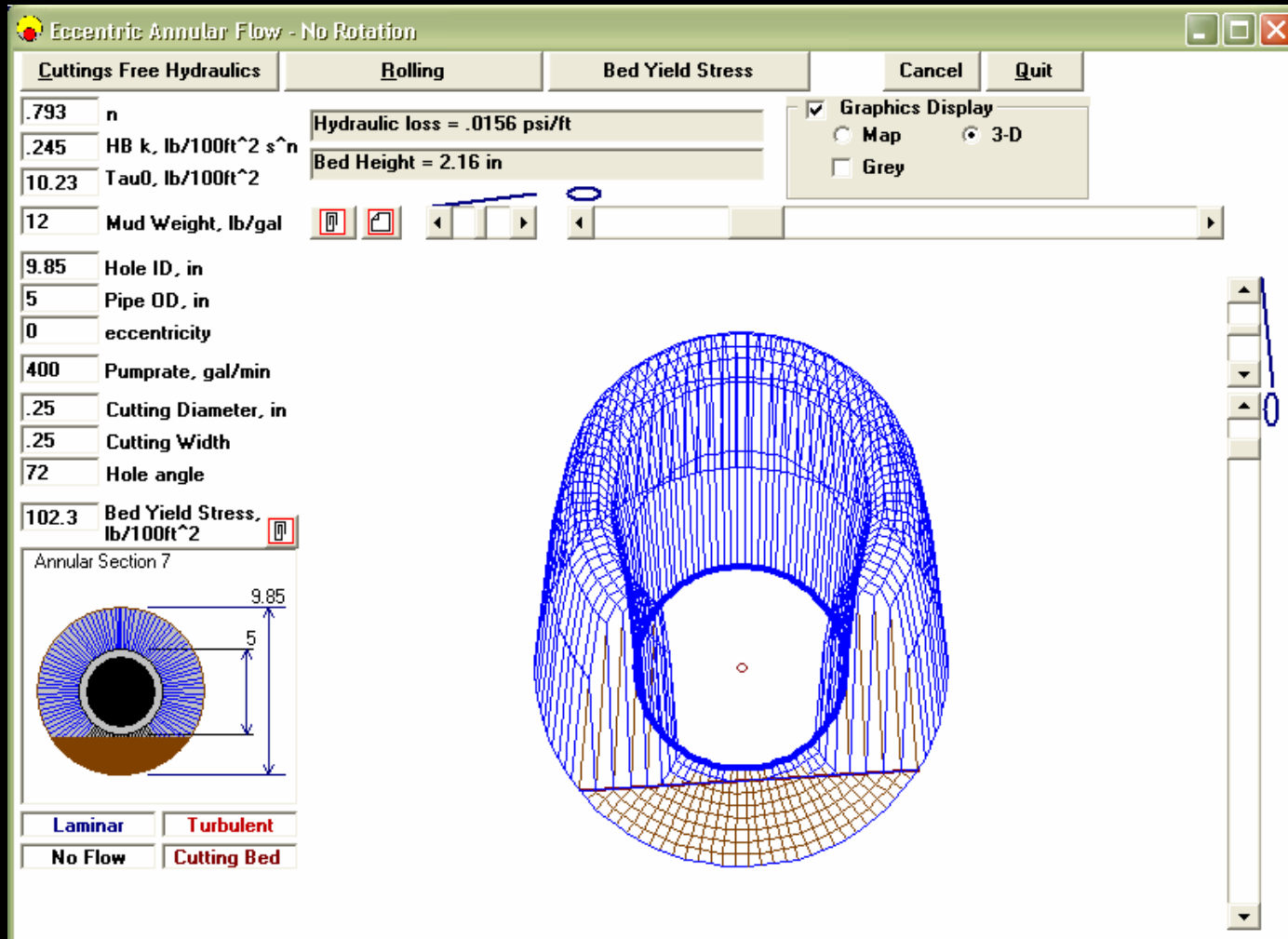


Excentricidad 1

Excentricidad y Perfiles de Flujo



Excentricidad y Perfiles de Flujo



Entrada flexible de Datos

Un Solo Punto o Análisis Complejo de la Perforación

Hydraulics

Properties

Rheology and Density

- ☒ Surface
- ☐ Down hole

Eccentricity

- ☒ e=0
- ☐ e=User

☐ With Cuttings

- ☒ Rolling
- ☐ Bed Yield

When Calculating ALL

- ☐ Do Bit Hydraulics
- ☐ Do Volumes
- ☐ Do Avg Velocity
- ☐ Do Surface Equipment
- ☐ Drill ahead hydraulics
- ☐ Do EXCEL report

Herschel-Bulkley **Bingham** **Power**

n

K lb/100ft² sⁿ

Tau0 lb/100ft²

Surge/Swab **Tripping**

- ☐ With Detail
- ☐ Step Running Speed
- ☐ Min/stand

Running Speed, ft/min

Step

End

Mud Density

lb/gal

Flow Rate **Riser**

- ☐ Step Flow Rate

gal/min

Step

End

Cuttings

- ☐ Do Slip Velocity

Avg D, in

SG

- ☐ With cuttings load

%

Additional Losses

MWD, Mudmotor, etc.

psi

Cuttings Loading

Cuttings Xport Data | Section Cuttings Loading

Stand Length, ft

ROP, ft/hr

min., Delta Time

Drilling

- ☐ Slide
- ☒ Rotary @ RPM Stand

Hole Cleaning

- ☐ Circulate RPM for min

Connection Time

- ☐ Include in Calculations min

% Volume Fraction % Effective Volume Fraction

ft drilled % load to Hydraulics

ft

lb/gal



Simulador de Perforación (Input)

Drill Ahead Hydraulics

☒ Drill-Ahead Input ☒ Sweep Input ☐ Run Drill Ahead

Stand Length, ft ☒ Simulation depth Warning

min., Delta Time

Slide Drilling

☐ Stand ROP, ft/hr

Rotary Drilling

☒ RPM Stand ROP, ft/hr

Hole Cleaning

☐ RPM for min

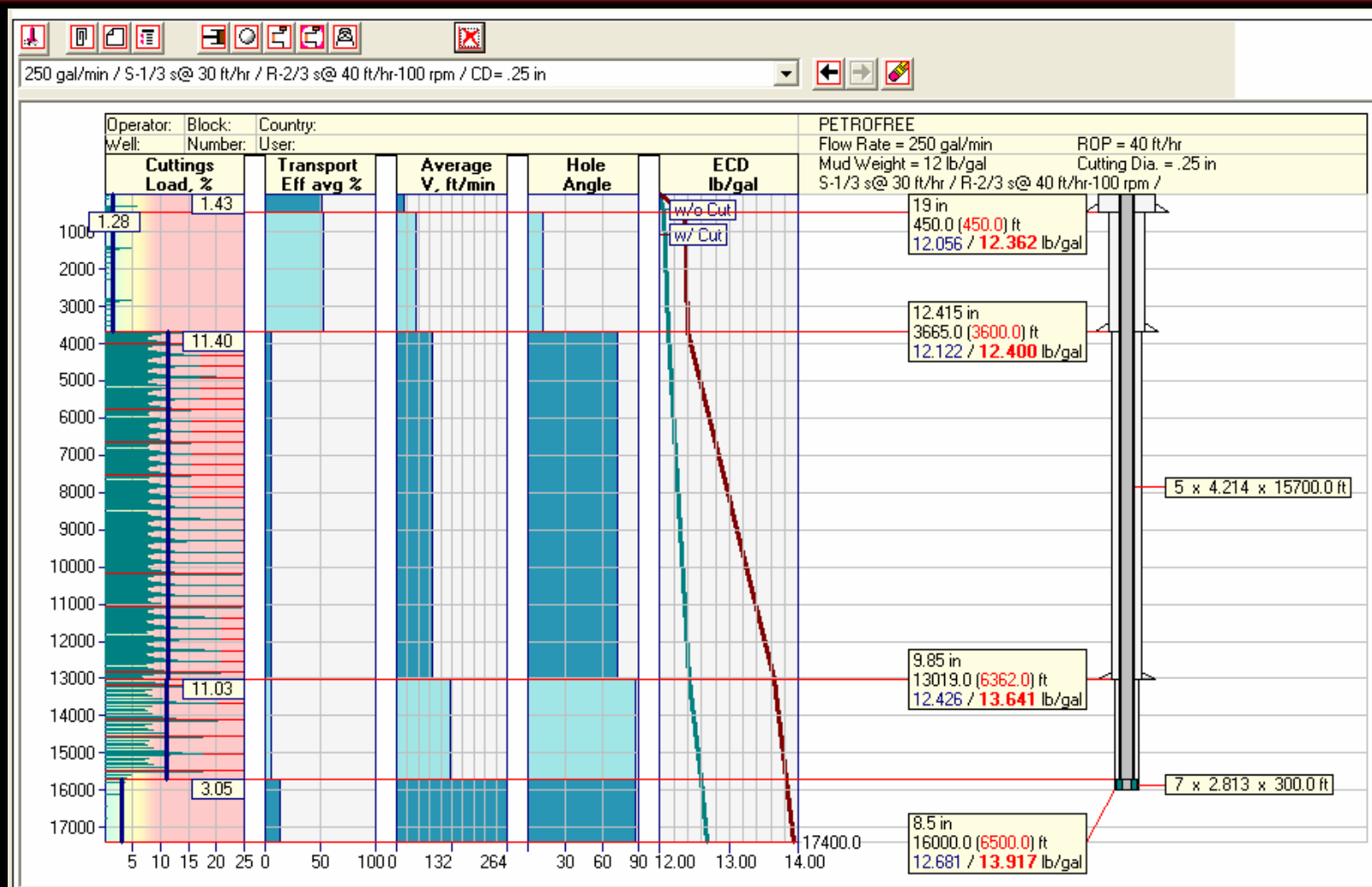
Connection Time

☐ min

% Volume Fraction % Effective Volume Fraction

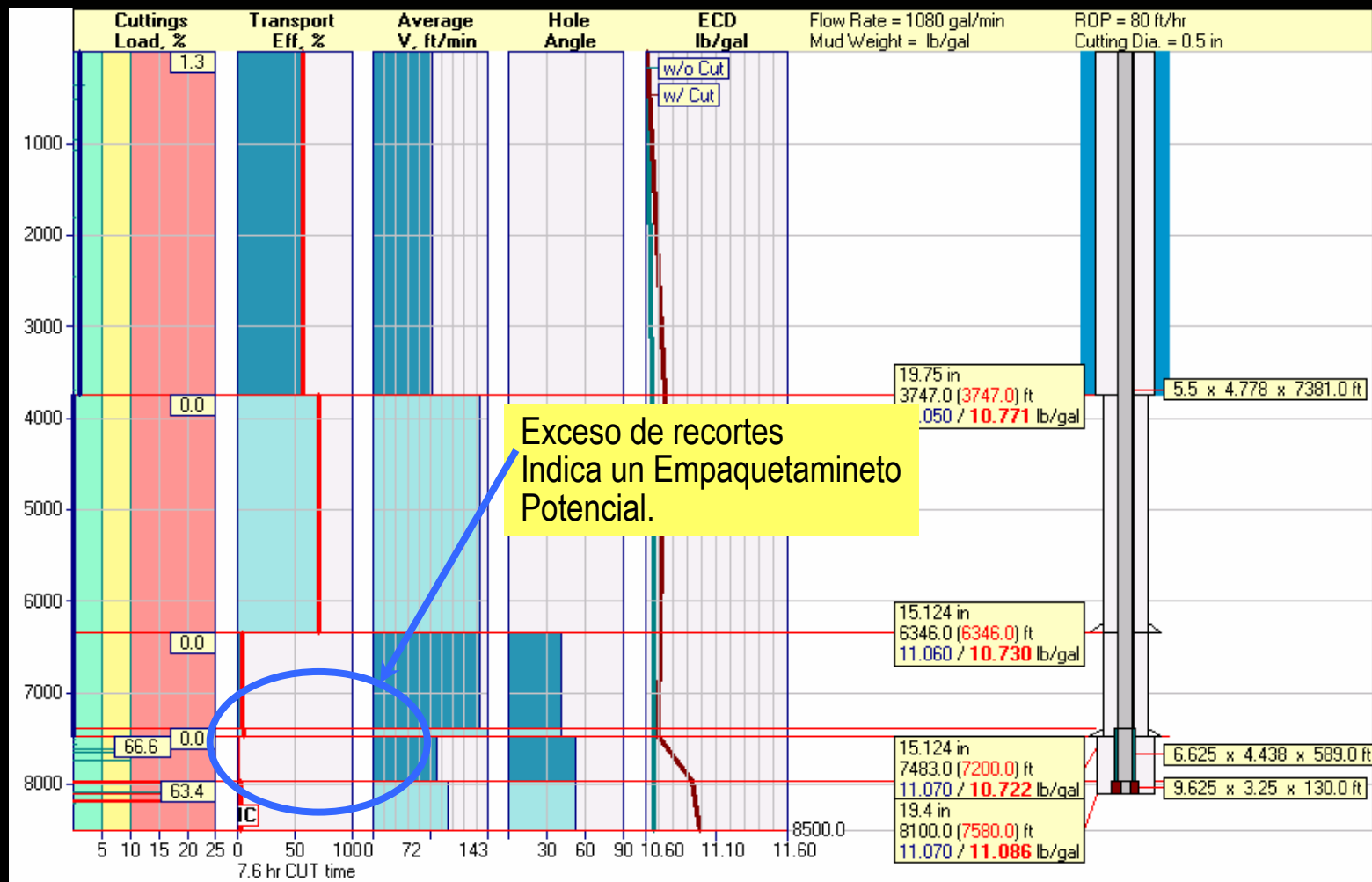
% load to Hydraulics

Simulador de Perforación (Output)



Hidráulica "DrillAheadSM"

Reporte

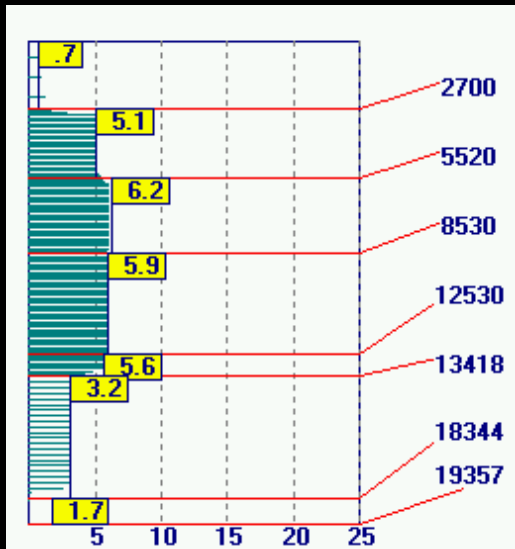


Baroid

Efecto De Los Parámetros De Perforación

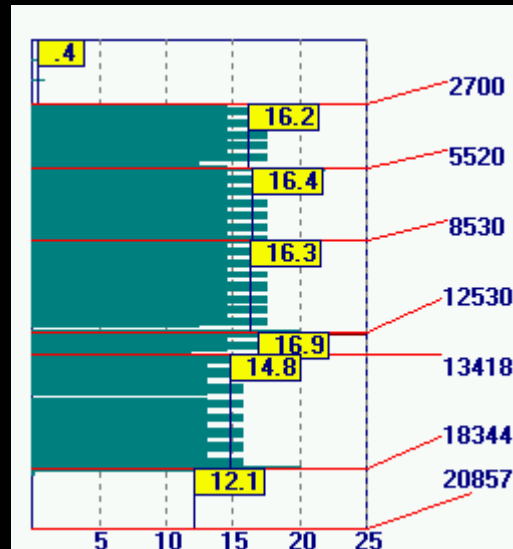
ECD = 12.6 ppg (modelo @ 60 ft/hr)

Recortes Grandes



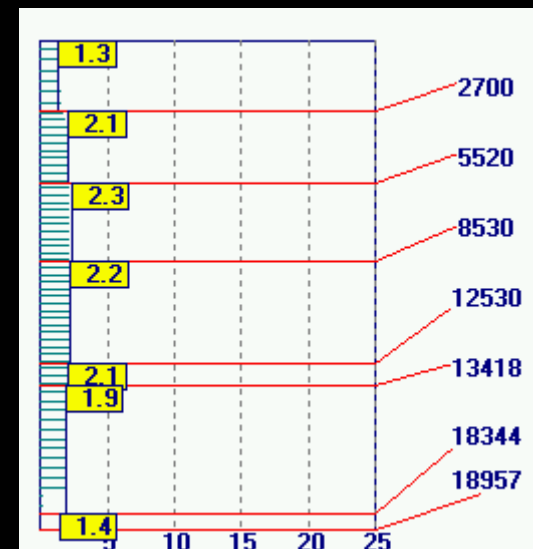
1000 gpm
140 rpm
Recortes 1/2"
ECD = 13.56

Deslizando



1000 gpm
0 rpm
Recortes 1/4"
ECD = 16.79

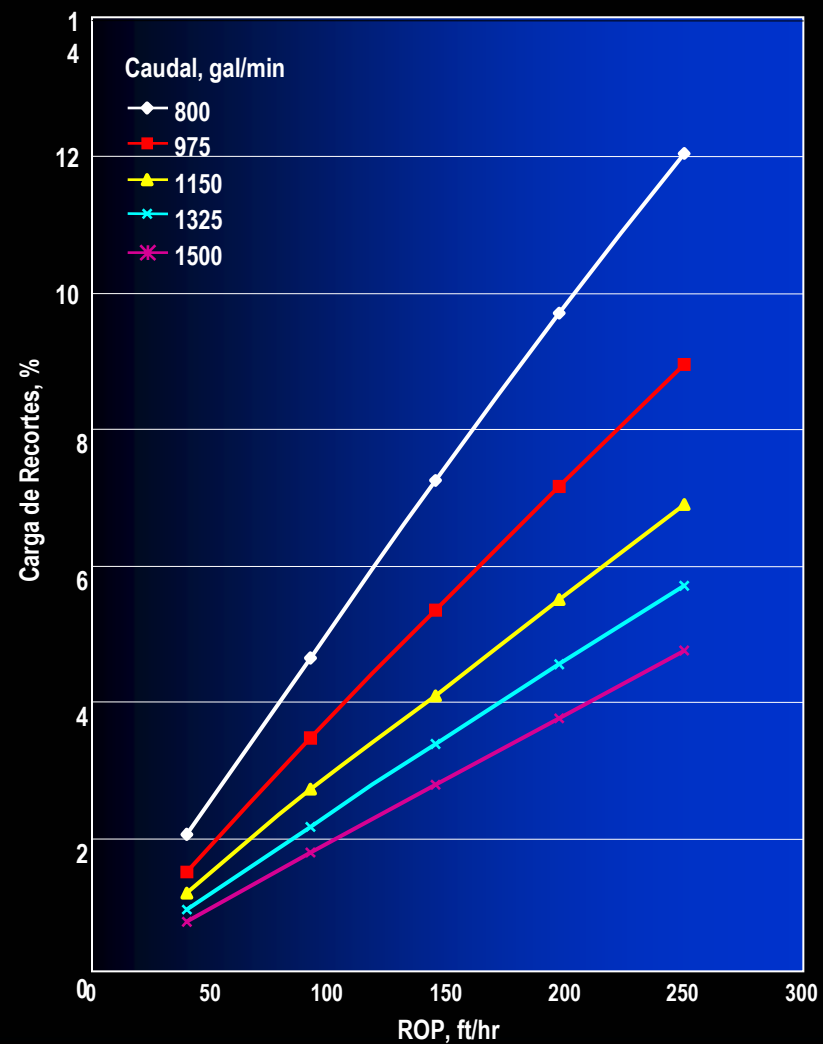
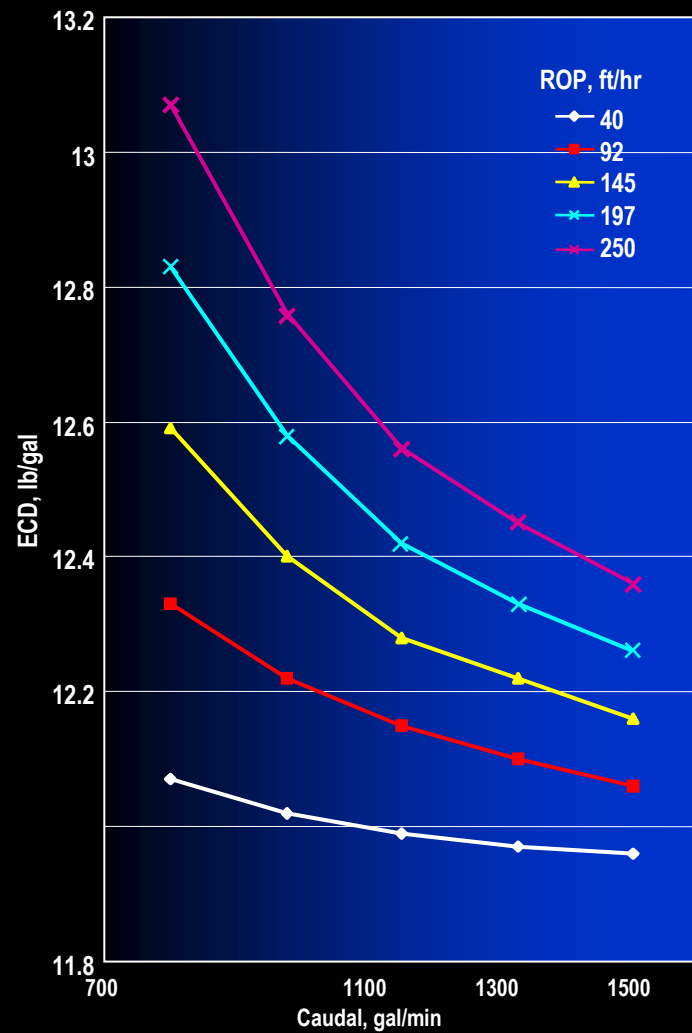
Caudal Reducido



500 gpm
140 rpm
Recortes 1/4"
ECD = 12.61

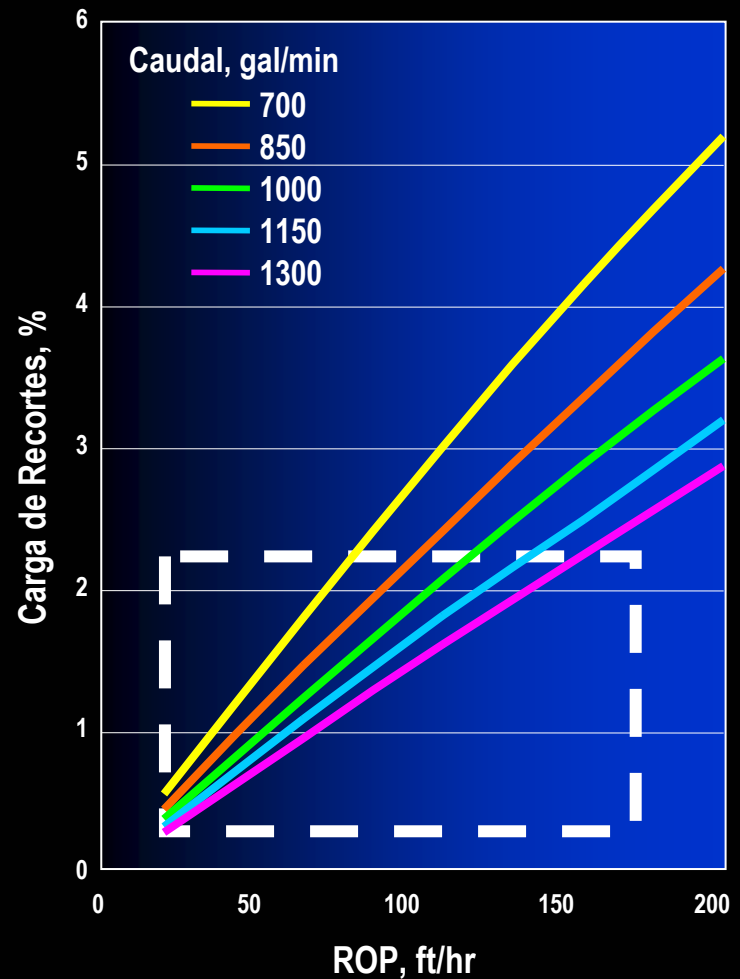
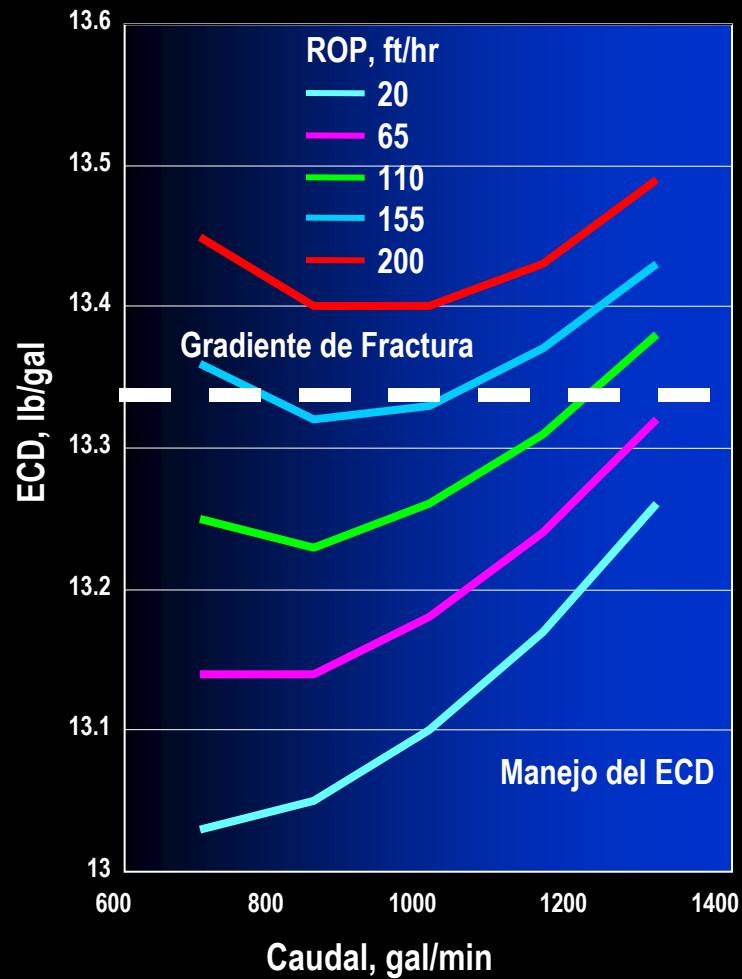


ECD y Concentración de Recortes Reportes



Baroid

Perforando En La Ventana de Seguridad



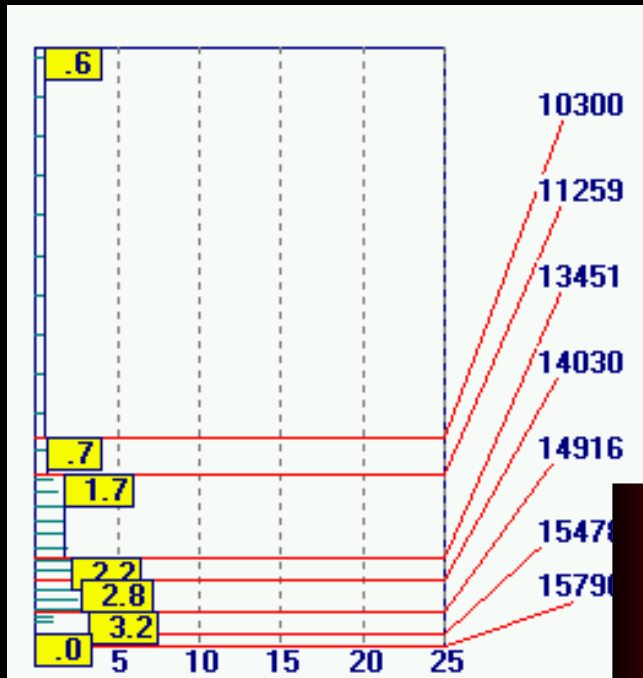
Variaciones del ECD

Densidad de Superficie	14.0 ppg
EMW en fondo	14.3 ppg
Rata de Flujo	1000 gpm (+ 500 gpm en riser)
ROP	100 ft/hr
Tuberías	5-1/2"
	6-5/8" DP en riser

	<u><i>ECD</i></u>
■ Tubería Excéntrica	14.42
■ Tubería Concéntrica	14.50
■ Concéntrica (con TJ)	14.61
■ Concéntrica	
Con TJ, Recortes, (Deslizando)	14.98
■ Concéntrica	
Con TJ, Recortes, (rotando)	14.72



Impacto del Tamaño de los Recortes (Selección de Trépanos)

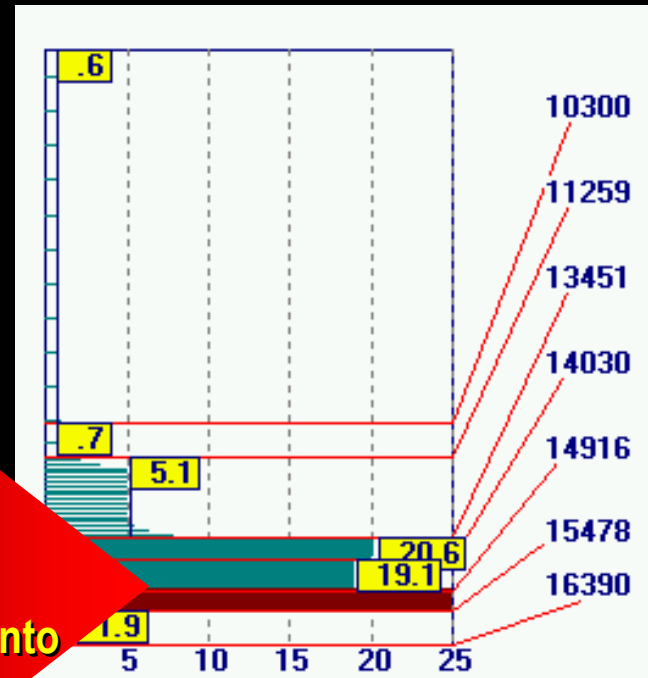


1/4"

ECD = 11.35 ppg

Conc.de Recortes = 1 %

Potencial
Alto de
Empaquetamiento



1/2"

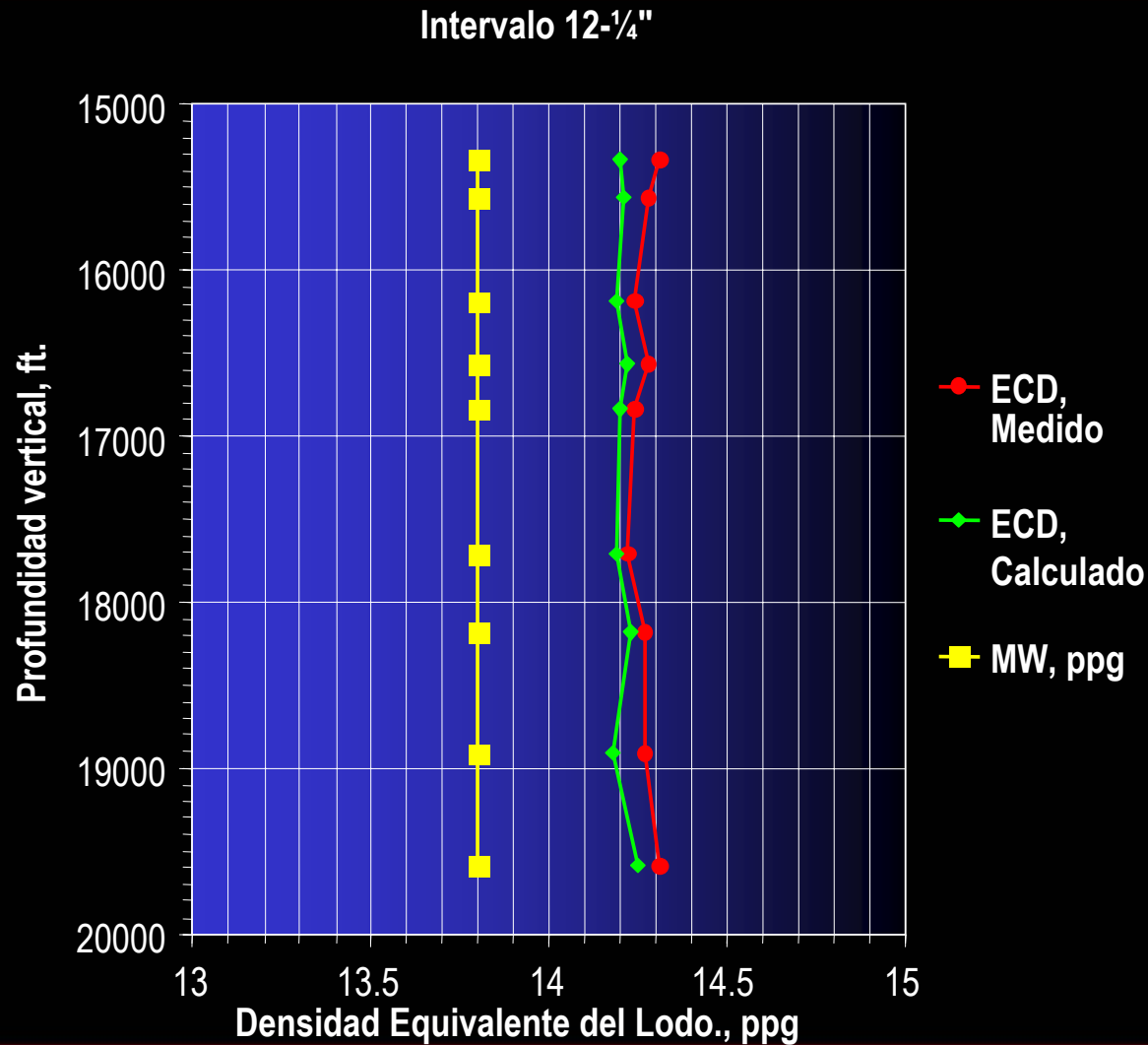
ECD = 11.60 ppg

Conc. de Recortes= 5.4 %



Baroid

SBM –ECD Programado vs PWD Medido



Comparación Independiente de CFG

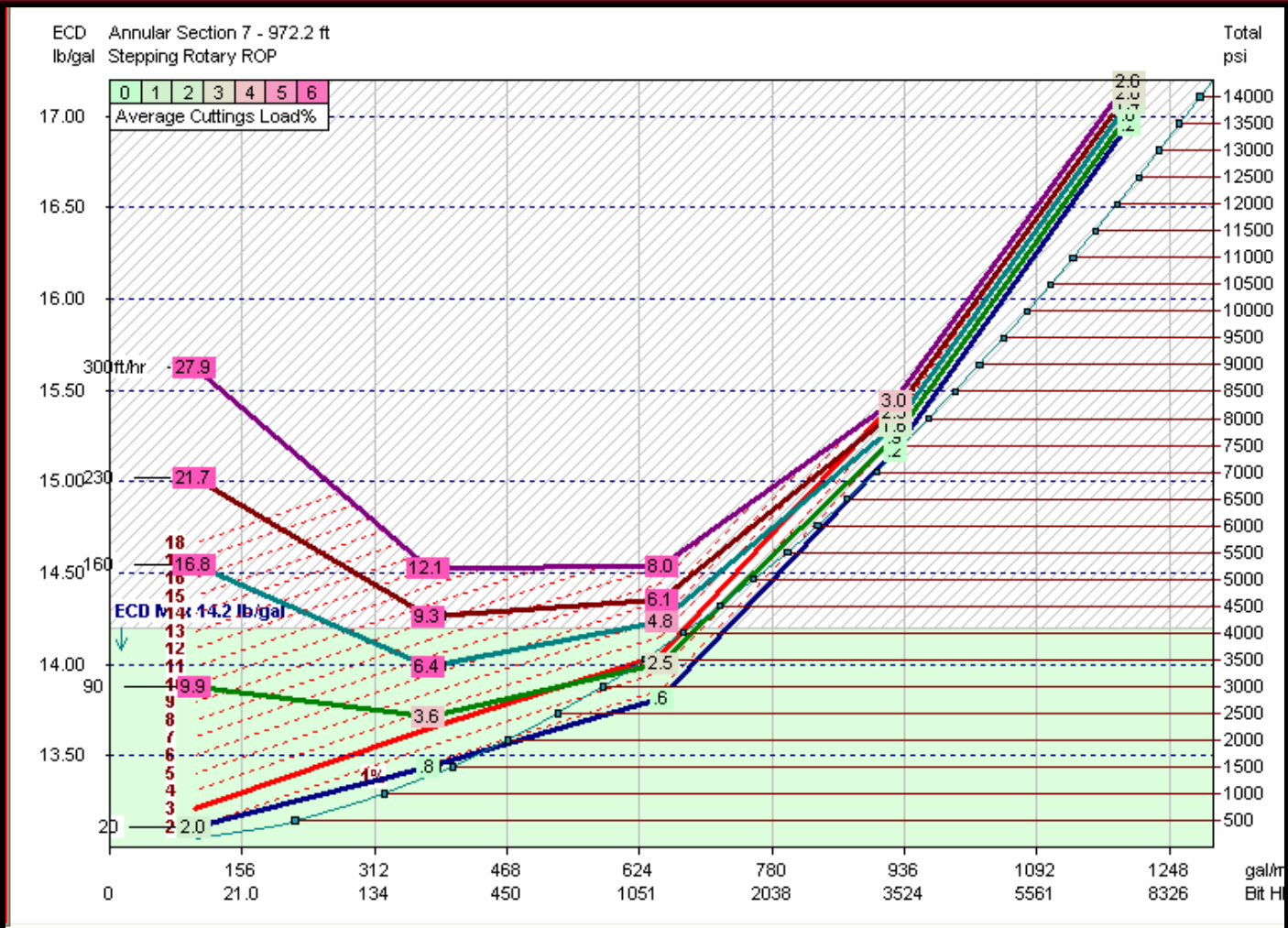
Pruebas de Modelos Hidráulicos

Pozo	Baroid	Software X	Software Y	PWD
1	16.05	15.72	15.82	16.2
2	13.50	14.87	14.40	13.6
3	11.6	n/a	11.00	11.5

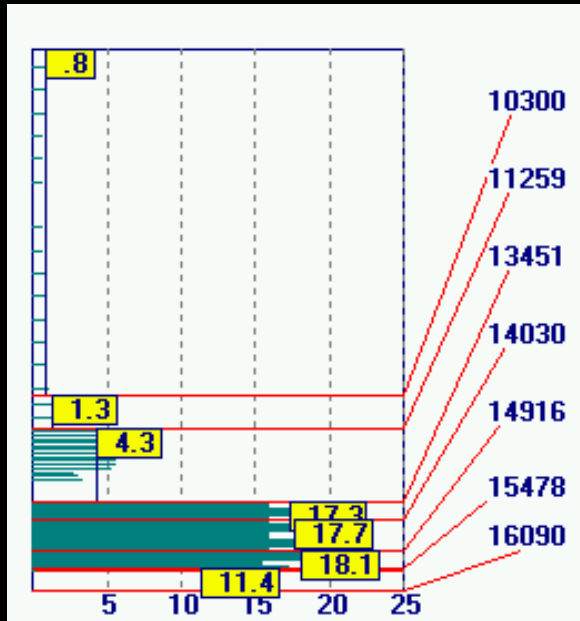
ECD (ppg)



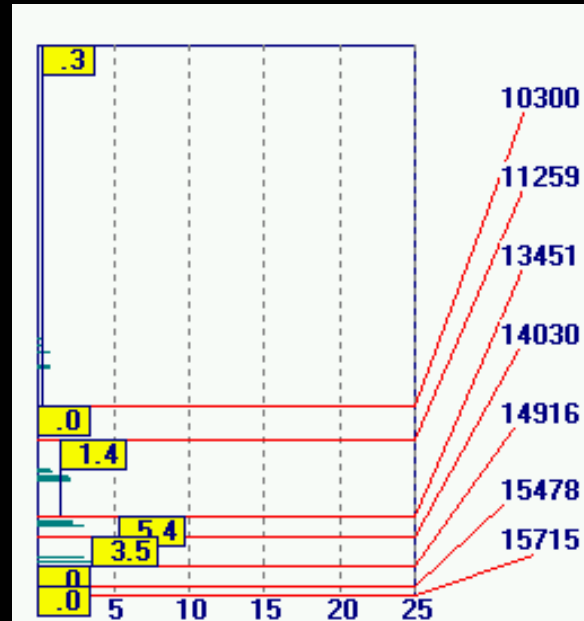
Optimización



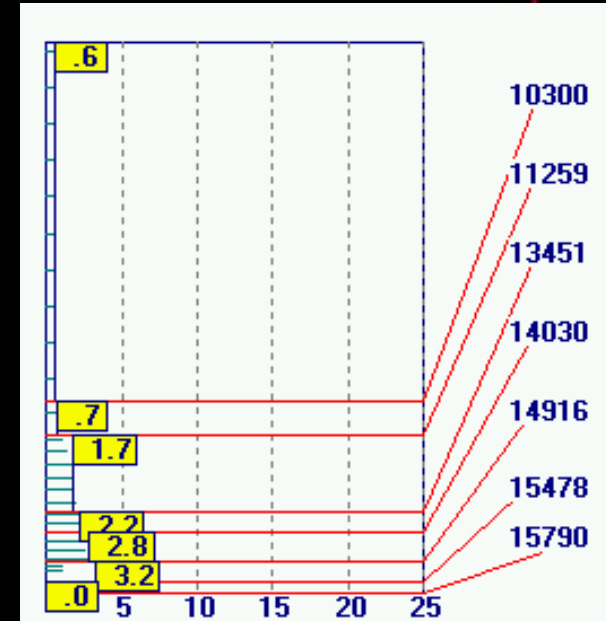
Impacto de la Rotación de la Tubería



Deslizando



**Rotando
(120 rpm)**



50/50

La relación Deslizar/Rotar debe ser optimizada con respecto a la limpieza de pozo y la ROP
(PWD indico un aumento de 0.1 ppg con la rotación)



Píldoras de Barrido

Criterios de Diseño

- Reducir la velocidad de caída de las partículas
- Levanta y Erosiona la cama de recortes
- Mínimo impacto sobre las propiedades del sistema
 - Densidad
 - Filtrado
 - Viscosidad
- Baja viscosidad para píldoras pesadas mejora la penetración en los espacios vacíos de las camas de recortes
- Diferencias significativas con las propiedades del sistema
- Mínimo / Sin efecto en el LC50
- Fácil Logística
- Fácilmente removibles con solo pasar por las zarandas



Baroid

Hidráulica “DrillAheadSM”

Píldoras de Barrido

Pesadas/Alta Viscosidad

- Densidad ~ +2 a 4 lb/gal
 - Volumen ~ 200 ft (longitud en el anular)
 - RPM
 - Rata de Bombeo
 - Reología
-
- Integrar estos parámetros con la carga de recortes en el anular calculado por la Hidráulica “DrillAhead”, optimizan **La eficiencia del Barrido**, mientras se mantiene el ECD por debajo del gradiente de fractura.



Hidráulica "DrillAheadSM" Píldoras de Barrido

 Drill Ahead Hydraulics

 Drill-Ahead Input  Sweep Input  Run DrillAhead

Sweep Recommendations

Weighted/High Vis Sweep 

RPM	Dial				
600	67	Calculate Sweep Rheology	15	Sweep density, lb/gal	
300	45		500	Pumprate, gal/min	
200	34		75	Sweep Volume, bbl	
100	22		100	rpm	
6	12				
3	11				

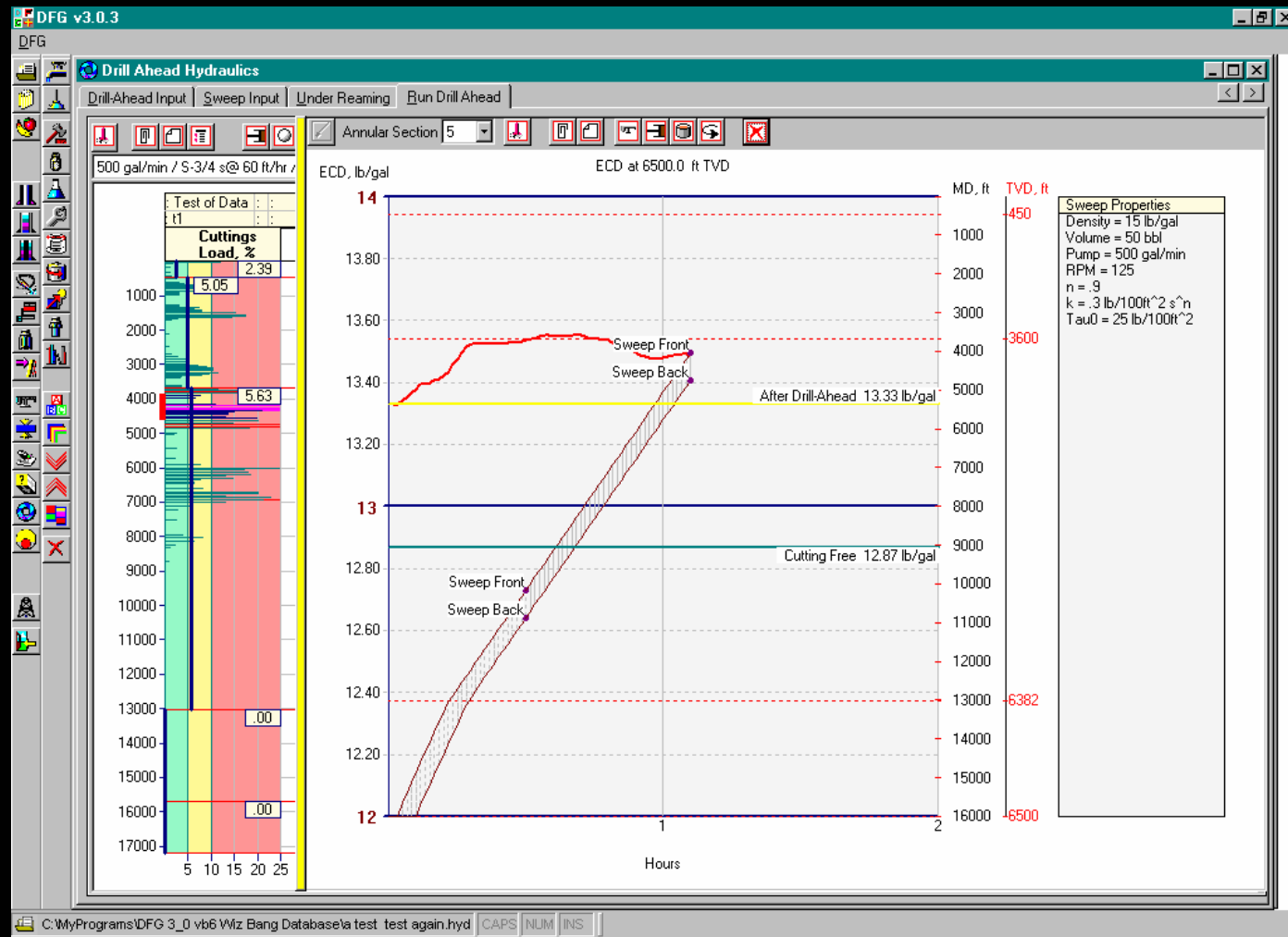
n

k, (H-B). lb/100ft² sⁿ

Tau0, lb/100ft²

Hidráulica "DrillAheadSM"

Análisis del Barrido



Baroid

Ruptura de Geles



Pressure to Break Gel

10 s	10	lb/100ft ²	112.01	psi
10 min	12	lb/100ft ²	134.42	psi
30 min	14	lb/100ft ²	156.82	psi

Pressure to Break Gel

112.01 psi to break 10 s gel

134.42 psi to break 10 min gel

156.82 psi to break 30 min gel



Presiones de Surgencia y Pistoneo

Hydraulics

Properties
Rheology and Density
☒ Surface
☐ Down hole
Eccentricity
☒ e=0
☐ e=User
☐ With Cuttings
☒ Rolling
☐ Bed Yield

Herschel-Bulkley | Bingham | Power
 n .793
 K .245 lb/100ft² sⁿ
 Tau0 10.23 lb/100ft²

Surge/Swab | Tripping
☐ With Detail
☐ Step Speed
☒ Open Ended
☐ Min/stand

Running Speed
 ft/min 30.00
 Step
 End 90

When Calculating ALL
☐ Do Bit Hydraulics
☐ Do Volumes
☐ Do Avg Velocity
☐ Do Surface Equipment
☐ Do Reverse Circulation
☐ Drill ahead hydraulics
☐ Do EXCEL report

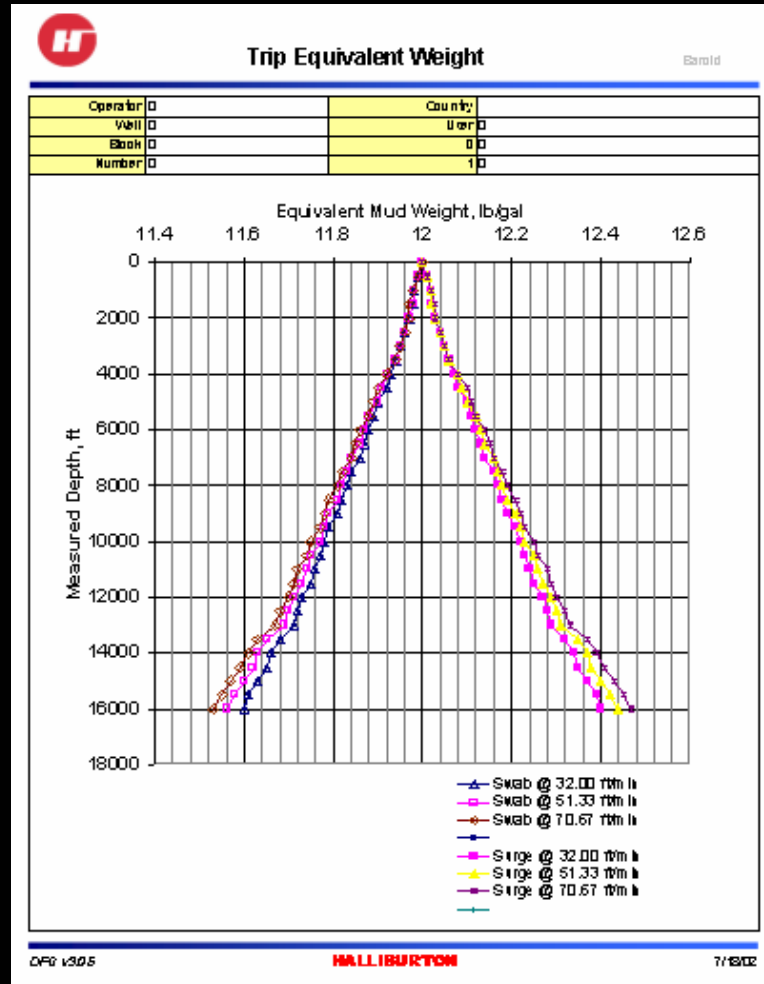
Mud Density
 12 lb/gal
 Flow Rate | Riser
☐ Step Flow Rate
 500 gal/min
 Step
 End

Cuttings
☐ Do Slip Velocity
 .25 Avg D, in
 4 SG
☐ With cuttings loading of
 %

Additional Losses
 MWD, Mudmotor, etc.
 psi



Presiones de Surgencia y Pistoneo



Resumen

- Los simuladores avanzados de la perforación, dan al usuario la facilidad de evaluar con precisión los parámetros de perforación programados, con respecto a los parámetros reales de operación.
- Los simuladores de perforación también son una excelente herramienta par evitar problemas y hacer ajustes a las operaciones en tiempo real.
- DFG y la Hidráulica “DrillAheadSM” de BAROID dan la habilidad de acceder a estos simuladores no solo desde las oficinas, sino en el pozo directamente.

