

**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, últra 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" (Stonley), 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.