

ANEXO I: CATALOGO DE HERRAMIENTAS DE TESTIFICACION

1. Herramientas de resistividad

1.1. Métodos no focalizados

1.2. Métodos focalizados

2. Inducción

3. Micro Log

4. Rayos Gamma

5. Neutrón

6. Densidad de la formación (gamma-gamma)

7. Velocidad acústica

8. Perfiles sísmicos verticales

9. Georadar

A continuación presentamos un catálogo representativo de herramientas que pueden ser aplicadas a la resolución de los objetivos contemplados en este trabajo. Ninguna de ellas está únicamente concebida para esta tarea específica y a veces están combinadas con métodos que no tienen ninguna significación directa con el tema de permeabilidad.

Los diversos fabricantes ofrecen en general gamas de herramientas con características parecidas.

1. Herramientas de Resistividad.-

1.1. Métodos no focalizados.-

Potencial espontáneo:

Su medida está integrada en varias combinaciones estándar de registros, aunque casi siempre con la radiación gamma natural y con la resistencia monoelectrónica.

Sonda normal:

Empresa: Micro Log

Modelo: DNT-C

Registro: clásico instrumento con 2 electrodos

Combinaciones: normal corta, normal larga

Micro Log 3": potencial espontáneo,

Condiciones: pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min. 6.6 cm, max. 15 cm

1.2. Métodos focalizados.

Laterolog:

Empresa: BPB Instruments

Modelo: DLS-A

Registro: Potencial espontáneo, focalización profunda (LLD) y medio (LLM), rayo gamma, temperatura del lodo.

Combinaciones: sonic, micro-resistividad, otros métodos radioactivos.

Condiciones: pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min. 9.0 cm

Empresa: Dresser Atlas

Modelo: 1232 XA

Registro: focalización profunda (LLD) y corta (LLS)

Combinaciones: rayo-gamma, inducción, inducción dual, microlaterolog, neutrón-neutrón

Condiciones: pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min. 11.4 cm, max. 30.5 cm

Empresa: Gearhart

Modelo: DLT-FA

Registro: focalización profunda (LLD) y corta (LLS), potencial espontáneo.

Combinaciones: rayos gamma, electrodos esféricamente focalizados.

Condiciones: pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min. 12.7 cm

Empresa: Schlumberger

Modelo: DLT-E + SRS-D o SRT-C

Registro: focalización profunda (LLD) o corta (LLS), microlog esféricamente focalizados, caliper, potencial espontáneo.

Combinaciones: /

Diámetro del pozo: DLT-E + SRS-D:

min. 15.9 cm, max. 55.9 cm

SRT-C:

min. 10.2 cm, max. 12.7 cm

Empresa: Welex

Modelo: DG 903

Registro: guard log corto, guard log largo, micro guard, caliper, rayos gamma, potencial espontáneo.

Combinaciones: la unidad de rayos gamma puede ser sustituida por el método neutrón-neutrón.

Condiciones: pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min. 15.3 cm, max. 48.3 cm

2. Inducción.

Empresa:BPB

Modelo:DIS-A

Objetivo:determinación de la resistividad de la formación, no perturbada y con invasión de solución.

Registro:potencial espontáneo, rayos gamma, inducción profunda, inducción media, inducción de enfocación corta, señal de conductividad.

Combinaciones:acústica sónica, métodos radioactivos, micro resistividad, ultra sónico, temperatura.

Condiciones:pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min. 6.6 cm, max.15 cm

Empresa:Dresser Atlas

Modelo:1503 XA

Objetivo:determinación de la resistividad en zonas de media y baja porosidad, determinación de profundidad de invasión de la solución.

Registro:inducción profunda, inducción media, potencial espontáneo.

Combinaciones:rayos gamma, densidad compensada, neutrón-neutrón compensado, neutrón-neutrón, velocidad acústica.

Condiciones:pozo sin tubería, lleno de lodo conductivo o no conductivo y pozo seco.

Diámetro del pozo: min. 12.0 cm, max.30.5 cm

Empresa:Gearhart

Modelo:DIL-F

Objetivo:determinación de la resistividad de la formación

Registro:potencial espontáneo, normal corta, inducción profunda, inducción media, laterolog 3.

Combinaciones:sonic, caliper, rayos- gamma, densidad compensada (gamma-gamma), neutrón-neutrón compensado.
Condiciones: pozo sin tubería, con lodo conductivo o no conductivo y pozo seco.
Diámetro del pozo: min. 12.7cm

Empresa:Schlumberger

Modelo:DIT-D

Objetivo:determinación de la resistividad de la formación.
Registro:inducción profunda, inducción media, resistividad esféricamente enfocada, potencial espontáneo.
Combinaciones:rayos gamma, sonic, neutrón-neutróncompensado, caliper, micro resistividad esféricamente focalizados.
Condiciones:pozo sin tubería, con lodo conductivo o no conductivo y pozo seco.
Diámetro del pozo: min. 11.8 cm, max.55.9 cm

Empresa:Welex

Modelo:DIL 310

Objetivo:determinación de la resistividad de la formación con el método de conductividad enfocada.
Registro:guard corta, normal corta, resistividad media, resistividad profunda, potencial espontáneo, conductividad.
Combinaciones:caliper, rayos gamma, neutrón-neutrón, densidad (gamma-gamma).
Condiciones:pozo sin tubería, con lodo conductivo o no conductivo o pozo seco.
Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.40.6 cm

3. Micro Log.-

Empresa:BPB

Modelo:MRS-B

Objetivo:determinación de la resistividad de la zona invadida por el lodo.

Registro:microlaterolog, micro normal, micro inverso, caliper, temperatura del lodo.

Combinaciones:rayos gamma, inducción, dual laterolog.

Condiciones:pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.41.0 cm

Empresa:Gearhart

Modelo:MEL-C

Objetivo:determinación de la resistividad de la zona invadida por solución utilizando un dispositivo esféricamente focalizados.

Registro:caliper, resistividad con espaciado 1" y 2".

Combinaciones:inducción, sonic, rayos gamma.

Condiciones:pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min.20.0 cm, max.45.7 cm

Empresa:Schlumberger

Modelo:SRT-C

Objetivo:determinación de la micro resistividad.

Registro:microlog esféricamente focalizados, caliper.

Combinaciones: /

Condiciones:pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min.12.7 cm, max.55.9 cm

Empresa: Welex

Modelo: Micro 182

Objetivo: determinación de la resistividad con dispositivo no focalizados.

Registro: normal 2", lateral, caliper.

Combinaciones: rayos gamma.

Condiciones: pozo sin tubería, lodo conductivo.

Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.40.6 cm

4. Rayos Gamma.-

El sumario de sondas se refiere a herramientas que en general se utilizan en combinación con otros métodos.

Empresa: BPB

Modelo: SGS-A

Objetivo: medición de la radiación natural de los rayos gamma.

Registro: radiación total, radiación K, U, Th.

Combinaciones: otros métodos radioactivos, sonic, inducción.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.11.4 cm, max.33.0 cm

Empresa: Gearhart

Modelo: UGR-HA

Objetivo: detección de la radiación natural de determinadas formaciones dentro del pozo.

Registro: intensidad total.

Combinaciones: con todas herramientas

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.11.5 cm

Empresa: Gearhart

Modelo: GNT-AD

Objetivo: detección de la radiación natural de determinadas formaciones dentro del pozo.

Registro: intensidad total, K(%), U (ppm), Th (ppm).

Combinaciones: neutrón-neutrón.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.5.8 cm

Empresa: Micro Log

Modelo: CGT/CDT-A

Objetivo: medición de la radiación gamma natural.

Registro: intensidad total, rho, d(rho).

Combinaciones: caliper, potencial espontáneo, neutrón-neutrón compensado.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.6.6 cm, max.15.0 cm

Empresa: Schlumberger

Modelo: SGT-LAb, NGT-C/D

Objetivo: medición de la radioactividad natural de la formación.

Registro: intensidad total (SGT-LAB), intensidad total menos U, K, Th, U

Combinaciones: todas otras herramientas.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.12.4 cm

Empresa: Welex

Modelo: GR 187/157

Objetivo: medición de la radioactividad natural de la formación.

Registro: intensidad total.

Combinaciones: todas otras herramientas.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.5.1 cm

5. Neutrón.

Empresa: BPB

Modelo: CNS-A/B

Objetivo: medición del contenido total del hidrógeno de la formación.

Registro: relación entre registro de corta e intermedia distancia lateral, porosidad, temperatura del lodo.

Combinaciones: densidad compensada (gamma-gamma), inducción, sonic, ultra sonic, temperatura.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.11.4 cm, max.59.0 cm

Empresa: Dresser Atlas

Modelo: 2421/22 XA

Objetivo: determinar cambios en la litología, porosidad, y saturación por fluidos con la medición de la intensidad de captación de los neutrones.

Registro: neutron-neutron.

Combinaciones: /

Condiciones: pozo con o sin tubería, perforación con lodo.

Empresa: Dresser Atlas

Modelo: 2420/2418 XA

Objetivo: determinación de la porosidad con la medición del contenido de hidrógeno en la formación.

Registro: porosidad

Combinaciones: rayos gamma, densidad compensada (gamma-gamma), inducción, velocidad acústica.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.8.9 cm, max.40.6 cm

Empresa: Gearhart

Modelo: CNT-D

Objetivo: exacta determinación del índice de porosidad con un sistema de detectores duales de neutrones.

Registro: porosidad (%), caliper.

Combinaciones: densidad compensada (gamma-gamma), rayos gamma, inducción dual.

Condiciones: pozos sin tubería, lodo conductivo o no conductivo.

Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.50.8 cm

Empresa: Micro Log

Modelo: CNT-A

Objetivo: porosidad de la formación

Registro: índice de neutrones

Combinaciones: rayos gamma, densidad compensada (gamma-gamma).

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.6.6 cm, max.15.0 cm

Empresa: Schlumberger

Modelo: CNT-G

Objetivo: determinación de la porosidad.

Registro: relación entre registro de corta e intermedia distancia lateral, porosidad.

Combinaciones: todas las otras herramientas.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.11.2 cm, max.53.3 cm

Empresa: Welex

Modelo: DSN 265

Objetivo: medición del contenido total del hidrógeno de la formación; facilita datos sobre la litología y datos de porosidad.

Registro: porosidad del espaciado dual, relación entre registro de corta e intermedia distancia lateral, porosidad.

Combinaciones: rayos gamma, inducción dual, dual laterolog, densidad compensada (gamma-gamma).

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: max.52.7 cm

6. Densidad de la formación (gamma-gamma).

Empresa: BPB

Modelo: CDS-A/B

Objetivo: determinación de la densidad global de la formación.

Registro: densidad global, corrección, caliper, porosidad, y caliper.

Combinaciones: neutrón-neutrón, inducción, sónica, ultrasónica, temperatura.

Condiciones: pozo sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.41.0 cm

Empresa: Dresser Atlas

Modelo: 2212 XA

Objetivo: determinación de la densidad global de la formación.

Registro: densidad global (g/cc), corrección, caliper, porosidad.

Combinaciones: /

Condiciones: pozo sin tubería, lodo.

Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.40.6 cm

Empresa: Gearhart

Modelo: CDT-K

Objetivo: determinación de la densidad global de la formación.

Registro: densidad global (gr/cc), compensación (gr/-cc), porosidad.

Combinaciones: neutrón-neutrón, gamma-gamma, rayos gamma, inducción dual.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.12.7 cm, max.55.8 cm

Empresa: Micro Log

Modelo: CGT/CDT-A

Objetivo: determinación de la densidad global de la formación.

Registro: densidad (g/cc), $d(\rho)$ (g/cc), caliper, rayos gamma.

Combinaciones: /

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.6.6 cm, max.15.0 cm

Empresa: Schlumberger

Modelo: LDT-C/D

Objetivo: determinación de la densidad global de la formación.

Registro: densidad (g/cc), factor fotoeléctrico, $d(\rho)$, caliper.

Combinaciones: todas las otras herramientas.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.40.6 cm

Empresa: Welex

Modelo: DEN 126/316

Objetivo: determinación de la densidad global de la formación.

Registro: densidad (g/cc), porosidad (%), corrección rho, caliper, rayos gamma.

Combinaciones: velocidad acústica, neutrón-neutrón, dual inducción.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.15.3 cm, max.50.8 cm

7. Velocidad acústica.

Empresa: BPB

Modelo: CSS-A/B

Objetivo: determinación de las características de la propagación de ondas acústicas en el medio; evaluación del "transit time", amplitudes y análisis de onda entera (tren de onda).

Registro: "transit time", transit time integrado, temperatura del lodo, porosidad sónica, amplitudes, análisis de onda entera, densidad variable.

Combinaciones: inducción, métodos radioactivos.

Condiciones: pozo con o sin tubería lleno de lodo.

Diámetro del pozo: min.13.0 cm

Empresa: Dresser Atlas

Modelo: 1661

Objetivo: determinación de las características de la propagación de ondas acústicas en el medio; evaluación del "transit time", amplitudes y análisis de onda entera (tren de onda).

Registro: "travel time", porosidad, "travel time" integrado, analisis de onda entera, densidad variable, **televisor acústico**.

Combinaciones: todas las otras herramientas.

Condiciones: pozo sin tubería lleno con lodo.

Diámetro del pozo: min.14.0 cm, max.92.0 cm

Empresa: Gearhart

Modelo: BCT-BD/EA

Objetivo: determinación de las características de la propagación de ondas acústicas en el medio; evaluación del "transit time", amplitudes.

Registro: "transit time", "transit time" integrado, amplitude, velocidad de cizallamiento, velocidad de "tube wave" (Stonely), densidad variable.

Combinaciones: rayos gamma, caliper, inducción.

Condiciones: pozo sin tubería lleno con lodo.

Diámetro del pozo: min.11.4 cm, max.40.6 cm

Empresa: Schlumberger

Modelo: SDT-A/B

Objetivo: determinación de las características de la propagación de ondas acústicas en el medio; evaluación del transit time", amplitudes y análisis de onda entera (tren de onda)

Registro: "transit time", "transit time" integrado, amplitude, caliper, onda, analisis de onda entera, densidad variable, relación entre amplitudes, velocidad del lodo.

Combinaciones: todas otras herramientas.

Condiciones: pozo con o sin tubería lleno de lodo.
Diámetro del pozo: min.11.8 cm, max.cm

Empresa: Elf Aquitaine

Modelo: Eva

Objetivo: determinación de las características de la propagación de ondas acústicas en el medio; evaluación del "transit time", amplitudes y análisis de onda entera (tren de onda)

Registro: "transit time", "transit time" integrado, amplitude, analisis de onda entera, relación entre amplitudes, velocidad del lodo.

Combinaciones: /

Condiciones: pozo con o sin tubería lleno de lodo.

Diámetro del pozo: min.15.0 cm.

8. Perfiles sísmicos verticales.

Empresa: Dresser Atlas

Modelo: 4101 EA/MA

Objetivo: combinación de métodos de geofísica de la superficie con técnicas de testificación en el pozo, analizando el "one-way travel time" de un pulso sísmico.

Registro: sísmograma.

Combinaciones: /

Condiciones: pozo con o sin tubería.

Diámetro del pozo: min.11.8 cm, max.40.6 cm

Empresa: Prakla Seismos

Modelo: BGKT

Objetivo: perfiles verticales sísmicas.

Registro: sísmograma.

Combinaciones: según demanda.

Condiciones: pozo con o sin tubería.

Diámetro del pozo: min.11.4 cm, max.45.0 cm

Empresa: Schlumberger

Modelo: WST-B; SAT-A

Objetivo: adquisición de datos sísmicos en un pozo con un pulso generado a la superficie.

Registro: sísmograma.

Combinaciones: no es recomendada.

Condiciones: pozo con o sin tubería, en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min.14.0 cm, max.48.2 cm

Empresa: Welex

Modelo: Geo 309

Objetivo: adquisición de datos sísmicos en un pozo con un pulso generado a la superficie.

Registro: sísmograma.

Combinaciones: /

Condiciones: pozo con o sin tubería lleno de lodo.

Diámetro del pozo: min.11.4 cm, max.36.8cm

9. Georadar.

Empresa: ABEM

Modelo: Ramac

Objetivo: localización de fisuras, fracturas y otras anomalías. Determinación de su orientación. Estimación de las propiedades eléctricas del medio.

Registro: Mapa de la señal reflejada del impulso radar.

Combinaciones: /

Condiciones: pozo con o sin tubería (plástico), en pozo lleno de lodo o seco.

Diámetro del pozo: min. 6.0 cm.